Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

CRAAQ

Comité céréales
Comité maïs et oléoprotéagineuses

Journée d'information scientifique
Grandes cultures

« Ensemble pour la diffusion de la recherche agronomique »

Jeudi 18 février 2010

Drummondville

Une initiative du

Comité céréales

et du

Comité maïs et oléoprotéagineuses

Comité organisateur

Jean Cantin, M.Sc., agronome, conseiller, MAPAQ, Direction régionale de la Montérégie-Est, Saint-Hyacinthe

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., agronome, professionnel de recherche, CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil

Coordination

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

Journée d'information scientifique

Grandes cultures

Résumés des conférences

Jeudi 18 février 2010

Drummondville

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
CRAAQ
Comité céréales
Comité maïs et oléoprotéagineuses

Les principales modifications du prochain Guide de référence en fertilisation du CRAAQ

ANNIE PELLERIN

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction régionale de la Montérégie-Ouest, 177, rue Saint-Joseph, bureau 201, Sainte-Martine (Québec) J0S 1V0
Courriel : annie.pellerin@mapaq.gouv.qc.ca

Mots clés : guide, fertilisation, CRAAQ.

Le Guide de référence en fertilisation du CRAAQ est actuellement en révision, une nouvelle édition devrait être publiée à l'automne 2010. La réalisation de la nouvelle édition a donné lieu à une refonte majeure de la section théorique du guide afin de faciliter la lecture et la compréhension des principes agronomiques relatifs à la fertilisation. Ainsi, la structure des chapitres a complètement été réorganisée. Leur contenu a, quant à lui, été revu en profondeur par des équipes d'experts afin de faire état de l'avancement des connaissances scientifiques québécoises et mondiales. Ces informations de base sur la fertilisation permettront aux conseillers agricoles d'appuyer leurs recommandations.

La section théorique contiendra onze chapitres, dont un tout nouveau, sur l'expérimentation à la ferme. Les chapitres porteront sur :

1. Le sol;
2. La gestion de la matière organique;
3. Le pH du sol;
4. La gestion de l'eau et du profil cultural;
5. La gestion de l'azote
6. La gestion du phosphore
7. Le potassium, le calcium, le magnésium, le soufre, les éléments mineurs et les éléments traces métalliques;
8. L'analyse des plantes comme outil de gestion des fertilisants;
9. Les engrais de synthèse;
10. Les engrais de ferme et les matières résiduelles fertilisantes organiques;
11. L'expérimentation à la ferme.

Comme la précédente édition, celle à venir présentera aussi les grilles de fertilisation pour la grande majorité des cultures que nous retrouvons au Québec. Nous compterons donc, à l'intérieur du nouveau Guide, 45 grilles pour les cultures cultivées en sol minéral et 9 grilles pour les cultures cultivées en sol organique. Des modifications seront apportées aux grilles en sol minéral (céréales, crucifères, gazon, maïs, plantes fourragères, pomme de terre et soya) et en sol organique (carotte, céleri, laitue, oignon et pomme de terre).

Cette nouvelle édition a demandé un travail colossal de la part de plus de 70 experts issus d'organisations et de milieux professionnels divers. Messieurs Léon-Étienne Parent, agr., Ph.D. (Université Laval) et Gilles Gagné, agr., M.Sc. (Institut de recherche et de développement en agroenvironnement) assument l'édition scientifique du Guide.

Compte tenu des modifications apportées, la nouvelle édition sera beaucoup plus volumineuse que la précédente! Non seulement elle comptera plus de 450 pages (au lieu de 300), mais elle sera de format 6,5 po x 9 po (au lieu de 4,5 po x 7 po). Elle conservera toutefois sa reliure spiralée qui a été très appréciée des utilisateurs de la précédente édition.

Nous espérons que vous apprécierez cette nouvelle édition et les nouveautés qu'elle comportera.

Les inoculants mycorhiziens : une nouvelle technologie au service de l'agriculture

SERGE GAGNÉ, HUGUES MCNICOLL

Premier Tech Biotechnologies, 1, avenue Premier, Rivière-du-Loup (Québec) CANADA G5R 6C1
gags@premiertech.com

Mots clés : Mycorhizes, champignons mycorhiziens, maïs, lentille, phosphore

Dans un contexte où les pratiques agricoles doivent évoluer en tenant compte autant des facteurs économiques qu'environnementaux, la gestion de la fertilisation et de la fertilité des sols constitue un enjeu majeur. Or, les champignons endomycorhiziens constituent une composante essentielle à considérer pour une meilleure gestion de la fertilité des sols (Fortin et al. 2008). Ces champignons sont des organismes symbiotiques bénéfiques aux végétaux du fait qu'ils augmentent l'absorption des éléments nutritifs (principalement le phosphore) par les racines, qu'ils favorisent une plus grande tolérance des plantes envers les stress environnementaux (maladie, sécheresse, salinité, etc) et qu'ils jouent un rôle majeur sur les propriétés microbiologiques et physiques du sol. Les recherches démontrent que jusqu'à 80 % du phosphore absorbé par les plantes se fait via les mycorhizes (Smith et Read 1997). De plus, ces champignons jouent un rôle majeur dans l'agrégation des particules de sol prévenant ainsi l'érosion et le lessivage de surface (Rillig et Mummey 2006). Par contre, les pratiques de l'agriculture conventionnelle favorisent une baisse importante des populations naturelles de sorte que les sols agricoles contiennent généralement très peu de mycorhizes. L'utilisation d'inoculants mycorhiziens présente donc un intérêt afin de pallier à cette carence.

Depuis près de 25 ans, l'équipe de recherche de Premier Tech a effectué, en collaboration avec différents chercheurs universitaires et gouvernementaux, des travaux qui ont permis de démontrer les avantages des inoculants mycorhiziens pour de nombreuses cultures et sous diverses conditions. Premier Tech a également développé un procédé de production des champignons endomycorhiziens en conditions contrôlées permettant l'obtention d'un inoculum de très haute qualité en quantité industrielle. De plus, les travaux de recherche ont permis de développer une gamme d'inoculants mycorhiziens adaptés pour différentes applications horticoles et agricoles qui sont maintenant disponibles sur le marché (MYKE® ET MYKE® PRO). Les inoculants mycorhiziens constituent donc une nouvelle technologie qui permet d'optimiser les rendements des cultures. À titre d'exemple, des essais d'inoculation ont été réalisés avec le maïs pendant 3 années successives entre 2007 et 2009 dans certains états américains. Sur les 37 sites d'essais, les résultats ont démontré des augmentations moyennes de rendements de 4,2 % lorsque les parcelles étaient inoculées comparativement aux parcelles non inoculées. Dans le cas de la lentille, des essais expérimentaux réalisés en 2007 et en 2009 dans l'Ouest canadien ont montré des augmentations de rendement variant de 13,5 à 35,0 % suite à l'inoculation mycorhizienne. Ces exemples démontrent le potentiel réel des inoculants mycorhiziens à augmenter les rendements des cultures. D'autre part, la mycorhization permet de réduire l'apport d'engrais du fait que les végétaux peuvent ainsi puiser une plus grande part des éléments présents dans les sols. Selon les cultures, le prix des engrais et les pratiques de fertilisation, les réductions d'application d'engrais peuvent représenter des économies substantielles. Dans le cas du maïs, une réduction de 25 % du phosphore jumelée à une augmentation de rendement de 4 % due à l'ajout d'inoculant mycorhizien représente un gain net pour le producteur de l'ordre de 34 $/ha.

L'inoculation mycorhizienne constitue donc un outil supplémentaire permettant de mieux valoriser les ressources naturellement présentes dans les sols (éléments fertilisants majeurs, oligoéléments, eau) et d'en retirer des avantages économiques tout en favorisant la préservation des sols, le maintien de leur fertilité et le développement durable.

Références

Fortin, J.A., Plenchette, C. et Piché, Y. 2008. Les mycorhizes : la nouvelle révolution verte. Éditions Multimondes, Québec.
Smith, S.E. et Read, D.J. 1997. Mycorrhizal symbiosis, Second edition. Academic Press, London.
Rillig, M.C. et Mummey, D.L. 2006. Mycorrhizas and soil structure. New Phytologist 171 : 41-53.

Le lecteur de chlorophylle, un outil de diagnostic de la nutrition azotée du blé panifiable de printemps

ANNIE CLAESSENS[1], NOURA ZIADI[1], GILLES BÉLANGER[1], NICOLAS TREMBLAY[2], ATHYNA CAMBOURIS[1], MICHEL NOLIN[1] et LÉON-ÉTIENNE PARENT[3]

[1]Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3; [2]AAC, Centre de recherche et de développement en horticulture, 430 Boul. Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, J3B 3E6; [3]Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6
annie.claessens@agr.gc.ca

Mots clés : chlorophylle, azote, diagnostic, nutrition, blé

Introduction

Un des moyens les plus fiables pour établir l'état nutritionnel azoté d'une culture est l'utilisation d'une courbe de concentration critique en N [N_c, g kg^{-1} matière sèche (MS)], laquelle permet de calculer un indice de nutrition azotée ($INA=N_{mesuré}/N_c$). Une courbe a été développée pour le blé panifiable de printemps cultivé sous les conditions pédoclimatiques du Québec ($N_c = 38.5\ MS^{-0.57}$; *MS* étant la biomasse aérienne exprimée en Mg de MS par ha; Ziadi et al., 2010a). Cet outil de diagnostic, quoique très efficace pour déterminer l'état azoté d'une culture, est peu pratique au champ puisqu'il nécessite la détermination de la biomasse aérienne de la culture ainsi que sa concentration en N. Pour simplifier cet outil, Gastal et al. (2001) ont suggéré d'utiliser la concentration en N de la dernière feuille ligulée. Même si cet outil s'est avéré très efficace pour le diagnostic en N dans les prairies (Duru, 2004; Farruggia et al., 2004), le maïs (Ziadi et al., 2009) et le blé panifiable de printemps (Ziadi et al., 2010b), il est encore nécessaire de déterminer la concentration en N de la dernière feuille ligulée. Le lecteur de chlorophylle (SPAD-502) a donc été proposé comme outil de diagnostic de la nutrition azotée puisqu'il permet d'estimer indirectement en temps réel la concentration en N (Hoel et al., 2002). Cette méthode repose sur la forte relation qui existe entre les lectures de chlorophylle et la concentration en N de la dernière feuille ligulée chez plusieurs espèces (Duru, 2002; Peltonen et al., 1995; Ziadi et al., 2010b). L'objectif général de cette étude était donc de développer un outil de diagnostic de la nutrition azotée simple et rapide afin de déterminer l'état nutritionnel du blé panifiable de printemps. Plus spécifiquement, nous voulions établir la relation entre l'INA et les lectures de chlorophylle de la dernière feuille ligulée du blé panifiable de printemps sous les conditions pédoclimatiques du Québec.

Méthodologie

Les essais se sont déroulés au Québec à six sites années pour étudier la relation entre l'INA et les lectures de chlorophylle et à quatre sites années pour la relation entre l'INA et l'indice relatif de chlorophylle. Les traitements consistaient en quatre à six doses de N (0-200 kg N ha^{-1}) appliquées de façon fractionnée, soit 0 ou 30 kg N ha^{-1} au semis et la balance au stade début élongation. Au cours de la saison de croissance, la biomasse aérienne et sa concentration en N ont été mesurées à huit dates en 2004, cinq dates en 2005 et quatre dates en 2006 à un intervalle d'une semaine à partir du stade tallage. La teneur en chlorophylle de la dernière feuille ligulée a également été estimée à ces mêmes dates.

Résultats

Les lectures de chlorophylle étaient significativement reliées à l'INA lorsque toutes les dates d'échantillonnage étaient prises en compte ($R^2 = 0.60$***). Cependant cette relation variait avec les sites années. La normalisation des lectures de chlorophylle est recommandée afin de réduire l'effet des années (Debaeke et al., 2006). Cet indice relatif de chlorophylle est obtenu, pour chaque date d'échantillonnage, en divisant la lecture de chlorophylle d'un traitement par la lecture de chlorophylle du traitement ayant reçu la plus grande dose de fertilisant azoté. Cette normalisation a effectivement permis d'améliorer la relation avec l'INA ($R^2 = 0.74$***) sans toutefois enlever complètement l'effet des sites années. La difficulté d'obtenir une relation unique entre l'INA d'une part et les lectures et indice relatif de chlorophylle d'autre part pour tous les sites années est probablement due au fait que cette relation varie pendant la saison de croissance. Nous avons donc limité notre analyse de ces relations à la première date d'échantillonnage pour laquelle la biomasse aérienne était ≥ 1 Mg MS ha^{-1} et pour laquelle la seconde application de N avait été faite au moins 5 jours plus tôt, ce qui correspondait au stade élongation. Nos résultats démontrent qu'en réduisant les dates d'échantillonnage à ce stade spécifique, les relations entre l'INA et les lectures et indices de chlorophylle ont été améliorées (Fig. 1). Ainsi, pour un INA de 1.0, une valeur critique de lecture de chlorophylle de 42.5 et d'indice relatif de chlorophylle de 0.95 peuvent être dérivées à partir de ces relations.

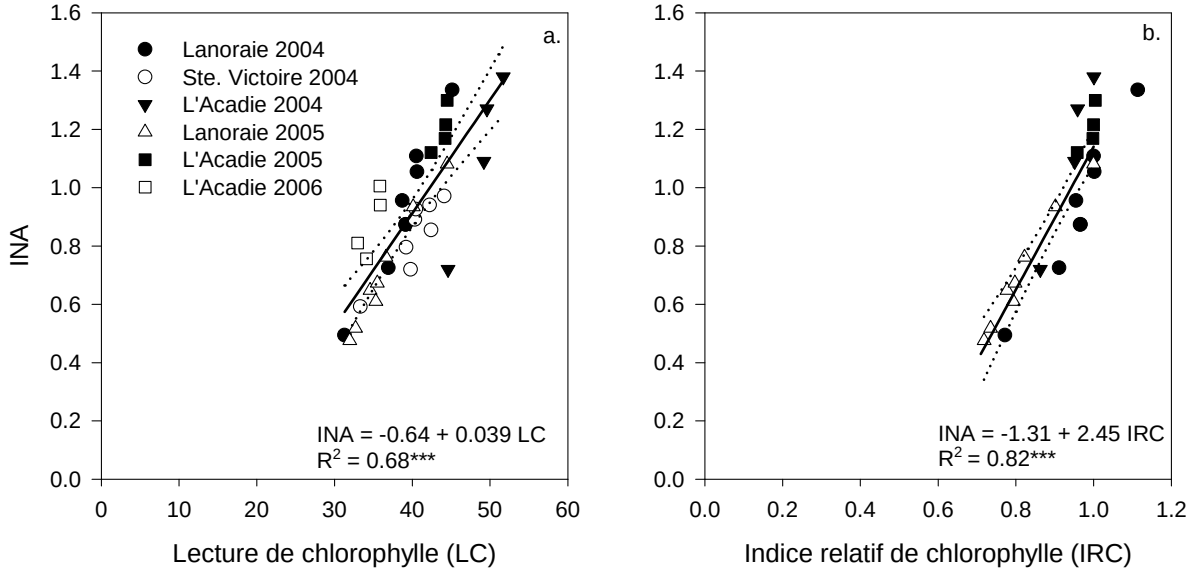

Fig. 1. L'indice de nutrition azotée (INA) en fonction (a) des lectures de chlorophylle (LC) et (b) de l'indice relatif de chlorophylle (IRC) de la dernière feuille ligulée de blé panifiable de printemps au stade élongation lors d'expériences réalisées à six sites années pour la relation INA vs. LC et à quatre sites années pour la relation INA vs. IRC.

Conclusions

Les lectures de chlorophylle étaient significativement reliées à l'INA pendant la saison de croissance. La normalisation des lectures de chlorophylle a permis d'améliorer la relation avec l'INA en réduisant l'effet des sites années. La relation entre l'INA d'une part et les lectures et indices de chlorophylle d'autre part variaient entre les dates d'échantillonnage. Ainsi, en limitant les dates d'échantillonnage au stade élongation, nous avons amélioré les relations. Les lectures de chlorophylle et peut-être davantage les indices relatifs de chlorophylle de la dernière feuille ligulée, au stade élongation, peuvent être utilisées pour déterminer l'état nutritionnel azoté du blé panifiable de printemps.

Références

Duru, M. 2002. Evaluation of chlorophyll meter to assess nitrogen status of cocksfoot sward. J. Plant Nutr. 25, 275–286.

Debaeke, P., Rouet, P., and Justes, E. 2006. Relationship between the normalized SPAD index and the nitrogen nutrition index: Application to durum wheat. J. Plant Nutr. 29, 75–92.

Duru, M. 2004. Simplified nitrogen assessment of orchardgrass swards. Agron. J. 96, 1598–1605.

Farruggia, A., Gastal, F., and Scholefield, D. 2004. Assessment of the nitrogen status of grassland. Grass Forage Sci. 59, 113–120.

Gastal, F., Farruggia, A., and Hacquet, J. 2001. The nitrogen nutrition index of grass can be evaluated through determination of N concentration of upper leaves. In: INRA (ed.) Proc. of the 2001 11th nitrogen workshop, Reims, France, 9-12 September 2001, 449–450.

Hoel, B.O. 2002. Chlorophyll meter reading in winter wheat: cultivar differences and prediction of grain protein content. Soil and Plant Sci. 52, 147-157.

Peltonen, J., Virtanen, A., and Haggrèn, E. 1995. Using a chlorophyll meter to optimize nitrogen fertilizer application for intensively-managed small-grain cereals. J. Agron. Crop Sci. 174, 309–318.

Ziadi, N., Bélanger, G., Claessens, A., Lefebvre, L., Cambouris, A.N., Tremblay, N., Nolin, M.C., and Parent, L.-É. 2010a. Determination of a critical nitrogen dilution curve for spring wheat. Agron. J. 102, 241–250.

Ziadi, N., Bélanger, G., Claessens, A., Lefebvre, L., Tremblay, N., Cambouris, A.N., Nolin, M.C., and Parent, L.-É. 2010b. Plant-based diagnostic tools for evaluating wheat N status. Agron. J. (soumis).

Concentration en cadmium du maïs-grain et du blé panifiable cultivés au Québec

NOURA ZIADI[1], GILLES BÉLANGER[1], XIANGLAN LI[2] et BERNARD GAGNON[1]
[1]Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3;
[2]State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, China;
Courriel: noura.ziadi@agr.gc.ca

Mots clés: cadmium, fertilisation azotée, indice de nutrition azoté, maïs, blé

Introduction

Le cadmium (Cd) est un métal lourd présent dans le sol qui peut être accumulé par les plantes à des niveaux relativement élevés sans effet négatif sur leur croissance. L'espèce végétale, les caractéristiques du sol, et les pratiques culturales sont les principaux facteurs influençant l'accumulation et la distribution du Cd dans les plantes (Loganathan et al. 1996, Grant et al. 1998, Fan et al. 2009). Des études effectuées notamment en Australie, en Bolivie, aux États-Unis et dans l'Ouest canadien ont démontré l'effet des pratiques culturales, notamment la fertilisation azotée, sur l'accumulation du Cd dans les grains du blé panifiable. Aucune étude, par contre, n'a été effectuée dans l'Est du Canada sur le blé panifiable et le maïs-grain. Nos objectifs étaient d'examiner les concentrations en Cd dans les grains de maïs et de blé panifiable produits au Québec et de faire le lien entre celles-ci, la fertilisation azotée et certaines caractéristiques du sol.

Méthodologie

L'étude a été réalisée au Québec à 12 site-années de 2004 à 2006 pour le blé et à 5 site-années de 2004 à 2008 pour le maïs-grain. Les caractéristiques (texture, pH, matière organique, etc.) variaient beaucoup avec l'espèce et les site-années. Pour le blé, les traitements consistaient en quatre doses de N (0, 40, 120 et 200 kg N ha^{-1}) appliquées à deux dates, soit au semis et au stade début élongation. Pour le maïs, l'apport du N minéral (150 ou 160 kg N ha^{-1}) ou organique (différentes doses de biosolides papetiers) a été comparé au témoin (0 kg N ha^{-1}). Les échantillons de sol pris avant l'application des traitements ont été analysés pour différentes caractéristiques physico-chimiques, notamment leur teneur en Cd après extraction au Mehlich-3. Les échantillons de grains de blé (n = 192) et de maïs (n = 40) ont été analysés pour leur concentration en N et en Cd. L'indice de nutrition azotée (NNI) du blé a également été calculé pendant les différentes saisons de croissance (Ziadi et al. 2010) et a été utilisé comme outil de diagnostic du statut nutritionnel azoté.

Résultats

La concentration en Cd dans les grains du blé a augmenté significativement avec la fertilisation azotée à 11 des 12 site-années. En moyenne, cette concentration a varié de 53 µg kg^{-1} matière sèche (MS) dans les parcelles témoins à 87 µg kg^{-1} MS lorsque 200 kg N ha^{-1} était apporté. La concentration en Cd a également varié avec les sites-années (34 à 99 µg kg^{-1} MS) mais elle n'a jamais excédé la limite proposée pour l'alimentation humaine (235 µg kg^{-1} MS). Les concentrations en Cd étaient significativement reliées à la teneur du sol en Cd (Fig. 1) et au NNI (Fig 2) indiquant l'importance de ces deux facteurs sur l'accumulation de Cd dans les grains du blé. Pour le maïs, l'apport de N minéral n'a pas eu d'effet significatif sur la concentration en Cd dans les grains. Les concentrations obtenues (1,9 - 6,2 µg kg^{-1} MS) étaient très faibles et n'ont jamais excédé la limite proposée pour l'alimentation humaine (118 µg kg^{-1} MS). L'apport des biosolides papetiers, par contre, a causé une augmentation des concentrations en Cd dans les grains quoique ces concentrations sont demeurées très faibles.

Conclusions

Le prélèvement et par conséquent la concentration en Cd dans les grains de blé et de maïs peuvent être affectés par plusieurs facteurs, entre autres la teneur en Cd du sol et la fertilisation azotée. Les résultats de cette première étude au Québec sont rassurants quand à l'accumulation du Cd dans les grains de ces deux cultures. Les concentrations mesurées n'ont jamais excédé la limite proposée pour l'alimentation humaine.

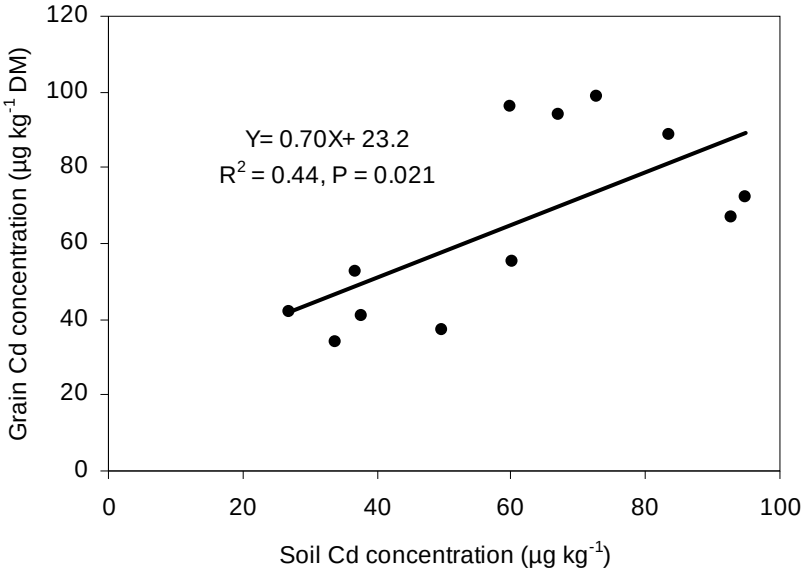

Fig. 1. Concentration en Cd dans les grains de blé panifiable cultivé au Québec en fonction de la teneur du sol en Cd.

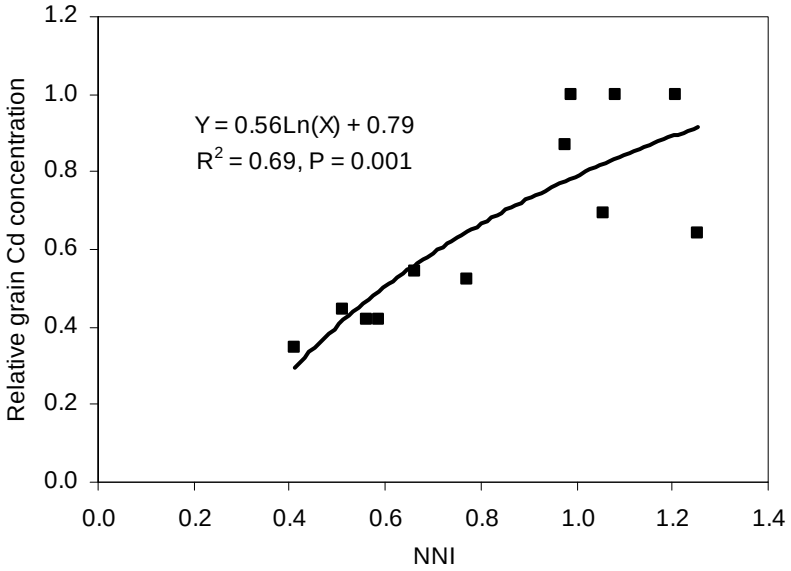

Fig. 2. Concentration relative en Cd dans les grains de blé panifiable cultivé au Québec en fonction de l'indice de nutrition azotée (NNI).

Références

Fan, J., Ziadi, N, Bélanger, G., Parent, L.E., Cambouris, A. et Hu, Z. 2009. Cadmium accumulation in potato tubers produced in Quebec. Can. J. Soil Sci. 89: 435-443.

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

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

Ziadi, N., Bélanger, G., Claessens, A., Lefebvre, L., Cambouris, A.N., Tremblay, N., Nolin, M.C., et Parent, L.-É. 2010. Determination of a critical nitrogen dilution curve for spring wheat. Agron. J. 102: 241–250.

Les biosolides municipaux: quels sont les risques? Revue de récentes recherches menées au Québec, au Canada et à l'étranger

MARC HÉBERT[1]

[1] Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs. Direction des Politiques en milieu terrestre. Service agricole. Édifice Marie-Guyart, 9e étage, 675, boul. René Lévesque Est, bte 71. Québec (Québec). Téléphone : (418) 521-3950 poste 4826 ; courriel : marc.hébert@mddep.gouv.qc.ca

Mots clés : biosolides, boues, épandage agricole

Au Québec, on valorise chaque année environ 1 million de tonnes de matières résiduelles fertilisantes (MRF) sur les sols agricoles (Hébert et al. 2007). Parmi ces matières figurent les biosolides municipaux (boues municipales traitées), dont le contenu en azote et en phosphore est comparable à celui des engrais de ferme (Perron et Hébert 2007a). Ce recyclage permet de réduire la dépendance aux engrais minéraux importés et d'enrichir les sols en matière organique, tout en réduisant significativement les émissions de gaz à effet de serre associées à l'incinération et à l'enfouissement technique des boues (Sylvis 2009).

Le recyclage des biosolides municipaux comme MRF n'est toutefois pas très répandu dans la province, puisqu'il implique moins de 18% des quantités générées, sur base sèche, comparativement à 70% pour la France et 90% pour la Norvège. Il implique aussi moins de 0,5 % des superficies cultivées du Québec (Hébert et al. 2007), soit 100 fois moins que les superficies réceptrices d'engrais de ferme (BPR 2009). L'épandage agricole suscite en effet de l'inquiétude chez de nombreux intervenants, notamment en raison du déversement de contaminants chimiques dans les égouts. Cependant, les pratiques de réduction à la source ont permis de réduire grandement la teneur en éléments traces métalliques (ÉTM) des boues municipales. De nos jours, les biosolides municipaux produits dans les stations mécanisées ne contiennent généralement pas plus d'ÉTM que les boues de fosses septiques des résidences isolées. Ceci suggère que les apports d'ÉTM d'origine industrielle dans les égouts sont maintenant faibles (Perron et Hébert 2007b).

La présentation fera état d'études récentes à propos de ces ÉTM, mais couvrira également les contaminants chimiques organiques d'origine domestique, ainsi que les agents pathogènes et les nutriments. Les risques de l'épandage agricole seront comparés à ceux associés aux pratiques agricoles courantes au Québec.

Références

BPR. 2008. Suivi 2007 du Portrait agroenvironnemental des fermes du Québec. http://www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/414BF0F8-B1CD-4457-8C09-55F227926648/0/Rp_final_0811.pdf

MDDEP. 2008. Bilan 2007 de la valorisation des Matières résiduelles fertilisantes. http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat_resen/fertilisantes/Bilan2007_ abstract.htm

Perron, V. et M. Hébert. 2007a. Caractérisation des boues d'épuration municipales - Partie I : Paramètres agronomiques. Vecteur environnement 40 (4) : 48-52. http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/caract_boues1.pdf

Perron, V. et M. Hébert. 2007b. Caractérisation des boues d'épuration municipales - Partie II : Éléments traces métalliques. Vecteur environnement 40 (5) : 45-50. http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/caract_boues2.pdf

Sylvis, 2009. Le Modèle d'évaluation des émissions associées aux biosolides (MEEB) : une méthode pour déterminer les émissions de gaz à effet de serre issues de la gestion des biosolides au Canada. Préparé pour le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). http://www.ccme.ca/assets/pdf/beam_executive_summary_fr.pdf

Efficacité de l'utilisation de trois engrais minéraux appliqués en post-levée dans le maïs-grain

BERNARD GAGNON[1], NOURA ZIADI[1]

[1]Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560, Boul. Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3;
Courriel: bernard.gagnon@agr.gc.ca.

Mots clés: gestion des fertilisants, azote, maïs

Introduction

La culture de maïs-grain requiert des applications importantes de fertilisants azotés pour atteindre des rendements élevés et une qualité répondant aux exigences du marché. Toutefois, l'efficacité du prélèvement de l'azote par la plante dépasse rarement les 50% au champ (Ladha et al. 2005). Cette efficacité peut être améliorée en sélectionnant le type de fertilisant et le taux d'application qui harmonisent le mieux l'approvisionnement en N du sol et la demande par la culture durant la saison de croissance. Cette approche peut aussi contribuer à réduire les effets négatifs environnementaux associés à des applications excessives. Des recherches précédentes ont démontré que l'application en bandes, notamment l'injection d'engrais ammoniacaux (Mengel et al. 1982), au cours de la période de prélèvement actif, c.-à-d. après le stade 6-feuilles du maïs, peut être bénéfique à la production en conditions humides (Jokela et Randall 1997, Tran et al. 1997). Cependant, peu d'études ont évalué à la fois le type de fertilisants et la dose optimale d'application en post-levée du maïs sous les conditions pédoclimatiques du Québec.

Méthodologie

Une expérience a été conduite au champ pendant trois années (2004-2006) sur une argile Kamouraska dans la région de Québec afin d'évaluer les effets du type de fertilisants azotés et de la dose d'application sur le rendement du maïs-grain, le prélèvement du N et les nitrates résiduels du sol à l'automne. Les traitements consistaient en un témoin non fertilisé (0 N) et trois types de fertilisants azotés [solution d'urée et nitrate d'ammonium 32% (UNA), nitrate d'ammonium calcique 27-0-0 (NAC) et hydroxyde d'ammonium 24% (HA)] apportés à trois différentes doses (100, 150 et 200 kg N ha^{-1}). Les fertilisants azotés ont été appliqués en bandes entre les rangs de maïs au stade 6-feuilles (fin juin). Les dix traitements ont été disposés en blocs aléatoires complets répétés trois fois. Chaque parcelle avait une dimension de 3 × 7 m et comprenait quatre rangs de maïs. L'ammoniac anhydre a été remplacé par un produit dérivé, l'hydroxyde d'ammonium, en raison de la faible dimension des parcelles et des conditions de sécurité de manipulation au champ. Chaque parcelle a reçu initialement 20 kg N ha^{-1} de NAC, 70 kg P_2O_5 ha^{-1} et 30 kg K_2O ha^{-1} comme engrais de démarrage.

Les épis de maïs ont été récoltés manuellement à pleine maturité vers la fin du mois d'octobre sur deux rangées de 6 m de longueur. Les tiges sur une des deux rangées ont été récoltées à l'aide d'une fourragère à maïs. Tous les échantillons ont été mis à sécher à 55°C. Des sous-échantillons de tissus ont été analysés pour leur teneur en N afin de déterminer le prélèvement total des cultures. Les rendements en grains ont été ramenés sur une base de 15.5% d'humidité. Des échantillons de sol ont été prélevés de façon périodique durant la saison de croissance et après la récolte pour déterminer leurs contenus en $N\text{-}NO_3$ et $N\text{-}NH_4$.

Résultats

Tout au long de l'étude, des différences significatives et consistantes ont été obtenues pour le rendement en grains et le prélèvement en N des plants même si les variations entre les années ont été le facteur dominant. Les rendements moyens les plus importants (8.9 t ha^{-1}) et le prélèvement total en N le plus élevé (162 kg N ha^{-1}) ont été obtenus avec UNA (Tableau 1). Le pourcentage de récupération du N appliqué a été supérieur avec UNA, atteignant 65% pour la dose à 100 kg N ha^{-1}.

Pour tous les fertilisants, le modèle linéaire avec plateau décrit le mieux la réponse du maïs aux applications de N minéral. Ce modèle a d'ailleurs été retenu dans d'autres études effectuées sur la fertilisation du maïs en post-levée (McSwiney et Robertson 2005). L'application optimale de N minéral telle qu'obtenue avec ce modèle nous donne 100, 124 et 128 kg N ha^{-1} pour UNA, NAC et HA, respectivement. Ceci correspond à la fertilisation minimale recommandée par le guide provincial incluant l'engrais de démarrage (120 kg N ha^{-1}, CRAAQ 2003).

Des analyses de modélisation ont été effectuées pour établir des relations entre le rendement en grains et le contenu en N minéral du sol. Les rendements en grains ont été transformés en rendements relatifs en divisant le rendement obtenu pour chaque traitement par le rendement maximal de chacune des années séparées, de façon à supprimer l'effet des conditions climatiques sur cette composante. La meilleure relation a été obtenue avec la teneur moyenne en nitrates du sol pour la période couvrant l'application des fertilisants et l'épiaison, indépendamment de la saison (R^2 = 0.85). Il est d'ailleurs rapporté que de 50 à 75% du prélèvement en N des plants s'effectue entre les stades 6 à 8-feuilles du maïs et l'apparition des soies (Ma et al. 2003, Tran et al. 1997).

À la récolte de chaque année, les concentrations en N minéral résiduel du sol ont augmenté avec l'application de N. Un seuil dans la couche de surface (0-15 cm) de 9 mg N-NO_3 kg^{-1} a été déterminé pour tous les fertilisants minéraux au-dessus duquel les risques de contamination des eaux de surface et de la nappe phréatique peuvent être plus élevés. Cette conjoncture semble possible dans le présent projet puisque peu d'effets des différents traitements n'ont été observés le printemps suivant.

Tableau 1. Effet des fertilisants azotés minéraux appliqués en post-levée sur le rendement en grains, le prélèvement total en N et le pourcentage de récupération du N par les plants de maïs.

	kg N ha^{-1}	Rendement en grains t ha^{-1}	Prélèvement en N kg ha^{-1}	Récupération du N % N appliqué
Témoin (0 N)	0	5.8	87	
UNA	100	8.9	152	65
	150	8.9	156	45
	200	8.9	162	37
NAC	100	8.1	133	46
	150	8.4	142	36
	200	8.8	157	35
HA	100	7.7	131	44
	150	8.3	138	34
	200	8.1	137	25

Conclusions

Le type de fertilisant minéral, appliqué au stade 6-feuilles, a affecté les rendements en maïs-grain et la disponibilité du N du sol. Sous les conditions de la présente étude, la solution d'urée et nitrate d'ammonium 32% a été la plus efficace sur ce site en procurant les meilleures réponses culturales et en favorisant une disponibilité accrue du N du sol et un meilleur prélèvement de l'azote. Le modèle linéaire avec plateau a le mieux décrit la courbe de réponse du rendement en grains aux apports de N minéral. Cette étude démontre, en outre, que l'application de fertilisants azotés au-delà de ce qui est requis pour la culture n'est pas économiquement rentable et peut contribuer à la contamination de l'environnement après la saison de culture.

Références

CRAAQ. 2003. Guide de référence en fertilisation. 1ère éd. Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec. Québec, QC. 294 pp.

Jokela, W.E. et Randall, G.W. 1997. Fate of fertilizer nitrogen as affected by time and rate of application on corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 1695–1703.

Ladha, J.K., Pathak, H., Krupnik, T.J., Six, J. et van Kessel, C. 2005. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: Retrospects and prospects. Adv. Agron. 87, 85–156.

Ma, B.L., Ying, J., Dwyer, L.M., Gregorich, E.G. et Morrison, M.J. 2003. Crop rotation and soil N amendment effects on maize production in eastern Canada. Can. J. Soil Sci. 83, 483–495.

McSwiney, C.P. et Robertson, G.P. 2005. Nonlinear response of N_2O flux to incremental fertilizer addition in a continuous maize (*Zea mays* L.) cropping system. Global Change Biol. 11, 1712–1719.

Mengel, D.B., Nelson, D.W. et Huber, D.M. 1982. Placement of nitrogen fertilizers for no-till and conventional till corn. Agron. J. 74, 515–518.

Tran, T.S., Giroux, M. et Cescas, M.P. 1997. Utilisation de l'engrais azoté marqué au ^{15}N par le maïs selon les modes d'application et les doses d'azote. Can. J. Soil Sci. 77, 9–19.

Nul pain sans peine : rôle de la fertilisation, de la texture et du travail du sol sur le rendement et les qualités panifiables du blé

CHRISTINE RIEUX[1], ANNE VANASSE[1], MARTIN CHANTIGNY[2], ÉLISABETH VACHON[3], STÉPHANIE CARRIÈRE[3], PIERRE GÉLINAS[4]

[1]Université Laval, Département de phytologie, 2425 rue de l'Agriculture, Sainte-Foy, Québec, G1V 0A6
[2]Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche sur les sols et les grandes cultures, 2560 boulevard Hochelaga, Sainte-Foy, Québec, G1V 2J3
[3]Les Moulins de Soulanges, 485 rue Saint-Philippe, Saint-Polycarpe, Québec, J0P 1X0
[4]Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les aliments, 3600 boulevard Casavant Ouest, Saint-Hyacinthe Québec, J2S 8E3
Courriel : christine.rieux.1@ulaval.ca

Mots clés : *Triticum aestivum* L., fertilisation azotée, qualités panifiables, texture du sol, travail du sol

Introduction

L'engouement pour le blé panifiable cultivé sans intrant chimique est tel que l'industrie québécoise peine à s'approvisionner depuis les dernières années. Pour les minoteries, l'appréciation des qualités panifiables du blé tendre vitreux (*Triticum aestivum* L.) passe inévitablement par le dosage des protéines du grain. Plus la teneur en protéines est élevée, plus le blé est valorisé. La disponibilité de l'azote pendant la saison de croissance joue un rôle clef dans l'atteinte d'une composition protéique optimale. Par conséquent, la fertilisation constitue la pierre angulaire de l'obtention d'une farine de qualité constante (López-Bellido *et al*., 2001).

Les travaux d'Eriksen *et al.*, 2006 ont démontré que plus les apports en engrais organiques sont élevés, plus la teneur en protéines dans le grain augmente et, par conséquent, plus la qualité boulangère de la farine (volume du pain) est élevée. D'autres travaux conduits au Danemark ont mis en évidence que des grains issus de systèmes biologiques peuvent se comporter différemment. Des volumes de pains plus élevés qu'escompté ont été obtenus avec une farine à faible teneur protéique (Thomsen *et al.*, 2008). Parallèlement, les engrais organiques augmentent les propriétés rhéologiques du blé (qualité du gluten) comparativement à la fertilisation uniquement minérale (Eriksen *et al.*, 2006). Certains travaux ont rapporté des rendements de blé plus élevés sous travail conventionnel que sous semis direct (López-Bellido *et al*., 2001). Une minéralisation de l'azote davantage synchronisée aux besoins ponctuels du blé a été avancée pour expliquer les effets de la fertilisation organique et du travail conventionnel du sol sur le blé. D'autres chercheurs n'ont pas établi un tel lien, mais ont constaté que le blé récupérait davantage d'azote d'un engrais organique appliqué sur un sol loameux que sur un sol à texture plus grossière (Thomsen et Christensen, 2007).

Peu d'études scientifiques ont effectué une comparaison systématique de la valeur fertilisante des principaux engrais de ferme utilisés sous diverses régies de travail du sol dans des textures de sol contrastantes. L'objectif du projet est de comparer l'effet de la fertilisation, du travail du sol et de la texture du sol sur le rendement, la teneur en protéines, l'indice de chute, la teneur en désoxynivalénol et le volume des pains du blé panifiable AC Brio.

Méthodologie

Les volets agronomique et alimentaire du projet ont été évalués en 2009 et seront répétés en 2010. Les parcelles expérimentales ont été établies à la station agronomique de l'Université Laval à St-Augustin-de-Desmaures, Québec. Le dispositif expérimental de type plan en tiroirs a été instauré sur deux sols de texture contrastante (loam argileux et loam sableux). Le travail conventionnel (TC) et le travail réduit (TR) du sol correspondent aux parcelles principales. Les sous-parcelles réfèrent aux cinq types d'engrais appliqués en pré-semis sur une base de 90 kg ha^{-1} d'azote disponible soit : témoin minéral sans azote contenant uniquement du phosphore et du potassium (PK), témoin minéral avec azote (NPK), lisier de porc (LP), lisier de bovin (LB) et fumier de volaille (FP). Chaque combinaison de traitement a été répétée trois fois sur chaque type de sol. Une superficie de 8,1 m^2 du cultivar AC Brio fut récoltée dans chacune des unités expérimentales. Le volet alimentaire du projet a été effectué chez l'entreprise Les Moulins de Soulanges à St-Polycarpe, Québec, où les variables suivantes ont été mesurées : teneur en protéines, indice de chute et teneur en désoxynivalénol (DON). La qualité boulangère de la farine blanche (volume des pains) a été obtenue selon la méthode 10-10 B de l'American Association of Cereal Chemists et ces essais ont été effectués au Centre de recherche et de développement sur les aliments à St-Hyacinthe, Québec.

Résultats

Le travail du sol a eu peu ou pas d'effet sur les cinq variables à l'étude peu importe la texture du sol. Aucune interaction entre le travail du sol et la fertilisation ne fut observée ni dans le loam sableux, ni dans le loam argileux.

Le témoin minéral sans azote (PK) a entraîné les rendements les plus faibles dans le loam sableux (1550 kg ha^{-1}) et le loam argileux (2269 kg ha^{-1}). Dans le loam argileux, aucune différence significative de rendements n'a été observée entre les fertilisations azotées (NPK, LP, LB, FP) et le témoin minéral sans azote (PK). Ces résultats sont en accord avec les travaux de Thomsen et Christensen (2007) et supportent l'idée qu'une plus grande réserve d'azote disponible dans les sols argileux compense au moins partiellement l'absence de fertilisation azotée. Dans le loam sableux, les rendements ont été significativement plus élevés avec les fertilisations azotées (NPK, LP, LB, FP) qu'avec le témoin minéral sans azote (PK). Par ailleurs, les rendements issus des fertilisations azotées dans le loam sableux (NPK, LP, LB, FP) ne se sont pas démarqués l'un de l'autre.

Dans le loam argileux, les grains fertilisés avec PK, LP et LB ont eu des teneurs en protéines significativement plus faibles que les grains fertilisés avec NPK. Les grains fertilisés avec FP présentaient des teneurs en protéines intermédiaires qui se comparaient au traitement NPK. Dans le loam sableux, les teneurs en protéines obtenues avec les fertilisations azotées (NPK, LP, LB, FP) ont été plus élevées que pour le témoin sans azote (PK), mais aucune différence significative ne fut observée entre les quatre engrais azotés. Le volume des pains de toutes les fertilisations a été identique (moyennes de 818 cc en loam argileux et 823 cc en loam sableux) en dépit de certaines différences de teneur en protéines. Ces résultats concordent avec les travaux de Thomsen *et al.* (2008) qui ont obtenu des volumes de pains plus élevés qu'escomptés avec des farines à faible teneur protéique.

Aucun des trois facteurs à l'étude n'a eu d'effet significatif sur l'indice de chute et la teneur en DON des grains. Toutefois, l'indice de chute de tous les grains était supérieur au seuil minimal requis de 250 secondes (moyennes de 390 secondes en loam argileux et de 400 secondes en loam sableux). La teneur moyenne en DON des grains surpasse la limite maximale permise en alimentation humaine qui est établie à 2 ppm (moyennes de 2,04 ppm dans le loam argileux et 3,13 ppm dans le loam sableux). L'absence d'effet de la fertilisation sur l'indice de chute s'explique par l'influence prépondérante du cultivar sur ce caractère. D'autre part, des facteurs autres que la fertilisation (sensibilité du cultivar, présence d'inoculum et climat) ont eu préséance sur la teneur en DON.

Conclusion

Les résultats illustrent le fort potentiel fertilisant des engrais organiques dans la production du blé panifiable dans l'Est canadien. La fertilisation organique a permis d'obtenir des rendements similaires aux rendements issus du témoin minéral avec azote dans les deux types de sols. L'absence de différence entre le témoin minéral sans azote et les fertilisations azotées dans le loam argileux suppose une réserve en azote plus élevée dans les sols argileux que dans les sols sableux. Il est également possible que des différences entre types d'engrais s'expriment davantage avec le temps, alors que des arrière-effets apparaîtront avec les apports récurrents des différents engrais sur les mêmes parcelles.

La teneur en protéines n'a pas été influencée par le type d'engrais azoté en loam sableux. Par contre, en loam argileux, les grains fertilisés avec le fumier de volaille ont eu des teneurs en protéines comparables au témoin minéral avec azote. L'absence de différence entre les volumes des pains remet en question l'emploi de la teneur en protéines comme principal indicateur pour valoriser le blé panifiable. Les facteurs à l'étude n'ont eu aucun effet sur l'indice de chute et la teneur en DON des grains. Cette absence de tendance démontre la prépondérance du cultivar et des conditions agro-climatiques sur certains indicateurs de la qualité panifiable du blé. La poursuite de l'essai en 2010 permettra de clarifier les pratiques agronomiques optimales du blé, et précisera la relation entre la quantité de protéines contenue dans les grains et leur valeur boulangère.

Références

Eriksen, J., Pedersen, L., and Jørgensen, J.R. 2006. Nitrate Leaching and bread-making quality of spring wheat following cultivation of different grasslands. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116, 165-175.

López-Bellido, L.., López-Bellido, R.J., Castillo, J.E., and López-Bellido, F.J. 2001. Effects of long term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat. *Field Crop Res.* 72:197-210.

Thomsen, I.K., and Christensen, B.T. 2007. Fertilizer ^{15}N recovery in cereal crops and soil under shallow tillage. *Soil Till. Res.* 97, 117-121.

Thomsen, I.K., Pedersen, L., and Jørgensen, J.R. 2008. Yield and flour quality of spring wheat as affected by soil tillage and animal manure. *J. Sci. Food Agric.* 88, 2117-2124.

Pertes d'abeilles en Italie : circonstances printanières associées aux grandes cultures

MADELEINE CHAGNON

L'exposé résume des résultats de travaux menés par une équipe de recherche en Italie dirigée par Laura Bortolotti. Au cours des dernières années, plusieurs foyers de pertes d'abeilles ont été signalés dans toute l'Europe ainsi que dans plusieurs autres pays du monde entier. Récemment, ces phénomènes sont devenus extrêmement préoccupants. Selon les dernières recherches, les facteurs de risque les plus probables sont les maladies, les pesticides, la mauvaise gestion et les changements climatiques. Ces facteurs peuvent agir individuellement ou simultanément et peuvent varier selon les circonstances locales. Les produits phytosanitaires effectués au cours des semis du printemps ainsi que ceux fait durant l'été dans les zones de cultures intensives semblent avoir le plus grand impact. Plusieurs enquêtes concernant les pertes d'abeilles se sont déroulées dans de nombreux pays européens, dont l'Italie, où l'organisation est cependant encore déficiente.

Toutefois, dans l'attente de la mise en fonction d'un réseau national de surveillance bien organisé, les apiculteurs peuvent envoyer leurs rapports sur les dommages observés dans leurs ruches grâce à un questionnaire spécifique élaboré pour cette fin. Au printemps 2008, le nombre de rapports reçus a augmenté exceptionnellement durant la période d'ensemencement du maïs. Dans deux régions du nord de l'Italie (Lombardie et la Vénétie), où l'organisation d'un réseau a été efficacement mise en place, les apiculteurs ont, grâce à ce questionnaire, signalé aux autorités vétérinaires locales une détérioration de leurs abeilles. Le vétérinaire a donc dû procéder à l'inspection des ruchers et recueillir des échantillons d'abeilles mortes.

Ces échantillons ont été rapidement envoyés à l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale de Brescia pour l'analyse des agents pathogènes, et à la CRA-Unità di Ricerca di Apicoltura e Bachicoltura de Bologne pour l'analyse des résidus de néonicotinoïdes (imidaclopride, thiamethoxam,) clothianidine. Un total de 105 échantillons d'abeilles mortes ont été analysés (65 de la Lombardie et 40 de la Vénétie), et 4 échantillons de pollen provenant la végétation environnante en Lombardie. Plusieurs échantillons ont testés « positif » à l'imidaclopride (25,7%), thiamethoxam (2,8%) et clothianidine (25,7%). Un certain nombre d'échantillons ont donné des résultats « positifs » pour deux pesticides, soit l'imidaclopride et le thiamethoxam (4,7%). Trois des quatre échantillons de pollen ont testés « positif » à l'imidaclopride, dont un également à la clothianidine. Les contrôles effectués par les services vétérinaires et les résultats d'analyses virologiques ont permis d'exclure les causes pathologiques pour expliquer les mortalités d'abeilles. Sont aussi présentés les résultats des questionnaires acheminés par les apiculteurs et les vétérinaires pour les 65 ruchers dans la région de Lombardie, correspondant à un total de 1513 ruches. Tous les cas rapportés proviennent de zones cultivées situées principalement dans la région de plaine où la culture du maïs est la principale culture dans 96,2% des cas. Les dommages aux ruchers sont survenus pendant ou après le semis du maïs. Les ruches affectées avaient d'abondantes cellules remplies de couvain sain, et l'activité y était intense. Dans 91% des ruches affectées, un comportement anormal des abeilles a été observé, conformément à ceux rapportés pour des abeilles intoxiquées avec des néonicotinoïdes par Bortolotti et collaborateurs ainsi que Medrzycki et collaborateurs, en 2003.

Les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels dans le canola : résultats d'une enquête entomologique à travers le Québec en 2009

GENEVIÈVE LABRIE[1], JENNIFER DE ALMEIDA[1], SYLVIE RIOUX[2], ANNE VANASSE[3], DENIS PAGEAU[4], JEAN-NOËL COUTURE[5]

[1] CÉROM, 740, chemin Trudeau, St-Mathieu-de-Beloeil, J3G 0E2
[2] CÉROM, 2700, rue Einstein, Québec, QC G1P 3W8
[3] Université Laval, Département de Phytologie, Pavillon Paul-Comptois, Québec (Québec) G1V 0A6

[4] Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1468 Saint-Cyrille, Normandin, QC, G8M 4K8
[5] MAPAQ, Centre de services agricoles de Lévis, 5410, boulevard Rive-Sud, Bureau 77, Lévis, QC, G6V 4Z2

Courriel: genevieve.labrie@cerom.qc.ca

Mots clés : canola, charançon de la silique, cécidomyie du chou-fleur, altises, fausse-teigne des crucifères, ennemis naturels

Introduction

Le canola est une culture importante dans plusieurs régions du Québec. Toutefois, l'arrivée du charançon de la silique en 2000 a rapidement affecté le rendement de cette culture. D'autres insectes, tels que l'altise des crucifères et l'altise du navet, sont des ravageurs secondaires importants durant certaines années. La fausse-teigne des crucifères et la punaise terne sont présents dans les champs de canola au Québec, mais aucun inventaire exhaustif n'a été effectué jusqu'à maintenant afin d'évaluer leur incidence. De nouveaux insectes sont arrivés au Québec au cours de la dernière décennie, dont la cécidomyie du chou-fleur en 2003, qui s'attaque aux diverses plantes de la famille des crucifères. Bien que cette espèce soit maintenant présente dans plusieurs régions du Québec, aucune étude n'a été effectuée pour déterminer sa présence dans la culture du canola.

L'objectif de ce projet était de déterminer la distribution, l'incidence et la dynamique de population des insectes ravageurs indigènes et exotiques dans le canola, ainsi que d'évaluer la présence de leurs ennemis naturels.

Méthodologie

Durant l'été 2009, 41 champs de canola ont été échantillonnés dans 9 régions du Québec (Abitibi, Témiscamingue, Lac St-Jean, Bas St-Laurent, Capitale Nationale, Chaudières-Appalaches, Mauricie, Centre-du-Québec, Montérégie). Au début de la saison, des observations visuelles des dommages d'altises ont été effectuées sur 30 plants par champ, du stade cotylédon au stade 4 feuilles. Par la suite, chaque semaine, 25 coups de filet-fauchoir étaient effectués dans tous les champs, deux pièges collants jaunes étaient relevés et changés et deux pièges à phéromone pour la cécidomyie du chou-fleur et pour la fausse-teigne étaient relevés et changés. Tous les échantillons étaient envoyés au CÉROM pour le dénombrement et l'identification des insectes ravageurs et des ennemis naturels. Les principaux insectes ravageurs et ennemis naturels ont été identifiés à l'espèce. Avant l'andainage, 400 siliques par champ ont été récoltées afin d'évaluer les dommages causés par le charançon de la silique et de mettre en incubation des siliques afin d'évaluer la présence de parasitoïdes du charançon.

Résultats

L'ensemble de l'étude a permis de dénombrer et d'identifier plus de 60 000 insectes dans les 41 champs de canola dépistés. Les principaux insectes retrouvés étaient le charançon de la silique, la fausse-teigne des crucifères, la punaise terne, des cicadelles, des syrphes et des coccinelles.

Les pièges à phéromone de cécidomyie du chou-fleur installés dans les 41 champs ont permis de démontrer que cette espèce exotique envahissante était présente dans les champs de canola au Québec, sa présence ayant été répertoriée dans 27% des champs parmi 7 régions productrices. C'est la première fois que cet insecte est observé dans des champs de crucifères en Abitibi-Témiscamingue, au Lac St-Jean et au Bas St-Laurent. Les abondances totales les plus élevées se retrouvaient à Laverlochère au Témiscamingue et à Bécancour au Centre-du-Québec. Ce ravageur est toutefois encore très peu abondant et son pic de population a été observé durant la floraison, où l'insecte a peu de risques de causer des dommages. Il sera essentiel de surveiller l'évolution de cet insecte, qui peut causer des dommages importants au canola s'il est abondant au stade de formation des bourgeons floraux.

Le charançon de la silique a été retrouvé dans 100% des champs de canola. Il a été observé pour la première fois en 2009 en Abitibi et au Lac St-Jean et est donc maintenant présent dans toutes les régions productrices de canola du Québec. Le charançon de la silique était plus abondant en Chaudières-Appalaches et dans la région de la Capitale Nationale. Toutefois, le pourcentage de siliques infestées par le charançon variait entre 0,5% et 12%, ce qui est nettement inférieur aux pourcentages qui causent des pertes de rendement (26 à 40%). Les échantillonnages avec le filet-fauchoir dans certains champs ont permis d'observer une augmentation très importante des adultes à la fin du mois d'août. Ces pics de population correspondraient aux adultes qui émergent des siliques de canola et d'autres crucifères. Ces adultes se nourrissent des grains de canola avant de se diriger vers les sites d'hibernation et peuvent causer des pertes de rendement additionnelles. L'incubation des siliques a permis de découvrir pour la première fois au Québec des guêpes parasitoïdes spécifiques au charançon de la silique. Les deux espèces de guêpes sont originaires d'Europe, où elles effectuent un contrôle biologique efficace de ce ravageur.

D'autres insectes ravageurs ont été retrouvés dans 100% des champs suivis, tels que la fausse-teigne des crucifères et la punaise terne. Ces deux insectes peuvent causer des dommages lors de la floraison et de la formation des siliques. Toutefois, leur abondance était sous les seuils de perte économique dans la majorité des champs. Les altises ravageurs du canola, étaient très peu présentes en début de saison dans tous les champs de canola et la défoliation observée était entre 0 à 10%.

Les ennemis naturels prépondérants étaient les syrphes et les coccinelles. Les syrphes adultes sont des pollinisateurs et déposent leurs œufs dans les colonies de pucerons ou autres homoptères, les larves étant de très bons prédateurs. La diversité des coccinelles était assez importante, avec 12 espèces différentes répertoriées. En général, on retrouve 3 à 5 espèces de coccinelles seulement dans les grandes cultures. Des chrysopes et des hémérobes, des pollinisateurs au stade adulte et des prédateurs au stade larvaire, étaient aussi retrouvés régulièrement dans la majorité des champs.

Conclusion

Cette enquête entomologique, effectuée pour la première fois dans le canola au Québec de manière aussi exhaustive, a permis de faire des découvertes très intéressantes et importantes dans l'optique du développement de cette culture au Québec. La présence de la cécidomyie du chou-fleur dans la plupart des régions productrices de canola ainsi que l'apparition du charançon de la silique au Lac St-Jean et en Abitibi démontre l'urgence de développer des méthodes de lutte intégrée contre ces ravageurs exotiques. La présence de parasitoïdes du charançon de la silique nous démontre qu'un certain équilibre des populations pourrait être atteint à moyen terme. La présence d'une grande diversité d'ennemis naturels est aussi encourageante pour le contrôle naturel de plusieurs ravageurs secondaires.

Les bandes alternées comme moyen de lutte contre les ravageurs en grandes cultures

GENEVIÈVE LABRIE[1], BERNARD ESTEVEZ[2], ÉRIC LUCAS[3]

[1] CÉROM, 740, chemin Trudeau, St-Mathieu-de-Beloeil, J3G 0E2
[2] Agronome-conseil, Montréal
[3] UQAM, Département des Sciences biologiques, UQAM, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, Montréal, QC, Canada, H3C 3P8

Courriel: genevieve.labrie@cerom.qc.ca

Mots clés: bandes alternées, grandes cultures, lutte culturale, puceron du soya, parasitoïdes

Introduction

Les méthodes préventives de lutte contre les infestations d'insectes ravageurs sont souvent sous-estimées lors de la mise en place de programmes de lutte intégrée. L'aménagement des champs est une méthode préventive qui peut permettre de conserver les ennemis naturels et/ou de limiter les infestations par des insectes ravageurs. Il a été démontré que des grandes superficies d'une même culture attiraient en plus grand nombre les insectes ravageurs de cette culture, selon le principe de la concentration des ressources. En diversifiant le milieu, les attraits olfactifs et visuels de la plante-hôte d'un ravageur sont dilués, ce qui attire un moins grand nombre de ravageurs. De plus, il a été démontré que les ennemis naturels étaient plus abondants dans des systèmes plus diversifiés, permettant ainsi un meilleur contrôle des ravageurs.

L'aménagement des champs en bandes alternées est une méthode qui a été utilisée principalement à des fins agronomiques, afin d'augmenter le rendement par l'effet de bordure entre cultures, pour maximiser le microclimat par la séquence de rotation et permettre une meilleure conservation des sols et de l'eau. Cette approche permet une meilleure résilience du système et une réduction du transfert des maladies. Différentes études aux États-Unis ont démontré une augmentation du rendement des bandes alternées de maïs et de soya de 10 à 40 % comparativement à des monocultures. Peu d'études ont toutefois évalué l'influence des bandes alternées sur le contrôle des insectes ravageurs. Certains travaux aux États-Unis et en Asie ont démontré une augmentation des populations d'ennemis naturels et une réduction des populations d'insectes ravageurs dans les bandes de maïs, soya ou blé en comparaison avec des monocultures.

L'objectif de notre projet de recherche était d'évaluer l'effet de bandes alternées de maïs, soya, blé et vesce en rotation sur les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels ainsi que sur le rendement des cultures. Selon la littérature, nous devrions observer une réduction des populations d'insectes ravageurs, une augmentation des populations d'ennemis naturels ainsi que du rendement dans les bandes alternées comparativement aux grandes superficies de chacune de ces cultures.

Méthodologie

L'étude s'est effectuée sur trois années (2007 à 2009) sur un site en culture biologique à Les Cèdres, en Montérégie Ouest. Quatre cultures, maïs, soya, blé et vesce ont été plantées selon trois traitements: des grands blocs de 180 m de large, et deux types de bandes alternées, l'une de 18 m de large et l'autre de 36 m. Chaque parcelle était répliquée deux fois et couvrait 1 km de long. Les bandes de vesce commune étaient utilisées comme engrais vert l'année précédant le maïs.

L'échantillonnage des insectes s'est effectué par observation visuelle de 18 plants par parcelle chaque semaine dans le soya et le maïs et par filet-fauchoir sur 18 stations dans le blé. Les insectes étaient identifiés à l'espèce. Les rendements étaient évalués sur trois réplicats par capteur de rendement, validés par des pesées.

Résultats

Durant les trois années d'étude, plus de 650 000 insectes ont été dénombrés et identifiés dans l'ensemble des parcelles de maïs (40 000), soya (480 000) et blé (150 000). De façon générale, les insectes ravageurs dans les bandes de maïs et de blé n'étaient pas moins abondants dans les bandes alternées que dans les blocs. Une plus grande abondance de pyrale du maïs a été observée dans les bandes de 18m en 2007, et aucune différence entre les traitements n'a été observée pour ce ravageur en 2008 et 2009. Dans le blé, les thrips étaient plus abondants dans les bandes de 36m en 2007 et les collemboles étaient plus abondants dans les bandes de 18m et 36m en 2008. Par contre, une plus grande abondance d'ennemis naturels a été observée dans les bandes alternées de maïs que dans les blocs en 2007, 2008 et 2009, particulièrement les coccinelles. Dans le blé, les coccinelles étaient plus abondantes dans les bandes alternées que dans les blocs en 2007 et 2008 ainsi que les parasitoïdes de pucerons en 2007 et 2009. Les espèces de pucerons étant les même dans le blé et le maïs, le contrôle naturel par les coccinelles et les parasitoïdes est donc facilité dans de plus petites superficies comme les bandes.

L'impact des bandes alternées s'est fait sentir principalement dans le soya, où le puceron du soya y était jusqu'à deux fois moins abondant que dans les blocs, et ce, durant les trois années d'étude. L'abondance des pucerons du soya était très faible en 2008 et bien qu'elle soit assez élevée en 2009, les populations n'ont pas atteint les niveaux atteints en 2007. De plus, les pucerons du soya ailés étaient plus abondants en début de saison dans les blocs en 2007 et 2009. Ces résultats appuient l'hypothèse qu'une plante-hôte concentrée sur une grande superficie attire un plus grand nombre de ravageurs si ceux-ci ont un attrait visuel et olfactif important pour la plante-hôte. L'abondance des ennemis naturels était aussi plus élevée dans les bandes alternées que dans les blocs au pic d'infestation de pucerons du soya en 2007, indiquant un certain synchronisme des ennemis naturels avec la proie, permettant ainsi un meilleur contrôle du ravageur. En 2008, le parasitisme des pucerons du soya était plus élevé dans les bandes de 36m que dans les blocs. En 2009 toutefois, aucune différence n'a été observée entre les traitements quant à l'abondance des ennemis naturels.

Aucune différence de rendement n'a été observée entre les bandes alternées et les blocs dans le blé. Dans le maïs, le rendement dans les blocs était plus élevé que dans les bandes de 36m en 2008, mais plus élevé dans les deux types de bandes que dans les blocs en 2009. Le rendement du soya était plus élevé dans les bandes alternées que dans les blocs en 2008, sans différence significative en 2009. L'apport bénéfique des bandes alternées en rotation semble s'installer à moyen terme. En 2008, après deux années d'implantation des bandes, on voit apparaître une augmentation significative des rendements globaux dans les bandes de 18m et 36m. En 2009, les rendements globaux des deux types de bandes sont restés constants malgré les conditions climatiques difficiles, tandis qu'il y a eu une chute marquée du rendement global des blocs. Il a déjà été noté que des bandes alternées offraient de meilleures conditions de croissance pour les cultures (humidité relative, température, protection contre les vents et l'érosion…) ainsi que des microclimats favorables pour certains ennemis naturels, notamment les parasitoïdes. Couplé avec une plus grande abondance d'ennemis naturels et un bon contrôle naturel des ravageurs, les conditions agronomiques plus favorables dans les bandes peuvent expliquer leur rendement plus élevé.

Conclusion

L'impact des bandes alternées s'est fait sentir principalement dans le soya, où le puceron du soya y était jusqu'à deux fois moins abondant. Une plus grande abondance d'ennemis naturels était aussi observée dans les bandes alternées durant les trois années d'étude. La largeur des bandes peut permettre un déplacement des ennemis naturels, principalement les parasitoïdes, vers les foyers d'infestation de ravageurs, ce qui n'est pas possible sur de grandes superficies. Les rendements étaient aussi plus élevés dans certaines bandes alternées que dans les grands blocs. Avec l'arrivée d'outils de précision plus efficaces, tels la machinerie assistée par GPS, la mise en place de bandes alternées peut être beaucoup plus facile pour le producteur. L'aménagement des fermes en bandes alternées permettrait de diversifier le paysage, d'augmenter les ennemis naturels des divers ravageurs retrouvés en grandes cultures et ainsi de réduire l'utilisation d'insecticides sur de grandes superficies, tout en restant productif et rentable.

Choisir ses hybrides de maïs en fonction des unités thermiques maïs (UTM) : l'impact des différences régionales

GAÉTAN BOURGEOIS[1], GILLES TREMBLAY[2] ET PIERRE FILION[3]

[1]Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Saint-Jean-sur-Richelieu, QC
[2]Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM), Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC
[3]Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ), Sainte-Martine, QC
Courriel : Gaetan.Bourgeois@agr.gc.ca

Mots clés : indice de maturité, indice agroclimatique, cumul thermique, degrés-jours, maturité

En Amérique du Nord, plusieurs indices de maturité sont utilisés pour classifier les différents hybrides de maïs disponibles sur le marché. Parmi ceux-ci, on retrouve le nombre de jours calendrier (NJC), le cumul des degrés-jours (∑DJ, voir équation 1) et le cumul des unités thermiques maïs (∑UTM, voir équation 2). Major et al. (1983) ont évalué ces méthodes pour la prédiction de stades phénologiques spécifiques, c.-à-d. émergence, anthèse et maturité (45% humidité). Leurs conclusions laissent sous-entendre certains avantages en faveur des ∑UTM. Toutefois, un examen plus approfondi de leurs résultats indique que, pour les six hybrides testés sur 11 sites à travers le Canada pendant trois ans, le coefficient de variation obtenu était inférieur avec les approches NJC et ∑DJ, donc un meilleur pouvoir prédictif avec ceux-ci.

$$DJ = (Tmax + Tmin) / 2 - Tbase \quad (1)$$

où : Tmax et Tmin sont les températures maximale et minimale de l'air (°C);
Tbase est la température de base de développement (°C).

$$UTM = (Ymax + Ymin) / 2 \quad (2)$$

où : $Ymax = 3.33\ (Tmax - 10) - 0.084\ (Tmax - 10)^2$;
$Ymin = 1.8\ (Tmin - 4.4)$;
Tmax et Tmin sont les températures maximale et minimale de l'air (°C).

Ces indices de maturité sont aussi utilisés pour déterminer les zones géographiques propices à l'implantation d'hybrides. Dans ce cas, les dates de semis et de maturité du maïs ne sont pas intégrées dans le calcul des cumuls thermiques. En général, on fait référence à des indices agroclimatiques pour estimer le début et la fin des calculs. Pour NJC, on utilise la période sans gel, soit de la date du dernier gel printanier à la date du premier gel automnal. Pour les cumuls thermiques, les dates de début et de fin des calculs sont déterminées à partir de mesures de la température de l'air. Par exemple, pour les UTM, on peut débuter les calculs au printemps après le dernier gel et lorsque la température moyenne quotidienne de l'air devient supérieure à 12.8°C (Boostma et al, 1999).

Une préoccupation importante est donc la caractérisation des hybrides pour les différentes régions de l'Amérique du Nord. Comment les différentes compagnies de semences calculent-elles leurs indices de maturité? Existe-t-il un tableau de conversion entre NJC, ∑DJ et ∑UTM pour chacun des hybrides disponibles? Quels sont les critères précis pour définir la maturité optimale? Malheureusement, plusieurs de ces questions demeurent sans réponses. Récemment, une analyse préliminaire de jeux de données sur la phénologie d'hybride de maïs au Québec a révélé la disponibilité d'hybrides de maïs avec des indices commerciaux variant de 2200 à 3000 UTM. Toutefois, des évaluations de l'atteinte de maturité au champ pour ces hybrides ont démontré que la variation correspondante serait plutôt entre 2750 et 3250 UTM.

La recommandation d'utiliser un hybride spécifique dans une région donnée est donc basée sur sa probabilité d'atteindre la maturité dans une zone avec un indice agroclimatique correspondant. Il est donc primordial d'assurer cette correspondance entre les indices de maturité et agroclimatique et que ces indices soient calculés en utilisant les mêmes formalismes mathématiques.

Références

Bootsma, A., Tremblay, G. et Filion, P. 1999. Analyses sur les risques associés aux unités thermiques disponibles pour la production de maïs et de soya au Québec. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche de l'Est sur les céréales et oléagineux. Bulletin technique CRECO, contribution 991396-F

Major, D.J., Brown, D.M., Bootsma, A., Dupuis, G., Fairey, N.A., Grant, E.A., Green, D.G., Hamilton, R.I., Langille, J., Sonmor, L.G., Smeltzer, G.C., and White, R.P. 1983. An evaluation of the corn heat unit system for the short-season growing regions across Canada. Canadian Journal of Plant Science 63:121-130

Stratégie collective dans le secteur des grains au Québec

Alain Rioux, président Groupe PGP
alainroux@groupepgp.qc.ca

La *Stratégie collective en recherche dans le secteur des grains au Québec 2010-2015* a été élaborée à la suite d'une démarche intégrée de planification stratégique. La ligne directrice qui sous-tend la stratégie est de mieux coordonner les efforts en recherche et de faire valoir aux décideurs des secteurs privé et public le bien-fondé et les avantages d'investir dans la recherche pour assurer le développement du secteur des grains.

L'approche collective répond aux besoins de l'ensemble des organisations déjà très conscientes des limites posées par l'approche individuelle au regard de plusieurs problématiques en recherche. Ainsi, plus l'adhésion des partenaires aux projets que propose la stratégie sera forte et plus les bénéfices qui en découleront seront grands pour chacun des partenaires. C'est pourquoi il est important de la faire connaître largement, afin qu'elle devienne une référence pour le plus grand nombre d'organisations possible.

La stratégie comprend deux grandes parties. La première partie présente une analyse de contexte qui situe la recherche dans son environnement actuel et futur, alors que la deuxième partie expose la stratégie elle-même, avec les trois axes de développement retenus et les cibles stratégiques qui en découlent.

Pour comprendre le positionnement de la recherche dans le secteur des grains, il a été nécessaire de se pencher sur le contexte mondial, qui génère une grande volatilité du prix des grains sur les marchés et beaucoup d'insécurité sur le plan des approvisionnements. Par ailleurs, les besoins et préoccupations des consommateurs, de même que les changements climatiques, exigent le développement de nouvelles chaînes de valeur et des efforts consentis pour la protection de l'environnement. La stratégie fait également ressortir que le Québec possède des atouts en production de grains, puisque le secteur agricole québécois est déjà orienté vers les productions animales, et que le secteur de l'alimentation humaine est de plus en plus dynamique. Si on ajoute l'intérêt manifeste envers les bioproduits, on peut dire qu'un effort collectif en recherche sera nécessaire pour l'atteinte de résultats significatifs et transférables aux entreprises.

La recherche a un rôle prépondérant à jouer pour aider les décideurs à faire des choix éclairés et rentables pour le développement de leurs entreprises et pour soutenir le développement durable des productions. Les projets de recherche doivent être de plus en plus multidisciplinaires et tenir compte de plusieurs maillons de la chaîne alimentaire, en mettant à contribution plusieurs domaines des sciences et de l'agronomie.

En tenant compte de ce contexte en évolution, du rapport de la Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois et des positions des gouvernements du Canada et du Québec, une vision de développement de la recherche a été élaborée pour guider le choix des axes de développement et des cibles stratégiques. La vision se base sur l'importance d'assurer le développement durable des entreprises en production de grains et de plantes industrielles. Elle vise la reconnaissance du secteur pour la pertinence et la cohérence de ses actions en recherche, le dynamisme et le réseautage des partenaires du secteur et l'efficacité du transfert et de la vulgarisation des résultats de recherche.

En concordance avec la vision, les axes portent sur la détermination des besoins de recherche par des mécanismes de concertation, l'augmentation de l'accès au financement pour obtenir un meilleur effet de levier et le développement d'une approche intégrée en recherche. Chaque axe contient des cibles stratégiques qui vont permettre d'obtenir des résultats concrets.

Pour assurer une mise en œuvre de la Stratégie collective de développement, le secteur va devoir prendre en considération deux besoins qui ont fait consensus lors de la démarche de planification. Ces besoins sont les suivants : doter le secteur des grains d'un groupe de concertation québécois en recherche et mettre en place un organisme en mesure de faciliter le financement des projets de recherche dans le secteur des grains. Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et la Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec ont accepté d'initier et de soutenir les travaux pour mettre en place le groupe de concertation et l'organisme de financement, à condition que ce soit dans une approche étape par étape, qui tienne compte des ressources disponibles.