

# JOURNÉE D'INFORMATION SCIENTIFIQUE - GRANDES CULTURES

Jeudi 20 février 2014  
Hôtel et Suites Le Dauphin  
Drummondville

## ENSEMBLE POUR LA DIFFUSION DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE



Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec



**CRAAQ**

CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR



## Notre vision

Fort de son expertise et de son savoir-faire comme diffuseur privilégié du secteur agricole et agroalimentaire québécois, le CRAAQ entend innover dans la gestion numérique des contenus et dans ses moyens de diffusion afin de développer de nouveaux marchés au Québec, au Canada et à l'international.

## Notre mission

En s'appuyant sur le réseautage des meilleurs experts et en tirant profit d'une approche intégrée des technologies de l'information, le CRAAQ rassemble et diffuse le savoir et développe des outils contribuant à l'avancée du secteur agricole et agroalimentaire.



Lorsque vous participez à nos évènements ou achetez nos publications, vous encouragez la diffusion des nouvelles connaissances et la mise à jour de nos outils de référence.  
Merci!

### ***Avertissement***

Il est interdit de reproduire, traduire ou adapter cet ouvrage, en totalité ou en partie, pour diffusion 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 contenus publiés dans ce document ont été reproduits tels que soumis et n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs respectifs.

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, 2014

PMAI0104  
ISBN 978-2-7649-0451-0 (version imprimée)  
ISBN 978-2-7649-0452-7 (PDF)

Dépôt légal  
Bibliothèque et Archives Canada, 2014  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2014



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.

MERCI DE

FAIRE PARTIE

DE NOTRE

RÉSEAU!

Membres partenaires

**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 

**Un partenaire  
de premier plan !**



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada

**Canada**



**La Financière  
agricole**

**Québec** 



**L'Union des  
producteurs  
agricoles**

MERCI DE  
FAIRE PARTIE  
DE NOTRE  
RÉSEAU!

## Membres associés

Association des jardiniers maraichers du Québec (AJMQ)  
Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec (AMVPO)  
Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ)  
Association des technologues en agroalimentaire inc. (ATA)  
Banque Nationale du Canada  
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)  
CEFRIO  
Citadelle, coopérative de producteurs de sirop d'érable  
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ)  
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 producteurs de cultures commerciales du Québec (FPCCQ)  
Fédération des producteurs de lait du Québec (FPLQ)  
Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ)  
Financement agricole Canada  
Fonds d'investissement pour la relève agricole (FIRA)  
Gestion agricole du Canada (GAC)  
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)  
Les Groupes conseils agricoles du Québec (GCAQ)  
Mouvement Desjardins  
Ordre des agronomes du Québec (OAQ)  
Premier Tech Biotechnologies – MYKE PRO  
Syndicat des producteurs de lapins du Québec (SPLQ)  
TD Canada Trust  
Valacta

# *Un réseau d'experts au bout des doigts!*

Depuis plus de 10 ans, le CRAAQ offre aux conseillers et aux entrepreneurs des services en ligne leur permettant d'accroître leur efficacité et de parfaire leurs connaissances : bibliothèque virtuelle touchant une trentaine de secteurs, données agrométéorologiques, outils de diagnostic, base de données sur les pesticides, répertoires de professionnels et de programmes de soutien financier, outils de gestion et de budgétisation et plus encore!

Découvrez tous les services en ligne du CRAAQ

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



**FIER PARTENAIRE !**



© Éric Labonté et Marc Lajoie, MAPAQ.

UN  
**QUÉBEC**  
POUR TOUS

*Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation*  
Québec 



# Programme

Le jeudi 20 février 2014  
Hôtel et Suites Le Dauphin  
Drummondville

- 8 h 15 Café de bienvenue
- 8 h 55 **Mot d'ouverture**  
Yves Dion, M.Sc., agronome – Phytogénétique des céréales, CÉROM et Comité grandes cultures du CRAAQ
- 9 h **Mais ça va prendre quelle différence de rendement pour que ce soit significatif?!**  
Gilles Tremblay, M.Sc., chercheur, CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil

## **GESTION DES CULTURES**

- 9 h 20 **Appréciation de quelques facteurs impondérables dans l'élaboration des recommandations de fertilisation**  
Louis Robert, M.Sc., agronome, conseiller expert en grandes cultures, MAPAQ, Direction régionale de la Chaudière-Appalaches, Sainte-Marie
- 9 h 40 **Expérimentation de la production de soya fourrager en zone agricole nordique (1800 à 2200 UTM)**  
Caroline Côté Beaulieu, M.Sc., agronome, chargée de projet, Écosphère, Rimouski  
Claude Roy, enseignant, chef du département de mécanique agricole, CFP Mont-Joli-Mitis, Mont-Joli
- 10 h **Épeautre de printemps et d'automne : résultats des essais de cultivars et de densité de semis**  
Isabelle Dorval, B.Sc., étudiante à la maîtrise en biologie végétale, Université Laval, Québec
- 10 h 20 **Effets des engrais verts et de leur période d'enfouissement sur les rendements du blé**  
Frédéric Verville, B.Sc.A., étudiant à la maîtrise en biologie végétale, Université Laval, Québec
- 10 h 40 **Pause santé**

## **PHYTOPROTECTION**

- 11 h 10 **Évaluation du contenu des mycotoxines présentes chez différents hybrides de maïs cultivés au Québec**  
Nafiseh Parvarandeh-Farimani, B.Sc., étudiante à la maîtrise en biologie végétale, Université Laval, Québec
- 11 h 30 **Évaluation de modèles prévisionnels de la fusariose de l'épi chez le blé sous les conditions de culture du Québec**  
Marie-Eve Giroux, B.Sc., agronome, étudiante à la maîtrise en biologie végétale, Université Laval, Québec
- 11 h 50 **Système de suppression des mauvaises herbes Enlist : une innovation au niveau des herbicides et des nouvelles caractéristiques des traits génétiques des semences de soya et de maïs**  
Michel Tremblay, B.Sc., agronome, représentant technique et des ventes, Dow AgroSciences Canada inc., Beloeil
- 12 h 10 **Dîner**

## **PRATIQUES D'AGRICULTURE DURABLE**

- 13 h 25 **Impact des haies brise-vent sur les rendements de cultures de maïs en Montérégie-Ouest**  
André Vézina, M.Sc., ing. forestier, professeur et chargé de projets, ITA et Biopterre, La Pocatière
- 13 h 45 **La télédétection en appui à la gestion localisée des champs : perspectives du projet ReZoTaGe**  
Aubert Michaud, Ph.D., chercheur, conservation des sols et de l'eau, IRDA, Québec

## **PHYTOPROTECTION (suite)**

- 14 h 05 **Quelles espèces exotiques envahissantes menacent la culture du soya au Québec à la faveur des changements climatiques?**  
Joffrey Moiroux, Ph.D., étudiant post-doctoral en biologie, IRBV, Université de Montréal, Montréal
- 14 h 25 **Pause**
- 14 h 40 **Évaluation de différents moyens de désherbage pour contrôler l'ériochloé velue**  
Marie-Édith Cuerrier, M.Sc., agronome, chercheuse en malherbologie, CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil
- 15 h **Mesures de réduction des risques proposées par Santé Canada suite aux mortalités d'abeilles déclarées en 2012 et 2013**  
Pierre-Olivier Duval, B.Sc. Biologie, M.Sc. Environnement, agent régional des pesticides, Santé Canada, Montréal
- 15 h 30 **Mise à jour sur le système de production de soya Roundup® Ready Xtend**  
Pierre Lanoie, B.Sc., agronome, agriculteur, professionnel de recherche, Monsanto Canada, Saint-Hugues
- 15 h 50 **Fin de la journée**

Partenaire du cahier du participant



Comité grandes cultures

# Comité organisateur

---

Yves Dion, M.Sc., agronome, chercheur, CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil

Julie Durand, M.Sc., agronome, directrice de recherche, Semican inc., Princeville

Sylvie Rioux, Ph.D., agronome, chercheure, CÉROM, Québec

Gilles Tremblay, M.Sc., chercheur, CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil

Salah Zoghalmi, M.Sc., agronome, conseiller aux affaires agronomiques, Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec, Longueuil

## *Coordination*

Denise Bachand, M.Sc., chargée de projets, CRAAQ, Québec

# Appui du CRAAQ

---

Karine Beaupré, responsable de la logistique

Marie-Claude Bouchard, adjointe aux mandats spécifiques

Guillaume Breton, responsable marketing et ventes

Dany Dion, responsable à l'administration

Sophie Fournier, agente de secrétariat

Sophie Lalumière, agente de secrétariat

Karine Morin, coordonnatrice des projets et des opérations

Nathalie Nadeau, technicienne en infographie

Catherine Prévost, adjointe de la coordonnatrice

Agathe Turgeon, agente à l'administration

Journée d'information  
scientifique - Grandes cultures



Le jeudi 20 février 2014  
Hôtel et Suites Le Dauphin  
Drummondville

# Résumés des conférences



**CRAAQ**

CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR

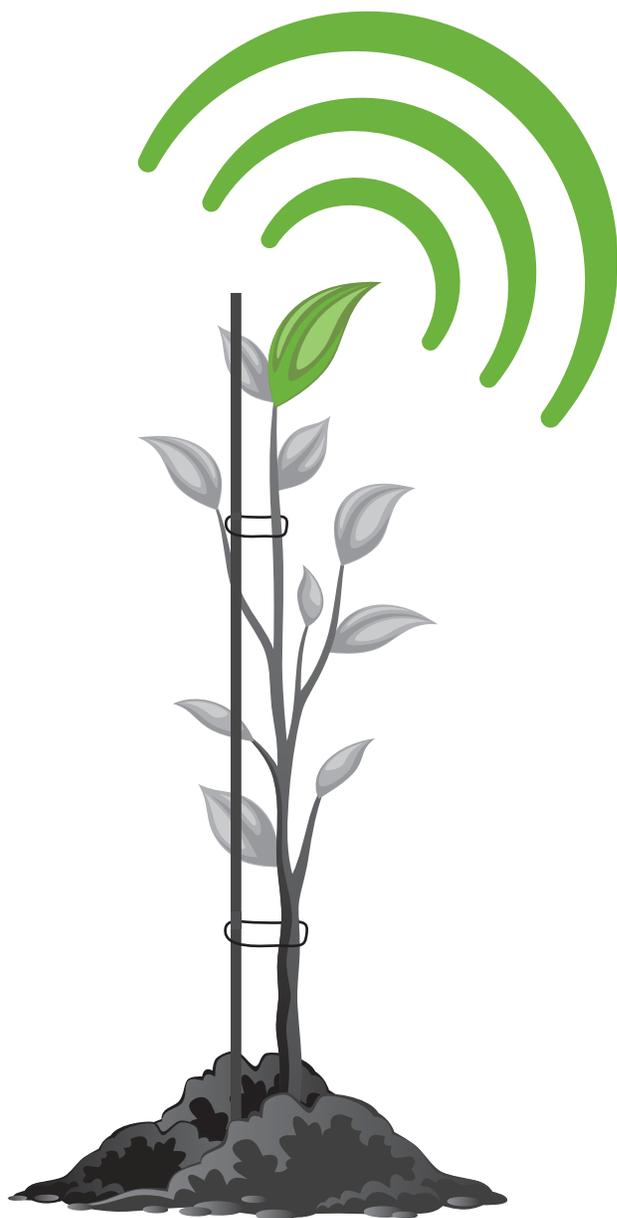
Comité grandes cultures

# Cultiver l'expertise, diffuser le savoir

## Comment?

Lorsque vous voyez ce logo, pensez au respect des droits d'auteur. C'est votre contribution qui nous permet de remplir notre mission de diffusion du savoir.

Merci de nous donner les moyens de continuer à vous offrir des contenus de qualité!



## Soutenez la diffusion



**CRAAQ**

CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR

# Mais ça va prendre quelle différence de rendement pour que ce soit significatif ?!

GILLES J. TREMBLAY<sup>1</sup>

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

[gilles.tremblay@cerom.qc.ca](mailto:gilles.tremblay@cerom.qc.ca)

**Mots clés : variabilité, significatif, rendement.**

Est-il vrai de dire qu'un hybride de maïs-grain qui donne un rendement en grains supérieur de 250 kg comparativement à un autre hybride est assurément meilleur que cet autre hybride ?

On parle ici d'un hybride mais on pourrait tout aussi bien parler de cultivars de céréales ou de soya, de l'effet d'ajouter un engrais, de l'application d'un fongicide ou de comparer des pratiques culturales. Comme on dit si bien, pour faire de bonnes comparaisons, il faut comparer des pommes avec des pommes. Qu'est-ce que cela veut dire ? Pour bien comparer, il faut comparer des choses qui soient réellement comparables et leur donner des chances équivalentes de bien performer.

Prenons un premier exemple pour illustrer notre propos. Le réseau des grandes cultures du Québec (RGCQ) publie annuellement les résultats des essais qu'il mène sur des hybrides de maïs-grain dans la revue Grandes Cultures de la Terre de Chez Nous. Une information essentielle se retrouve au bas de chacun des tableaux soit la plus petite différence significative (PPDS). La valeur du PPDS est un outil statistique qui permet de vérifier si les moyennes de deux valeurs d'un critère (teneur en eau, rendement, poids spécifique, etc.) sont statistiquement différentes à un niveau de probabilité fixé ici à 5 %, autrement dit, cette différence est valide 95 fois sur 100. Ainsi, la différence entre 2 hybrides doit excéder la valeur du PPDS pour être considérée comme significativement différente. À titre d'exemple, le rendement relatif moyen d'un hybride A est de 110 et celui d'un hybride B est de 98 alors que la valeur de la PPDS pour cet essai est de 10. Puisque la différence de rendement relatif entre ces deux hybrides est de 12, elle excède la PPDS et on peut affirmer que l'hybride A aurait un rendement supérieur à l'hybride B dans 95 % des cas. La différence de rendement mesurée ici n'est pas simplement due à des facteurs environnementaux indésirables ou non contrôlés. Donc, pour comparer deux hybrides de maïs-grain sur l'un des critères (rendement, verse, humidité, poids spécifique) on vérifie si la différence entre eux est supérieure ou non à la PPDS de ce critère.

Les essais menés dans le cadre du RGCQ sont réalisés selon des protocoles scientifiques rigoureux et permettent d'évaluer objectivement des hybrides de maïs-grain dans différents environnements. Les valeurs des PPDS observées en 2013 chez le maïs-grain dépassent largement les 250 kg/ha suggérées dans l'introduction du présent texte. Dans les meilleurs des cas, il fallait des différences de plus de 600 kg/ha entre les rendements de deux hybrides pour qu'ils soient significativement différents. Dans les pires des cas, les différences devaient être supérieures à 1500 kg/ha pour que les rendements de deux hybrides soient significativement différents ! Pourquoi faut-il de si grands écarts pour que les rendements soient réellement différents ? C'est avant tout une question de variabilité. Variabilité de la réponse de l'hybride, variabilité spatiale des caractéristiques du champ (chimie, fertilité, drainage, compaction, etc.), variabilité météorologique des saisons, etc. Et au travers tout ce processus, il y a toujours des possibilités de faire des erreurs involontaires détectées ou non qui peuvent aussi jouer sur la variabilité de la réponse des hybrides.

Donc, dans le cas de l'évaluation d'hybrides de maïs-grain, des différences de 250 kg/ha semblent insuffisantes pour prétendre que deux hybrides soient réellement différents l'un de l'autre. Qu'en est-il dans le domaine de la fertilisation ? Plusieurs producteurs considèrent que leurs champs sont assez homogènes pour ne pas tenir compte de cette source de variabilité lorsqu'ils veulent évaluer des hybrides ou des doses d'un fertilisant. Les essais à la ferme de fertilisation azotée menés par le CÉROM sur le maïs-grain de 1997 à 2009 ont montré que les différences de rendements entre les blocs ou les bandes de sol étaient rarement inférieurs à 500 kg/ha et quelquefois supérieurs à 2000 kg/ha. Selon seize (16) essais menés en 2012 par le CÉROM en collaboration avec des conseillers de clubs agroenvironnementaux, les valeurs requises pour que deux doses d'azote procurent des rendements significativement différents l'un de l'autre (PPDS) étaient généralement supérieures à 1000 kg/ha. Dans le domaine de la fertilisation,

il est toutefois préférable d'utiliser plusieurs doses croissantes d'un même élément afin d'établir une courbe de réponse. Lorsque la culture répond positivement à l'ajout de l'élément fertilisant, il est alors possible de calculer la dose économique optimale en faisant varier le prix des intrants et la valeur de la récolte selon différents scénarios.

Voici un dernier exemple pour illustrer notre propos. Le CÉROM a établi des parcelles de longue durée en 2008 à Saint-Mathieu-de-Beloëil afin de vérifier l'impact de deux régies culturales : le semis direct versus le travail conventionnel du sol qui consiste en un labour d'automne et par le passage d'un vibroculteur au printemps. En 2012, les rendements en maïs-grain pour les quatre blocs de parcelles de semis direct ont été de 10125, 9236, 10893 et 10458 kg/ha. Pour la régie conventionnelle, les rendements des quatre blocs correspondants ont été de 11333, 10217, 9729 et 10874 kg/ha. Les rendements moyens des régies conventionnelle et en semis direct ont donc été respectivement de 10538 et de 10178 kg/ha, soit un avantage de 360 kg/ha en faveur de la régie conventionnelle. L'analyse statistique des résultats obtenus montre que cette différence moyenne de 360 kg/ha n'est pas significative. Les régies conventionnelle et en semis direct ont permis d'obtenir des rendements qui sont statistiquement équivalents bien que l'on ait mesuré une différence absolue de 360 kg/ha. La variabilité de la réponse des deux régies constitue une partie de l'explication. Les rendements de la régie conventionnelle ont été supérieurs de plus ou moins 1000 kg/ha comparativement au semis direct dans les deux premiers blocs mais seulement de 400 kg/ha dans le dernier bloc. Dans le 3<sup>e</sup> bloc, c'est le semis direct qui permet d'obtenir des rendements supérieurs de plus de 1000 kg/ha comparativement à la régie conventionnelle.

Donc, pour répondre à la question initiale à savoir cela va prendre quelle différence de rendement pour que ce soit significatif, je répondrais : cela dépend de la variabilité liée aux phénomènes étudiés. Ainsi, pour être capable de déterminer si deux valeurs sont significativement différentes l'une de l'autre, il faut d'abord les comparer en leur donnant les mêmes chances de s'exprimer. Par la suite, il faut aussi avoir une mesure de la variabilité associée à ces valeurs afin de pouvoir les comparer adéquatement.

# Appréciation de quelques facteurs impondérables dans l'élaboration des recommandations de fertilisation

LOUIS ROBERT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agronome, MAPAQ Direction régionale de la Chaudière-Appalaches 675 Route Cameron SAINTE-MARIE (Québec) G6E 3V7

[Louis.robert@mapaq.gouv.qc.ca](mailto:Louis.robert@mapaq.gouv.qc.ca)

**Mots clés : fertilisation, variabilité saisonnière, recommandation, volatilisation, analyse de sol.**

Si on devait évaluer la qualité du travail agronomique en fertilisation strictement sur la base de la fréquence des cas de pertes de rendement attribuables aux recommandations, la note serait près de la perfection. En effet, si on considère d'une part que chaque recommandation, faite sur tous les champs individuels, de tous les PAEF, et à chaque année, constitue un acte agronomique comportant un risque d'erreur certain, et d'autre part le nombre de cas d'échecs documentés ou même seulement soupçonnés d'être de mauvais résultats agronomiques, le taux de réussite est impressionnant.

L'élaboration d'une recommandation de fertilisation est la plupart du temps réalisée de façon mathématique, en reliant la teneur du sol en élément nutritif à une quantité précise d'engrais à apporter, en utilisant, souvent à l'aide de logiciels spécialisés, les balises proposées par le Guide de référence en fertilisation (CRAAQ, 2010). Même si le jugement agronomique ne peut être évacué de la démarche, du moins en principe, à l'usage, on en vient à ne plus accorder trop d'importance aux nombreux processus biologiques, bio chimiques ou encore climatiques qui peuvent considérablement altérer la relation [Analyse du sol]/[Besoins réels de la culture] à différentes étapes de l'élaboration de la recommandation : variabilités spatiale et saisonnière des résultats d'analyse de sol, manipulation des échantillons, calculs des pertes, qualité de l'épandage, etc.

Ces facteurs sont bien documentés et font encore régulièrement l'objet de travaux de recherche et revues de littérature. Un projet de suivi hebdomadaire des paramètres chimiques a été complété en Chaudière-Appalaches en 2012, mais n'a jamais encore été publié (Guillemette, V. 2012. Comm.pers.). À toutes les semaines, du début juin à la mi-novembre 2011, les sols de parcelles chaulées ou non, de deux sites de textures différentes (St-Isidore, sable loameux St-Thomas, podzol; St-Lambert-de-Lauzon, loam argileux LeBras, gleysol) ont été échantillonnés aux mêmes endroits et analysés pour évaluer l'amplitude de la variabilité saisonnière sur des sols typiques de la région, et l'effet du chaulage sur cette variabilité. Il en ressort que, pour les deux sites, mais sans tendance commune, plusieurs des paramètres varient en cours de saison, à un point tel que, parfois, des intervalles de quelques semaines auraient menées à des recommandations de chaux ou d'engrais très différentes. Par exemple, le pH eau au site St-Lambert est passé de 5,3 à la mi-juin à 6,2 6 semaines plus tard; le phosphore a connu un maximum de 220 kg/ha au début juillet à St-Isidore, et un minimum de 145 kg/ha à la fin août; et le potassium 250 kg/ha en juin, 50 kg/ha à la fin de la saison.

À première vue surprenantes, ces observations ne contredisent pas les constats faits dans d'autres contextes et publiés dans des revues scientifiques plus formelles : la variabilité saisonnière peut être aussi importante que la variabilité spatiale, ne suit pas de patron régulier, et ne peut être expliquée par l'absorption par les cultures, les variations climatiques, ou la fertilisation, du moins lorsque ces facteurs sont analysés sans tenir compte des interactions entre eux et des transformations chimiques et microbiennes dans le sol.

Une revue de littérature (Khan, 2013) portant spécifiquement sur le potassium rapporte des valeurs passant de 270 à 500 kg K/ha à 4 semaines d'intervalle, et fait ressortir l'importance du sous-sol comme source de potassium pour expliquer partiellement l'augmentation graduelle de la teneur du sol en K sur une période de plusieurs années, et pour plusieurs sites, même en absence de fertilisation K. Une compilation de 211 essais publiés démontre qu'on ne peut établir de lien entre le bilan K (apports/exportations) et l'évolution de la teneur en K du sol, à court ou long terme, ni avec les besoins en K des cultures. L'apport de potassium (KCl) a eu aucun effet sur le rendement dans 76 % de ces essais, et aucun effet sur la qualité des récoltes dans 92 %. Toutes cultures confondues, l'effet de la fertilisation potassique sur le rendement a été plus souvent négatif (effet du Cl<sup>-</sup>). Dans le cas des plantes fourragères,

une baisse de qualité est généralement mesurée, par l'effet antagoniste du K sur l'absorption de Ca et Mg, et les risques accrus de fièvre de lait et tétanie des herbages.

Les essais de fertilisation des grandes cultures au Québec ont souvent obtenu peu ou pas de réponse au phosphore ou au potassium. Il arrive que les teneurs des sols utilisés soient au-dessus des niveaux de suffisance, mais il est tout aussi probable que d'autres facteurs que la teneur du sol influencent la réalisation du rendement. Les coefficients de détermination ( $R^2$ ) des courbes de régression entre  $[P,K]_{\text{sol}}$  et rendement relatif sont rarement  $> 0,50$ . Donc, même lorsque seul la teneur en l'élément varie, plus de la moitié de la variabilité du rendement soit expliquée par d'autres facteurs.

Parmi les éléments nutritifs majeurs, l'azote est régulièrement un élément limitatif au rendement. Les analyses de sol routinières ne présentent pas d'indice de fertilité en azote. De par son importance économique et agronomique en productions de grandes cultures, ainsi que les impacts négatifs potentiels sur l'environnement, les conséquences d'une recommandation erronée sont multiples et coûteuses. L'exemple de la volatilisation de l'azote ammoniacal suite à l'épandage d'engrais de ferme sur des prairies permet d'illustrer la grande difficulté de prévoir avec précision l'apport d'azote réellement efficace quelques mois d'avance.

Sans pour autant en conclure que les analyses de sol conventionnelles sont d'aucune utilité, ces travaux remettent en perspective leur pertinence. Comme d'autres avant eux, ils aident à relativiser la valeur de l'analyse de sol dans le travail agronomique d'élaboration des recommandations de fertilisation, au profit d'autres indices : rendement de la culture sans apport dans des parcelles à la ferme, porosité et profondeur du sol, activité microbienne, etc.

## Références

CRAAQ. 2010. Guide référence en fertilisation (2e éd.).

Guillemette, V. 2012. Connaître l'évolution des éléments minéraux du sol au cours de la saison de culture afin de déterminer le moment idéal pour l'échantillonnage des parcelles cultivées. Rapport de projet non publié, collaboration MAPAQ/Fertior/Agro-Enviro-Lab. Décembre 2012.

Khan, S.A., Mulvaney, R.L., et Ellsworth, T.R. 2013. The potassium paradox: Implications for soil fertility, crop production and human health. *Renew. Agr. And Food Systems*. 1-25.

# Expérimentation de la production de soya fourrager en zone agricole nordique (1800 à 2200 UTM)

CAROLINE C. BEAULIEU<sup>1</sup>, CLAUDE ROY<sup>2</sup>, STÉPHANIE ROSS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Écosphère, Expert-Conseil en environnement, C.P. 1392, Rimouski (Québec) G5L 8M3

<sup>2</sup> Centre de formation professionnelle Mont-Joli – Mitis, 1414, rue des Érables, Mont-Joli (Québec) G5H 4A8  
[carolinecb.ecosphere@globetrotter.net](mailto:carolinecb.ecosphere@globetrotter.net)

**Mots clés : soya fourrager, stade, cultivar, rendement, valeur nutritive.**

## Contexte

Le C.F.P. Mont-Joli- Mitis est un petit centre de formation professionnelle situé au Bas-St-Laurent. Il se distingue particulièrement par son enseignement axé sur le développement des savoirs, des savoir-faire et des savoirs être. Cette approche exige une formation davantage basée sur l'action et les réalités du milieu. C'est pourquoi ce centre, propriétaire d'une ferme école de 52 hectares, s'est engagé depuis bientôt 10 ans dans différents projets d'expérimentations afin de bonifier la formation et favoriser le développement agricole régional. Les projets d'expérimentation menés au centre permettent de tester, en région, de nouvelles pratiques ou productions et offrent une vitrine technologique aux entreprises locales, limitant ainsi le risque à prendre par ces dernières.

À l'été 2012, la Fédération de l'UPA du Bas-Saint-Laurent, le CFP Mont-Joli-Mitis et la firme Écosphère, ont entrepris une première phase d'expérimentation sur le soya fourrager en zone agricole nordique afin de déterminer la faisabilité de cette culture sous les conditions de La Mitis. Une partie du financement de ce projet a été fournie par l'entremise des conseils sectoriels du Québec, de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve et Labrador qui exécutent le Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA) pour le compte d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

## Introduction

La production de maïs étant difficile sous leurs conditions, les entreprises laitières des régions agricoles nordiques (1800 à 2200 UTM) se tournent vers la production de luzerne pour obtenir du fourrage de haute qualité. Malgré cela, les besoins en suppléments demeurent importants et engendrent des coûts élevés d'alimentation. De plus, la sensibilité de la luzerne à l'hiver et la courte plage de récolte permettant d'obtenir un fourrage de qualité compliquent la planification de l'approvisionnement en fourrage des entreprises.

La possibilité de produire du soya fourrager a donc été soulevée comme alternative pour pallier à certaines problématiques de la production fourragère conventionnelle. Peu de documentation à jour est disponible sur la culture de soya fourrager dans la réalité de production actuelle et particulièrement dans les conditions du Bas-Saint-Laurent. Par le projet, l'équipe de réalisation souhaitait démontrer aux producteurs locaux la faisabilité de cette culture et répondre à leurs principales préoccupations face à cette nouvelle production. Les objectifs principaux du projet étaient d'évaluer l'impact du stade à la récolte (R3-4 vs R6-7) et de la maturité relative du cultivar sur le rendement, la valeur nutritive et la conservation de l'ensilage en balles rondes ainsi que d'évaluer l'intérêt économique de la culture.

## Méthodologie

Une parcelle de 4 hectares de la ferme école du C.F.P. Mont-Joli-Mitis a été consacrée à la culture du soya pendant deux ans. La parcelle a été divisée en quatre (4) sous parcelles ensemencées à partir de cultivars différents (hâtif, mi-hâtif, tardif et fourrager) afin de préciser l'influence du niveau d'exigence thermique (utm) sur le rendement et la date de récolte.

Chacun des cultivars a été récolté à deux stades différents, soit R3-4 et R6-7, afin de préciser l'impact du stade sur la qualité du fourrage et la conservation de l'ensilage. La récolte a été mise en andains et pressée en balles rondes avec pré hachage. Les balles de chacun des traitements ont été pesées avant l'enrobage. Des échantillons ont été prélevés et analysés pour déterminer la teneur en matière sèche et la valeur nutritive du fourrage.

Après une période minimale de 60 jours, les balles d'ensilage ont été ouvertes afin de réaliser une évaluation visuelle et olfactive de la conservation. Des échantillons ont également été prélevés et analysés afin d'évaluer la valeur

nutritive et la conservation de l'ensilage à partir du profil de fermentation. L'expertise de Valacta a été sollicitée à cette étape du projet. Une brève analyse économique a été réalisée en collaboration avec Valacta afin de comparer le coût de production théorique et la valeur monétaire du soya fourrager comme aliment par rapport à un ensilage standard.

### Résultats et conclusions

Le projet a permis de démontrer que le stade à la récolte (R3-4 vs R6-7) a peu d'impact sur la valeur nutritive de l'ensilage récolté et sur la conservation en balles rondes. Toutefois, le rendement en matière sèche s'accroît considérablement avec l'avancement en maturité. Le rendement moyen atteint au cours du projet s'élève à 3,6 tonnes m.s. /ha au stade R3-4 et à 5,5 tonnes m.s. /ha au stade R6-7 ce qui est supérieur au rendement de référence de la région avec trois coupes de foin<sup>1</sup>.

Les variétés hâtives utilisées en région pour la production de grains semblent peu intéressantes pour la production d'ensilage. Le passage rapide au stade reproducteur puis à la maturité limite leur développement végétatif et par conséquent, leur rendement fourrager. Dans le cadre du projet, des variétés allant de 2350 à > 3500 UTM ont été testées et ont atteint le stade R 6-7 dans la majorité des cas, démontrant que le niveau d'exigence thermique n'est pas un élément très limitant dans le choix du cultivar. Ne pouvant prédire à l'avance les conditions météorologiques d'une saison, il est recommandé d'utiliser des variétés oléagineuses tardives (2850 UTM et +) ou fourragères afin de miser sur un « potentiel » de rendement maximal. Cette recommandation est d'autant plus justifiée que le stade atteint ne semble pas avoir d'impact important sur la valeur nutritive ou la conservation du fourrage. Il est également recommandé de privilégier un semis hâtif afin d'optimiser le potentiel de rendement du cultivar utilisé.

La récolte de variétés tardives au stade R 6-7 a présenté un avantage non anticipé en termes de période de récolte. L'atteinte du stade survenant tard à l'automne, la limite étant la première gelée mortelle, il a été possible de décaler les travaux par rapport à la récolte des autres cultures de l'entreprise, ce qui peut s'avérer un avantage considérable pour cette dernière. La qualité du fourrage étant peu variable dans le temps, le moment de la récolte peut être fixé en fonction des disponibilités de la machinerie ou de la main-d'œuvre, contrairement à la luzerne dont la plage de récolte pour une qualité optimale est courte.

L'expertise de Valacta a été sollicitée pour commenter la valeur nutritive et la conservation de l'ensilage de soya. Globalement, l'ensilage de soya peut être considéré comme un fourrage d'excellente qualité se comparant à peu de chose près à un ensilage de légumineuse immature. Les profils de fermentation ont également démontré une bonne conservation en balles rondes. Une attention particulière devrait néanmoins être portée à la teneur en gras et en protéine dégradable de la ration lorsque du soya fourrager est utilisé. Le fourrage devrait également être servi haché afin d'en améliorer l'appétence.

Globalement, l'évaluation économique démontre qu'il semble possible de produire de l'ensilage de soya fourrager à un prix équivalent, voir moindre, que pour la production d'ensilage de légumineuse pérenne comme la luzerne. Le coût de production est toutefois très variable et influencé par de nombreux facteurs. Il est donc nécessaire que chaque entreprise évalue ses propres coûts de production avant de se lancer dans la production de soya fourrager, ou de toute nouvelle production à grande échelle. L'utilisation du soya fourrager comme aliment dans la ration ne semble pas non plus causer problème économiquement, considérant un coût de production et une valeur alimentaire équivalents à ceux d'un ensilage de légumineuse immature.

Si la production et l'utilisation d'ensilage de soya fourrager ne semblent pas problématiques d'un point de vue économique, nous ne pouvons pas non plus conclure à un réel gain monétaire. L'aspect économique n'est donc pas le principal avantage du soya fourrager. Ses principaux atouts se situent davantage au niveau de la diminution des surfaces nécessaires pour produire les volumes de fourrage de qualité requis par l'entreprise, de sa production annuelle permettant de pallier rapidement à des manques de fourrages suite à une mortalité hivernale des prairies, de la constance dans la qualité du fourrage récolté et dans la latitude de récolte permise par cette culture.

---

<sup>1</sup> Le rendement de référence 2013 en assurance récolte, option superficie de la Financière agricole, pour la moyenne des six stations de la MRC de La Mitis, est de 3,8 t m.s./ha.

# Épeautre de printemps et d'automne : résultats des essais de cultivars et de densité de semis

ISABELLE DORVAL<sup>1</sup>, 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, QC, G1V 0A6

<sup>2</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin, QC, Canada G8M 4K3

<sup>3</sup> Centre de recherche sur les grains Inc. (CÉROM), Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC, G1P 3W8

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

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

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

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

## Introduction

L'épeautre est une céréale ancienne qui se distingue du blé par un grain vêtu 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 Redlova, 2007). L'épeautre est bien adapté pour la production céréalière biologique ou sans intrants au Québec et répond au besoin de développer des produits destinés à des marchés niches, comme les pains à base de farine d'épeautre.

Selon des études européennes, la densité de semis aurait peu d'effet sur le rendement de l'épeautre d'automne, ce qui permettrait de diminuer la quantité de semences (ou d'épillets) nécessaire à une bonne implantation. Les travaux de Pospisil et al. (2011) et de Ruegger et Winzeler (1993) ont démontré qu'il n'y avait pas de différence de rendement entre les densités de 200, 300 et 400 grains/m<sup>2</sup>. En Suisse, Maillard (1994) a mis en évidence qu'une densité de semis de 150 à 200 kg/ha (250-300 grains/m<sup>2</sup>) était suffisante pour obtenir un rendement optimal d'épeautre d'automne. À notre connaissance, il n'existe pas de données publiées sur les densités de semis optimales d'épeautre de printemps et d'automne dans le contexte québécois. L'objectif de ce projet est d'évaluer l'effet de la densité de semis sur le rendement en grains et en paille de différents cultivars et lignée d'épeautre de printemps et d'automne, sous les conditions climatiques du Québec.

## Méthodologie

Dans le cas de l'épeautre de printemps, les essais ont été réalisés en 2011, 2012 et 2013, à trois sites expérimentaux situés à Saint-Mathieu-de-Beloeil (Beloeil), Saint-Augustin-de-Desmaures (St-Augustin) et Normandin, pour un total de neuf années/sites. Le dispositif expérimental consistait en une expérience factorielle en bloc complets entièrement aléatoires avec deux facteurs à l'étude, soit : (1) quatre cultivars ou 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 essais d'épeautre d'automne ont été réalisés en 2011/2012 et 2012/2013, sur les sites de St-Augustin et de Normandin, pour un total de quatre années/sites. Le même type de dispositif expérimental a été utilisé mais les cultivars à l'étude étaient Cosmos, Ressac et Tauro, et les densités de semis étaient de 200, 250, 300, 350 et 400 grains/m<sup>2</sup>. La fertilisation, sous forme d'Acti-sol (fumier de volaille séché), a été ajustée pour apporter 80 kg/ha d'azote en tenant compte du précédent cultural, selon le site et l'année. Pour l'épeautre de printemps, la fertilisation a été appliquée et incorporée en pré-semis alors que pour l'épeautre d'automne, la fertilisation a été appliquée après la reprise des céréales au printemps. Aucun traitement herbicide ou fongicide n'a été appliqué. Les principales données recueillies en champ et au laboratoire étaient le rendement en grains vêtus et nus (obtenus après décorticage), le pourcentage de glumes, le rendement en paille et la survie à l'hiver, dans le cas de l'épeautre d'automne.

## Résultats

L'analyse des résultats a été effectuée par site. L'effet du cultivar a été très significatif peu importe le site et l'année pour les deux essais alors que la densité de semis a eu peu d'effets sur les différentes variables mesurées.

**Épeautre de printemps;** Les rendements en grains vêtus se situaient entre 2600 et 4800 kg/ha en zone 1 (Beloeil), entre 3000 et 4200 kg/ha pour la zone 2 (St-Augustin) et entre 3000 et 5000 kg/ha pour la zone 3 (Normandin). Les cultivars se sont comportés différemment selon les années/sites, bien que certaines tendances puissent être mises en évidence. Les rendements en grains vêtus les plus élevés ont été observés chez la lignée 04spelt49 et le cultivar Origin quatre années/sites sur neuf. Les rendements en grains nus se situaient entre 2000 et 3000 kg/ha en zone 1, entre 2100 et 3200 kg/ha en zone 2 et entre 2500 et 4000 kg/ha en zone 3. Les rendements en grains nus les plus élevés ont été observés chez la lignée 04spelt49 cinq années/sites sur neuf. Les cultivars Origin et Zorba ont obtenu des rendements similaires et se sont classés au 2<sup>ème</sup> rang, quatre années/site sur neuf. De façon générale, le cultivar Nexon a obtenu de plus faibles rendements, ce cultivar étant plus sensible à la verse que les autres cultivars. Le pourcentage de glumes le plus faible a été observé chez le cultivar Nexon (20 à 28 %), tandis que le pourcentage le plus élevé a été obtenu par le cultivar Origin (32 à 39 %). Les rendements en paille étaient généralement élevés comprenant des valeurs entre 2800 et 5000 kg/ha en zone 1, 4000 et 6500 kg/ha en zone 2 et 3000 et 5000 kg/ha en zone 3. La densité de semis n'a pas eu d'effet marqué sur les rendements en grains vêtus, en grains nus et en paille.

**Épeautre d'automne;** En 2011/2012, à St-Augustin, le taux de survie à l'hiver se situait entre 93 et 100 % alors qu'au site de Normandin, il se situait entre 15 et 100 %, deux blocs sur quatre ayant été particulièrement affectés. En 2012/2013, le taux de survie a été variable, 85 % des parcelles du site de St-Augustin ont obtenu une survie de 50 % et plus alors que 67 % des parcelles de Normandin ont atteint 50% de survie et plus. En zone 2, les rendements obtenus en grains vêtus variaient entre 3400 et 4500 kg/ha et en zone 3, entre 4200 et 7000 kg/ha. Les rendements en grains nus en zone 2 étaient de l'ordre de 2500 à 3800 kg/ha et de 3000 à 5000 kg/ha en zone 3. L'effet du cultivar a été très significatif. En 2011/2012, le cultivar Cosmos s'est démarqué par le meilleur rendement en grains vêtus et en grains nus aux deux sites. En 2012/2013, les cultivars Cosmos et Ressac ont obtenu les meilleurs rendements en grains vêtus et en grains nus au site de St-Augustin alors qu'à Normandin, Cosmos a obtenu le rendement en grains vêtus le plus élevé et Cosmos et Ressac ont obtenu les rendements en grains nus les plus élevés. Le cultivar Tauro présentait le pourcentage de glumes le plus élevé (29 à 37 %) et le cultivar Ressac, généralement le plus faible (23 à 27 %). En zone 2, les cultivars Cosmos et Tauro ont donné les meilleurs rendements en paille les deux années. En zone 3, en 2011/2012, le rendement en paille le plus élevé a été obtenu avec le cultivar Tauro, alors qu'aucune différence significative entre les trois cultivars n'a été observée en 2012/13. La densité de semis n'a eu aucun effet sur les rendements en grains vêtus, en grains nus et en paille.

## Conclusion

Les cultivars d'épeautre de printemps Origin et Zorba se sont démarqués pour leur rendement et leur tenue au champ, les rendements en grains nus les plus élevés pouvant se comparer au rendement en blé (3 t/ha). Bien que la lignée 04spelt49 ait obtenu des rendements élevés, cette lignée a démontré une sensibilité à la rouille des feuilles aux trois sites. Chez l'épeautre d'automne, ce sont les cultivars Cosmos et Ressac qui ont obtenu les rendements les plus élevés. La densité de semis n'a pas eu d'influence significative sur le rendement, ce qui indique qu'il serait possible d'obtenir des rendements élevés avec une densité de semis qui pourrait être diminuée en comparaison avec les densités actuellement utilisées.

## Références

- Lacko-Bartosova, M. and M. Redlova (2007). "Ecological farming system and the cultivation of protein-rich cereals (*Triticum spelta* L.) in the conditions of the Slovak Republic.": 39-42.
- Maillard, A. (1994). "Cultural practices and yield of spelt in western Switzerland." *Revue Suisse d'Agriculture* **26**(2): 77-80.
- Pospisil, A., M. Pospisil, Z. Svecnjak and S. Matotan (2011). "Influence of crop management upon the agronomic traits of spelt (*Triticum spelta* L.)." *Plant, Soil and Environment* **57**(9): 435-440.
- Riesen, T., H. Winzeler, A. Ruegger and P. M. Fried (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.
- Ruegger, A. and H. Winzeler (1993). "Performance of spelt (*Triticum spelta* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) at two different seeding rates and nitrogen levels under contrasting environmental conditions." *Journal of Agronomy and Crop Science* **170**(5): 289-295.

# Effets des engrais verts et de leur période d'enfouissement sur les rendements du blé

FRÉDÉRIC VERVILLE<sup>1</sup>, ANNE VANASSE<sup>1</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>2</sup>, DENIS PAGEAU<sup>3</sup>, GILLES TREMBLAY<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec (Québec), G1V 2J3

<sup>3</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin (Québec), G8M 4K3

<sup>4</sup> Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM), Saint-Mathieu-de-Beloeil (Québec), J3G 0E2

Courriel : [frederic.verville.1@ulaval.ca](mailto:frederic.verville.1@ulaval.ca)

**Mots clés** : Engrais verts, période d'enfouissement, *Triticum aestivum* L., rendement, azote

## Introduction

Plusieurs légumineuses, graminées et crucifères sont utilisées dans les systèmes culturaux comme engrais verts afin d'augmenter la fertilité du sol. Leurs utilisations ont fait l'objet de nombreuses recherches de par leur rôle dans l'amélioration des propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol (Fagaria *et al.*, 2005), de l'efficacité d'utilisation de l'azote (Thorup-Kristensen *et al.*, 2003) et dans la diminution du potentiel de réchauffement climatique (Robertson *et al.*, 2000). Les engrais verts améliorent la fertilité du sol et la rétention des éléments nutritifs, en plus de réduire l'érosion des sols et de rompre le cycle des maladies, des insectes ravageurs et des plantes adventices (Reeves, 1994). Pour toutes ces raisons, l'utilisation des engrais verts dans les rotations peut contribuer à maintenir ou à augmenter les rendements des cultures tout en réduisant les apports en intrants externes (Tonitto *et al.*, 2006). Cependant, le choix du type d'engrais vert et de la période d'enfouissement ainsi que les effets qu'auront ces pratiques sur les rendements et la qualité de la culture subséquente doivent être documentés sous les conditions du Québec.

## Méthodologie

Ce projet consiste à quantifier la contribution de plusieurs engrais verts à la nutrition azotée et au rendement du blé l'année suivante, selon leur période d'enfouissement (automne ou printemps). Les essais ont été mis en place durant trois ans à la ferme expérimentale de l'Université Laval à St-Augustin-de-Desmaures ainsi qu'à la ferme de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Normandin. Le dispositif expérimental aux deux sites consiste en un essai factoriel avec plan en tiroirs où les périodes d'enfouissement de l'engrais vert sont en parcelles principales : i) à l'automne à l'aide d'une charrue à versoirs et ii) au printemps à l'aide d'un outil de travail secondaire du sol. Les types d'engrais verts se retrouvent en sous-parcelles : i) avoine; ii) moutarde blanche; iii) radis huileux; iv) pois fourrager (ces quatre premiers traitements implantés à la dérobée d'une culture d'orge); v) mélange de trèfles rouge et blanc (en culture intercalaire avec l'orge); et vi) témoin sans engrais vert ni fertilisation. Des mesures de recouvrement et de biomasse des engrais verts ont été effectuées à l'automne dans toutes les parcelles, immédiatement avant l'enfouissement. Des analyses en N, P et K ont été effectuées sur ces biomasses. Au printemps, une application de glyphosate a été effectuée sur le mélange de trèfles avant le travail de sol. Par la suite, un semis de blé Fuzion a été fait sur toutes les parcelles. À la fin de la saison, les parcelles ont été récoltées afin d'obtenir le rendement sec en grains et en paille de blé et un échantillon de grains et de paille a été prélevé au moment de la récolte afin d'analyser le contenu en N, P et K. Cet essai a été répété à deux reprises dans le temps, soit en 2011-2012 et en 2012-2013, à chaque site expérimental.

## Résultats

Le type d'engrais vert a eu un effet significatif pour la majorité des variables mesurées. La biomasse accumulée par les engrais verts a été très variable en fonction des espèces. Dans tous les cas, pour les deux sites et les deux essais de chaque site, le mélange de trèfle rouge et trèfle blanc a produit la biomasse la plus élevée (moyenne de 3195 kg ha<sup>-1</sup>), ce qui s'explique par le fait qu'il était implanté en intercalaire de la culture d'orge plutôt qu'à la dérobée; bénéficiant d'un établissement plus hâtif que les autres engrais verts. Le radis huileux et la moutarde blanche ont obtenu des biomasses plus élevées (moyenne respective de 1290 et 1060 kg ha<sup>-1</sup>) que l'avoine et le pois fourrager (moyenne de 798 et 792 kg ha<sup>-1</sup>).

La biomasse des légumineuses était caractérisée par une teneur en azote plus élevée que celle des non-légumineuses. Le pois fourrager a obtenu le meilleur résultat dans tous les essais, avec une moyenne de 4,76 % N, par rapport à une moyenne de 3,43 % N pour le mélange de trèfles. Les non-légumineuses ont obtenu une moyenne de 3,01, 3,15 et 2,75 % N, respectivement pour l'avoine, la moutarde blanche et le radis huileux. Ainsi, malgré une biomasse plus faible, l'accumulation totale en azote du pois fourrager demeure tout de même comparable à celle des crucifères, avec une moyenne de 37,4, 36,0 et 34,1 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivement pour le pois fourrager, le radis huileux et la moutarde blanche. Étant donné sa grande biomasse, le mélange de trèfles a accumulé en moyenne 108,8 kg N ha<sup>-1</sup> alors que l'avoine n'a accumulé en moyenne que 24,3 kg N ha<sup>-1</sup>.

Le mélange de trèfles a procuré le rendement le plus élevé en grains par rapport au témoin; les autres engrais verts n'ayant pas mené à des hausses significatives des rendements en blé. Cette augmentation de rendement s'est produite aux deux sites lors des deux essais de chaque site, avec des hausses de 36,5 % et de 30,8 % pour le site de St-Augustin au premier et au deuxième essai, respectivement, et de 9,9 % et 7,7 % pour le site de Normandin au premier et au deuxième essai, respectivement. Les engrais verts ne semblent pas avoir une très grande influence sur la teneur en protéines des grains, le trèfle l'ayant seulement augmenté légèrement lors du premier essai de Normandin alors que la moutarde et le radis l'ont diminué lors du deuxième essai de Normandin.

Les traitements d'engrais verts ont eu un effet significatif sur le prélèvement en azote du blé pour trois essais sur quatre, soit le deuxième essai de St-Augustin et les deux essais de Normandin. À St-Augustin, le trèfle a mené à un prélèvement d'azote par le blé plus élevé de 21,2 kg N ha<sup>-1</sup>, ce qui correspond à une hausse de 30 % par rapport au témoin et à 21,7 % de l'azote accumulé par l'engrais vert. Pour le site de Normandin, le blé sous engrais vert de trèfle a prélevé 16,6 et 7,5 kg N ha<sup>-1</sup> de plus que le témoin pour le premier et le deuxième essai, ce qui correspond à une hausse de 13,9 % et 7,2 % par rapport au témoin. Ces valeurs correspondent à 11,4 % et 7,8 % de l'azote accumulé par le trèfle. Toujours à Normandin, le pois fourrager a causé une hausse de prélèvement d'azote pour le premier essai alors que l'avoine, la moutarde et le radis ont causé une baisse de prélèvement pour le deuxième essai.

La période d'enfouissement n'a eu un effet significatif que pour la variable de rendement en paille pour un essai sur quatre, avec un rendement plus élevé avec l'enfouissement d'automne pour le deuxième essai du site de St-Augustin. Au site de Normandin, lors du premier essai, nous avons obtenu une interaction significative entre les engrais verts et la période d'enfouissement qui démontrait un rendement en grains de blé plus élevé lorsque le mélange de trèfles a été enfoui à l'automne par rapport au printemps.

## **Conclusion**

L'engrais vert de trèfles en culture intercalaire s'est clairement démarqué des autres types d'engrais verts en ce qui concerne la production de biomasse, l'accumulation en azote et la hausse des rendements du blé l'année suivante. Le trèfle est d'autant plus intéressant qu'il peut être implanté facilement en intercalaire, ce qui réduit les besoins en temps et en main d'œuvre comparativement à une implantation d'un engrais vert à la dérobée d'une culture. Le pois fourrager implanté en dérobée présente un certain potentiel à condition de choisir une variété performante. La période d'enfouissement n'a pas eu d'effets très marqués sur les rendements du blé dans le cadre de ce projet.

## **Références**

- Fageria, N.K., Baligar, V.C., Bailey, B.A., 2005. Role of Cover Crops in Improving Soil and Row Crop Productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36, 2733-2757.
- Reeves, D.W., 1994. Cover crops and rotations. In *Crops Residue Management*; Hatfield, J.T. and Stewart, B.A., eds.; Lewis Publishers: Boca Rotan, Florida, 125-172.
- Robertson, G.P., Paul, E.A., Harwood, R.R., 2000. Greenhouse Gases in Intensive Agriculture: Contributions of Individual Gases to the Radiative Forcing of the Atmosphere. *Science* 289, 1922-1925.
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J., Jensen, L.S., 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances in Agronomy*. Academic Press, 227-302.
- Tonitto, C., David, M.B., Drinkwater, L.E., 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112, 58-72.

# Évaluation du contenu en mycotoxines de différents hybrides de maïs cultivés au Québec

NAFISEH PARVARANDEH FARIMANI<sup>1</sup>, ANNE VANASSE<sup>1</sup>, GILLES TREMBLAY<sup>2</sup>, SYLVIE RIOUX<sup>3</sup>.

1 Département de phylogie, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6

2 CÉROM 740 Chemin Trudeau, St-Mathieu-de-Beloeil, Québec, QC J3G 0E2

3 CÉROM, 2700 rue Einstein, Québec, QC G1P 3W8

Correspondance : [nafiseh.parvarandeh-farimani.1@ulaval.ca](mailto:nafiseh.parvarandeh-farimani.1@ulaval.ca)

**Mots clés :** mycotoxine, hybride, maïs.

## Introduction

Deux maladies fongiques, la fusariose de l'épi et la fusariose de l'épi et du grain, affectent fréquemment les céréales et notamment le maïs-grain (*Zea mays* L.) partout dans le monde. Elles peuvent causer des pertes de rendement et produisent des mycotoxines (métabolites secondaires de champignons) qui peuvent avoir des impacts nocifs sur la santé des humains et des animaux (Bennett et Klich, 2003; Xu, 2003). Les principales toxines produites par le genre *Fusarium* chez le maïs-grain sont les trichothécènes, la zéaralénone (ZEN) et les fumonisines (FUM) (D'Mello et coll., 1997). Le désoxynivalénol (DON) et la toxine T2, qui font partie du groupe des trichothécènes, sont les toxines les plus répandues ou toxiques (Kumar et coll., 2008, Mesterházy et coll., 2012). Au Québec, le maïs-grain est la composante principale dans la diète en production animale et en particulier pour l'industrie porcine. Par conséquent, les critères de qualité exigés et tout spécialement les contenus en mycotoxines des grains doivent être considérés pour le maïs-grain utilisé pour la production porcine.

Les hypothèses de ce projet s'énumèrent de la façon suivante: 1) les concentrations en toxines, DON, T2, ZEN et FUM, mesurées dans les grains de maïs varient selon les hybrides ensemencés et selon les zones climatiques de culture au Québec et 2) il existe une relation entre la maturité des hybrides de maïs-grain et leur contenu en mycotoxines. Afin de vérifier ces hypothèses, les objectifs spécifiques de cette étude sont de déterminer les teneurs en DON, T2, ZEN et FUM et la maturité physiologique de différents hybrides de maïs ensemencés dans les trois zones d'unités thermiques maïs (UTM) du Québec.

## Méthodologie

Pour répondre aux objectifs du projet, les essais ont été réalisés dans deux ou trois zones d'UTM des Réseaux grandes cultures du Québec (RGCQ), pendant trois années, 2009, 2010 et 2011. Chaque essai était établi selon un dispositif en blocs complets avec quatre répétitions. En 2009, les grains provenant d'un site de la zone 1 et d'un site de la zone 3 ont été utilisés, chaque essai comprenant des hybrides hâtifs et tardifs. Les grains provenant de deux des quatre répétitions de chacun des essais ont été analysés. En 2010 et 2011, deux ou trois sites de la zone 1 (2700 à 2900 UTM), deux sites de la zone 2 (2500 à 2700 UTM) et trois sites de la zone 3 (2300 à 2500 UTM) ont été considérés. Nous avons utilisé les grains provenant des essais tardifs seulement, en considérant deux répétitions pour chaque essai. Bien que différents hybrides aient été ensemencés d'une année à l'autre et d'une zone à l'autre, certains hybrides étaient communs aux trois années pour chacune des zones d'UTM. Lors de la récolte de maïs-grain, un échantillon d'environ 500 g par parcelle a été prélevé et séché jusqu'à dessiccation complète en étuve à 60°C pendant une période minimale de 72 h (Tremblay et coll., 2011). Dans ce projet, le test ELISA a été utilisé pour mesurer les concentrations en toxines à l'aide de trousseaux commerciaux quantitatives Veratox (corporation NEOGEN) spécifiques pour chacune des quatre mycotoxines à l'étude. Pour estimer la maturité physiologique des grains, deux épis ont été récoltés dans chaque parcelle dans les deux blocs pour deux sites de chaque zone, au début de septembre et une seconde fois à la fin de septembre.

## Résultats et conclusion

Les résultats de ce projet ont démontré que le DON est la toxine la plus répandue parmi les quatre toxines et peut varier selon les hybrides, les années et les zones climatiques. La moyenne totale de DON pour toutes les zones évaluées de 2009 à 2011 était de 0,74 ppm, les concentrations ayant varié entre 0 et 4,93 ppm dans les trois années et les trois zones. Dans la zone 1, 100 % des 65 hybrides évalués en 2009 avaient des contenus en DON de moins de

1 ppm tandis que cette proportion était de 83 % en 2010 et de 72 % en 2011. Dans la zone 2, 78 % des 45 hybrides évalués en 2010 avaient des contenus en DON de moins de 1 ppm tandis que cette proportion était de 86 % en 2011. Enfin, dans la zone 3, 85 % des 41 hybrides évalués en 2009 avaient des concentrations en DON de moins de 1 ppm tandis que cette proportion n'était que de 67 % en 2010 et de 30 % en 2011. Certains hybrides de notre étude ont montré de faibles teneurs peu importe le site et peu importe l'année alors que la zone 3 (2300 à 2500 UTM) a été plus propice au développement du DON. Pour les trois autres toxines, les facteurs hybrides, année, site et zone avaient occasionnellement une influence significative sur l'accumulation en T2, ZEN et FUM mais les variations entre les moyennes étaient généralement petites avec des effets souvent négligeables. De façon générale, les contenus en toxines T2, ZEN et FUM des différents hybrides de maïs-grain étaient peu élevés et ne dépassaient pas les normes de l'ACIA. Les résultats obtenus en 2009 ont démontré que la maturité n'a pas influencé significativement les contenus de chacune des trois mycotoxines T2, ZEN et FUM des grains de maïs, peu importe le site. Le seul effet significatif a été constaté sur la toxine DON. Les hybrides hâtifs ont montré un niveau de DON légèrement plus élevé que les hybrides tardifs. Par contre, les coefficients de régression entre la maturité physiologique et le contenu de chacune des quatre mycotoxines au cours des années 2009, 2010 et 2011, pour chacune des trois zones de production, étaient très faibles. Ceci démontre que la maturité physiologique des hybrides ne semble pas être une mesure permettant d'expliquer ou de prédire adéquatement les différences observées dans les contenus des quatre toxines. En conclusion, les hybrides de maïs-grain semencés au Québec sont de bonne qualité et leurs contenus en mycotoxines (DON, T2, ZEN et FUM) sont généralement sous les seuils des valeurs critiques acceptées. Dans la zone 3, où les teneurs en DON semblent plus élevées, le choix d'un hybride moins sensible à la fusariose de l'épi demeure une priorité. L'effet de la maturité des hybrides ne semble pas avoir d'influence sur la production en mycotoxines.

#### Références

- Bennett, J.W., Klich, M. 2003. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*. 16: 497-516.
- D'Mello, J.P.F., Porter, J.K., Macdonald, A.M.C., Placinta, C.M. 1997. *Fusarium* mycotoxins. In: D'Mello, J.P.F. (Ed.), *Handbook of Plant and Fungal Toxicants*. CRC Press. Boca Raton, FL, p. 287-301.
- Kumar, V., Basu, M.S., Rajendran, T.P. 2008. Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities. *Crop Protection*. 27(6): 891-905.
- Mesterházy, Á., Lemmens, M., Reid, L.M. 2012. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. In maize—a review. *Plant Breeding*, 131(1): 1-19.
- Tremblay, G.J., Boisvert, J., Fréchette, G.E., Saulnier, M., Alexandre, R., Vanasse, A., 2011. Evaluation à moyen terme des besoins en engrais minéraux (N, P, K) d'une rotation en grandes cultures sur sol argileux. *Canadian Journal of Soil Science*, 91, 637-646.
- Xu, X. 2003. Effects of environmental conditions on the development of *Fusarium* ear blight. *European Journal of Plant Pathology*. 109(7): 683-689.

# Évaluation de modèles prévisionnels de la fusariose de l'épi chez le blé sous les conditions de culture du Québec

MARIE-EVE GIROUX<sup>1</sup>, ANNE VANASSE<sup>1</sup>, GAËTAN BOURGEOIS<sup>2</sup>, YVES DION<sup>3</sup>, SYLVIE RIOUX<sup>4</sup>, DENIS PAGEAU<sup>5</sup>, SALAH ZOGHLAMI<sup>6</sup>, CLAUDE PARENT<sup>7</sup>, ÉLISABETH VACHON<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6

<sup>2</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, J3B 3E6

<sup>3</sup> Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM), Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC, J3G 0E2

<sup>4</sup> Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM), Complexe Scientifique, Québec, QC, G1P 3W8.

<sup>5</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin, QC, Canada, G8M 4K3.

<sup>6</sup> Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec, Longueuil, QC, J4H 4G4

<sup>7</sup> Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec, QC, G1R 4X6

<sup>8</sup> Moulins de Soulanges, Saint-Polycarpe, QC, J0P 1X0

Correspondance : [marie-eve.giroux.4@ulaval.ca](mailto:marie-eve.giroux.4@ulaval.ca)

**Mots clés :** modélisation, phytopathologie, fusariose de l'épi, blé.

## Introduction

La fusariose de l'épi du blé est une maladie fongique qui affecte les céréales à paille et le maïs et qui cause des pertes économiques importantes certaines années. La floraison est la période critique où le blé est le plus sensible à l'infection (Bailey *et al.* 2004). La réduction du rendement associée au faible poids des grains contaminés et la perte de qualité engendrée par le désoxynivalénol (DON), une toxine produite par des agents pathogènes de la fusariose, sont des problèmes pour les producteurs et les transformateurs (Bailey *et al.* 2004). Le semis de cultivars tolérants tôt en saison, la rotation avec des cultures non-hôtes et l'application d'un fongicide à la floraison font partie des moyens de lutte employés pour diminuer l'impact de cette maladie (Parry *et al.* 1995, Subedi *et al.* 2007). Pour gérer les risques associés à la fusariose de l'épi, plusieurs modèles prévisionnels empiriques ou épidémiologiques ont été développés dans différents pays. Les modèles empiriques peuvent prédire le risque d'infection ou la teneur en DON des grains en associant les conditions météorologiques propices à la fusariose au stade phénologique du blé, tandis que les modèles épidémiologiques font les prévisions de risques en simulant la courbe de développement de l'agent pathogène en fonction de la météorologie pendant la période de sensibilité du blé (Prandini *et al.* 2009). Toutefois, aucun de ces modèles n'a été développé spécifiquement pour les conditions de culture du Québec.

L'objectif principal de ce projet est de mettre en place un maximum de facteurs (climat, cultivar, date de semis, fongicide) permettant de faire varier les risques d'infection de la fusariose de l'épi et les impacts de l'infection sur la production de blé de printemps et d'automne, afin de mettre à l'essai et comparer les performances de plusieurs modèles prévisionnels et leurs variantes qui ont été développés et évalués hors des conditions du Québec.

## Méthodologie

La mise à l'essai et la vérification de la compétence des modèles ont été réalisées à quatre stations expérimentales ainsi qu'à une cinquantaine de champs commerciaux répartis dans les trois zones climatiques représentatives de la production des céréales au Québec. Les sites expérimentaux étaient situés à L'Acadie et Saint-Mathieu-de-Beloeil (zone 1), à Saint-Augustin-de-Desmaures (zone 2) et à Normandin (zone 3). À chacun de ces sites, un essai de blé de printemps a été répété deux années et un essai de blé d'automne a été implanté pendant un an. Pour l'essai de blé de printemps, les facteurs considérés sont la date de semis (hâtive, intermédiaire, tardive), le cultivar (AC Barrie, moyennement sensible à la fusariose et Torka, très sensible) et l'utilisation d'un fongicide pour la répression de la fusariose. Pour l'essai de blé d'automne, seulement le facteur d'application de fongicide a été considéré sur le cultivar Warthog. Ces facteurs permettent de diversifier les conditions environnementales, afin de maximiser la variabilité des niveaux d'infection par la fusariose de l'épi. Cette variabilité permet de tester les modèles prévisionnels dans une étendue de conditions et, ainsi, vérifier leur efficacité dans des scénarios épidémiques et non épidémiques. Les modèles empiriques canadiens («Hooker» tiré de Hooker *et al.* 2002), américains («De Wolf I», «De Wolf II» et «De Wolf III» tirés de De Wolf *et al.* 2003; «Molineros» tiré de Molineros 2007) et argentins («Moschini» tiré de Moschini *et al.* 2001) ainsi que les modèles épidémiologiques italiens («Rossi inf» et «Rossi tox» tirés de Rossi *et al.* 2003) ont été intégrés dans le logiciel CIPRA (Centre Informatique de Prévisions des

Ravageurs en Agriculture). De plus, le modèle DONCast<sup>®</sup> (Schaafsma et Hooker 2007) a été évalué avec la collaboration de Weather Innovation Inc. (Chatham, Ontario). Les prédictions des risques d'infection de fusariose de l'épi ou de la teneur en DON des grains ont été générées par chaque modèle à partir des données météorologiques horaires enregistrées à des stations automatisées situées sur chaque site expérimental. Finalement, la performance des modèles prévisionnels a été évaluée avec la méthode d'analyse ROC (« Receive Operating Characteristic curve») avec différents indicateurs de pression de fusariose (% d'épillets fusariés, % de grains fusariés et teneur en DON).

### Résultats et conclusion

En 2011, la fusariose de l'épi a été présente seulement à Saint-Augustin-de-Desmaures et à Normandin. L'année 2012, quant à elle, a été peu propice au développement de la maladie chez le blé de printemps et d'automne, et ce, aux quatre sites expérimentaux. Dans la plupart des essais, l'application de fongicide a augmenté le rendement et le poids de mille grains du blé. De plus, le fongicide a généralement réduit la teneur en DON des grains. Les différences créées par le fongicide étaient généralement plus prononcées lors d'une épidémie. De façon générale, le cultivar le plus sensible à la fusariose présentait des symptômes plus sévères. De plus, un semis tardif de blé a fait augmenter les risques d'infection en plus de causer une diminution de rendement. Cependant, l'effet du cultivar et de la date de semis n'a pas été constant d'un site et d'une année à l'autre. Il était souvent plus marqué lorsque la pression de maladie était élevée.

À la suite des analyses ROC, la teneur en DON ( $\geq 1$  ppm) s'est avérée être le meilleur indicateur de pression de fusariose pour différencier la présence et l'absence de maladie au champ. Les modèles américains «De Wolf II» et «De Wolf III» ainsi que le modèle argentin «Moschini» se sont distingués en prédisant correctement les plus grandes proportions d'épidémies et de non-épidémies quand leur seuil de décision était ajusté et que le développement du blé était suivi au champ. Ces modèles empiriques sont les plus simples et prédisent les risques d'infection à partir de la température, de l'humidité relative et des précipitations. La provenance des modèles n'a donc pas eu d'effet sur leur efficacité sous nos conditions. Les modèles «Hooker», DONcast<sup>®</sup>, «Rossi inf» et «Rossi tox» ont moins bien performé surtout lorsque les conditions étaient propices au développement d'épidémies. Les modèles américains «De Wolf I» et «Molineros» ont été moins efficaces en absence de maladie ce qui a affecté leur performance globale à la baisse.

En conclusion, l'évaluation de modèles prévisionnels de la fusariose de l'épi nous a permis de constater que deux modèles empiriques des États-Unis ainsi que celui d'Argentine pourraient s'adapter à nos conditions de culture et être utilisés à l'intérieur d'un système d'aide à la décision, entre autres, pour déterminer si l'application d'un fongicide à la floraison est nécessaire. L'utilisation de tels modèles permettrait de mieux appliquer les principes de lutte intégrée dans la culture de blé au Québec.

### Références

- Bailey, K. L., Couture, L., Gossen, B. D., Gugel, R. K. et Morrall, R.A.A. 2004. Maladie des grandes cultures au Canada. La Société Canadienne de Phytopathologie, Saskatoon, SK. 318 p.
- De Wolf, E., Madden, L. V. et Lipps, P. E. 2003. Risk assessment models for wheat Fusarium head blight epidemics based on within-season weather data. *Phytopathology* 93: 428-435.
- Hooker, D. C., Schaafsma, A. W. et Tamburic-Ilincic, L. 2002. Using weather variables pre- and post-heading to predict deoxynivalenol content in winter wheat. *Plant Disease* 86: 611-619.
- Molineros, J. 2007. Understanding the challenges of Fusarium head blight forecasting. Thèse (Ph.D.), The Pennsylvania State University, University Park, PA, États-Unis.
- Moschini, R. C., Pioli, R., Carmona, M. A. et Sacchi, O. 2001. Empirical predictions of wheat head blight in the northern Argentinean pampas region. *Crop Science* 41: 1541-1545.
- Parry, D. W., Jenkinson, P. et McLeod, L. 1995. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals: A review. *Plant Pathology* 44: 207-238.
- Prandini, A., Sigolo, S., Filippi, L., Battilani, P. et Piva, G. 2009. Review of predictive models for Fusarium head blight and related mycotoxin contamination in wheat. *Food and Chemical Toxicology* 47: 927-931.
- Rossi, V., Giosuè, S., Patteri, E., Spanna, F. et Del Vecchio, A. 2003. A model estimating the risk of Fusarium head blight on wheat. *EPPO Bulletin* 33: 421-425.
- Schaafsma, A. W. et Hooker, D. C. 2007. Climatic models to predict occurrence of Fusarium toxins in wheat and maize. *International Journal of Food Microbiology* 119: 116-125.
- Subedi, K. D., Ma, B. L. et Xue, A. G. 2007b. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science* 47: 36-44.

## Système de suppression des mauvaises herbes Enlist : Une innovation au niveau des herbicides et des nouvelles caractéristiques des traits génétiques des semences de soya et de maïs

AL MCFADDEN, M.SC.<sup>1</sup>, MICHEL TREMBLAY, AGR.<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>)Dow AgroSciences Canada Inc.

Le nouveau Système de suppression des mauvaises herbes Enlist™ dans les cultures de soya et maïs Enlist procure une alternative efficace pour la suppression des mauvaises herbes difficiles à réprimer ou résistantes au glyphosate. C'est un système qui permet au producteur de maïs et soya de maintenir son système de production en combinant la force du 2,4-D avec d'autres systèmes populaires de suppression des mauvaises herbes. Le système procure une tolérance robuste au 2,4-D aux cultures de soya et maïs tolérantes au glyphosate. De plus, ce système est introduit avec un programme de gestion responsable de son utilisation pour assurer sa durabilité.

### Système de suppression des mauvaises herbes Enlist™

Le Système de suppression des mauvaises herbes Enlist™ (Fig.1) est l'avènement de nouveaux traits génétiques donnant une tolérance à un herbicide. C'est aussi le développement d'une nouvelle formulation de 2,4-D avec la technologie Colex-D™ que Dow AgroSciences (DAS) introduit sur le marché afin de permettre aux producteurs de mieux gérer les problèmes apportés par des mauvaises herbes de plus en plus difficiles à gérer.



(Fig. 1)

Ce système, en plus des traits génétiques innovateurs, combine également l'herbicide Enlist Duo™, une combinaison des herbicides glyphosate et 2,4-D avec la technologie Colex-D™.

Ce nouveau système de répression des mauvaises herbes est accompagné par un programme de gestion responsable de Dow AgroSciences pour en assurer la durabilité.

### Référence

Wright et al. Robust crop resistance to broadleaf and grass herbicides provided by aryloxyalkanoate dioxygenase transgenes. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010 November 23; 107(47): 20240–20245.

# Impact des haies brise-vent sur les rendements de cultures de maïs en Montérégie-Ouest

André Vézina<sup>1</sup> et Yves Perreault<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professeur à l'ITA et chargé de projets en agroforesterie, Biopterre

1642, rue de la Ferme

La Pocatière (Québec), G0R 1Z0

<sup>2</sup>Agronome, MAPAQ

177, rue Saint-Joseph, bureau 201

Sainte-Martine (Québec), J0S 1V0

[andre.vezina@biopterre.com](mailto:andre.vezina@biopterre.com)

**Mots clés :** Brise-vent, rendement, maïs, Montérégie.

Depuis plusieurs années, le MAPAQ soutient financièrement l'implantation de haies brise-vent pour la réduction de l'érosion éolienne. Plusieurs producteurs sont convaincus de l'importance de haies brise-vent tant au niveau la réduction de l'érosion qu'au niveau des bénéfices sur les rendements, surtout en horticulture. Toutefois, en grandes cultures, l'adhésion à cette pratique demeure limitée et il y a peu de données concernant l'impact des haies brise-vent sur les rendements. Une seule étude québécoise (Bérubé, 2002) a été réalisée et elle montre des augmentations de rendements de maïs de 6 à 9 % sur 15 H, où H=la hauteur de la haie. Nous avons crû pertinent de réaliser une autre étude pour avoir plus de sites et ce sur une période plus longue (3 ans).

Des mesures de rendement ont été effectuées dans cinq champs de maïs de Montérégie-Ouest de 2010 à 2012 (Tableau 1). Les rendements en maïs-grain ont été mesurés en octobre de chaque année, à 0,6 H, 1 H, 2 H, 4 H, 8 H, 12 H, 16 H, 20H, et 24 H de la haie dans la zone protégée par celle-ci. Pour chaque multiple de la hauteur choisie, les rendements sont évalués sur une longueur de 3 m, sur le même rang (si parallèle à la haie) ou sur des rangs différents (pour les champs perpendiculaires à la haie). Tous les épis récoltés sont pesés pour chaque site. Par la suite, un sous-échantillon de 10 épis (2 épis\*5 sites pour chaque multiple de hauteur évalué) est égrené et l'humidité est évaluée avec le testeur d'humidité Labtronic. Les mesures ont été effectuées pour 5 sites équidistants de la haie (à tous les 10 m ou 13 rangs) afin d'avoir 5 répétitions par distance de la haie.

Les résultats obtenus montrent que les haies brise-vent n'augmentent pas de façon significative les rendements des cultures de maïs. On observe généralement une perte de rendement moyenne de 40% à 0,6 H de la haie qui est cependant compensée par un gain de rendement en aval dans la zone protégée. Il serait possible, par un bon entretien de la haie, de réduire les baisses de rendement observées en bordure de la haie. Par exemple, sur le site Chatrac en 2012, le rendement était nul à 0,6 H, car il n'y avait pas de rang de maïs, à cause des branches des arbres qui empiétaient dans le champ. En coupant ces branches à la base du tronc, il y aura plus de lumière pour les plants et le producteur pourra cultiver plus près de la haie. L'enlèvement de ces branches pénalisera peu l'effet brise-vent, puisque l'on conserve celles qui sont perpendiculaires au vent.

Cette étude de rendements a été réalisée avec des haies brise-vent dépassant 10 m de haut (4 haies sur 6), ce qui implique une grande surface échantillonnée puisque les mesures sont fonction de la hauteur des haies.. Le suivi réalisé nous a permis de constater qu'il était difficile d'établir un site d'homogénéité idéale. Ainsi pour chacun des champs, des variables inconnues peuvent moduler le rendement. Par exemple le drainage souterrain ou de surface, la compaction localisée et la variabilité des sols peuvent interférer subtilement dans certaines zones sur les rendements finaux.

De plus, les champs échantillonnés ont démontré de forts potentiels de rendements. Donc le bénéfice lié à l'effet brise-vent en conditions adverses ne s'est pas nécessairement manifesté en raison des conditions climatiques très propices à la production du maïs durant les trois années du projet.

Tableau 1- Description des sites échantillonnés

Nom de la ferme	Localisation	Type de sol*	Type de haie	Années de mesure
Ferme R. Chantelois et fils	St-Polycarpe Orientation haie : NE-SO Vents dominants : O	Loam argileux	Épinettes blanches et frênes rouges espacés aux 2 m (H=10,5 m), 12 ans	2010-2011-2012
Ferme Brabant et fils inc	St-Télesphore Orientation haie : NE-SO Vents dominants : O	Loam sableux	Pins sylvestres espacés aux 3.5 m (H=13 m), 40 ans	2011-2012
Ferme Chatrac SENC	Saint-Anicet Orientation haie :NE-SO Vents dominants : O	Argile	Chênes à gros fruits, frênes rouges, épinettes blanches et mélèzes espacés aux 2 m (H=4,5 m), 8 ans	2012
Ferme Petitbonheur senc.	Les Cèdres Orientation haie :N-S Vents dominants : O	Loam sableux	Épinettes blanches espacées aux 3,5 m (H=11 m), 40 ans	2010-2011
Ferme Bieri	St-Blaise Orientation haie : NE-SO Vents dominants : O	Loam sableux	Pins noirs d'Autriche espacés aux 2 m (H=6,6 m), 20 ans	2010

### Bibliographie

BÉRUBÉ, C. 2002. *Impact des brise-vent sur la productivité en grande culture dans le Québec méridional*, Rapport du projet 459-15-01030, réalisé dans le cadre du Programme agroenvironnemental, volet Transfert et innovation technologique du CDAQ, 18 p.

# La télédétection en appui à la gestion localisée des champs : Perspectives du projet ReZoTaGe

AUBERT MICHAUD<sup>1</sup>, ARIANE DROUIN<sup>1</sup>, MARC-OLIVIER GASSER<sup>1</sup>, ISABELLE BEAUDIN<sup>1</sup>, JEAN-DANIEL SYLVAIN<sup>2</sup>, LUC BELZILE<sup>1</sup>, JACQUES DESJARDINS<sup>1</sup>, NOÉMI CÔTÉ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

<sup>2</sup>Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Courriel: aubert.michaud@irda.qc.ca Site internet: www.irda.qc.ca

**Mots clés : Télédétection, rendement optimum, gestion localisée, azote, qualité des sols.**

## Introduction

Deux principaux constats ont pavé la voie à la réalisation du projet de recherche à la ferme RéZoTaGe. D'une part, l'aménagement hydro-agricole et le cadastre allongé et étroit des terres au Québec, orienté suivant le sens de la pente, favorise la variabilité des propriétés des sols à l'échelle du même champ. Cette variabilité n'est généralement pas prise en compte dans la régie des champs. D'autre part, des pertes d'azote élevées, atteignant plus de 60 kg N/ha en moyenne sur certains bassins de la Montérégie dominés par la culture du maïs-grain (Michaud et al., 2009; 2012), témoignent de l'opportunité de gains économiques et environnementaux importants découlant d'une meilleure gestion de la fertilisation azotée. L'objectif principal du projet consistait à évaluer si une approche de gestion localisée du parcellaire, appuyée par la reconnaissance par télédétection de la variabilité des propriétés des sols, permettait de mieux cerner les besoins en fertilisation azotée de la culture du maïs, d'en soutenir le rendement économique optimal, tout en prévenant l'accumulation des reliquats d'azote dans le sol en fin de saison et les pertes vers le cours d'eau. Concrètement, la mise en œuvre d'une approche de gestion localisée des champs comporte plusieurs étapes: 1) la reconnaissance de propriétés contrastantes de sol à l'échelle du champ 2) l'observation d'un comportement distinct des cultures en fonction des zones de gestion identifiées et d'un élément de régie, en l'occurrence la fertilisation azotée et finalement, 3), l'analyse de la rentabilité économique d'une telle opération. En réponse à ces trois objectifs opérationnels, trois volets d'étude à portée géomatique, agronomique et économique ont été déployés. Un quatrième volet, à portée hydrologique, a traduit les résultats du volet agronomique à l'échelle du champ, en termes de retombées environnementales à l'échelle du bassin versant.

## Appréhender la variabilité spatiale des propriétés des sols à l'échelle du champ

Le volet géomatique du projet ciblait l'application et la validation de la méthode originale de reconnaissance des propriétés du sol développée par Sylvain et al. (2011, 2012) aux trois régions d'étude ciblées par le projet, soit la Baie Lavallière (326 km<sup>2</sup>), la Baie Missisquoi (514 km<sup>2</sup>), et la rivière Esturgeon (473 km<sup>2</sup>). La méthode s'appuie sur la mise en relation d'indices topographiques dérivés de modèles numériques d'élévation, combinés à des indices spectraux dérivés d'images multi-spectrales satellitaires, ainsi que des observations ponctuelles de propriétés des sols colligées lors de campagnes de prospection pédologique. Dans les trois bassins versants à l'étude, les résultats de prédiction des propriétés texturales et des classes de drainage se sont avérés satisfaisants. L'indication de fortes probabilités de propriétés distinctes à l'intérieur d'un même champ devrait appuyer le producteur et son conseiller dans la délimitation et l'intervention sur des zones de gestion localisées ou intra-parcellaires. Ces zones pourraient dès lors profiter d'un échantillonnage localisé des propriétés du sol, permettant à terme de valider la pertinence de moduler la régie entre les zones selon la variabilité de ces propriétés.

## Évaluer la pertinence de la gestion localisée

Alors que le volet télédétection du projet avait pour objectif de reconnaître la variabilité des propriétés des sols, le volet agronomique a évalué si la gestion de cette variabilité était pertinente, gérable et payante. En collaboration avec les équipes de services-conseils partenaires au projet (Dura-Club, Club Lavallière et Agro-moisson), un réseau d'essais de fertilisation azotée dans le maïs-grain a été établi dans 58 champs au cours des saisons 2012 et 2013, suivant des protocoles similaires à N'Dayegamiye et al. (2009) et Giroux et al. (2009). Le dispositif comprenait deux zones d'études par champ basées sur les propriétés contrastantes des sols, dans lesquelles des doses croissantes de N (0, 50, 100 150 et 200 kg N/ha) ont été apportées en post levée dans des parcelles de maïs répétées trois fois. Les résultats démontrent que des réductions dans les apports de N étaient motivées pour plus de la moitié des champs

à l'étude, résultant en une réduction potentielle moyenne de 66 kg N/ha, par rapport à un taux de référence de 150 kg N/ha en post-levée. Les corrélations évaluées entre les courbes de réponses et les propriétés du sol confirment jusqu'à un certain point ( $R^2 = 0,29$ ) la pertinence de considérer l'analyse de nitrates en post-levée dans les recommandations de fertilisation azotée. Au-delà du seuil de 25 ppm N-NO<sub>3</sub>, l'effet des apports de N sur le rendement du maïs demeure marginal. Les fournitures élevées du sol en azote sur certains sites renforcent par ailleurs la pertinence de prendre en compte la minéralisation de l'azote organique du sol, les reliquats de fertilisation automnale et les arrières-effets des engrais dans les recommandations de N. Les corrélations entre les indicateurs de la structure du sol et les taux de nitrates observés en post-levée suggèrent par ailleurs une influence de la condition physique du sol sur le processus de minéralisation de l'azote organique présent dans le sol. Ces observations témoignent de l'importance de maintenir un taux de matière organique élevé et une condition physique du sol favorable à la minéralisation de l'azote durant la croissance de la culture.

Les concentrations en nitrates résiduels du sol (NRS) observées en fin de saison mettent en évidence le lien entre l'ajustement de la fertilisation azotée de la culture et le stock d'azote du sol inutilisé à la fin de la saison de croissance. Le seuil critique de teneurs en nitrates résiduels de 80 kg N-NO<sub>3</sub>/ha est atteint lorsque l'apport d'azote excède d'environ 100 kg N/ha, en moyenne, la dose optimale. Bien que la teneur en nitrates observée en post-levée soit faiblement corrélée ( $R^2 = 0,10$ ) avec le rendement optimal de la culture de maïs, ce dernier n'est pas corrélé avec le stock de nitrates présent dans le sol en fin de saison. Une implication pratique de cette observation est que la fertilisation du maïs au taux optimal d'azote, qui prend en considération la fourniture du sol N (taux de nitrates en post-levée) permet des rendements économiques optimaux, tout en limitant le risque d'accumuler des nitrates en fin de saison. Il y a donc complémentarité entre les objectifs de rendement économique et environnementaux. L'analyse économique de sensibilité inspirée de ces résultats agronomiques suggère que dans la perspective d'un investissement de 50 000 \$ dans un système de géolocalisation, le seuil de rentabilité serait atteint du moment qu'une réduction moyenne de 24 kg N/ha ou plus serait obtenue.

### **Prédire et gérer le devenir de l'azote dans l'environnement**

Le volet hydrologique du projet a mis à profit l'adaptation québécoise du modèle SWAT, calé et validé sur la base de suivis hydrologiques des petits bassins versants expérimentaux de la Montérégie (Michaud et col, 2007; 2009). Ce volet de l'étude a permis de reproduire de façon satisfaisante les écoulements de surface et souterrains, de même que les flux journaliers de nitrates observés aux exutoires des ruisseaux Walbridge (<8km<sup>2</sup>), tributaires de la Rivière au Brochet dans le bassin versant de la Baie Missisquoi. Les résultats des scénarios de fertilisation azotée du maïs indiquent que le passage d'une fertilisation en pré-semis à des apports fractionnés en post-levée diminue les pertes prédites de N dans l'environnement de l'ordre de 50 à 70%. La prévention de la sur-fertilisation offre aussi l'opportunité de réduire de façon encore plus marquée les pertes annuelles prédites de nitrates. L'augmentation des apports en post-levée de 100 kg N/ha au-dessus du taux de référence de 150 N double les prédictions d'exportation de nitrates vers le ruisseau. La cohérence entre les prédictions du devenir de l'azote dans le volet hydrologique du projet avec les reliquats de N observés dans les parcelles au volet agronomique du projet illustre le besoin d'études à portée hydrologique dans le développement des outils de recommandation de la fertilisation azotée des cultures.

### **Références**

- Giroux, M., J.-B. Sarr et A. N'Dayegamiye. 2009. Influence des apports d'engrais azotés sur l'efficacité de l'azote et les teneurs en nitrates résiduels des sols cultivés en maïs grain Rapport de recherche. IRDA.
- N'Dayegamiye, A., M.-O. Gasser, M. Grenier, M. Giroux, C. Landry, S.P. Guertin et Gilles Tremblay. 2009. Choix d'indicateurs efficaces pour prédire la fertilité azotée des sols. 2009. Rapport de recherche. IRDA.
- Michaud, A.R., I. Beaudin, J. Deslandes, F. Bonn et C. A. Madramootoo. 2007. Can. J. Soil science, 87(3): 329-344.
- Michaud, A.R., J. Deslandes, J. Desjardins et M. Grenier. 2009. Réseau d'actions concertées en bassins versants agricoles. Rapport final de projet. IRDA.
- Michaud, A.R., J. Desjardins, N. Coté, I. Beaudin, A. Drouin, S. Seydoux et I. Saint-Laurent. 2012. Rapport de l'Observatoire de la qualité de l'eau de surface en bassins versants agricoles. IRDA.
- Sylvain J.-D. 2011. Mémoire de Maîtrise. Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke.
- Sylvain, J.-D., A.R. Michaud, M.C. Nolin et G.B. Béné. 2012. Digital Soil Assessments and Beyond. Minasy, Malone et McBratney (eds) ISBN 978-0-415-62155-7. Pp. 381-386.

# Quelles espèces exotiques envahissantes menacent la culture du soya au Québec à la faveur des changements climatiques?

Joffrey Moiroux<sup>1</sup>, Gaétan Bourgeois<sup>2</sup>, Jacques Brodeur<sup>1</sup>, Annie-Eve Gagnon<sup>3</sup>, Anne-Frederique Gendron<sup>2</sup>, Benjamin Mimée<sup>2</sup>

1 IRBV, Université de Montréal, Montréal

2 CRDH, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu

3 CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil

La culture du soya est en pleine expansion au Canada et l'augmentation annoncée des températures devrait permettre d'augmenter encore ces surfaces. Cependant, ce réchauffement climatique devrait également permettre à certaines espèces de ravageurs, aujourd'hui absentes du Québec, de trouver des conditions climatiques favorables et de venir s'établir depuis les États-Unis et l'Ontario. Ces espèces exotiques envahissantes (EEE) pourraient dès lors devenir le principal frein à l'expansion du soya au Québec.

L'objectif de notre travail était d'identifier les EEE les plus susceptibles d'affecter la culture du soya au Québec à la faveur des changements climatiques. Pour ce faire, une revue de littérature a été réalisée, afin de déterminer dans un premier temps quels sont les ravageurs du soya connus à travers le monde. Pour chaque espèce, nous avons identifié son nom, son groupe taxonomique, le nom de la maladie associée, son aire de distribution, son caractère invasif, les dommages causés au soya et les parties de la plante attaquées.

Nous avons référencé 296 espèces, dont une vaste majorité d'insectes. Seulement quelques-unes (11%) peuvent engendrer des pertes importantes, et certaines de ces espèces pourraient s'implanter au Québec à la faveur d'un réchauffement climatique. Nous avons ainsi dressé une liste de 12 espèces susceptibles de s'établir en champs au Québec dans un avenir proche et de causer des pertes notables. On peut notamment citer le nématode à kyste du soya *Heterodera glycines* ou la punaise marbrée *Halyomorpha halys*.

Cette revue de littérature sera présentée lors de la journée Grandes Cultures, ainsi qu'un bref descriptif des espèces les plus à risques pour la culture du soya au Québec.

# Évaluation de différents moyens de désherbage pour contrôler l'ériochloé velue

MARIE-ÉDITH CUERRIER<sup>1</sup> ET DANIELLE BERNIER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CÉROM, 740 chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil (Québec), J3G 0E2;

<sup>2</sup> MAPAQ, Direction de la phytoprotection, 200 chemin Sainte-Foy, Québec (Québec), G1R 4X6.

Courriel : [marie-edith.cuerrier@cerom.qc.ca](mailto:marie-edith.cuerrier@cerom.qc.ca)

**Mots clés :** *Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth, ériochloé velue, répression, herbicides, travail mécanique

## Introduction

L'ériochloé velue (*Eriochloa villosa* [Thunb.] Kunth), originaire d'Asie, est une graminée annuelle de grande taille à métabolisme en C4. Cette plante possède des caractères remarquables tels qu'une longue période de germination, la capacité de germer à différentes profondeurs et températures du sol, un développement végétatif vigoureux ainsi qu'une faible sensibilité aux herbicides utilisés pour le contrôle des mauvaises herbes annuelles dans le maïs et le soya (Darbyshire *et al.*, 2003). Elle est particulièrement problématique dans les champs de grandes cultures où elle réduit les rendements et augmente les coûts rattachés à la répression des mauvaises herbes. Au Canada, l'ériochloé velue a été rapportée pour la première fois en 2000 près de Saint-Hyacinthe. On la retrouve maintenant chez plus d'une trentaine de producteurs. Suite à l'inscription de l'ériochloé velue sur la liste des organismes réglementés en vertu de la *Loi sur la protection des végétaux* (L.C. 1990, ch. 22), l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a mis en place des exigences phytosanitaires visant à prévenir la dissémination de l'ériochloé velue à des zones non infestées et à contrôler les infestations existantes dans le but de les éradiquer, si possible (ACIA, 2012). À cet effet, afin de mieux outiller les producteurs agricoles pour le contrôle de l'ériochloé velue, le présent projet, d'une durée de trois ans (2012-2015), permettra d'identifier les moyens de désherbage les plus efficaces contre cette plante.

Pour atteindre cet objectif, le projet comporte deux volets : évaluation de différents moyens de désherbage chimique contre l'ériochloé velue (volet 1); évaluation de moyens alternatifs de lutte contre l'ériochloé velue (volet 2). Dans le cadre du volet 1, la première année du projet consistait en une étude exploratoire et a permis d'évaluer l'efficacité d'une gamme étendue des matières actives anti-graminées disponibles sur le marché à réprimer l'ériochloé velue. Après cette première année, les herbicides ayant produit un désherbage modéré à satisfaisant de la plante ont été conservés pour évaluation en 2013 et en 2014. Le volet 2 permet d'évaluer des méthodes alternatives à la lutte chimique stricte. Ce résumé présente les principaux résultats obtenus en 2013.

## Méthodologie

Les essais ont été mis en place chez un producteur aux prises avec d'importantes populations d'ériochloé velue, situé dans la région de Pike River (Montérégie-Est), sur un loam sableux. Le volet 1 consistait en trois expériences indépendantes (blé, maïs, soya), chacune disposée selon un plan en blocs complets aléatoires comportant trois répétitions. L'expérience blé comportait 5 traitements; l'expérience maïs, 16 traitements; et l'expérience soya, 14 traitements. Les parcelles avaient 10 rangs espacés de 18 cm (blé) ou 4 rangs espacés de 76 cm (maïs, soya). Toutes les parcelles mesuraient 6 m de longueur. Le semis a été réalisé le 10 mai avec un semoir pour parcelles expérimentales de marque Aulary. Le blé et le maïs ont reçu une fertilisation NPK selon les recommandations du CRAAQ tout juste avant le semis. L'expérience du volet 2 comportait 12 traitements disposés selon un plan en blocs complets aléatoires. Les traitements consistaient en jachères désherbées mécaniquement ou par brûlage chimique, ainsi qu'en cultures de blé, de maïs et de soya désherbées avec divers équipements mécaniques (herse-étrille, sarcler, selon la culture) aux différents stades recommandés. Afin d'évaluer l'efficacité des traitements de désherbage à bien réprimer l'ériochloé velue, plusieurs données ont été prises au champ. La densité et la biomasse aérienne sèche de l'ériochloé velue seront présentées.

## Résultats

**Volet 1 :** Bien que l'on ne puisse établir de comparaisons entre les cultures puisque les trois expériences demeurent indépendantes, la culture du blé, d'elle-même, c'est-à-dire sans application d'un traitement herbicide, permet une bonne répression de l'ériochloé velue. Pour les parcelles associées aux traitements enherbés, les densités d'ériochloé

velue diminuent passablement avec la croissance du blé et sont estimées à 8 plants/m<sup>2</sup> (moyennes des deux témoins enherbés) au moment de la dernière évaluation (30 juillet), équivalant à une biomasse moyenne de 3,53 g/m<sup>2</sup>. Ces deux variables sont évaluées à 47 plants/m<sup>2</sup> et 190,4 g/m<sup>2</sup> pour le maïs et à 42,5 plants/m<sup>2</sup> et 233,37 g/m<sup>2</sup> pour le soya. Le fait d'opter pour une culture ensemencée selon des écartements étroits et qui démarre rapidement au printemps pourrait avoir un effet positif sur le niveau de répression de l'ériochloé velue, sans regard au programme de désherbage utilisé.

De façon générale, l'usage d'une matière active unique, à activité résiduelle ou pas, est insuffisant pour fournir un niveau de répression durable tout au long de la saison de croissance. Par contre, l'évaluation des matières actives prises une à une était nécessaire dans le cadre du présent projet afin de cibler les plus efficaces d'entre elles. Parmi tous les traitements étudiés comportant une seule matière active, notons les traitements de PUMA ADVANCE (fénoxaprop-p-éthyl) et d'ACHIEVE LIQUIDE (tralkoxydime) dans la culture du blé qui ont produit de faibles biomasses d'ériochloé velue; de DUAL II MAGNUM (s-métolachlore/benoxacor), de PYROXASULFONE 85 WG (pyroxasulfone) et d'ACCENT 75 DF (nicosulfuron) dans le maïs et de DUAL II MAGNUM, de FRONTIER MAX (diméthénamide-P), de PYROXASULFONE 85 WG et d'EXCEL SUPER (fénoxaprop-p-éthyl) dans le soya. Par contre, bien que ces matières actives aient produit une répression adéquate en 2013, une seconde année d'expérimentation sera nécessaire pour valider ces résultats.

Pour ce qui est des mélanges en cuve ou des traitements séquentiels, les traitements suivants ont produit d'excellents résultats : les mélanges en cuve de CONVERGE FLEXX (isoxaflutole) + atrazine, de VIOS G3 (tembotrione/thiencarbazone-méthyle) + ROUNDUP WEATHERMAX (glyphosate) ainsi que les traitements séquentiels de DUAL II MAGNUM suivi d'ACCENT 75 DF, de DUAL II MAGNUM suivi d'ULTIM 75 DF (nicosulfuron/rimsulfuron), de DUAL II MAGNUM suivi de ROUNDUP WEATHERMAX, de ROUNDUP WEATHERMAX suivi de ROUNDUP WEATHERMAX, de LIBERTY (glufosinate) suivi de LIBERTY dans le maïs ainsi que les traitements séquentiels de DUAL II MAGNUM suivi de POAST ULTRA (séthoxydime), de DUAL II MAGNUM suivi de ROUNDUP WEATHERMAX et de ROUNDUP WEATHERMAX suivi de ROUNDUP WEATHERMAX dans le soya. Tous ces traitements ont abaissé les biomasses d'ériochloé velue dans une proportion d'au moins 80 % par rapport aux témoins enherbés.

**Volet 2 :** Tout comme il a été observé dans le volet 1, la culture du blé sans traitement herbicide (témoin enherbé) produit une nette diminution de l'ériochloé velue comparativement à des cultures à entre-rangs larges tels que le maïs et le soya. Parmi les différents traitements étudiés, la jachère désherbée par brûlage chimique (glyphosate) ainsi que le blé désherbé mécaniquement (herse-étrille) ont produit une excellente répression de l'ériochloé velue.

## Conclusions

Les résultats indiquent que la culture du blé permet de bien réprimer l'ériochloé velue mais une intervention pré- ou post-récolte demeure tout de même essentielle pour obtenir une répression complète de la plante. Pour ce qui est du maïs et du soya, un programme de désherbage comportant un mélange en cuve avec un herbicide résiduel ou des traitements séquentiels permet d'abaisser la plante à des niveaux très satisfaisants. Une jachère désherbée au moyen d'un brûlage chimique ou encore la culture du blé désherbée mécaniquement sont d'autres options permettant de bien réprimer la plante. La prochaine saison de culture (2014) permettra de valider ces résultats. Ces premiers résultats constituent tout de même de bonnes références pour les producteurs agricoles aux prises avec cette mauvaise herbe. Bien que l'ACIA ait suspendu l'application des mesures réglementaires en vigueur en septembre 2012, nous encourageons fortement les producteurs agricoles et les conseillers à faire les efforts nécessaires pour contrôler cette mauvaise herbe ainsi que les autres plus problématiques, ce qui permettra à plus long terme de diminuer les conséquences reliées à la présence de ces plantes indésirables, que ce soit au niveau des pertes de rendements potentielles ou des coûts supplémentaires engendrés par des interventions phytosanitaires additionnelles.

## Références

- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). 2012. Directive D-11-03 : Exigences phytosanitaires visant à prévenir la propagation d'*Eriochloa villosa* (ériochloé velue) et à soutenir la lutte contre les infestations en territoire agricole. Agence canadienne d'inspection des aliments, Ottawa. [En ligne] Disponible : <http://www.inspection.gc.ca/vegetaux/protection-des-vegetaux/directives/date/d-11-03/fra/1345659060318/1346428744336>
- Darbyshire, S. J., Wilson, C. E. et Allison, K. 2003. The biology of invasive alien plants in Canada. 1. *Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth. Can. J. Plant Sci. 83 : 987-999.

## Mesures de réduction des risques proposées par Santé Canada suite aux mortalités d'abeilles déclarées en 2012 et 2013

PIERRE-OLIVIER DUVAL

Agent régional des pesticides

Programme de la conformité des pesticides  
Santé Canada – Région du Québec  
Complexe Guy-Favreau  
200 René-Lévesque Ouest, Tour Est, 6<sup>e</sup> étage  
Montréal (Qc) H2Z 1X4  
(514) 496-1670

[pierre-olivier.duval@hc-sc.gc.ca](mailto:pierre-olivier.duval@hc-sc.gc.ca)

**Mots clés : abeilles, maïs, néonicotinoïdes, semences.**

Au printemps 2012 et 2013, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA – Santé Canada) a reçu plusieurs déclarations d'incidents relatives à des mortalités d'abeilles importantes, principalement en Ontario et au Québec. Des analyses ont été effectuées sur des échantillons (abeilles, miel, pollen, etc.) prélevés lors des suivis effectués pour les déclarations d'incidents reçues. Les résultats d'analyses permettent à Santé Canada de conclure que ces mortalités d'abeilles sont attribuables aux poussières de pesticides relâchées lors des semis de semences de maïs traitées à l'aide de certains insecticides de la famille des néonicotinoïdes.

Suite à ces mortalités, Santé Canada a proposé plusieurs mesures visant à réduire l'exposition des pollinisateurs à ces insecticides. Entre autres choses, deux documents développés à l'intention des agriculteurs proposent de bonnes pratiques permettant de protéger les pollinisateurs lors de l'utilisation de semences traitées ou de la pulvérisation de pesticides. De nouvelles normes d'étiquetage pour les semences traitées aux néonicotinoïdes visant à renseigner les utilisateurs des risques pour les pollinisateurs seront aussi mises en place. De plus, l'ARLA procède présentement à une réévaluation accélérée de tous les insecticides de la famille des néonicotinoïdes afin de déterminer si leur homologation peut être renouvelée ou encore si des mesures de réduction des risques sont requises.

## Mise à jour sur le système de production de soya Roundup® Ready Xtend

PIERRE LANOIE<sup>1</sup>, JEROME BELZILE<sup>1</sup>, BRIAN LEGASSICKE<sup>1</sup>, DEREK FREITAG<sup>1</sup>,  
ADAM PFEFFER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Monsanto Canada, Guelph Ontario

[pierre.p.lanoie@monsanto.com](mailto:pierre.p.lanoie@monsanto.com)

Le système de production Roundup Ready Xtend dans le soya utilise la combinaison du glyphosate et dicamba afin d'améliorer le contrôle des mauvaises herbes avec des variétés de soya Roundup Ready 2 Xtend. Le dicamba est un herbicide utilisé dans le maïs depuis plusieurs années et est reconnu pour son efficacité sur plusieurs mauvaises herbes à feuille larges tout en offrant un effet résiduel en début de saison.

Des essais effectués en Ontario et au Québec de 2008 à 2012 ont démontré qu'il est avantageux d'utiliser le dicamba à 600 gai/ha en mélange en réservoir avec le glyphosate en début de saison pour obtenir un contrôle résiduel des mauvaises herbes et diminuer la compétition sur la culture du soya. Les applications de dicamba à 600 gai/ha en pré émergence et de 300 g/ha en post levée en combinaison avec le glyphosate ont également contribué à obtenir un meilleur contrôle de plusieurs mauvaises herbes à feuilles larges durant toute la saison comparativement à une application unique de glyphosate .

Certains essais furent implantés sur des sites où la grande herbe à poux (*Ambrosia trifida*) et la vergerette du Canada (*Conyza canadensis*) résistante au glyphosate étaient présentes. Dans les deux cas, l'utilisation du dicamba à 600 gai/ha en combinaison avec le glyphosate en préémergence du soya a offert une excellente répression des deux espèces.

Les variétés de soya Roundup Ready 2 Xtend offre une bonne tolérance au dicamba. Des applications multiples de 1200 gai/ha durant la saison de croissance n'ont pas eu d'impact significatif sur les rendements de soya.

Les utilisateurs du système de production Roundup Ready Xtend devront utiliser des procédures de nettoyage de réservoir rigoureuses ainsi que des buses anti-dérives afin d'éviter le potentiel de phytotoxicité sur des cultures sensibles

Journée d'information  
scientifique - Grandes cultures



Le jeudi 20 février 2014  
Hôtel et Suites Le Dauphin  
Drummondville

**Le comité organisateur remercie  
sincèrement les collaborateurs  
financiers suivants**



CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR

Comité grandes cultures

LE CRAAQ

REMERCIE

DE LEUR

APPUI LES

COLLABORATEURS

MÉDIAS

le **Bulletin**  
des agriculteurs

le **coopérateur**  
agricole

À ne pas manquer !

# LES TECHNOLOGIES qui changent l'agriculture

**EXPO-CHAMPS**

Les 26, 27 et 28  
**AOÛT 2014**

Site de Saint-Liboire (sortie 147 de l'autoroute 20)  
[www.expo-champs.com](http://www.expo-champs.com)



**Salon**   
de l'agriculture

Les 13, 14 et 15  
**JANVIER 2015**

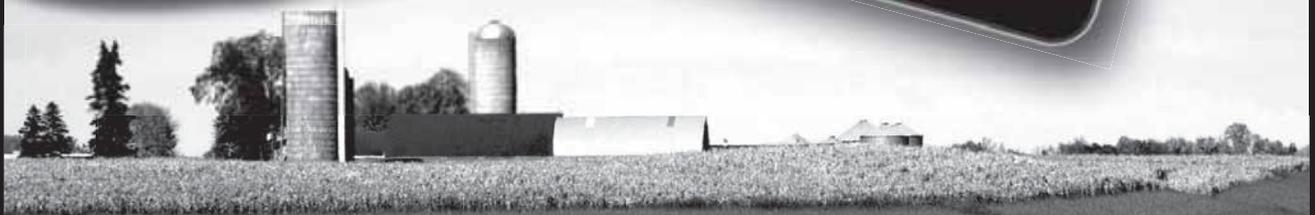
Pavillon des Pionniers et Centre BMO (sortie 130, aut. 20)  
[www.salondelagriculture.com](http://www.salondelagriculture.com)



Le Salon s'agrandit...  
**25% plus vaste en 2015**

**Pour information :**  
450 771-1226 • [info@salonagr.qc.ca](mailto:info@salonagr.qc.ca)

En partenariat  
avec :





## Quand votre téléphone et *Le Bulletin* font équipe

*Le Bulletin des agriculteurs* offre maintenant la réalité augmentée. En lisant la version papier, il suffit maintenant de pointer votre téléphone ou votre tablette en direction de certaines pages pour voir apparaître des vidéos, des photos ou du contenu Web. Mettez la main sur une copie et essayez-la.

**leBulletin**  
des agriculteurs

La référence en nouvelles technologies agricoles  
**Abonnez-vous maintenant**  
→ [leBulletin.com](http://leBulletin.com) → 514 766-9554 poste 226

**le soya**  
de demain...



**Nouveautés  
rendement  
supérieur**

*Anser*

**2350 UTM et plus**

- Rendement supérieur
- Soya mi-buissonnant
- Plant fort et forte tige

OAC  
*Petrel*

**2525 UTM**

- Très bonne protéine
- Très bon rendement
- Excellente tenue

AAC  
*Roselin*

**2600 UTM**

- Excellente tenue
- Soya plus hâtif
- Plant vigoureux et branchu



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

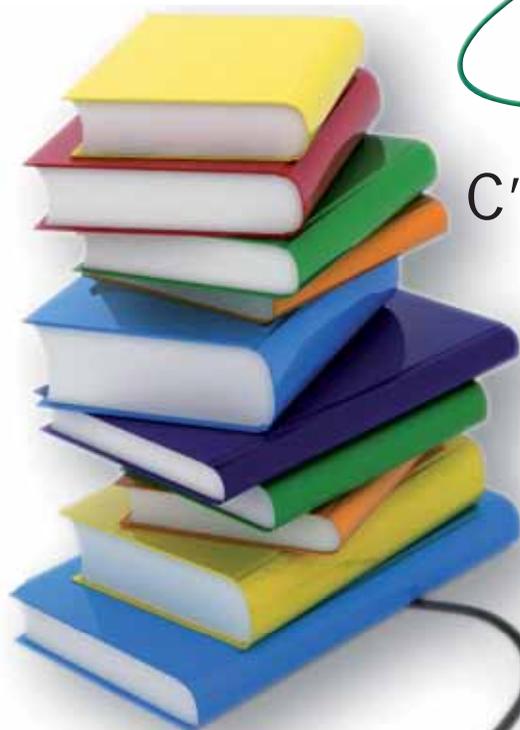
**Informez-vous des disponibilités pour 2015 au 1 888 427-7692**

# Les publications du CRAAQ en format numérique



Consultez notre site pour découvrir  
tous les titres disponibles

Pour plus d'informations ou pour commander :  
Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec  
418 523-5411 | 1 888 535-2537 | [www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca)



C'est **LA bibliothèque virtuelle**  
agricole et agroalimentaire



**ABONNEZ-VOUS  
C'EST GRATUIT!**

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

Ce service est offert grâce à la contribution de :

*Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation*

Québec 

CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC



**CRAAQ**

CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR

# Besoin d'un coup de main?

Trouvez le professionnel qu'il vous faut!



[www.repertoiresducraaq.ca](http://www.repertoiresducraaq.ca)

Ciblez votre recherche par région, par service offert et par production parmi les différents répertoires. Que ce soit pour un appui à la commercialisation de vos produits, pour améliorer l'efficacité de votre entreprise, pour démarrer un nouveau projet ou pour résoudre une problématique, vous y trouverez la ressource dont vous avez besoin.



CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC



# Références ÉCONOMIQUES

## Un investissement payant!

Investissez aussi peu que 20 \$  
dans un budget des *Références économiques*  
et bénéficiez du savoir et de l'expertise de  
conseillers en gestion, en financement et  
en productions végétale et animale.

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



# CALENDRIER

des événements

## Journée phytoprotection

CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil, 18 juillet 2013

Commission de phytoprotection

## Congrès Bœuf 2013

*Comment mieux décider?*

Colisée Desjardins, Victoriaville, 12 octobre 2013

Comité bovins de boucherie

## Forum sur la recherche et l'innovation en serriculture 2013

*Bio et bien plus!*

Université Laval, Québec, 17 octobre 2013

Comité cultures en serre

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

*Visez la durabilité!*

Best Western Plus Hôtel Universel, Drummondville, 30 octobre 2013

Comité bovins laitiers en partenariat avec la Fédération des producteurs de lait du Québec

## Colloque Gestion

*Gérer, c'est d'abord optimiser ses ressources!*

Best Western Plus Hôtel Universel, Drummondville, 7 novembre 2013

Comité gestion de l'entreprise agricole

## Colloque en agroenvironnement

*L'agroenvironnement au service de tous*

Best Western Plus Hôtel Universel, Drummondville, 14 novembre 2013

En partenariat avec l'IRDA

## Colloque sur la pomme de terre

*La pomme de terre : mieux produire pour durer*

Centre de congrès et d'expositions de Lévis, 22 novembre 2013

Comité pomme de terre

## Colloque sur les plantes fourragères

*Une alliée indispensable*

Best Western Plus Hôtel Universel, Drummondville, 27 novembre 2013

Comité plantes fourragères

## Journée d'information scientifique – Grandes cultures

*Ensemble pour la diffusion de la recherche agronomique*

20 février 2014

Comité céréales et Comité maïs et oléoprotéagineux

## Perspectives 2014

*Les stratégies de croissance*

Hôtel Mortagne, Boucherville, 8 avril 2014

Comité économie et perspectives agroalimentaires

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



**CRAAQ**

CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR

CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC

2013-2014





*La recherche scientifique est  
à la base de l'innovation et de la  
compétitivité du secteur des grains.*

*Ce rendez-vous est  
l'occasion de choix pour  
améliorer les pratiques  
de production et  
partager de nouvelles  
connaissances utiles.*



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



Fédération des  
Producteurs de Cultures Commerciales  
du Québec