



# **Journée d'information scientifique** *Grandes cultures*

*Jeudi 23 février 2012*

Hôtel et Suites Le Dauphin

Drummondville

*Ensemble pour la diffusion  
de la recherche agronomique*



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

---

Comité céréales

Comité maïs et oléoprotéagineux



## Semer la réussite

Nos experts comprennent votre réalité et s'investissent de tout cœur dans la réalisation de vos projets.



Une référence  
qui a la cote!



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

Un catalogue de  
230 publications  
comprenant des  
ouvrages imprimés  
et électroniques

Plus de 15 évènements  
pour le secteur agricole et  
agroalimentaire chaque  
année

250 feuillets  
technico-économiques  
regroupés dans les  
*Références économiques*

Plus de 15 services en  
ligne comprenant  
des répertoires et  
plusieurs outils  
d'information

32 banques  
d'informations  
spécialisées sur  
Agri-Réseau

Un calendrier  
électronique regroupant  
l'ensemble des activités  
du secteur agricole  
et agroalimentaire

### ***Avertissement***

Il est interdit de reproduire, imprimer, traduire ou adapter cet ouvrage, en totalité ou en partie, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, incluant la photocopie et la numérisation, sans l'autorisation écrite préalable du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).

Les textes publiés dans ce document ont été reproduits tels que soumis par les responsables et demeurent sous l'entière responsabilité de leurs auteurs.

La publicité insérée dans ce document concrétise l'appui du milieu à l'évènement. Sa présence ne signifie pas que le CRAAQ en approuve le contenu ou cautionne les entreprises et organismes concernés.

### **Pour information et commentaires :**

Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec  
Édifice Delta 1  
2875, boulevard Laurier, 9<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1V 2M2  
Téléphone : 418 523-5411  
Télécopieur : 418 644-5944  
Courriel : [client@craaq.qc.ca](mailto:client@craaq.qc.ca)

© Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec, 2012

### **Publication PMAI0102**

ISBN 978-2-7649-0277-6

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2012

Bibliothèque et Archives Canada, 2012



Ce document a été imprimé sur du papier contenant 100 %  
de fibres recyclées postconsommation, certifié Eco-Logo  
et Procédé sans chlore et fabriqué à partir d'énergie biogaz.

# Le CRAAQ remercie ses...

...membres partenaires

**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 

**Un partenaire  
de premier plan !**



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada

**Canada**

**La Coop**  
 **féderée**

**La Financière  
agricole**

**Québec** 



**L'Union des  
producteurs  
agricoles**



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

[www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca) • 1 888 535-2537

# Le CRAAQ remercie ses...

## ...membres associés

Association des jardiniers maraîchers du Québec (AJMQ)

Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec (AMVPQ)

Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ)

Association des technologues en agroalimentaire inc. (ATA)

Banque Nationale du Canada

Bureau de normalisation du Québec (BNQ)

Cain Lamarre Casgrain Wells

Centre d'études sur les coûts de production en agriculture (CECPA)

Centre d'expertise en gestion agricole (CEGA)

Centre d'insémination artificielle du Québec (CIAQ)

Centre de développement du porc du Québec (CDPQ)

Centre francophone d'informatisation des organisations (CEFRIO)

Citadelle, Coopérative de producteurs de sirop d'érable

Conseil canadien de la gestion d'entreprise agricole (CCGEA)

Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ)

Conseil québécois de l'horticulture (CQH)

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation (FSAA) de l'Université Laval

Fédération de la relève agricole du Québec (FRAQ)

Fédération des groupes conseils agricoles du Québec (FGCAQ)

Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec (FPCCQ)

Fédération des producteurs de lait du Québec (FPLQ)

Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ)

Fédération des producteurs maraîchers du Québec (FPMQ)

Financement agricole Canada

Groupe Promutuel

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE)

Mouvement Desjardins

Ordre des agronomes du Québec (OAQ)

RBC Banque Royale

Syndicat des producteurs de lapins du Québec (SPLQ)

Transformation Alimentaire Québec (TRANSAQ)

Université McGill-Campus Macdonald

Valacta



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

[www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca) • 1 888 535-2537



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

# Calendrier 2011 - 2012

## Activité Bœuf 2011

Du veau d'emboche au bovin  
d'abattage, une continuité...  
Victoriaville, 7 octobre 2011  
Comité bovins de boucherie



## 35<sup>e</sup> Symposium sur les bovins laitiers

Saisir les opportunités pour faire  
un bon « coût »!  
Drummondville, 27 octobre 2011  
Comité bovins laitiers en partenariat avec la  
Fédération des producteurs de lait du Québec



## Colloque Gestion - 25<sup>e</sup> édition

L'Avenir de l'agriculture : l'Agriculteur!  
Drummondville, 10 novembre 2011  
Organisation conjointe - Comité gestion de  
l'entreprise agricole et Centre d'expertise en  
gestion agricole

## Colloque sur la pomme de terre

Le goût de la pomme de terre,  
ça se cultive!  
Québec, 18 novembre 2011  
Comité pomme de terre



## Colloque sur les plantes fourragères

Maximiser nos plantes fourragères  
Drummondville, 29 novembre 2011  
Comité plantes fourragères

## Journée d'information scientifique - Légumes

13 Février 2012  
Collaboration MAPAQ - CRAAQ

## Journée d'information scientifique - Petits fruits

14 Février 2012  
Collaboration MAPAQ - Comité petits fruits



## Colloque en agrotourisme

Saint-Eustache, 1<sup>er</sup> février 2012  
Groupe de concertation sur l'agrotourisme au  
Québec, un comité sectoriel du CRAAQ en  
collaboration avec les Tables de concertation  
agroalimentaire du Québec et grâce à un appui  
financier du MAPAQ (Outaouais, Laurentides,  
Montréal - Laval - Lanaudière)



## Journée d'information scientifique - Grandes cultures

Drummondville, 23 février 2012  
Comité céréales en collaboration avec le  
Comité maïs et oléoprotéagineuses



## Colloque en agroclimatologie

Drummondville, 7 mars 2012  
Commission agrométéorologie grâce à l'appui  
financier d'Ouranos en partenariat avec  
Ressources Naturelles Canada

## Les Perspectives 2012

Saint-Hyacinthe, 17 avril 2012  
Comité économie et perspectives agroalimentaires



## Colloque Horizon marketing agroalimentaire

Drummondville, 3 mai 2012  
Comité marketing agroalimentaire



Aussi offert en webdiffusion



## Découvrez la multifonctionnalité de l'agriculture

La multifonctionnalité contribue à la qualité de vie des communautés par ses fonctions sociales, environnementales et économiques. Dans cet esprit, les projets qui s'en inspirent favorisent la biodiversité tout en façonnant des paysages humanisés et variés. Une belle façon de rendre les territoires attrayants et d'offrir un cadre de vie stimulant!

Emboîtez le pas :

[www.mapaq.gouv.qc.ca/multifonctionnalite](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/multifonctionnalite)

Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation

Québec 



## Programme

Animation : • En avant-midi : **Julie Durand** • En après-midi : **Yves Dion**

**8 h 30** Café de bienvenue

**9 h 10** Mot de bienvenue

*Yves Dion*, agronome, CÉROM, président du Comité céréales du CRAAQ

### **PHYTOPROTECTION**

**9 h 20** La tipule des prairies dans les grandes cultures au Québec

*Geneviève Labrie*, Ph.D., chercheure en entomologie, CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil

**9 h 40** Lutte biologique au puceron du soya : le rôle des parasitoïdes

*Jacques Brodeur*, Ph.D., professeur, Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal

**10 h** Lutte biologique à la fusariose de l'épi du blé par la culture intercalaire  
et usage d'agent biologique de contrôle

*Elisabeth Vachon*, agronome, conseillère, Club agroenvironnemental Bio-Action, Les Cèdres

**10 h 20** Pause santé



### **FERTILISATION**

**10 h 50** Impact agroenvironnemental de l'utilisation de différents résidus forestiers en grandes cultures

*Bernard Gagnon*, M.Sc., agronome, professionnel de recherche, AAC, Québec

**11 h 10** Impact du travail du sol et de la fertilisation azotée sur le rendement et les ravageurs du canola

*Louis-Pierre Turcotte-Létourneau*, B.Sc., étudiant à la maîtrise, Université Laval, Département de phytologie, Québec

**11 h 30** Lancement du *Guide de production – Les céréales à paille*

**11 h 50** Dîner



**13 h 10** Effets de la texture et de la fertilisation azotée sur le rendement et la qualité du blé de printemps

*Judith Nyiraneza*, Ph.D., agronome, stagiaire-chercheure, AAC, Québec

### **GESTION DES CULTURES**

**13 h 30** Les systèmes de culture qui laissent peu de résidus de récolte sont-ils durables à long terme?

Cas du maïs ensilage alterné avec les céréales

*Judith Nyiraneza*, Ph.D., agronome, stagiaire-chercheure, AAC, Québec

**13 h 50** Productivité de l'épeautre de printemps selon différentes doses de semis

*Anne Vanasse*, Ph.D., professeure, Université Laval, Département de phytologie, Québec

**14 h 10** Rendement en sucres du millet perlé et du sorgho sucrés et ensilabilité du résidu fourrager

*Amélia dos Passos Bernardes*, B.Sc., étudiante à la maîtrise, Université Laval, Département de phytologie, Québec

**14 h 30** Productivité et bénéfices environnementaux des cultures intercalaires agroforestières :  
état des connaissances au Québec

*Alain Cogliastro*, Ph.D., chercheur-botaniste, Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal,  
et Jardin Botanique de Montréal

**14 h 50** Le biochar comme amendement du sol au Québec : résultats agronomiques de quatre ans d'essais terrain

*Julie Major*, Ph.D., agronome, consultante indépendante et chargée d'enseignement, Université McGill,  
Rivière-Beaudette

**15 h 10** Un réseau d'innovations dans le secteur des grains : Innovagrains

*Anne Vanasse*, Ph.D., professeure, Université Laval, Département de phytologie, Québec

**15 h 30** Conférence sur l'entreposage à la ferme

*Jacques Dion*, d.t.a., conseiller, Semican inc., Plessisville

**16 h** Fin de la journée





**Journée d'information scientifique**  
*Grandes cultures*

**Jeudi 23 février 2012**

**Résumés**  
**des conférences**

# La tipule des prairies dans les grandes cultures au Québec

GENEVIÈVE LABRIE<sup>1</sup>, JENNIFER DE ALMEIDA<sup>1</sup>, ROXANNE S. BERNARD<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CÉROM, 740 chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC, J3G 0E2

**Mots-clés** : tipules des prairies, grandes cultures, espèce exotique envahissante, biologie, moyens de lutte

## Introduction

La tipule des prairies, *Tipula paludosa* Meigen, est une mouche originaire d'Europe qui est apparue en Amérique du Nord au début des années 1950<sup>1</sup>. Elle a été observée pour la première fois au Québec en 2002, sur des terrains de golf près de Lévis. C'est en 2008 que des dommages ont été observés sur plus de 1000 hectares en Chaudière-Appalaches et en Estrie, principalement sur des cultures fourragères, des céréales, du canola, et quelques champs de maïs et de soya<sup>2</sup>. Depuis ces premières observations, ce ravageur a été observé au Bas-St-Laurent, dans la région de la Capitale-Nationale et au Centre-du-Québec<sup>3</sup>. Aucun insecticide n'étant homologué dans les grandes cultures contre ce ravageur, il est nécessaire de l'étudier afin d'être en mesure d'élaborer une stratégie de lutte intégrée dans les plus brefs délais. Depuis 2010, plusieurs aspects biotiques ont été étudiés, soit le développement, la survie hivernale des larves, ainsi que les plantes-hôtes les plus susceptibles d'être endommagées.

## Méthodologie

**Développement.** Afin d'évaluer le développement des larves de tipules au cours de l'année, 15 tipules ont été récoltées en avril 2010 et gardées en conditions contrôlées (20°C, 75% HR). Celles-ci étaient pesées et mesurées chaque semaine jusqu'au stade adulte. Les adultes ont été sexés, pesés et mesurés après l'émergence. L'automne suivant, 15 larves de premier stade ont été prélevées dans les champs et gardées en conditions contrôlées (4°C, 75% HR) du mois de novembre 2010 au mois d'avril 2011. Les larves étaient pesées et mesurées chaque semaine et nourries *ad libitum* avec du gazon.

**Survie hivernale.** La survie des larves durant l'hiver 2010-2011 a été évaluée de trois façons différentes. 1) Par une comparaison des populations de larves de tipules entre l'automne 2010 et le printemps 2011 dans 12 champs. Dans chaque champ, 20 mottes de terre ont été récoltées aux mêmes endroits chaque saison et les larves dénombrées à l'aide d'entonnoir de Berlèse. 2) Par une mesure de la survie de larves installées dans des enclos de pvc de 0,2m<sup>2</sup>. Trois enclos par champ ont été installés dans trois champs différents en Chaudière-Appalaches et en Estrie en novembre 2010. Dans chaque enclos, 10 larves de tipules étaient déposées au centre, accompagnées d'une sonde de température HOBO. Les enclos et les larves ont été récupérés au début du mois d'avril 2011 et la survie des larves a été notée, ainsi que la température du sol tout au long de l'hiver. 3) Par la mesure de la survie de larves à une exposition à -18°C, durant 24h, 48h, 7 jours et 14 jours en laboratoire. Les larves étaient ensuite remises de façon graduelle à 4°C. Pour chaque traitement, entre 10 et 21 larves ont été testées de façon individuelle dans des boîtes ziplocs emplis de terre. Les larves étaient observées chaque semaine jusqu'à un mois après l'exposition afin d'évaluer la mortalité.

**Vulnérabilité des cultures.** Au printemps 2011, la vulnérabilité de 13 cultures différentes (blé, avoine, orge, triticale, 2 mélanges commerciaux de plantes fourragères, alpiste roseau, panic érigé, soya, maïs et canola) a été évaluée en serre. Chaque plante était semée dans des bacs selon le taux de semis recommandé et une larve de tipule était introduite dans chaque bac, répliqué 5 fois. Après 4 semaines, les plants et les larves ont été retirés et pesés. Quatre bacs témoins sans tipule pour chaque culture permettaient de comparer la perte de biomasse causée par la tipule.

## Résultats

**Développement.** Les observations du développement de la tipule en laboratoire et en champ ont permis de démontrer que les larves croissent de façon très rapide entre le mois d'avril et la mi-juin, accumulant 88% de leur poids durant cette période. Elles effectuent ensuite une diapause estivale, sans s'alimenter ni croître<sup>1</sup>. À la fin du mois d'août, elles se transforment en pupe et émergent ensuite en adulte pour la période de reproduction.

Durant l'automne et l'hiver, les larves sont au 2<sup>ème</sup> stade larvaire et prennent très peu de poids. Il apparaît dès lors que la période d'intervention doit s'effectuer avant le mois d'avril afin de limiter les dommages au champ.

**Survie hivernale.** 1) La mortalité des larves durant l'hiver dans les champs variait entre 8 et 87%, pour une mortalité moyenne de 54%. 2) Dans les enclos, la mortalité des larves variait entre 87 à 93%. La température moyenne observée dans les enclos était de -0,3°C, avec un minimum de -8°C. En comparaison, des sondes de température en Montérégie ont montré une température minimale jusqu'à -17°C. La température létale pour les larves de tipules des prairies serait de -7.5°C<sup>4</sup>. Le couvert de neige retrouvé dans plusieurs régions affectées par la tipule permettrait d'expliquer en partie leur présence et leur abondance puisque la température du sol atteint à peine la température létale pour cette espèce. Par contre en Montérégie, où la tipule n'est pas présente, la température du sol peut être en-dessous de la température létale pour cette espèce. 3) Les expériences en laboratoire démontrent que les larves de tipules ne survivent pas à une exposition à -18°C, même de courte durée, confirmant les observations effectuées au champ.

**Vulnérabilité des cultures.** Les larves de tipule ont eu une prise de poids plus importante dans l'avoine et le blé, confirmant l'attraction de la tipule pour les céréales<sup>1</sup>. Les cultures les plus affectées étaient l'orge, le blé, un mélange de fourrage (luzerne, mil, brome et trèfle) et le lin. Aucun dommage n'a été observé dans le maïs ni le soya. L'alpiste roseau a été peu affecté par la tipule, ce qui pourrait être dû au fait que la plante prend 2 à 3 semaines à germer. Les larves de tipules préfèrent le feuillage aux grains et aux racines; un retard dans l'émergence des plantules pourrait être critique pour les larves de tipules dans leur pic de croissance, car elles sont plus sensibles au manque de nourriture. Un semis plus tardif serait une solution afin de réduire les populations de tipules et les dommages aux cultures.

## Conclusion

La tipule des prairies est un nouveau ravageur au Québec qui se retrouve maintenant dans 5 régions différentes. Les données obtenues au cours des deux dernières années montrent que les interventions contre ce ravageur devront être effectuées à l'automne ou très tôt au printemps. Le couvert de neige tel qu'on peut observer dans de nombreuses régions du Québec semble protéger les larves durant l'hiver. Les conditions climatiques en automne et au printemps jouent aussi un rôle important sur la survie des larves; des conditions humides et fraîches permettant une meilleure survie<sup>5</sup>. Les céréales sont particulièrement à risque lorsque la tipule est présente dans les champs. L'utilisation de cultures qui peuvent être semées plus tardivement serait un moyen de lutte. Des essais de lutte mécanique par hersage sont en cours et semblent être un moyen de lutte prometteur contre ce ravageur.

## Références

- <sup>1</sup> Jackson, D.M. et Campbell, R.L. (1975) Technical Bulletin 81, Washington State University, 28 pp.
- <sup>2</sup> Simard, L. (2008) Congrès conjoint SPPQ – SEQ, 5-6 novembre 2008.
- <sup>3</sup> Labrie, G. et al. (2011). Avertissement du RAP-Grandes cultures No 06 – 24 mai 2011.
- <sup>4</sup> Freeman, B.E. (1967) Journal of Animal Ecology 36: 123-146.
- <sup>5</sup> Milne et al. (1965) Journal of Animal Ecology 34: 529-544

# Lutte biologique au puceron du soya : le rôle des parasitoïdes

## JACQUES BRODEUR

Institut de recherche en biologie végétale, Département de sciences biologiques  
Université de Montréal, 4101, rue Sherbrooke Est, Montréal (Québec) H1X 2B2

[Jacques.brodeur@umontreal.ca](mailto:Jacques.brodeur@umontreal.ca)

**Mots clés:** *Aphis glycines*, *Aphidius colemani*, *Aphelinus certus*.

### Problématique

Le puceron du soya, *Aphis glycines*, une espèce invasive et présente au Québec depuis 2002, est le principal insecte ravageur avec lequel les producteurs de soya et les conseillers agricoles du Québec doivent désormais composer. Ce puceron menace la productivité de la culture du soya et l'environnement. Les infestations sévères, particulièrement celles qui se produisent tôt en saison, entraînent des diminutions significatives de rendement (Ragsdale et al. 2011). D'importantes infestations du puceron du soya ont entraîné ces dernières années, particulièrement aux États-Unis et en Ontario, des pulvérisations d'insecticides dans les cultures de soya, lesquelles en étaient traditionnellement exemptes. Il importe de développer des alternatives aux insecticides de synthèse afin de prévenir des problèmes d'environnement et de santé humaine.

Des progrès importants ont été réalisés ces dernières années quant à notre connaissance de la nature et des conséquences agronomiques des infestations du puceron du soya au Québec. Les efforts ont d'abord porté sur la caractérisation à l'échelle du Québec de l'ampleur et de la distribution des infestations saisonnières, le développement d'outils de gestion dans le cadre d'un programme de lutte intégrée (détermination de seuils d'intervention et stratégie de dépistage), l'impact des populations de puceron du soya (abondance et période d'infestation) sur les rendements, l'incidence des maladies virales potentiellement transmises par les pucerons, l'efficacité des traitements insecticides et le rôle des prédateurs indigènes comme facteur de régulation des populations de puceron du soya. Ce dernier aspect est à l'origine du présent projet. Nos résultats (Migneault et al. 2006, Rhainds et al. 2007) ainsi que ceux de différentes équipes de recherche aux États-Unis (Ragsdale et al. 2011) démontrent clairement la contribution majeure de différents groupes d'insectes prédateurs (coccinelles, syrphes, punaises prédatrices, chrysopes) à la réduction des populations de puceron du soya dans les champs de l'Amérique du Nord. Toutefois, la faune indigène et naturalisée de prédateurs n'a pas toujours la capacité de contrôler les populations du ravageur sous des densités acceptables, en particulier lorsque les infestations de pucerons sont subites et massives. De plus, le phénomène de prédation intraguilde est omniprésent et fort élevé au sein des communautés de prédateurs aphidiphages dans les champs de soya (Gagnon et al. 2011), ce qui aurait comme conséquence néfaste de diminuer leur rôle d'agents de lutte biologique.

### Hypothèse et objectifs

Afin de bonifier l'impact des prédateurs du puceron du soya au Québec, nous avons émis l'hypothèse qu'il est nécessaire d'introduire dans les champs de soya un autre type d'ennemis naturels, soit des parasitoïdes. Ces derniers présentent une très grande capacité à repérer de faibles densités de leur hôte au sein d'une culture, ainsi qu'un excellent synchronisme saisonnier, en particulier au printemps, avec les activités du ravageur, ce qui n'est souvent pas le cas avec les prédateurs généralistes. Ces attributs des parasitoïdes leur permettent d'avoir un impact rapide sur les populations du ravageur avant que ces dernières ne prennent de l'ampleur. Le rôle des parasitoïdes sera donc d'avoir un effet spécifique, densité-dépendant, hâtif, et donc complémentaire à ceux des prédateurs aphidiphages indigènes. Nous espérons ainsi créer une guilde diversifiée d'ennemis naturels qui permettra de contenir les populations du puceron du soya comme cela s'observe dans sa zone d'origine.

Nos travaux ont porté sur trois espèces de parasitoïdes qui a priori s'avéraient des candidats prometteurs en lutte biologique. Notre premier objectif consistait à évaluer la capacité de *Binodoxys communis* à s'établir au Québec.

Originnaire d'Asie, cette espèce fait actuellement l'objet d'un vaste programme de lutte biologique classique en Amérique du Nord. Le second objectif visait à déterminer les taux de parasitisme et la capacité de dispersion d'*Aphidius colemani* en conditions naturelles. Déjà disponible commercialement au Québec, cette espèce a démontré un fort potentiel en laboratoire et en serre contre le puceron du soya. Notre troisième objectif était de caractériser l'écologie saisonnière d'*Aphelinus certus* au Québec et de quantifier son potentiel intrinsèque comme agent de lutte biologique au puceron du soya. Les approches méthodologiques furent très diverses, tant au laboratoire qu'en champ, de la détermination des points de surfusion des parasitoïdes en diapause à leurs lâchers au champ.

## Résultats

Les travaux en laboratoire et en champ ont contribué à élucider des aspects originaux de l'écologie saisonnière, de la dispersion au champ et de l'exploitation de l'hôte chez les parasitoïdes du puceron du soya. L'une des conclusions importantes est la mise en évidence chez *B. communis* de la perte de sa capacité à entrer en diapause hivernale à la suite des longues périodes d'élevage en laboratoire lors des étapes de quarantaine et de travaux sur sa spécificité parasitaire (Gariépy 2011). Ce résultat, bien que négatif, nous permet désormais de comprendre pourquoi les essais de lutte biologique avec cette espèce réalisés ces dernières années aux Etats-Unis n'ont pas donné les résultats attendus.

Des essais en champ ont rapidement permis d'éliminer le parasitoïde *A. colemani* comme agent de lutte biologique potentiel du puceron du soya. Fort prometteur lors d'essais réalisés en laboratoire et en serre, déjà disponible à faible coût sur le marché des auxiliaires biologiques, ce parasitoïde s'est avéré un échec en champ de soya puisque les taux de parasitisme observés suite à des lâchers de milliers de parasitoïdes furent très faibles (Gariépy 2011).

Lors des essais au champ, nous avons identifié un nouveau parasitoïde, *A. certus*. Nos travaux démontrent que cette espèce a la capacité d'entrer en diapause, survit très bien aux hivers québécois, avec un point de cristallisation de  $-35,6^{\circ}\text{C}$ , et est déjà active au printemps lorsque le puceron du soya colonise les champs de soya au Québec. Tous les stades de développement du puceron du soya peuvent être exploités par *A. certus*, toutefois le plus convenable s'avère le stade III. Le parasitoïde présente une fécondité et une longévité relativement plus faibles que celles observées chez d'autres espèces d'Aphelinidae, mais que le taux intrinsèque d'accroissement des populations est très élevé ( $0.35 \text{ jour}^{-1}$ ), cela essentiellement parce que *A. certus* se développe très rapidement.

## Conclusion

Ces résultats sont très significatifs pour les producteurs de soya du Québec. D'abord parce qu'ils ont permis rapidement d'éliminer *B. communis*, du moins la souche actuelle, et *A. colemani* comme options de lutte biologique. Ensuite parce que nous avons identifié un nouveau parasitoïde fort prometteur, *A. certus*. Cette espèce exotique colonise naturellement les champs de soya du Québec depuis quelques années et nos travaux suggèrent que l'espèce possède tous les attributs biologiques pour exploiter avec succès le puceron du soya. Lors d'échantillonnage en champ en 2010 nous avons observé des taux de parasitisme atteignant 51% des pucerons exposés sur des plantes sentinelles. De par sa nature distincte, *A. certus* s'avère complémentaire aux prédateurs aphidiphages déjà présents dans les champs de soya du Québec et justifie la poursuite des efforts actuels de réduction des traitements insecticides, et ce pour préserver les ennemis naturels, lesquels contribuent dans la plupart des situations à réduire les populations de puceron du soya sous des seuils acceptables pour les producteurs. Il semble donc que la nature elle-même nous offre une solution durable au problème du puceron du soya.

## Références

- Gagnon, A.È., Heimpel, G.E., et Brodeur, J. 2011. Ubiquity of intraguild predation among predatory arthropods. *PLoS ONE* 6, e28061
- Gariépy, V. 2011. Évaluation du potentiel des parasitoïdes *Binodoxys communis*, *Aphidius colemani* et *Aphelinus certus* pour la lutte au puceron du soya. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal.
- Mignault, M.-P., Roy, M., et Brodeur, J. 2006. Soybean aphid predators in Québec and the suitability of *Aphis glycines* as prey for three Coccinellidae. *Biocontrol* 51, 89-106.
- Ragsdale, D. W., Landis, D.A., Brodeur, J., Heimpel, G.E., et Desneux, N. 2011. Ecology and management of the soybean aphid in North America. *Annual Review of Entomology* 56, 375-399.
- Rhainds, M., Roy, M., Daigle G., et Brodeur, J. 2007. Toward management guidelines for soybean aphid in Québec. I. Feeding damage in relationship with seasonality of infestation and incidence of native predators. *The Canadian Entomologist* 139, 728-741.

# Lutte biologique à la fusariose de l'épi du blé par la culture intercalaire et usage d'agent biologique de contrôle

ÉLISABETH VACHON<sup>1</sup>, ANNE VANASSE<sup>2</sup>, SYLVIE RIOUX<sup>3</sup>, YVES DION<sup>4</sup>, ANNIE GAUTHIER<sup>4</sup> ET JOFROI DESPÉRIOUX<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Bio-action inc., 18 69 ave, Lasalle, Québec (Québec) H8P 3H2

<sup>2</sup> Université Laval, Département de phytologie, 2425 rue de l'Agriculture, Québec (Québec), G1V 0A6

<sup>3</sup> CÉROM, 2700 rue Einstein, bureau D1 300.24A, Québec (Québec), G1P 3W8

<sup>4</sup> CÉROM, 740, chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil (Québec) J3G 0E2

<sup>4</sup> ET<sup>5</sup> Étudiants au Club Bio-action inc.

**Mots clés :** Blé, *Triticum aestivum* L., *Fusarium graminearum*, *Clonostachys*, Trèfle, Biologique

## Introduction

La fusariose est la principale cause de déclassement pour la commercialisation du blé au Québec. La présence de vomitoxine au-dessus de seuils critiques rend le grain impropre à la consommation, en diminue la qualité, l'usage, la valeur commerciale et le prix. Puisqu'aucun fongicide biologique n'est encore commercialisé, il est opportun de vérifier le potentiel de produits à l'étude et de développer des stratégies intégrées de lutte à la maladie. Des producteurs utilisent le trèfle en intercalaire dans le blé pour apporter l'année suivante l'azote nécessaire à la culture du maïs grain. Conséquemment, ils ont observé une réduction des contenus en vomitoxine des grains. Une race du champignon *Clonostachys rosea* présente un potentiel pour la lutte à la fusariose. La disponibilité d'un agent de répression comparable aux fongicides de synthèse serait appréciable.

Il y a très peu d'information publiée sur l'effet d'une culture compagne ou intercalaire sur la fusariose de l'épi des céréales ou même d'autres maladies à champignons. Dans une enquête réalisée en Ontario en 1983, il ne semblait pas y avoir une différence entre les champs de blé en semis pur et les champs de blé constituant la plante-abri d'une culture de trèfle rouge (Teich et Nelson, 1984). Il n'apparaissait pas non plus de différence entre un semis pur de blé et une culture intercalaire de trèfle dans le blé semé à Sainte-Anne-de-Bellevue et à l'Assomption (Dupeux, 1995). On a par ailleurs clairement observé des différences dans la dispersion de spores par un sous-étage de trèfle. La dispersion mesurée par la capture et par le nombre de lésions causées par *Septoria tritici*, causant la tache septorienne, a été réduite. Les spores capturées étaient largement réduites au-dessus du couvert du trèfle par rapport au nombre de spores retrouvées, sous le couvert (Bannon et Cooke, 1998). On a également observé que les populations de *Fusarium* spp. étaient plus importantes sur les débris de cultures où un sous-étage de trèfle était implanté, par rapport à un semis pur de blé. La décomposition des débris était cependant plus rapide en présence du trèfle (Soleimani et Deadman, 1999). Le semis pur ou le semis en plante-abri amène des changements micro-environnementaux importants. Les maladies de la tige du blé sont plus importantes en semis direct ou en semis de plante-abri qu'en semis pur conventionnel (Moszczyńska et al., 2007). Dans le sol, la diversité microbiologique ou la capacité de suppression de *Fusarium* causant les maladies de la tige, n'étaient pas augmentées (Hiddink et al., 2005).

Les agents biologiques appliqués à l'anthèse peuvent contrôler les *Fusarium* en stoppant, en réduisant ou en retardant la germination des spores (Fernando, 2001). Des essais au champ avec traitements simples de pulvérisation ou des combinaisons utilisant levures, bactéries et fongicides ont montré le potentiel d'agents biologiques (Schisler et al., 2002). Sous nos conditions, certains auteurs ont constaté que les agents de contrôle biologiques peuvent réduire significativement l'importance de l'inoculum (Bujold et Paulitz, 2001). Un produit développé à Ottawa semble particulièrement prometteur (Xue et al., 2009).

## Méthodologie

Des parcelles ont été implantées sur six entreprises du club situées dans trois régions différentes afin d'avoir un éventail de climats et de sols. Les parcelles divisées en deux comprenaient une partie avec du trèfle intercalaire dans le blé avec une autre sans trèfle dans un même champ. Dans chacune de ces parcelles constituant un traitement principal, l'usage ou le non-usage de l'agent biologique de contrôle (*Clonostachys rosea*) constituait un sous traitement. Ces traitements étaient répétés quatre fois à chaque site. De plus, les parcelles expérimentales ont été

installées au CÉROM à Beloeil ainsi qu'à l'Université Laval à St-Augustin. Ces parcelles ont permis d'assurer le suivi de l'inoculum au sol versus celui de l'air.

Le taux de semis de blé était de 450 plants/m<sup>2</sup> pour le blé et de 7 à 8 kg/ha pour le mélange de trèfle. Pour les parcelles en grands champs la variété de blé utilisée devrait être résistante à la fusariose alors que pour les parcelles expérimentales, trois cultivars (AC Barrie, AC Brio et Torka) ont été utilisés.

## Résultats

Pour les parcelles en grand champ, il n'y a eu aucune différence significative en général sur le contenu en DON entre les traitements avec ou sans trèfle pour les 2 années du projet. En 2010, le protocole a été modifié pour certains champs dont l'implantation du trèfle n'était pas uniforme ou inexistante. Dans ces cas, nous avons testé 2 volumes d'eau ajoutée au mélange avec l'agent biologique. Les résultats ne montraient pas de différence significative de DON entre les traitements de 200 et de 300 L/ha. En 2010, il semblait que l'eau appliquée en même temps que l'agent biologique favorisait le développement de la fusariose. En 2010, seulement une parcelle sur sept a obtenu une diminution de DON significative avec le trèfle et un taux de DON plus élevé avec l'agent biologique. Pour des raisons techniques, croissance du trèfle, récolte, seulement 3 parcelles sur 7 étaient comparables en 2010, et 5 sur 6 en 2011. Aucune différence significative sur le rendement ou la protéine n'a été démontrée en 2010 et en 2011.

En parcelle expérimentale, le trèfle a bien poussé une année sur 2. À Beloeil, en 2010, là où le trèfle s'est bien développé, il n'y a eu aucune différence significative de DON entre les traitements mais une légère tendance ( $p=0,1017$ ) a été observée pour une réduction du nombre de spores dans les parcelles avec trèfle. En 2011, les résultats à St-Augustin n'ont démontré aucune différence significative de DON entre les traitements impliquant soit la culture intercalaire ou l'agent biologique. Dans les parcelles avec trèfle, le recouvrement du sol par le trèfle et les mauvaises herbes était en moyenne de 47%. En 2010 et 2011, là où le trèfle n'avait pas poussé, le taux d'application de 620 kg/ha de *Clonostachys rosea* a été testé avec un volume de 200 L/ha et 300 L/ha d'eau. En 2010, la teneur en DON était significativement plus élevée dans les parcelles avec 300 L/ha de bouillie (0,14 ppm) qu'avec 200 L/ha de bouillie (0,09 ppm). Les comptes de spores de *Fusarium graminearum* dans les parcelles expérimentales étaient beaucoup plus élevés en haut des épis qu'en bas des plants vers le sol.

## Conclusion

En général, le trèfle n'a pas diminué la teneur en DON des grains de blé récoltés en grands champs et en parcelles expérimentales. Le trèfle dépend de l'humidité du sol au printemps pour sa germination. La croissance du trèfle est contrainte en période de sécheresse et ne peut contribuer à la diminution du DON si le recouvrement du sol par le trèfle n'est pas suffisant. Le trèfle en culture intercalaire est une pratique très intéressante en production biologique, mais il est difficile d'associer cette pratique avec la diminution de la teneur en DON. L'augmentation du volume d'eau dans la bouillie semble augmenter la teneur en DON des grains mais cet effet n'a été constaté qu'à un site une année. Il serait souhaitable de poursuivre les essais en champs afin de valider l'avantage de l'utilisation du *Clonostachys rosea* comme biofongicide. Les périodes d'application du produit n'étaient peut-être pas idéales. Elles ont été faites au stade Z64 (50% des plants à la mi-floraison) et à la lumière des résultats, ce moment était probablement trop tard. Le *Clonostachys* est un champignon pathogène contre le *Fusarium*, et son temps de développement est de 48 à 72 heures. Le produit devrait être testé avec une application plus hâtive, soit vers la mi-épiaison.

## Références

A.G. Xue, H.D. Voldeng, M.E.Savard, G.Fedak, X.Tian et T.Hsiang. , 2009. Biological control of fusarium head blight of wheat with *Clonostachys rosea* strain AC941.



# Impact agroenvironnemental de l'utilisation de différents résidus forestiers en grandes cultures

**BERNARD GAGNON<sup>1</sup>, NOURA ZIADI<sup>1</sup>**

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

Courriel : [bernard.gagnon@agr.gc.ca](mailto:bernard.gagnon@agr.gc.ca)

**Mots clés** : biosolides papetiers, résidus alcalins, cendres de bois, maïs, soya

## Introduction

Au Québec, 750,000 tonnes humides de matières résiduelles fertilisantes (MRF) ont été appliquées sur les champs agricoles en 2010 (Hébert et Chaker, 2011) dont près de la moitié étaient constituées de biosolides générés par l'industrie des pâtes et papiers, et un autre 90,000 tonnes étaient composées d'amendements calcaires et magnésiens (cendres, poussières de cimenterie, boues de chaux, etc.) auxquels s'ajoutent les résidus non répertoriés de scierie. Actuellement, les trois quarts des MRF sont valorisés dans les régions administratives du Centre-du-Québec, Saguenay-Lac-Saint-Jean, Montérégie et Mauricie.

Les biosolides papetiers sont riches en matière organique et peuvent également constituer une source de grande valeur en N et P pour les cultures (Camberato et al. 2006). Pour leur part, les résidus alcalins peuvent apporter certains éléments minéraux tout en accroissant le pH des sols. L'épandage des MRF sur les sols agricoles est soumis à une réglementation provinciale stricte quant aux contaminants chimiques et aux agents pathogènes (Québec MDDEP 2008). Les biosolides papetiers font en général l'objet de peu de contraintes d'utilisation puisqu'ils représentent un risque négligeable pour la santé (Charbonneau et al. 2001). Par contre, certains résidus alcalins tels les cendres de bois sont plus riches en métaux. Jusqu'à ce jour, il y a peu d'études disponibles sur les effets d'application à long terme de ces produits sur les cultures commerciales. Au cours de cette présentation, il sera question de quelques projets, bien concrets, d'utilisation en grandes cultures de biosolides papetiers et résidus alcalins, et de leurs impacts sur la qualité des récoltes et l'environnement.

## Projet Mauricie

À Yamachiche en Mauricie, l'apport de biosolides papetiers mixtes s'est fait avec des résidus alcalins (boues de chaux, cendres de bois, chaux agricole) pendant neuf années consécutives sur un sol loameux, en post-levée de maïs-grain (2000–2002, 2004, 2006–2008), de haricot sec (2003) et de soya (2005). De 2000 à 2008, les biosolides ont été appliqués sur des parcelles de 3 m × 10 m à des taux de 0, 30 et 60 t hum. ha<sup>-1</sup>, alors que les résidus alcalins ont été appliqués à un taux de 3 t hum. ha<sup>-1</sup> en mélange avec 30 t ha<sup>-1</sup> de résidus papetiers. De 2003 à 2008, deux traitements ont été ajoutés, soit des biosolides appliqués à 90 t hum. ha<sup>-1</sup> et un traitement de fertilisation N minéral (120 unités pour le maïs et 20 unités pour les légumineuses). Un supplément de N minéral (45 kg N ha<sup>-1</sup> en moyenne) a été apporté à la dose de 30 t de biosolides au cours des six dernières années pour combler les besoins en N du maïs.

L'application annuelle répétée de boues de chaux suivie par la chaux agricole a procuré les augmentations de pH les plus importantes tout au long de l'étude. Les cendres de bois se sont situées à un niveau intermédiaire. Il n'y a pas eu de différences significatives entre les traitements pour le rendement lors des trois premières années. Suite à un changement dans la provenance des biosolides papetiers et des cendres de bois, les rendements ont augmenté avec les doses de biosolides dans le maïs et le haricot sec, avec l'engrais minéral dans le maïs, et avec les cendres de bois dans le haricot sec et le soya (Tableau 1). Les biosolides appliqués à 30 t hum. ha<sup>-1</sup> avec un supplément d'azote ou à 60 t hum. ha<sup>-1</sup> seule ont permis d'obtenir des rendements comparables à l'engrais N minéral dans le maïs. L'analyse au cours de la saison des flux d'échange anionique a indiqué que les biosolides papetiers mixtes étaient une source immédiate de P pour la culture maïs que les nitrates n'étaient accessibles que quelques semaines plus tard dû à la faible teneur en N inorganique des matériaux (< 1% du N total). Conséquemment, les doses ≥ 60 t hum. ont occasionné des pertes de nitrates par lessivage à l'automne. Comparativement à l'engrais N minéral, ces biosolides ont fourni 40% de l'azote nécessaire aux cultures. D'autre part, les biosolides appliqués à un taux ≤ 30 t hum. ha<sup>-1</sup> n'ont pas accru la teneur en métaux (Cu, Zn, Cd et Mo) des cultures. Toutefois, l'application répétée de produits chaulants, de par leur effet sur le pH du sol, a augmenté de façon importante la teneur en Mo des plants de soya, ce qui peut représenter un risque pour l'alimentation des ruminants en induisant une déficience métabolique en cuivre.

**Tableau 1. Effet des biosolides papetiers et résidus alcalins sur le rendement en grains des cultures (2003-2008)**

Traitement	Maïs	Haricot sec	Soya
	-----t ha <sup>-1</sup> -----	-----kg ha <sup>-1</sup> -----	-----kg ha <sup>-1</sup> -----
N minéral	11.7	2982	3931
Témoin (0N)	10.2	2919	3914
Biosolides papetiers 30 t ha <sup>-1</sup>	11.4	3261	3649
Biosolides papetiers 60 t ha <sup>-1</sup>	11.8	3417	4266
Biosolides papetiers 90 t ha <sup>-1</sup>	12.1	3686	4135
Biosolides 30 t + boues de chaux 3 t ha <sup>-1</sup>	11.8	3236	4170
Biosolides 30 t + cendres de bois 3 t ha <sup>-1</sup>	11.8	3344	4500
Biosolides 30 t + chaux calcique 3 t ha <sup>-1</sup>	11.7	2911	3954

### Projet Alfred

Au Collège d'Alfred dans l'est ontarien, des biosolides papetiers mixtes présentant des risques identifiés en Cd et pathogènes ont été appliqués au printemps pendant trois années successives (2003-2005) à du maïs-ensilage (Gagnon et al., 2010). Les biosolides provenaient de l'usine de Thurso en Outaouais et étaient mélangés avec un effluent municipal à raison de 3% du débit. Les traitements consistaient en une fertilisation minérale complète NPK, 30 t hum. ha<sup>-1</sup> de biosolides avec suppléments de N et K, et 60 et 120 t hum. ha<sup>-1</sup> de biosolides supplémentés en K, chacun recevant ou non 2.5 t ha<sup>-1</sup> de chaux calcique. Les parcelles de 3 m × 6 m étaient séparées les unes des autres par des bandes enherbées de 3 m. La chaux a augmenté le pH du sol de 0.8 unité après trois ans. Les biosolides à 30 t hum. ha<sup>-1</sup> avec dose réduite de N minéral et à 60 t hum. ha<sup>-1</sup> ont procuré des rendements comparables à la fertilisation minérale pour toutes les années. Les biosolides, particulièrement à 120 t hum. ha<sup>-1</sup>, ont accru le contenu du sol en N-NO<sub>3</sub> et l'indice de saturation en P (P/AI) tout en produisant des accumulations significatives de Cd et Zn dans le sol et la plante. Ces biosolides présentaient de faibles comptes de *E. coli*, et par conséquent très peu de contamination a été observée dans le sol et sur les cultures récoltées. Ainsi, dans l'ensemble, les résultats ont démontré que les biosolides utilisés, lorsque l'application n'excédait pas 60 t hum. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>, étaient une bonne source d'éléments nutritifs pour le maïs tout en représentant un faible risque pour la santé et pour l'environnement.

### Projet Nicolet

L'application de biosolides de désencrage amendés de fumier de volaille peut représenter une avenue intéressante, harmonieuse avec l'environnement, pour valoriser ces deux matériaux organiques afin de rehausser la fertilité des sols fortement dégradés par les monocultures annuelles. Une expérience a été entreprise pour évaluer cette approche sur deux champs de 12 ha de textures différentes situés dans le bassin versant de la rivière Nicolet (Gagnon et al., 2004). Les biosolides ont été mélangés au fumier de volaille dans un rapport 25:1 et appliqués en bandes avant le semis du maïs au moyen d'un épandeur à fumier à un taux de 40 t hum. ha<sup>-1</sup>. Tout le champ a reçu une fertilisation minérale complète NPK, au semis et complétée au stade 8 feuilles du maïs. En dépit d'une immobilisation du N en début de saison, le mélange de matériaux organiques n'a pas affecté le rendement en grains mais a amélioré le statut nutritionnel du sol (pH, éléments majeurs). Les résultats démontrent que le succès d'une telle opération réside dans les bonnes proportions de mélange pour les deux matériaux afin d'éviter une immobilisation de l'azote du sol.

### Références

- Camberato, J.J., Gagnon, B., Angers, D.A., Chantigny, M.H. et Pan, W.L. 2006. Pulp and paper mill by-products as soil amendments and plant nutrient sources. *Can. J. Soil Sci.* 86, 641–653. Erratum (2007) 87, 118.
- Charbonneau, H., Hébert, M. et Jaouich, A. 2001. Portrait de la valorisation agricole des matières résiduelles fertilisantes au Québec – partie 2: Contenu en éléments fertilisants et qualité environnementale. *Vecteur Environnement* 34 (1), 56–60.
- Gagnon, B., Nolin, M.C. et Cambouris, A.N. 2004. Combined de-inking paper sludge and poultry manure application on corn yield and soil nutrients. *Can. J. Soil Sci.* 84, 503–512.
- Gagnon, B., Ziadi, N., Côté, C. et Foisy, M. 2010. Environmental impact of repeated applications of combined paper mill biosolids in silage corn production. *Can. J. Soil Sci.* 90, 215–227.
- Hébert, M. et Chaker, B. 2011. Bilan 2010 du recyclage des matières résiduelles fertilisantes. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, Québec, QC. 24 pp.
- Québec MDDEP. 2008. Guide sur la valorisation des matières résiduelles fertilisantes. Critères de références et normes réglementaires. Direction des politiques en milieu terrestre, Québec, QC.

# Impact du travail du sol et de la fertilisation azotée sur le rendement et les insectes du canola

LOUIS-PIERRE T. LÉTOURNEAU<sup>1</sup>, ANNE VANASSE<sup>1</sup>, GENEVIÈVE LABRIE<sup>2</sup> et DENIS PAGEAU<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC, Canada, G1V 0A6; <sup>2</sup>Centre de recherche sur les grains, Saint-Mathieu-de-Beloeil, Qc, Canada, J3G 0E2; <sup>3</sup>Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin, Qc, Canada, G8M 4K3.

Correspondance : [anne.vanasse@fsaa.ulaval.ca](mailto:anne.vanasse@fsaa.ulaval.ca)

**Mots clés :** *Brassica napus* L., pratiques culturales, rendements, insectes ravageurs, parasitoïdes

## Introduction

Au Canada, la quasi-totalité (99%) de la production de canola de printemps (*Brassica napus* L.) provient des provinces de l'Ouest Canadien. Toutefois, le rendement moyen pour celles-ci est de 1,7 t ha<sup>-1</sup> comparativement à 2,5 t ha<sup>-1</sup> en Ontario et 2,2 t ha<sup>-1</sup> au Québec (Statistique Canada, 2010). Les pratiques culturales extensives utilisées dans l'Ouest Canadien contrastent avec celles de l'Est où l'on retrouve généralement une production sur des superficies plus modestes et un climat continental humide. Par ailleurs dans l'Ouest Canadien, le canola est soumis à une pression phytosanitaire importante due aux insectes phytophages. Depuis l'année 2001, deux nouveaux ravageurs du canola originaires d'Europe se sont établis au Québec, le charançon de la silique (*Ceutorhynchus obstrictus* Marsham) et le méligèthe des crucifères (*Meligethes viridescens* Fabricius). Les altises (*Phyllotreta* spp.) sont aussi présentes au Québec et peuvent causer des dommages économiques. Les altises préfèrent généralement des conditions chaudes et sèches (Tahvanainen 1972) qui sont souvent associées au système de travail du sol conventionnel plutôt qu'au semis direct. Il est aussi probable que les résidus de culture représentent une barrière à la localisation de la plante hôte lors des premiers stades sensibles aux altises (Milbrath et coll. 1995). Les pratiques culturales, tout particulièrement le travail du sol et la fertilisation azotée, peuvent influencer la dynamique de ces insectes spécialistes et généralistes des Brassicaceae. Aljml (2007) a observé dans l'Ouest Canadien une relation positive généralisée entre la fertilisation azotée du canola et l'abondance des insectes ravageurs retrouvée en parcelles expérimentales. Un niveau d'azote élevé peut augmenter le taux d'oviposition (Blake 2010) et améliorer la survie et la vigueur des larves de *C. obstrictus* (Doddall et coll. 2008). Jusqu'à maintenant, aucune étude exhaustive n'a associé les pratiques culturales et les populations d'insectes du canola dans l'Est Canadien. Ce projet a donc pour objectif d'évaluer l'impact du travail du sol et de la fertilisation azotée sur le rendement et la dynamique des populations d'insectes du canola.

## Méthodologie

Ce projet a été réalisé lors des saisons de cultures 2010 et 2011 à deux sites distincts, soit à Saint-Augustin-de-Desmaures sur un sol loameux et à Normandin sur un sol argileux. Un plan d'expérience en parcelles partagées a été mis en place avec comme facteur principal, le travail du sol (labour et semis direct), et deux facteurs en sous-parcelles: trois sources de fertilisant azoté (urée, nitrate d'ammonium calcique et engrais à libération lente) à quatre doses (0, 50, 100 et 150 kg N ha<sup>-1</sup>). Chaque traitement a été répété quatre fois sur des parcelles dont la dimension est de 8,1 m<sup>2</sup>. L'observation visuelle des dommages d'altises a été effectuée deux fois par semaine, du stade cotylédon au stade quatre feuilles. Durant la période de floraison, l'abondance des insectes a été évaluée deux fois par semaine, à l'aide de trois coups de filet-fauchoir à deux endroits par parcelle. Afin d'évaluer les dommages par le charançon de la silique, 100 siliques ont été récoltées aléatoirement dans chaque parcelle à deux reprises, à la fin de la floraison et au stade grain vert. En 2011, ces siliques ont été mises en boîtes d'émergence et la présence de larves de *C. obstrictus* et de ses ennemis naturels a été notée. À la fin des deux saisons, le rendement en paille, en grains et en huile ont été mesurés en récoltant cinq rangs centraux de chaque parcelle.

## Résultats et discussion

En 2010, le travail du sol, la source d'azote et les insectes n'ont pas influencé les rendements en canola aux deux sites. Une saison particulièrement sèche a affecté les rendements à Normandin, alors qu'à Saint-Augustin, la dose d'azote a eu une influence positive sur les rendements en grains et en huile. Nous avons ainsi observé une augmentation linéaire des rendements jusqu'à 100 kg N ha<sup>-1</sup>. En 2011 à St-Augustin, la dose de 150 kg N ha<sup>-1</sup> a donné les meilleurs rendements en grains et en huile alors qu'aucun facteur à l'étude n'a eu d'impact sur le rendement en canola à Normandin. Bien que deux espèces d'altises peuvent s'attaquer au canola au Québec (*Phyllotreta striolata* et *P. cruciferae*), seul *P. striolata* fut observé dans nos parcelles. Dans l'Ouest Canadien, Tansey et coll. (2008) rapportent que *P. striolata* est moins susceptible au traitement de semence Prosper 400 (clothianidin) que *P. cruciferae*, ce qui pourrait expliquer la ségrégation actuelle entre les deux espèces, ainsi que les dommages parfois importants causés par *P. striolata*. En 2010, *P. striolata* a causé une défoliation des plantules plus importante dans les parcelles sous labour sur le site de Normandin exclusivement. Le pourcentage de défoliation variait de 0 à 20% pour les deux sites en 2010, mais de 0 à 9% et de 10 à 100% en 2011 à St-Augustin et à Normandin respectivement. En 2010 à St-Augustin, la source et la dose d'azote n'avaient pas d'effet significatif sur les insectes, excepté pour *M. viridescens* qui a été significativement affecté par la dose. Cette espèce exclusivement pollinivore a migré vers le canola ponctuellement, (observé le 14 juillet 2010) et s'est retrouvée plus abondamment dans les parcelles fertilisées par rapport au témoin (0 N). À St-Augustin pour les deux années, *C. obstrictus* a été l'insecte observé en plus grand nombre et occasionnant le plus de dommages aux siliques. En 2010 au site de St-Augustin, seul le travail du sol a significativement affecté *C. obstrictus* et nous en avons retrouvé en plus grande abondance dans les parcelles de semis direct. Au début de la floraison à l'été 2011, la dose d'azote a eu une influence négative sur le nombre de *C. obstrictus* de stade adulte. Une plus grande abondance a été observée dans les parcelles à faible dose (0 et 50 kg N ha<sup>-1</sup>). L'observation des siliques récoltées a révélé un pourcentage de grains mangés moyen de 33,9% en 2010 et de 19,6% en 2011, ce qui représente en moyenne respectivement 7,6 et 4,5 grains par silique. Suite aux observations de 2011, nous avons noté un ratio d'environ une larve par silique infestée et un taux d'infestation moyen des siliques de 22,4%. Ces dommages n'ont toutefois pas affecté les rendements. Il est possible que le parasitisme des larves de *C. obstrictus* par des parasitoïdes répertoriés dans cette étude (Chalcidoidea, Pteromalidae) ait mitigé l'impact de ce ravageur puisqu'en 2011, nous avons observé un taux de parasitisme moyen de 10,9% pour l'échantillon de siliques du 27 juillet, et de 22,4% pour celui du 5 août.

## Références

- Aljmlí, F. 2007. Classification of oilseed rape visiting insects in relation to the sulphur supply. Dissertation, Technische Universität Braunschweig
- Blake, A.J., Dossall, L.M. and Keddie B.A. 2010. Plant nutrients and the spatiotemporal distribution dynamics of *Ceutorhynchus obstrictus* (Coleoptera: Curculionidae) and its parasitoids. Environ. Entomol. 39: 1195-1205.
- Dossall, L.M. and coll. 2008. Manipulating canola canopy through plant density, seeding date, and fertility regime for improved management of the cabbage seedpod weevil, *Ceutorhynchus obstrictus* (Marsham). Conférence Plants & Soils: Montreal'08. McGill University, Montreal.
- Milbrath, L.R., Weiss, M.J. and Schatz, B.G. 1995. Influence of tillage system, planting date, and oilseedcrucifers on flea beetle populations (Coleoptera: Chrysomelidae). Can. Entomol. 127: 289-293.
- Tahvanainen, J.O. 1972. Phenology and microhabitat selection of some flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) on wild and cultivated crucifers in central New York. Entom. Scand. 3: 120-13.
- Tansey, J.A., Dossall, L.M., Keddie, B.A. and Sarfraz, R. M. 2008. Differences in *Phyllotreta cruciferae* and *Phyllotreta striolata* (Coleoptera: Chrysomelidae) Responses to Neonicotinoid Seed Treatments. J. Econ. Ent., 101(1):159-167.
- Stat Canada. 2010. Série de rapports sur les grandes cultures. [En ligne] <http://www.statcan.gc.ca/> [11 novembre 2011]

# Effets de la texture et de la fertilisation azotée sur le rendement et la qualité de blé de printemps

JUDITH NYIRANEZA<sup>1</sup>, ATHYNA N. CAMBOURIS<sup>2</sup>, NOURA ZIADI<sup>1</sup>, NICOLAS TREMBLAY<sup>3</sup>, MICHEL C. NOLIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agriculture et Agro-alimentaire Canada (AAC), 2560, Boulevard Hochelaga, Québec, Qc, Canada, G1V 2J3.

<sup>2</sup>AAC, 979, Avenue de Bourgogne, local #140, Québec, Qc, Canada, G1W 2L4.

<sup>3</sup>AAC, 430, Boulevard Gouin, St-Jean-sur-Richelieu, Qc, Canada, J3B 3E6.

[judith.nyiraneza@agr.gc.ca](mailto:judith.nyiraneza@agr.gc.ca)

**Mots clés** : blé, azote, texture du sol, protéine, poids spécifique

## 1. Introduction

Pour des raisons économique et environnementale, l'utilisation efficace d'engrais azotés est cruciale dans la production du blé (*Triticum aestivum* L.). L'apport excessif d'engrais azotés est associé aux pertes de N dans l'environnement mais aussi aux pertes de rendement et de qualité (Bundy et Andraski, 2004), tandis que les quantités insuffisantes d'azote (N) réduisent les rendements et la concentration en protéine dans les grains (CPG), entraînant donc une baisse de rentabilité. Le rendement et la qualité du blé sont influencés par de nombreux facteurs tels que la rotation des cultures, le travail du sol (Carr et al., 2008), la source d'engrais azotés (Yang et al., 2011), le temps d'application des engrais (Karamonos et al., 2005) ainsi que la texture du sol (Nyiraneza et al., 2012). Des essais permettant de déterminer la réponse du blé à la fertilisation azotée selon différentes textures de surface des sols s'avère donc nécessaires pour une meilleure gestion des engrais azotés. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence de la texture de surface du sol et de la fertilisation azotée (dose et temps d'application) sur les quantités de N prélevées, l'efficacité d'utilisation d'engrais N (EUN), le rendement en grains de blé (RG) et quelques paramètres de qualité.

## 2. Méthodologie

Une étude de trois années (2004-2006) a été menée au Québec en utilisant des sols ayant différentes textures de surface: A (sols argileux), L (sols loameux), Sg (sols sableux appartenant à l'ordre des Gleysols), Sp (sols sableux appartenant à l'ordre des Podzols) pour un total de 12 site-années. Huit traitements ont été établis à chaque site: N0, N40, N80, N120, N120t, N120s, N160, et N200. Pour les traitements N40, N80, N120, N160 et N200, 30 kg N ha<sup>-1</sup> ont été appliqués à la volée au semis et le reste a été apporté au stade d'élongation de la tige. Pour le traitement N120t, 50% a été apporté au semis et le reste au stade de tallage, et finalement 120 kg N ha<sup>-1</sup> étaient apportés au semis à la volée pour le traitement N120s. Les paramètres mesurés incluaient RG, N prélevé, et EUN. Les paramètres de qualité du blé consistaient en la CPG, le poids spécifique et le poids de 1000 grains (PMG). L'analyse de la variance a été effectuée avec la procédure MIXED de SAS.

## 3. Résultats

L'effet de la fertilisation a été significatif pour tous les paramètres mesurés alors que l'effet de la texture a été observé sur RG, N total prélevé, CPG, PMG et le poids spécifique (Tableau 1). L'apport de N supérieur à 120 kg N ha<sup>-1</sup> n'a pas augmenté le RG. En fait, le RG le plus élevé (2.6 Mg ha<sup>-1</sup>) a été obtenu avec le traitement N120t et la dose la plus élevée (N200) a donné un RG comparable à celui obtenu avec le traitement N80. Les quantités de N prélevées et la CPG ont augmenté proportionnellement aux doses de N. L'efficacité d'utilisation d'engrais N a varié de 28 à 50% et la valeur la plus faible était associée au traitement N200. Quand le CPG augmente de 11 à 15.5 g kg<sup>-1</sup>, les producteurs de blé reçoivent une prime proportionnelle, laquelle varie en fonction des fluctuations du marché (McKenzie et al., 2008). Ainsi, la dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup> fractionnée en deux applications (traitements N120t et N120) permet de maximiser la prime (CPG>15.5 g kg<sup>-1</sup>). Les quantités de N total prélevé, et le CPG étaient plus élevés avec les traitements N120 et N120t par rapport au traitement N120s. L'apport de N à des doses supérieures à 120 kg N ha<sup>-1</sup> n'a permis d'augmenter ni le PMG ni le poids spécifique.

**Tableau 1.** Effets de la texture de surface du sol et de la fertilisation azotée sur le rendement en grain (RG), la quantité de N total prélevée, l'efficacité d'utilisation d'engrais N (EUN), la concentration en protéine du grain (CPG), le poids de 1000 grains (PMG) et le poids spécifique

Source de variation	RG	N total prélevé	EUN	CPG	PMG	Poids spécifique
	Mg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	g	kg hl <sup>-1</sup>
<b>Texture</b>						
A	2.1a	67.8b	32.8a	15.2c	29.6a	75.3a
L	2.6a	88.4a	38.6a	15.2c	27.4b	74.5b
Sg	1.9a	72.7b	33.5a	17.3a	28.4a	74.2b
Sp	2.1a	77.6ab	41.6a	16.3b	29.9a	75.4a
<b>Traitement</b>						
N0	1.5d	39.1e	-	12.9f	27.0c	74.7b
N40	1.9c	54.0d	37.2b	13.9e	28.2b	74.8b
N80	2.3b	79.3c	50.2a	16.5c	29.0b	75.1a
N120	2.3b	88.2ab	40.9ab	17.1b	29.1b	75.1a
N120t	2.6a	86.4b	39.4b	16.2c	29.7a	75.1a
N120s	2.4ab	76.6c	31.2b	15.3d	29.6a	75.3a
N160	2.2b	92.2b	33.2b	17.8a	28.9a	74.5b
N200	2.2b	96.0a	28.4c	17.8a	28.9b	74.2b
<b>Analyse de la variance (niveau de probabilité)</b>						
Texture	<0.001	0.0018	0.42	<0.001	0.008	0.047
Traitement	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	0.008
Interaction	0.47	0.11	0.48	<0.001	<0.001	<0.001

Les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas statistiquement différentes à une probabilité de 5%.

A, sols argileux; L, sols loameux; Sg, sols sableux appartenant à l'ordre des Gleysols; Sp, sols sableux appartenant à l'ordre des Podzols.

#### 4. Conclusions

Les résultats de cette étude ont démontré que la dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup> fractionnée en deux applications est suffisante pour maximiser le rendement et pour obtenir la prime maximale liée à la teneur en protéines. La texture de surface est un facteur important qui influence la réponse du blé de printemps à la fertilisation azotée ainsi que les paramètres de qualité.

#### 5. Références

- Bundy L.G. et Andraski T.W. 2004. Diagnostic tests for site-specific nitrogen recommendation for winter wheat. *Agronomy Journal* 96, 608–614.
- Carr et al. 2008. Wheat grain quality response to tillage and rotation with field pea. *Agronomy Journal* 100, 1594–1599.
- Karamonos et al. 2005. Effect of post emergence nitrogen application on the yield and protein content of wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 85, 327–342.
- McKenzie et al. 2006. In-crop application effect of nitrogen fertilizer on grain protein concentration of spring wheat in the Canadian prairies. *Canadian Journal of Soil Science* 86, 565–572.
- Nyiraneza et al. 2012. Spring wheat yield and quality related to soil texture and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, sous presse.
- Yang et al. 2011. Controlled-release urea improved nitrogen use efficiency, yield and quality of wheat. *Agronomy Journal* 103, 479–485.

# Les systèmes de culture qui laissent peu de résidus de récolte sont-ils durables à long terme? Cas du maïs-ensilage alterné avec les céréales

JUDITH NYIRANEZA<sup>1</sup>, MARTIN H. CHANTIGNY<sup>1</sup>, ADRIEN N'DAYEGAMIYE<sup>2</sup>  
ET MARC R. LAVERDIÈRE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Agriculture et Agro-alimentaire Canada (AAC), 2560, Boulevard Hochelaga, Québec, Qc, Canada, G1V 2J3.

<sup>2</sup>IRDA, 2700 Rue Einstein, Québec, Qc, Canada, G1P 3W8.

<sup>3</sup>AAAC, 2828 Boulevard Laurier, Québec, Qc, Canada, G1V 0B9

judith.nyiraneza@agr.gc.ca

**Mots clés** : maïs ensilage, blé, orge, azote, carbone, stabilité des agrégats

## 1. Introduction

La matière organique du sol est un paramètre clé qui est associé à la qualité et à la productivité des sols. En effet, elle influence de nombreuses propriétés physico-chimiques du sol telles que la formation et la stabilisation des agrégats (Tisdall et Oades, 1982), la densité apparente (Soane, 1990) ainsi que la capacité d'échange cationique (Riffaldi et al., 1994). La fertilisation minérale (NPK) est souvent perçue comme un des moyens d'augmenter la matière organique des sols puisqu'elle permet l'augmentation des rendements et en même celle des résidus de récolte. Toutefois, certaines études ont noté des pertes de matière organique suivant les apports prolongés d'engrais minéraux, et surtout dans des systèmes de rotations retournant peu de résidus de récoltes (Khan et al., 2007). Selon Layese et al. (2002) et Alvarez (2005), l'apport prolongé de la fertilisation minérale peut freiner la diminution de matière organique des sols uniquement lorsqu'elle permet un retour important de résidus de récoltes ou si un apport régulier d'une source de carbone comme le fumier est effectué. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets à long-terme des engrais minéraux avec ou sans fumier sur les rendements de maïs ensilage et les propriétés du sol dans un système de rotation maïs-ensilage-céréale avec l'exportation de la paille des céréales.

## 2. Méthodologie

L'étude a été menée dans un essai de longue durée de l'Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement (IRDA) situé à la station de Saint-Lambert de Lauzon. Un dispositif en split-plot a été installé en 1977 ayant comme facteur principal l'apport de fumier de bovin (0 et 20 Mg ha<sup>-1</sup> sur base humide) et comme facteur secondaire la fertilisation minérale (témoin, PK, NPK). Après 28 ans, nous avons analysé l'effet des traitements sur les propriétés du sol et sur la production du maïs-ensilage. L'apport du fumier était effectué annuellement à l'automne de 1977 jusqu'à l'automne 2003. Les effets résiduels de ces apports organiques répétés ont été évalués sur une culture de maïs-ensilage lors des saisons de croissance 2005-2006. La rotation des cultures consistait en maïs-ensilage-maïs-ensilage-blé-orge.

## 3. Résultats

Au début de cet essai en 1977, le sol avait une teneur en carbone de 28 g C kg<sup>-1</sup>. Après 28 années de labour continu et de fertilisation minérale, la teneur en carbone était de 21 g C kg<sup>-1</sup> dans les parcelles sans fumier et de 25 à 29 g C kg<sup>-1</sup> dans celles avec fumier (Tableau 1). Sans fumier, la diminution de C dans le traitement NPK était comparable au témoin. La valeur initiale de N était de 2.2 g N kg<sup>-1</sup> et était, 28 années plus tard, de 1.46 à 1.55 g N kg<sup>-1</sup> dans les sols sans fumier alors qu'elle était de 1.89 à 2.10 g N kg<sup>-1</sup> dans les sols ayant reçu le fumier. L'apport d'engrais azoté (contraste PK vs NPK) a significativement diminué les teneurs du sol en P, K, Mg, Fe et Mn (Tableau 1). L'apport de fumier a significativement augmenté la proportion des macroagrégats stables à l'eau (de diamètre >0.25 mm) alors que la fertilisation minérale prolongée a fortement diminué la stabilité des agrégats à l'action de l'eau. L'apport de fumier et de l'engrais NPK a augmenté les rendements de maïs-ensilage en 2005 et 2006. Cette étude a démontré que l'engrais minéral (NPK) a permis d'obtenir des rendements élevés en maïs-ensilage. En augmentant les rendements, l'apport d'engrais minéral a augmenté aussi le prélèvement des éléments nutritifs du sol par les cultures et a stimulé la minéralisation de la matière organique du sol. Ceci entraîne par conséquent la diminution de la matière organique et de la stabilité des agrégats du sol et l'appauvrissement du sol en éléments majeurs.

**Tableau 1.** Effets à long-terme (28 ans) d'application d'engrais minéraux avec ou sans fumier de bovin sur les teneurs en N, C, P, K, Ca du sol, la stabilité des agrégats (SA) ainsi que sur les rendements de maïs ensilage en 2005 et 2006.

	C	N	P	K	Ca	SA	Rendement (kg ha <sup>-1</sup> )	
	g kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>			%	2005	2006
<b>Sans fumier</b>								
Témoin	21	1.46	46	47	1049	65	3916	1420
PK	21	1.46	94	161	970	64	3799	1338
NPK	21	1.55	85	97	929	59	10064	8566
<b>Avec fumier</b>								
Témoin	29	2.10	93	142	1420	75	7983	2955
PK	26	1.92	141	216	1337	72	8129	3099
NPK	25	1.89	125	153	1146	69	15063	10465
<b>Analyse de la variance (niveau de probabilité)</b>								
Fumier (F)	0.096	0.026	0.114	0.036	0.053	0.045	0.029	0.048
Engrais (E)	0.067	0.662	<0.001	<0.001	0.035	0.026	<0.001	<0.001
F x E	0.021	0.359	0.597	0.087	0.400	0.728	0.882	0.969
<b>Contrastes pour l'effet "Engrais" (niveau de probabilité)</b>								
Témoin vs autres	0.038	0.416	<0.001	<0.001	0.030	0.030	<0.01	<0.001
PK vs NPK	0.648	0.730	0.010	<0.001	0.095	0.050	<0.001	<0.001

#### 4. Conclusions

Cette étude a démontré que la fertilisation minérale seule ne peut pas maintenir à long terme la qualité et la productivité des sols sous des systèmes de rotation qui laissent peu de résidus de récolte. Elle doit ainsi être complétée par un apport régulier de fumier ou d'un autre amendement organique. La diminution des teneurs en C, N, P, K, Mg, Fe et de la proportion des macroagrégats stables à l'eau observée dans cette étude est une résultante de la fertilisation azotée, du labour fréquent et de l'exportation des résidus. L'apport régulier de fumier a permis de contrecarrer ces effets et de maintenir la productivité de ces systèmes de rotation.

#### 5. Références

- Alvarez, R. 2005. A review of nitrogen fertilizer and conservation tillage effects on soil organic carbon storage. *Soil Use and Management* 21, 38-52.
- Layese et al. 2002. Current and relic carbon using natural abundance carbon-13. *Soil Science* 167, 315-326.
- Riffaldi et al. 1994. Chemical characteristics of soil after 40 years of continuous maize cultivation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 49, 239-245.
- Soane, B. D. 1990. The role of soil organic matter in soil compatibility: A review of some practical aspects. *Soil Tillage Research* 16, 179-201.
- Tisdall, J.M., et Oades J. M. 1982. Organic matter and water stable aggregates in soils. *Journal of soil Science* 33, 141-163.



# Productivité de l'épeautre de printemps selon différentes doses de semis

ANNE VANASSE<sup>1</sup>, DENIS PAGEAU<sup>2</sup>, YVES DION<sup>3</sup>, SOPHIE MARTEL<sup>4</sup> ET ÉLIZABETH VACHON<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Université Laval, Département de phytologie, 2425, rue de l'Agriculture, Québec (Québec) G1V 0A6

<sup>2</sup> Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin (Québec), Canada G8M 4K3

<sup>3</sup> CÉROM, 2700, rue Einstein, bureau D1 300.24A, Québec (Québec) G1P 3W8

<sup>4</sup> La Milanaise, Milan (Québec)

<sup>5</sup> Moulins de Soulanges, 485, rue Saint-Philippe, Saint-Polycarpe, Québec (Québec) J0P 1X0

Courriel : [anne.vanasse@fsaa.ulaval.ca](mailto:anne.vanasse@fsaa.ulaval.ca)

**Mots clés :** *Triticum spelta* L., densité de semis, rendement, protéines

## Introduction

L'épeautre est une céréale ancienne qui se distingue du blé par un grain vêtu (les glumes et glumelles restent attachées au grain) et un rachis cassant. Cette espèce est reconnue pour ses faibles exigences en intrants, tant sur le plan de la fertilisation que pour la protection fongicide (Lacko-Bartosova et Rediova 2007). Elle présente un grand intérêt pour la production biologique ou sans intrants et répond au besoin de développer des produits destinés à des marchés niches, tels que les pains à base de farine d'épeautre.

L'épeautre est bien adapté aux sols pauvres et aux conditions difficiles (Bonifacia *et al.* 2000), particulièrement en sols froids et humides. La présence de glumes qui recouvrent les grains permet de mieux résister aux agents pathogènes et aux maladies lors de la germination en sols humides (Riesen *et al.* 1986). Quelques études ont porté sur l'évaluation des doses de semis d'épeautre d'automne sur les rendements. En Suisse, Maillard (1994) a mis en évidence qu'une dose de semis de 150 à 200 kg/ha était suffisante pour obtenir un rendement optimal d'épeautre d'automne. Ces quantités correspondaient à une densité de 250 à 300 grains/m<sup>2</sup>. En Belgique, la densité moyenne de semis d'épeautre d'automne est de 300 grains/m<sup>2</sup> (De Proft et Bodson 2010) avec des variations se situant entre 250 et 350 grains/m<sup>2</sup>. À notre connaissance, il n'existe pas de données publiées sur les densités et doses de semis d'épeautre de printemps. Ce projet a donc pour objectif d'évaluer les densités de semis de différents cultivars d'épeautre de printemps sur les rendements en grains et en paille ainsi que sur la qualité du grain.

## Méthodologie

Cet essai a été réalisé en 2011, à trois sites expérimentaux, situés à Saint-Augustin-de-Desmaures (Saint-Augustin), à Normandin et à Saint-Mathieu-de-Beloeil (Beloeil). Le dispositif expérimental consistait en une expérience factorielle en blocs complets entièrement aléatoires avec deux facteurs à l'étude, soit : (1) trois cultivars et une lignée d'épeautre de printemps: CDC Nexon, CDC Zorba, CDC Origin et 04Spelt49 et (2) cinq densités de semis : 250, 300, 350, 400 et 450 grains/m<sup>2</sup>. Les parcelles ont été ensemencées sur un précédent cultural de soya (Saint-Augustin et Beloeil) ou de trèfle rouge (Normandin) avec un semoir expérimental (Wintersteiger ou Hege), à un espacement de 18 cm entre les rangs. La fertilisation a été appliquée et incorporée juste avant le semis et a été ajustée de façon à apporter 70 kg/ha d'azote, avec l'engrais organique Actisol (fumier de volaille desséché). Il n'y a eu aucun traitement herbicide ou fongicide. Plusieurs données ont été prises au champ et en laboratoire. Le rendement en grains vêtus et nus (obtenus après décortilage), le pourcentage d'écales, le rendement en paille, la hauteur et la verse ainsi que la teneur en protéines du grain et en désoxynivalénol (DON) seront présentés.

## Résultats

Les cultivars ont eu une influence très significative sur l'ensemble des résultats. Le cultivar Origin et la lignée 04spelt49 ont obtenu les rendements en grains vêtus les plus élevés au site de Saint-Augustin (moyenne de 3338 kg/ha) et au site de Normandin (moyenne de 4293 kg/ha) en comparaison aux cultivars Zorba (moyenne respective de 3064 et 3866 kg/ha, aux deux sites) et Nexon (moyenne de 2151 et 3223 kg/ha). Ces résultats se sont

reflétés sur les rendements en grains nus qui ont été obtenus après le décortilage des épillets d'épeautre. La lignée 04spelt49 et le cultivar Origin ont atteint de meilleurs rendements en grains nus que les cultivars Zorba et Nexon, et ce, aux sites de Saint-Augustin et de Normandin. Les rendements en grains nus ont varié en moyenne de 2122 kg/ha (Nexon) à 2845 kg/ha (04spelt49) alors que le pourcentage d'écales a varié de 24,5 % (Nexon) à 33,8 % (Origin).

La densité de semis a eu peu ou pas d'effet sur les rendements en grains vêtus et en grains nus. Pour toutes les densités de semis entre 250 et 450 grains/m<sup>2</sup>, on a observé une faible variation de rendement en grains vêtus (de 185 à 255 kg/ha selon les sites) et en grains nus (de 129 à 228 kg/ha). Ces différences se sont avérées non significatives pour les sites de Saint-Augustin et de Beloeil. À Normandin, seule la densité de 450 grains/m<sup>2</sup> a obtenu une différence significative par rapport aux autres densités mais cette augmentation de rendement (205 kg/ha) ne justifie pas l'emploi d'une densité de semis aussi élevée.

Les trois cultivars et la lignée d'épeautre ont obtenu une forte productivité en paille. Les rendements moyens atteints pour les trois sites étaient de 3605 kg/ha (04spelt49), 3923 kg/ha (Zorba), 4238 kg/ha (Origin) et 4790 kg/ha (Nexon). Ces rendements en paille sont reliés à la hauteur de cette culture qui a varié en moyenne de 94 cm (au site de Beloeil) à 112 cm (site de Normandin) et à 124 cm (site de Saint-Augustin). Les cultivars et la lignée d'épeautre sont toutefois sensibles à la verse. Le cultivar Origin se distingue des autres cultivars d'épeautre par sa plus grande résistance à la verse alors que le cultivar Nexon est le plus sensible à la verse. Il est à noter que le cultivar Nexon est plus tardif que les autres cultivars, ce qui s'est traduit par une humidité plus élevée à la récolte des grains. Les humidités à la récolte ont varié entre 12,3 % et 21,7 % au site de Saint-Augustin, de 15,1 % à 18,4 % au site de Beloeil et de 29,0 % à 38,5 % au site de Normandin.

La densité de semis n'a pas eu d'effet sur le rendement en paille et la hauteur de l'épeautre aux trois sites. Pour la verse, il n'y a qu'au site de Normandin où la verse des cultivars et de la lignée d'épeautre était plus élevée aux plus fortes densités de semis (350 à 450 grains/m<sup>2</sup>) en comparaison aux densités les plus faibles (250 et 300 grains/m<sup>2</sup>).

Pour la qualité du grain, les cultivars et la lignée d'épeautre se sont nettement démarqués avec une teneur moyenne en protéines qui a varié de 14,7 % (pour la lignée 04spelt49 et le cultivar Nexon) à 15,3 % (Zorba) et à 15,8 % (Origin) pour l'ensemble des traitements et des sites. Les teneurs moyennes en protéines étaient de 14,2 % au site de Beloeil, de 15,2 % au site de Saint-Augustin et de 16,0 % au site de Normandin. L'analyse en désoxynivalénol (DON) des grains nus a révélé de faibles taux de toxines (moins de 0,5 ppm) pour les différents cultivars et la lignée aux trois sites.

## Conclusion

Le cultivar d'épeautre Origin et la lignée 04spelt49 se sont démarqués par leurs rendements en grains plus élevés en comparaison aux cultivars Zorba et Nexon alors que la densité de semis a eu peu d'influence sur les rendements en grains. Ces résultats devront être confirmés par les deux autres années d'expérimentation prévues en 2012 et 2013. Toutefois, ces résultats préliminaires sont déjà prometteurs pour la filière épeautre, puisqu'il serait possible d'obtenir des rendements plus élevés avec les cultivars et la lignée qui ont été mis à l'essai, et ce, avec une densité de semis qui pourrait être diminuée en comparaison avec les densités de semis utilisées. La qualité du grain s'est révélée excellente, avec des teneurs élevées en protéines et de faibles taux de DON, ce qui constitue des atouts majeurs pour la production de farines biologiques.

## Références

- Bonifacia, G., Galli, V., Francisci, R., Mair, V., Skrabanja, V. et Keft, I. 2000. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chem.* 68: 437-441.
- De Proft, M. et Bodson, B. 2010. Livre Blanc. Céréales-Gembloux. Informations avant les semis.
- Lacko-Bartosova, M. et Rediova, M. 2007. The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the slovak republic. *Proceeding of conference "Organic farming 2007"*, 6-7.2: 79-81.
- Maillard, A. 1984. Techniques culturales et productivité de l'épeautre en Suisse romande. *Revue Suisse d'agriculture.* 26 (2) : 77-80.
- Riesen, T., Winzeler, H., Ruegger, A. et Fried, P.M. 1986. The effect of glumes on fungal infection of germinating seed of spelt (*Triticum spelta* L.) in comparison to wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of phytopathology.* 115 (4): 318-324.

# Rendement en sucres du millet perlé et du sorgho sucrés et ensilabilité du résidu fourrager

AMÉLIA DOS PASSOS BERNARDES<sup>1</sup>, ANNE VANASSE<sup>1</sup>, GAËTAN TREMBLAY<sup>2</sup>,  
GILLES BÉLANGER<sup>2</sup> ET PHILIPPE SEGUIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Département de phytologie, Université Laval, 2425 rue de l'agriculture, Québec (Québec) G1V 0A6

<sup>2</sup>Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 Boulevard Hochelaga, Québec (Québec) G1V 2J3

<sup>3</sup> Department of Plant Science, Université McGill, Campus Macdonald, 21111 Lakeshore Road, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec) H9X 3V9

Courriel : [amelia.dos-passos-bernardes.1@ulaval.ca](mailto:amelia.dos-passos-bernardes.1@ulaval.ca)

**Mots clés :** *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br, *Sorghum bicolor* L., dates de récolte, valeur nutritive

## Introduction

Parmi les cultures potentielles pour la filière énergétique, le millet perlé sucré et le sorgho sucré présentent beaucoup d'avantages. Ces cultures possèdent un rendement élevé en biomasse dans l'est du Canada (AERC, 2007; Bouchard et al., 2011), elles sont riches en sucres facilement fermentescibles et elles ont une bonne tolérance à la sécheresse et aux sols peu fertiles (Andrews et Kumar, 1992). Le millet perlé et le sorgho sucrés peuvent être considérés comme des cultures à double vocation, soit pour la production d'un jus sucré pouvant servir à la fabrication d'éthanol et pour la production d'un résidu fourrager obtenu après le pressage de la biomasse et utilisé en alimentation animale. Le moment de la récolte a une grande influence sur la production et la valeur nutritive de la biomasse du millet perlé et du sorgho sucrés. Des travaux réalisés avec le millet perlé sucré (Leblanc et al., 2011) ont montré que les récoltes effectuées de la fin août jusqu'à la fin septembre entraînent une augmentation du rendement en biomasse et en sucres, tandis que celles effectuées au début du mois d'août permettent d'obtenir un fourrage de meilleure valeur nutritive. La longueur du délai entre le hachage et le pressage de la biomasse peut avoir des effets sur la teneur en sucres du jus extrait; ces effets ne sont pas connus et ils représentent une information importante pour la filière. Dans ce contexte, ce projet vise à préciser les effets de l'espèce, de la date de récolte et du délai entre le hachage et le pressage de la biomasse du millet perlé sucré et du sorgho sucré sur la concentration en glucides non structuraux (GNS), le rendement en matière sèche et en GNS, ainsi que sur la valeur nutritive du fourrage et de l'ensilage de résidu fourrager pressé.

## Méthodologie

Cet essai a été réalisé en 2010 à deux sites, soit à Saint-Augustin-de-Desmaures (Saint-Augustin; 2300 à 2500 UTM) et à Sainte-Anne-de-Bellevue (Sainte-Anne; 2900 à 3100 UTM). Les deux cultures ont été semées sur un sol léger (loam sableux) au début de juin, à un écartement entre les rangs de 18 cm et à une dose de semis de 10 kg/ha. En tenant compte d'un apport de 25 kg N/ha du précédent cultural de soya, la fertilisation azotée était de 75 kg N/ha (50 kg N/ha au semis et 25 kg N/ha au tallage) au site de Saint-Augustin alors qu'elle était de 100 kg N/ha (50 kg N/ha au semis et 50 kg N/ha au tallage) au site de Sainte-Anne. La fertilisation en phosphore et en potassium respectait la grille de fertilisation recommandée pour la culture du millet et du sorgho fourrager.

L'arrangement factoriel des traitements a été répété 3 fois dans un dispositif expérimental en tiroirs avec les espèces en parcelles principales (millet perlé et sorgho sucrés), les dates de récoltes (mi-août et début-septembre à Saint-Augustin; fin-août et mi-septembre à Ste-Anne) en sous-parcelles, et les délais (0,5, 2, 4 et 6 heures entre le hachage et le pressage) en mesures répétées. Le hachage a été effectué à l'aide d'une ensileuse à maïs, alors que le pressage a été effectué à l'aide d'une presse à vis sans fin de type CP6. Des échantillons de sève ont été recueillis à la sortie de la presse, congelés et ensuite analysés pour leur teneur en GNS. À partir du résidu fourrager pressé, des mini-silos ont été fabriqués et ouverts après 90 jours. Les échantillons de fourrage et d'ensilage du résidu fourrager pressé ont été analysés pour leurs teneurs en GNS. Les échantillons d'ensilage du résidu fourrager pressé ont aussi été analysés pour leurs teneurs en azote total (N), fibres ADF et NDF, azote ammoniacal (N-NH<sub>3</sub>), lactate et acides gras volatils (AGV), de même que pour leurs digestibilités *in vitro* de la MS (DIVMS) et de la fibre NDF (dNDF).

## Résultats et Discussion

Les deux espèces avaient des rendements moyens en fourrage similaires au site de Saint-Augustin (15 t MS/ha) alors qu'à Sainte-Anne le rendement du millet perlé sucré (26 t MS/ha) était plus élevé que celui du sorgho sucré (16 t MS/ha). De faibles densités de peuplement du sorgho sucré ont été observées à ce dernier site, ce qui expliquerait les différences de rendements entre les espèces. Le rendement en jus était similaire pour les deux espèces à Saint-Augustin (41604 L/ha), alors qu'à Sainte-Anne, il était plus élevé pour le millet perlé sucré (59950 L/ha) que pour le sorgho sucré (48650 L/ha). En moyenne pour les deux sites, les teneurs en GNS du fourrage et du jus étaient plus élevées pour le sorgho sucré (242 g/kg MS et 62 g/L) que pour le millet perlé sucré (127 g/kg MS et 43 g/L). À Sainte-Anne, le rendement en sucres du jus était similaire pour les deux espèces (3,1 t GNS/ha) alors qu'à Saint-Augustin, il était plus élevé pour le sorgho sucré (2,5 t GNS/ha) que pour le millet perlé sucré (1,3 t GNS/ha). La qualité de conservation des ensilages fabriqués à partir du résidu fourrager pressé des deux espèces était jugée bonne (pH < 4,2; N-NH<sub>3</sub> < 80 g/kg N; lactate > 30 g/kg MS; AGV < 20 g/kg MS). Les teneurs en GNS de l'ensilage des deux espèces étaient similaires (80 g/kg MS).

Le retard de la récolte a causé une augmentation moyenne du rendement en fourrage des deux espèces de 7,5 t MS/ha à Saint-Augustin et de 6,5 t MS/ha à Sainte-Anne. Le rendement en jus n'a pas été affecté par la date de récolte à Saint-Augustin, alors qu'à Sainte-Anne, il était 18% supérieur à la date de récolte plus hâtive. Le retard de la récolte a aussi causé une augmentation de la teneur en GNS du fourrage (+61% à Saint-Augustin et +80% à Sainte-Anne). La teneur en GNS du jus a doublé avec la date de récolte plus tardive. Le fait de retarder la récolte a causé une augmentation du rendement en GNS du fourrage (1,5 vs. 4,2 t/ha à Saint-Augustin et 2,4 vs. 5,9 t/ha à Sainte-Anne) et du rendement en GNS du jus (1,2 vs. 2,6 t/ha à Saint-Augustin et 2,2 vs. 4,0 t/ha à Sainte-Anne). Le retard de la récolte a causé une baisse de la teneur en azote total et de la dNDF du fourrage. La teneur en GNS de l'ensilage n'a pas été affectée par les dates de récolte mais la teneur en fibres ADF était plus élevée alors que la DIVMS et la dNDF étaient plus faibles à la récolte plus tardive, et ce, aux deux sites.

Le délai entre le hachage et le pressage n'a pas affecté les teneurs et les rendements en GNS du fourrage et du jus des deux espèces au site de Saint-Augustin ainsi que la teneur et les rendements en GNS du jus au site de Sainte-Anne. À ce dernier site, la teneur en GNS du fourrage augmentait en moyenne de 30 g/kg MS lorsque le délai passait de 0,5 à 6 heures. Le délai n'a eu aucun effet sur la valeur nutritive et sur la teneur en GNS de l'ensilage du résidu fourrager.

## Conclusion

Le sorgho sucré représente une meilleure source de sucres puisqu'il a une teneur en GNS dans le fourrage et dans le jus plus élevée que le millet perlé sucré. La récolte de ces deux espèces effectuée en août permet d'obtenir un fourrage et un ensilage de meilleure valeur nutritive, alors que celle effectuée en septembre permet de maximiser le rendement en GNS. Le délai entre le hachage et le pressage du fourrage des deux espèces n'a pas eu d'impact significatif sur les teneurs en GNS du jus. Les ensilages fabriqués à partir des résidus fourragers des deux espèces se sont bien conservés. Toutefois, les teneurs en fibres de ces ensilages de résidus fourragers pressés demeurent plus élevées que celles d'un ensilage de graminées récoltées à maturité ou d'un ensilage de maïs. Alors que la valorisation de l'ensilage de fourrage entier de millet perlé sucré a déjà été démontrée avec des bovins laitiers (Amer et Mustafa, 2010), d'autres essais *in vivo* sont nécessaires afin de confirmer la valeur alimentaire des ensilages de fourrages et de résidus fourragers de millet perlé et de sorgho sucré.

## Références

- AERC (Agriculture Environmental Renewal Canada). 2007. Canadian sweet sorghum hybrid (CSSH 45). (En ligne). Disponible à <http://www.aerc.ca/CSSH45Englishmarch182007.doc>. (Vérifié le 23 janvier 2012).
- Amer, S. et Mustafa, A. F. 2010. Short communication: Effects of feeding pearl millet silage on milk production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93:5921-5925.
- Andrews, D.J. et Kumar, K.A. 1992. Pearl millet for food, feed, and forage. *Adv. Agron.* 48: 89-139.
- Bouchard, A., Vanasse, A., Seguin, P. et Bélanger, G. 2011. Yield and composition of sweet pearl millet as affected by row spacing and seeding rate. *Agron. J.* 103: 995-1001.
- Leblanc, V., Vanasse, A., Seguin, P. et Bélanger, G. 2011. Sugar yield and forage nutritive value of sweet pearl millet as influenced by fertilization and harvest dates. *Agron. J.* (sous presse)

# Productivité et bénéfices environnementaux des cultures intercalaires agroforestières : état des connaissances au Québec

ALAIN COGLIASTRO<sup>1</sup>, DAVID RIVEST<sup>2</sup>, ALAIN OLIVIER<sup>3</sup>

1 Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal & Jardin botanique de Montréal, 4101 est rue Sherbrooke, Montréal (Québec) H1X 2B2;

2 Agriculture et Agroalimentaire Canada. 2828 boulevard Laurier, local 640, Québec (Québec) G1V 0B9;

3 Département de phytologie, Université Laval. 2425 rue de l'Agriculture, Québec (Québec) G1V 0A6

Courriel : [alain.cogliastro@ville.montreal.qc.ca](mailto:alain.cogliastro@ville.montreal.qc.ca)

**Mots clés : complémentarité, compétition, productivité, bénéfices environnementaux, cultures intercalaires**

## Introduction

Depuis une trentaine d'années, de nombreuses études ainsi qu'une expérience de terrain grandissante ont montré que la présence d'arbres sur le territoire agricole permet de générer plusieurs services écosystémiques comme la séquestration du carbone, la conservation de la biodiversité et l'amélioration de la qualité de l'eau, du sol et des paysages. Les arbres hors forêts ont également un intérêt économique pour les populations rurales (FAO, 2001) et peuvent accroître la productivité globale des champs (Graves et al., 2007). De plus, la polyvalence de l'arbre en fait un outil qui coïncide bien avec les enjeux de l'agriculture multifonctionnelle d'aujourd'hui. En effet, l'agriculture est reconnue comme assumant un rôle essentiel dans la structuration du territoire et des paysages, autant que dans la garantie d'une production de denrées alimentaires (European Conference on Rural Development 1996, Groupe Polanyi 2008). Dans ce contexte, le potentiel des systèmes de culture intercalaire intégrant des arbres doit être étudié plus à fond au Québec (Rivest et Olivier, 2007).

## La culture intercalaire et l'agroforesterie

L'agroforesterie est l'exploitation des terres avec une association d'arbres et de cultures ou d'animaux (Dupraz et Liagre, 2008). Les systèmes de culture intercalaire, qui combinent sur un même site la production intensive d'arbres et de cultures, correspondent le mieux à cette définition. Il existe différentes modalités des systèmes de culture intercalaire où varient le nombre d'arbres installés et les espacements, ce qui modifie les effets de l'association. La culture intercalaire (CI) est dite « stable » quand elle intègre moins de 50 arbres/ha permettant une agriculture rentable tout au long du cycle de vie des arbres. Elle est dite « évolutive » (jusqu'à 200 arbres/ha) quand, au cours du temps, le rendement dépend d'abord surtout de celui de la culture pour ensuite graduellement dépendre de celui des arbres. La CI est « éphémère » (plus de 200/ha) lorsque les cultures ne sont possibles que les premières années de la présence des arbres (Dupraz et Liagre, 2008).

## Productivité

En analysant la productivité de différents systèmes de production agricoles, sylvicoles et intercalaires, Graves et al. (2007) concluaient qu'en combinant des arbres et des cultures sur 10 ha, on obtenait l'équivalent de ce qui serait produit sur 11 à 14 hectares lorsqu'on sépare les deux productions. Il y aurait un effet de synergie, de complémentarité. Les rendements les plus intéressants étaient associés à la présence d'arbres aux bois de haute valeur (noyer) ou d'arbres à croissance rapide (peuplier) desquels l'investissement est récupéré à plus court terme. En Ontario, Thevathasan et Gordon (2004) ont montré que la CI, en comparaison à la pratique conventionnelle, produisait autant de blé ou de soya, mais moins de maïs, une plante qui profite davantage de la lumière disponible. Soulignons que l'expérience a été conduite avec des arbres de 12 ans et 15 m d'espacement entre les rangs, alors qu'on recommanderait plutôt le double dans le cas de plusieurs grandes cultures. Plusieurs travaux conduits en Chine et aux États-Unis précisent en effet des espacements optimaux de 30m entre les rangs d'arbres. Au Québec, après une réduction de la densité des peupliers, on constatait une réduction de l'écart près de de productivité du soya mesurée à 2 m ou à 5 m du rang d'arbres (Rivest *et al.*, 2009).

## Bénéfices environnementaux

Un des bénéfices attendus de la présence des arbres concerne la capacité du système racinaire à prélever les éléments lessivés qui échappent à la culture. L'étude de Bergeron et al. (2011) conduite en Montérégie a permis de valider ce rôle de filet de sécurité des racines de peupliers en regard des nitrates et de l'azote organique dissous. Dans ce même système expérimental, la diversité des organismes microbiens et mycorhiziens du sol était plus grande en CI que

dans le cas où la culture agricole était absente (Chiffot et al., 2009; Lacombe et al., 2009). En Ontario, on a également dénombré un plus grand nombre de parasitoïdes et de détritivores dans les parcelles de CI en comparaison à la culture conventionnelle (Thevathasan et Gordon, 2004). Concernant la séquestration du carbone, une étude en Montérégie mesurait 77% plus de carbone organique du sol dans une CI en comparaison à un champ conventionnel (Bambrick et al., 2010) : en Ontario c'était une valeur de 41% supérieure qui était mesurée (Peichl et al., 2006). L'apport des litières aériennes et souterraines des arbres serait ici en cause : Bambrick et al. (2010) ont d'ailleurs mesuré de plus hautes valeurs d'azote du sol en CI qu'en culture conventionnelle sur un des sites étudiés.

### Contraintes

Dans une association peupliers-céréales d'hiver en France, on constatait que sous la culture, les racines étaient principalement en profondeur (1,5-2m), surtout au milieu de l'allée cultivée, à 8m des arbres, ce qui était inattendu (Mulia et Dupraz, 2006). D'autre part, la capacité du cernage racinaire des arbres à augmenter la productivité des cultures en limitant la compétition souterraine interspécifique a été rapportée (Hou et al., 2003). Plusieurs questions concernant les systèmes racinaires des arbres restent à élucider.

Si on reconnaît l'importance de la place de l'arbre dans le paysage agricole, l'ensemble des politiques et programmes agricoles doit être revu. En Europe, de grands pas ont été franchis à ce sujet (Tartera et al., sous presse).

### Références

- Bambrick, A.D., J.K. Whalen, R.L. Bradley, A. Cogliastro, A.M. Gordon, A. Olivier et N.V. Thevathasan. 2010. Spatial heterogeneity of soil organic carbon in tree-based intercropping systems in Quebec and Ontario, Canada *Agrofor Sys* 79: 343-353.
- Bergeron, M., S. Lacombe, R.L. Bradley, J. Whalen, A. Cogliastro, M.-F. Jutras et P. Arp. 2011. Reduced soil nutrient leaching following the establishment of tree-based intercropping systems in eastern Canada. *Agrofor Sys* 83: 321-330.
- Chiffot, V., D. Rivest, A. Olivier, A. Cogliastro et D. Khasa. 2009. Molecular analysis of arbuscular mycorrhizal community structure and spores distribution in tree-based intercropping and forest systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 131: 32-39.
- Dupraz, C. et F. Liagre. 2008. *Agroforesterie. Des arbres et des cultures.* Éditions France Agricole, Paris.
- FAO. 2001. Les arbres hors-forêt, vers une meilleure prise en compte. *Cahier FAO Conservation* 35, ISBN # 92-5-204656-9,
- Graves, A.R., P.J. Burgess, J.H.N. Palma, F. Herzog, G. Moreno, M. Bertomeu, C. Dupraz, F. Liagre, K. Keesman, W. van der Werf, A.K. de Nooy et J.P. van den Briel. 2007. Development and application of bio-economic modelling to compare silvoarable, arable, and forestry systems in three European countries. *Ecol. Eng.* 29: 434-449.
- Hou, Q., J. Brandle, K. Hubbard, M. Schoeneberger, C. Nieto et C. Francis. 2003. Alteration of soil water content consequent to rootpruning at a windbreak/crop interface in Nebraska, USA. *Agrofor Sys* 57: 137-147.
- Lacombe, S., R.L. Bradley, C. Hamel et C. Beaulieu. 2009. Do tree-based intercropping systems increase the diversity and stability of soil microbial communities? *Agric. Ecosyst. Environ.* 131: 25-31.
- Mulia, R. et C. Dupraz. 2006. Unusual fine root distributions of two deciduous tree species in southern France: What consequences for modelling of tree root dynamics ? *Plant and Soil* 281: 71-85.
- Peichl, M., N. Thevathasan, A. Gordon, J. Huss et R. Abohassan. 2006. Carbon sequestration potentials in temperate tree-based intercropping systems in southern Ontario, Canada. *Agroforest Syst* 66: 243-257.
- Rivest, D., A. Cogliastro, A. Vanasse et A. Olivier. 2009. Production of soybean associated with different hybrid poplar clones in a tree-based intercropping system in southwestern Québec, Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131: 51-60.
- Rivest, D. et A. Olivier. 2007. Cultures intercalaires avec arbres feuillus : quel potentiel pour le Québec ? *For. Chron.* 83: 526-538.
- Tartera, C., D. Rivest, A. Olivier, F. Liagre et A. Cogliastro. 2012. Agroforesterie en développement : parcours comparés du Québec et de la France. *For. Chron.* 88 (1) : 21-29
- Thevathasan, N.V. et A.M. Gordon. 2004. Ecology of tree intercropping systems in the North temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada. *Agrofor Sys* 61: 257-268.

# Le biochar comme amendement du sol au Québec : résultats agronomiques de quatre ans d'essais terrain

BARRY HUSK<sup>1</sup>, JULIE MAJOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> BlueLeaf inc., 310, rue Chapleau, Drummondville, Québec, Canada J2B 5E9;

<sup>2</sup> Consultante indépendante, 1555, chemin Sainte-Claire, Rivière-Beaudette, Québec, Canada J0P 1R0  
bhusk@blue-leaf.ca

**Mots clés : amendement du sol, biochar, séquestration de carbone.**

## Introduction

Le biochar est un type de charbon fait à partir de résidus de biomasse, tels des fumiers, résidus forestiers ou agricoles. Il est produit par pyrolyse à une grande variété d'échelles, et le procédé génère aussi de la chaleur et des gaz et liquides qui peuvent servir de combustible. Le biochar est un amendement qui a la capacité d'améliorer la qualité du sol et la production agricole, comme des essais en champ à travers le monde (Steiner *et al.*, 2007; Kimetu *et al.*, 2008; Asai *et al.*, 2009; Major *et al.*, 2010b) et plus récemment au Québec (Husk et Major, 2010) l'ont démontré. Récemment, une méta-analyse des études qui ont évalué l'impact du biochar sur les rendements a conclu qu'une augmentation moyenne de 10% ( $p \leq 0.05$ ) était observée avec l'application du biochar, et que l'impact positif du biochar était supérieur dans les sols au pH acide ( $5 < \text{pH} < 6$ ) (Jeffrey *et al.*, 2011). L'effet bénéfique du biochar sur les rendements a été attribué à l'amélioration du pH des sols acides (Chan *et al.*, 2008; Laird *et al.*, 2010; Van Zwieten *et al.*, 2010), l'amélioration des conditions physiques du sol comme la rétention d'eau (Tryon, 1948), et l'apport direct en nutriments (Gaskin *et al.*, 2010). Avec le temps, la capacité d'échange cationique du biochar se développe (Liang *et al.*, 2006), ce qui a un impact sur la rétention des bases. Il est toutefois à noter que les biochars produits à partir de différents types de biomasse et selon différents procédés de pyrolyse ont des caractéristiques variables, qui peuvent faire varier leur impact sur les sols (Novak *et al.*, 2009).

Le biochar contient une grande proportion de carbone (70-80% pour les biochars faits de résidus de bois), et ce carbone existe sous une forme qui est très résistante à la décomposition dans le sol. En effet, on parle d'un temps de séjour moyen de l'ordre de millénaires (Lehmann *et al.*, 2008; Major *et al.*, 2010a). Par le fait même, l'application du biochar au sol peut en améliorer la qualité à long terme et séquestrer du carbone dans le sol pendant des siècles ou des millénaires.

Cette technologie qui allie gestion des matières résiduelles (biomasse comme matière première pour la fabrication du biochar), gestion de la fertilité des sols et des changements climatiques génère beaucoup d'intérêt au Québec et partout dans le monde. Des projets de recherche en champ financés par les gouvernements fédéral et provincial sont en cours aux Universités McGill et Laval, entre autres.

## Méthodologie

BlueLeaf inc., une entreprise basée à Drummondville, mène des essais terrain sur le biochar depuis 2008. La superficie ainsi que les types de culture traités ont augmenté avec le temps et ces dernières incluent le maïs fourrager, des mélanges d'autres plantes fourragères, le soya, le sarrasin, les courges, les pommes de terre et les piments doux. Tous les essais ont été réalisés chez des producteurs dans les régions de l'Estrie, de l'Estrie et de la Capitale nationale. Tous les essais, sauf le plus ancien, ont été établis sur des parcelles en blocs aléatoires complets, avec entre 3 et 8 répétitions. Une grande quantité de données concernant les effets du biochar sur les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol a été prise, ainsi que des données sur le développement des cultures, leur rendement et leur valeur nutritive.

## Résultats

Dans la majorité des cas, le biochar appliqué à des taux variant entre 4 à 10 t/ha a eu un effet neutre ou positif sur les rendements des diverses cultures, dans le même ordre que celui de 10% mentionné par Jeffrey *et al.* (2011).

Dans le cas du maïs fourrager, les résultats indiquent une augmentation potentielle de la valeur nutritive du fourrage produit avec l'application de biochar et, conséquemment, de la quantité de lait produite, de l'ordre de 5% à 10%. Cependant, les analyses statistiques ne révèlent souvent pas de tendance significative.

## Conclusions

Bien qu'une quantité importante de données aient été compilées sur l'effet du biochar sur les cultures et les sols au Québec, pour pouvoir prédire l'effet d'un biochar donné sur un sol et une culture donnés de manière fiable, beaucoup de travail reste à faire. Notamment, les effets du biochar sur les mécanismes de fertilité du sol et ses interactions avec les pesticides devront être étudiés à travers des essais détaillés. Les effets à long terme du biochar sur le terrain devront aussi être déterminés. La valeur économique de l'application du biochar pour les producteurs agricoles, incluant potentiellement l'obtention de crédits carbone, reste aussi à établir.

## Références

- Asai, H., Samson, B.K., Stephan, H.M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., Inoue, Y., Shiraiwa, T., Horie, T., 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research* 111, 81-84.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S., 2008. Using poultry litter biochars as soil amendments. *Australian Journal of Soil Research* 46, 437.
- Gaskin, J.W., Speir, R.A., Harris, K., Das, K.C., Lee, R.D., Morris, L.A., Fisher, D.S., 2010. Effect of Peanut Hull and Pine Chip Biochar on Soil Nutrients, Corn Nutrient Status, and Yield. *Agronomy Journal* 102, 623-633.
- Husk, B., Major, J. 2010. Commercial scale agricultural biochar field trial in Québec, Canada, over two years: Effects of biochar on soil fertility, biology, crop productivity and quality. Disponible en ligne: <http://www.blue-leaf.ca/main-en/files/BlueLeaf%20Biochar%20Field%20Trial%202008-09%20Report-2%20EN.pdf>
- Jeffrey, S., Verheijen, F.G.A., van der Velde, M., Bastos, A.C., 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 144, 175-187.
- Kimetu, J.M., Lehmann, J., Ngoze, S.O., Mugendi, D.N., Kinyangi, J.M., Riha, S., Verchot, L., Recha, J.W., Pell, A.N., 2008. Reversibility of soil productivity decline with organic matter of differing quality along a degradation gradient. *Ecosystems* 11, 726.
- Laird, D., Fleming, P., Wang, B.Q., Horton, R., Karlen, D., 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma* 158, 436-442.
- Lehmann, J., Skjemstad, J., Sohi, S., Carter, J., Barson, M., Falloon, P., Coleman, K., Woodbury, P., Krull, E., 2008. Australian climate-carbon cycle feedback reduced by soil black carbon. *Nature Geoscience* 1, 832.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizao, F.J., Petersen, J., Neves, E.G., 2006. Black Carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal* 70, 1719.
- Major, J., Lehmann, J., Rondon, M., Goodale, C., 2010a. Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Global Change Biology* 16, 1366-1379.
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S.J., Lehmann, J., 2010b. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant and Soil* 333, 117-128.
- Novak, J.M., Lima, I.M., Xing, B., Gaskin, J.W., Steiner, C., Das, K.C., Ahmedna, M., Rehrh, D., Watts, D.W., Busscher, W.J., Schomberg, H., 2009. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Annals of Environmental Science* 3, 195-206.
- Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macedo, J.L.V., Blum, W.E.H., Zech, W., 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and Soil* 291, 275.
- Tryon, E.H., 1948. Effect of Charcoal on Certain Physical, Chemical, and Biological Properties of Forest Soils. *Ecological Monographs* 18, 81.
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K.Y., Downie, A., Rust, J., Joseph, S., Cowie, A., 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and Soil* 327, 235-246.



# Un réseau d'innovations dans le secteur des grains : Innovagrains

ANNE VANASSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Laval, Département de phytologie, 2425 rue de l'Agriculture, Québec (Québec), G1V 0A6

**Mots clés :** grandes cultures, recherche, transfert technologique

## Mise en contexte

Au Québec, l'industrie du secteur des grains génère des recettes agricoles annuelles d'environ 750 millions de dollars. Ce secteur compte quelque 11 000 entreprises agricoles qui ensemencent près d'un million d'hectares par année. Il s'agit d'un des secteurs agricoles de production les plus importants au Québec.

En 2008-2009, une vaste consultation et concertation de l'ensemble des intervenants publics et privés du secteur des grains a conduit à la "Stratégie collective en recherche dans le secteur des grains au Québec" pour la période 2010-2015. Cette stratégie identifie clairement le besoin de coordination et de concertation des efforts de recherche de l'ensemble des partenaires du secteur des grains. Parallèlement au dépôt de cette stratégie collective du secteur, une démarche a été entreprise afin de constituer un groupe de concertation sur les grains qui regroupe l'ensemble des intervenants du secteur (producteurs, utilisateurs, distributeurs, fournisseurs d'intrants). Ce groupe a pour mandat, entre autres, d'identifier les priorités et besoins en termes d'orientation stratégique, de marchés et de recherche et de développement dans le secteur des grains.

## Objectifs du réseau Innovagrains

La mise en place du réseau d'innovations sur les grains répond exactement aux cibles identifiées par la Stratégie collective. Le réseau Innovagrains a pour objectif de regrouper les expertises scientifiques et technologiques du secteur des grains afin d'accroître les activités de recherche et d'innovation dans ce domaine et d'accélérer la formation de personnel hautement qualifié et le transfert technologique vers les utilisateurs. Les objectifs spécifiques du réseau sont:

1. Déterminer les besoins en recherche et en transfert des connaissances et technologies afin de répondre aux enjeux du secteur des grains;
2. Établir une planification de recherche pour répondre aux besoins identifiés et faciliter le développement de partenariats via la concertation entre les chercheurs universitaires, de collège, gouvernementaux et industriels;
3. Assurer la formation de personnel hautement qualifié en collaboration avec les partenaires afin de répondre aux besoins de compétences exprimés par le secteur;
4. Planifier et mettre en place des mécanismes efficaces de transfert des connaissances et des technologies pour assurer la diffusion et la valorisation des résultats de recherche auprès des utilisateurs.

## Mode d'organisation et de gestion

Ce réseau se dotera d'une structure de gouvernance qui permettra la consultation des différents organismes impliqués dans la recherche et le transfert technologique dans le secteur des grains. Il sera composé d'un comité de gestion qui chapeautera les chercheurs du réseau et qui sera en lien avec le Groupe de concertation sur les grains (comité d'utilisateurs) et avec le comité de diffusion et de transfert (Figure 1).

Le comité de gestion sera composé de la directrice scientifique et d'un (e) coordonnateur (trice) ainsi que d'un représentant de chaque autre université impliquée dans le réseau (Université McGill et Université de Montréal), d'un représentant des chercheurs gouvernementaux (CHG; AAC) et du secteur privé (CHI), du directeur général du CEROM et de deux représentants des utilisateurs et des agents de transfert (MAPAQ et FPCCQ).

Ce réseau d'innovation regroupe 44 chercheurs, soit 19 chercheurs universitaires (CHU; Universités Laval, McGill et de Montréal), 1 chercheur affilié (CHA; Université de Montréal), 2 chercheurs de collège (CHC; ITA), 4 chercheurs gouvernementaux (CHG; AAC) et 18 chercheurs industriels (CHI) parmi lesquels on retrouve des chercheurs du CEROM, de l'IRDA et du secteur privé.

Le comité d'utilisateurs des résultats de recherche est en fait déjà constitué par le Groupe de concertation sur les grains. Puisque ce groupe rassemble l'ensemble des intervenants du secteur des grains (producteurs, utilisateurs, distributeurs, fournisseurs d'intrants), il pourra jouer un rôle très important, et ce, à deux niveaux, soit 1) de faire connaître aux chercheurs du réseau les besoins en recherche et développement du secteur et 2) d'être la courroie de transmission auprès des utilisateurs de la programmation de recherche du réseau et de ses activités de recherche et de transfert. De la même façon, il sera possible d'informer et de sensibiliser le groupe de concertation (ou d'utilisateurs) du potentiel de recherche et d'innovation que représente le réseau d'innovation sur les grains. Ainsi, il sera plus facile de créer des maillages directs entre les chercheurs et l'industrie sur des thématiques plus ciblées.

Le comité de diffusion et de transfert sera composé de représentants des organismes qui assurent le service-conseil auprès des utilisateurs : Clubs et groupes-conseils, Centres collégiaux de transfert technologique (CCTT), secteur privé (fournisseurs d'intrants et de services-conseils) et des organismes qui assurent la diffusion de l'information (MAPAQ, FPCCQ, CRAAQ). Une programmation d'activités de diffusion et de transfert sera établie avec les représentants siégeant sur ce comité, de façon à ce que les résultats de recherche et de développement parviennent aux utilisateurs via des activités déjà programmées par ces organismes ou via des activités consacrées uniquement aux travaux du réseau.

### Planification des activités

Pour réaliser ses objectifs, le réseau va se doter d'un échéancier avec des activités qui s'étaleront sur un horizon de trois ans (2012-2014) dans un premier temps mais avec une perspective de développer des activités à plus long terme avec des financements complémentaires. Pour les trois premières années, le réseau sera financé par le FQRNT, le MAPAQ et les universités.

Dès la 1<sup>re</sup> année, les activités reliées à la détermination des besoins de recherche et de transfert seront prioritaires. Ces activités seront suivies par la formation de groupes de recherche selon les thématiques identifiées et selon l'expertise complémentaire des membres du réseau en vue d'initier des collaborations de recherche et de transfert sur des projets ciblés. Un site WEB sera créé pour faire connaître la mission et les objectifs du réseau, les intervenants et organismes impliqués ainsi que la programmation des activités de recherche, de diffusion et de transfert. Un effort particulier sera fait pour rassembler l'information générée par les travaux de recherche dans le secteur des grains.

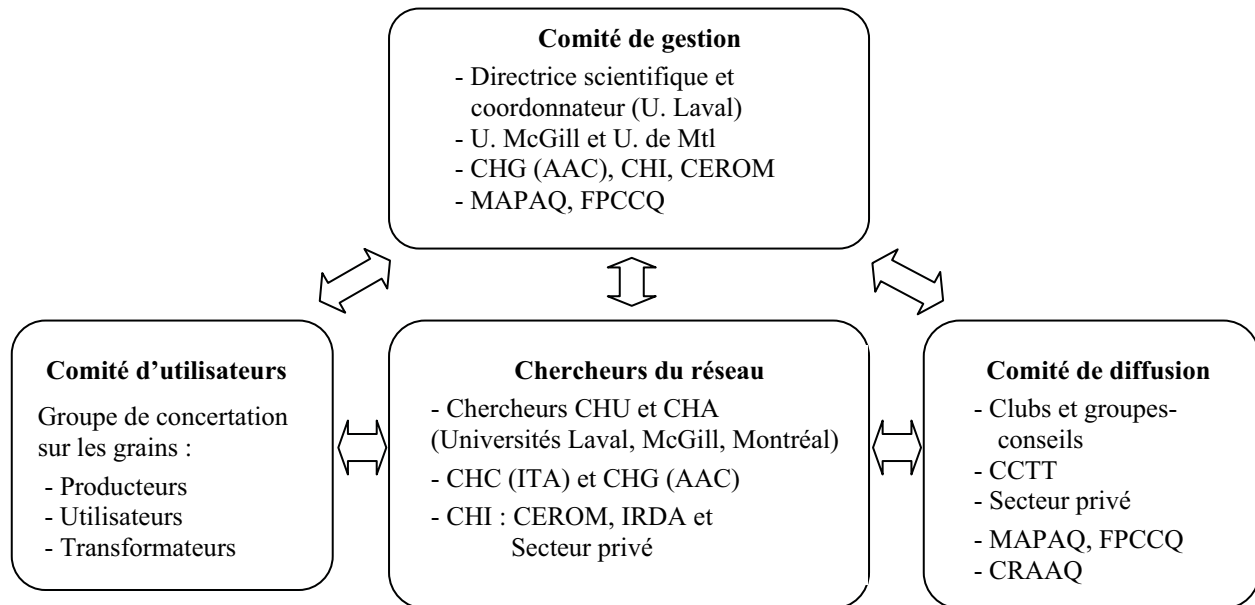


Figure 1. Organigramme du réseau Innovagrains



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

Le **CRAAQ** remercie ses  
collaborateurs médias

**le Bulletin**  
des agriculteurs

**le coopérateur**  
agricole



[www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca)  
1 888 535-2537

**METTEZ-VOUS À LA PAGE**

Abonnez-vous maintenant

# leBulletin

des agriculteurs



## La référence en nouvelles technologies agricoles au Québec

Comptez sur *le Bulletin des agriculteurs* pour vous faire découvrir les nouvelles techniques et technologies agricoles.



Économisez du temps en vous abonnant sur le web dès maintenant :

[www.leBulletin.com/abonnement/](http://www.leBulletin.com/abonnement/)

Service aux abonnés : 514 766-9554  
poste 226



F a i r e d u s o q u a u n e c u l t u r e

**Ceresco** vous offre des semences de qualités supérieures. Nous avons une variété pour votre région qui répond à vos exigences. Communiquez avec un de nos représentants, il se fera un plaisir de répondre à toutes vos questions?

### **Quelques-unes de nos variétés IP :**

- **RD-714**                      **2 600 UTM** - Adapté aux zones 2500 UTM et plus
- **Loriot (natto)**              **2 650 UTM** - Résistant au phytophthora
- **Sr Picor**                      **2 750 UTM** - Résistant à la sclérotinia
- **Havane**                      **2 775 UTM** - Excellent rendement stable
- **Eider**                         **2 800 UTM** - Très bien adapté au semi direct

**En 2012 pensez soya! Non-OGM**



**Ceresco**

168, ch. de la Grande-Ligne  
Saint-Urbain-Premier (Québec)  
J0S 1Y0

**T 450 427-3831**

**F 450 427-2067**

**Sans frais : 1 888 427-7692**

**[www.sgceresco.com](http://www.sgceresco.com)**



**PIONEER**<sup>®</sup>  
UNE ENTREPRISE DUPONT

*Science et service :  
succès assuré<sup>MS</sup>*

Chez Pioneer, nous ne prenons pas notre rôle de meneur à la légère. Chaque année, nous travaillons fort pour mériter de vous servir.

Au cours des trois dernières années, au Canada, Pioneer a doublé le nombre de ses chercheurs aux champs et triplé le nombre de sélectionneurs dans la partie nord de l'aire de culture du maïs. Nous avons lancé un effort de suivi qui accroîtra de façon phénoménale le nombre de nouveaux produits et la valeur prédictive de leur performance au niveau local.

Toutefois, obtenir l'optimum de chaque acre exige davantage que de bonnes génétiques. C'est pourquoi Pioneer a aussi amélioré ses efforts pour effectuer des essais agronomiques. Les tests à grande échelle sur les deux plans, au niveau local, signifie que nous pouvons livrer des produits et des conseils là où cela compte vraiment : dans vos champs.

Plus d'investissement. Plus de tests locaux. Nous sommes Pioneer.

# Nous sommes Pioneer

[www.pioneer.com](http://www.pioneer.com)

Toutes les ventes sont sous réserve des conditions contenues dans les documents d'étiquetage et d'achat. <sup>®</sup>, <sup>MC</sup>, <sup>MS</sup> Marques de commerce et de service dont l'utilisateur autorisé est Pioneer Hi-Bred limitée.

© 2012 PHL. PR2066E\_Research\_CRAQ\_A\_F

Sheila Murphy, chercheuse chez Pioneer et des étudiants employés pour l'été travaillent à la pollinisation d'hybrides de maïs dans une parcelle de recherche à Tavistock en Ontario.

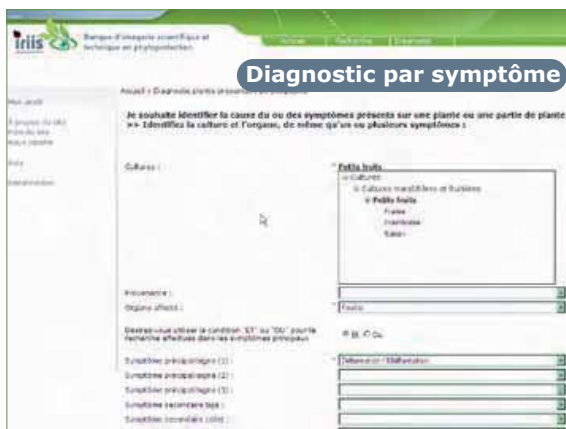
[www.iriisphytoprotection.qc.ca](http://www.iriisphytoprotection.qc.ca)



Banque d'imagerie en phytoprotection pour l'Identification et la Recherche d'Images sur les Invertébrés nuisibles et utiles ainsi que sur les plantes présentant des Symptômes causés par les ennemis des cultures et les problèmes non parasitaires

Pour les conseillers agricoles, les intervenants en phytoprotection, les producteurs, les spécialistes en entomologie, et phytopathologie qui veulent :

## Établir un **DIAGNOSTIC**



## Faire une **RECHERCHE** d'images



### Une réalisation



### Une initiative

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme « Initiative d'appui aux conseillers agricoles » selon les termes de l'entente Canada-Québec sur le Renouveau du Cadre stratégique agricole



Agriculture et Agroalimentaire Canada  
**Canada**

Agriculture and Agri-Food Canada

Agriculture, Pêcheries et Alimentation  
**Québec**



# Ensemble semons LA PASSION

## Récoltons L'EXCELLENCE

**MÉLANGES FOURRAGERS**  
optimisés pour votre lait fourrager

**NUTRISEEM** EXC

UNE EXCLUSIVITÉ DE  
William Houde

8, 3<sup>e</sup> rang ouest, St-Simon

Contactez-nous au : 800 663-0064 ou 450 798-2002



<b>LA CULTURE DU LAIT</b>   <b>ALI-FERT</b>	<b>LE RENDEMENT DANS LA LIGNE</b>  <b>FERTI-LIGNE</b>	<b>L'AZOTE NOUVELLE GÉNÉRATION</b>  <b>SULFAMMO</b>





## Grandes cultures



### Un site entièrement dédié à l'information de pointe en grandes cultures.



Que vous soyez conseiller ou producteur, on a de l'information pour vous!

- Cherchez parmi les 400 documents et hyperliens déjà en ligne.
- Faites comme plus de 2500 personnes : abonnez-vous. C'est simple et gratuit.
- Soyez informé des nouveautés et des événements du secteur.

**Agri-Réseau, LA bibliothèque virtuelle**  
**[www.agrireseau.qc.ca/grandescultures](http://www.agrireseau.qc.ca/grandescultures)**



**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

# Un guide de production essentiel pour les agronomes, les producteurs et autres intervenants!

Commandez votre exemplaire directement sur le nouveau site du CRAAQ au [www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca) ou téléphonez au 1 888 535-2537

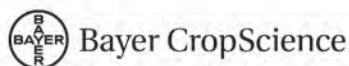
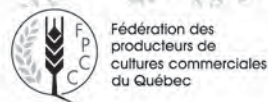


Prix SPÉCIAL de lancement

**50\$**

Avant le 30 mars 2012

Contributeurs :



## Autres publications d'intérêt dans le secteur des grandes cultures :



Le lin oléagineux  
PMAI0006  
Prix : 10,50 \$



Initiation à la production de  
semences généalogiques  
PSEM0001  
Prix : 10,50 \$



Facteurs-clés pour la  
production du blé  
d'alimentation humaine  
PCEI0007  
Prix : 27,75 \$



Guide Soya  
PMAI0009  
Prix : 17,83 \$



Répertoire 2011 -  
Traitements de protection  
des grandes cultures  
PPHY0102  
Prix : 35,00 \$



Maladies des grandes  
cultures au Canada  
PEDR0068  
Prix : 35,33 \$

Références  
ÉCONOMIQUES

Planifiez vos investissements, analysez, évaluez, pesez les risques  
d'un projet avec toute l'information économique en main.

Consultez les Références économiques du CRAAQ

Pour plus d'informations [www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca) • 1 888 535-2537

### Participez au concours Soyez informé et gagnez!

Pour obtenir une inscription au concours, rien du plus simple, il suffit :

- de vous créer un profil client sur notre nouveau site Web;
- de cocher au moins un champ d'intérêt parmi ceux proposés.

Grand prix : une tablette Galaxy Tab 10.1 4G de Samsung

Tirage : le 3 mai 2012 lors du Colloque Horizon marketing agroalimentaire



## **Visitez notre nouveau site et participez au concours Soyez informé et gagnez!**

au [www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca)

Le nouveau site du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) a été dévoilé lors du Salon de l'agriculture de Saint-Hyacinthe le 10 janvier dernier.

Parmi les nouvelles fonctionnalités du site, mentionnons la possibilité de vous créer un profil client et d'indiquer vos champs d'intérêt. Une fois inscrit, vous profiterez de plusieurs avantages :

- Faire des achats plus facilement et plus rapidement;
- Être informé des nouveautés selon VOS intérêts;
- Avoir accès à de nombreux contenus exclusifs.

Pour plus de détails, consultez la section  
Pourquoi vous créer un profil client?

## **Participez au concours Soyez informé et gagnez!**

Créez votre profil client avant le 30 avril 2012 et cochez au moins un champ d'intérêt pour être automatiquement inscrit au concours Soyez informé et gagnez! Grand prix : une tablette Galaxy Tab 10.1 4G de Samsung. Le tirage aura lieu lors du Colloque Horizon marketing agroalimentaire le 3 mai 2012.



Profitez-en pour découvrir nos nouvelles publications, nos prochains événements ainsi que l'ensemble de nos services en ligne.



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec



*La diffusion des résultats de la recherche et le partage des expériences sont à la base de l'innovation en agriculture.*

*Ce rendez-vous annuel est une occasion privilégiée pour développer davantage les connaissances.*

*LES PRODUCTEURS DE CULTURES COMMERCIALES DU QUÉBEC et la FPCCQ sont fiers de commanditer cette journée et souhaitent des retombées positives à tous les participants.*



Fédération des  
Producteurs de Cultures Commerciales  
du Québec