

Gestion de l'information agroenvironnementale au MAPAQ et évolution des analyses de sol de 1998 à 2009

HAKIM LAGHA, agr, M.Sc.

200, Chemin Sainte-Foy, 10^e étage, Québec (Québec) G1R 4X6

hakim.lagha@mapaq.gouv.qc.ca

Mots clés : Information, agroenvironnement, analyses de sol, phosphore.

Introduction

La banque de données agroenvironnementales du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) permet au ministère, et à tous les intervenants qui en font la demande, d'obtenir plusieurs informations liées aux cheptels, aux cultures, aux analyses de sol et à certains autres indicateurs de pression environnementale comme ceux liés aux éléments fertilisants. Le bilan à la surface du sol, le bilan agronomique et le bilan REA sont des exemples d'indicateurs de pression calculée à partir des banques de données du MAPAQ. Ces informations peuvent servir à planifier certaines interventions du Ministère, notamment, à localiser des zones (ex. : bassins versants) pouvant présenter des risques plus élevés liés à la pression des cultures annuelles, des cheptels et des éléments fertilisants. L'objectif de la présentation est d'illustrer, à partir de l'exemple du bilan agronomique, le potentiel d'analyse des données disponibles au MAPAQ. Une attention particulière sera portée sur la base de données des analyses de sol. Entre autres, nous suivrons l'évolution de 1998 à 2009 du pH et de la matière organique, du phosphore et du pourcentage de saturation en phosphore (P/Al).

Méthodologie

Les données du MAPAQ proviennent de plusieurs sources : la fiche d'enregistrement des exploitations agricoles du Québec, les données sur les rendements moyens des cultures de la Financière agricole du Québec (FADQ), les données du Centre de références en agriculture et en agroalimentaire du Québec sur les recommandations en fertilisation des cultures et les valeurs de références des effluents d'élevage, les données sur les ventes provinciales des engrains, de l'Association des fabricants d'engrais du Québec (AFEQ 2010), les données sur le bilan phosphore de 2004 du ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et les données sur les analyses de sols provenant d'Agridirect de 1998 à 2009 (MAPAQ 2009). Cette dernière base de données comprend près de 250 000 analyses de sol qui sont localisées par code postal. Comme la plupart des bases de données, plusieurs validations et traitements ont dû être faits. Ainsi, une analyse statistique descriptive a été appliquée à priori permettant de connaître le comportement des données et d'identifier les années ayant des paramètres aberrants. Un facteur de correction a été appliqué sur les données de phosphore et de saturation en phosphore pour pallier différentes méthodes d'analyses utilisées par le laboratoire. De plus, des critères de discrimination des résultats d'analyse pour chacun des paramètres chimiques ont été appliqués pour rejeter les données aberrantes (Beaudet P. et al 2003). Toutefois, il est impossible d'associer les superficies aux résultats de l'analyse de sol. Cette limite a pour conséquence qu'une municipalité ou une MRC peut se retrouver dans une classe de fertilité élevée bien que sa superficie agricole soit marginale. Une autre limite des banques de données provient du fait que les données d'analyse des sols du laboratoire couvrent entre 40 et 50 % des échantillons des sols du Québec et que la variabilité spatiale d'un élément chimique peut être importante (Nolin M.C. et M-L. Leclerc 2003; Cantin J. 2002). Malgré ces limites, un grand nombre d'observations devrait fournir une bonne indication de l'évolution des paramètres chimiques des sols du Québec.

Résultat

Le calcul du bilan agronomique provincial pour le phosphore est fait, à partir de plusieurs bases de données disponibles au Ministère, selon l'algorithme suivant: *le contenu disponible des déjections animales + le contenu total des engrais – les besoins agronomiques des cultures*. Le premier paramètre du bilan agronomique, soit *le contenu disponible des déjections animales*, est de 42 764 t de P₂O₅. Le second paramètre est de 38 891 t de P₂O₅ pour *le contenu total des engrais*. Le dernier paramètre, *les besoins agronomiques des cultures* (dont certains détails de calcul suivront ici-bas), sont de 77 413 t de P₂O₅. Le résultat positif du bilan agronomique est donc de 4 243 t de P₂O₅ pour la province. La superficie totale cultivée étant de près de 2 000 000 ha, le bilan à l'hectare donne comme résultat 2 kg/ha, ce qui est tout près, sur le plan provincial, d'une situation d'équilibre au point de vue agronomique.

Les besoins agronomiques des cultures sont évalués à partir de trois bases de données : les recommandations de fertilisation du guide de référence en fertilisation, les données des analyses de sols et les déclarations des cultures. Comme la première base de données est bien connue, nous nous attarderons sur les deux dernières bases. L'évolution des analyses de sols de 1998 à 2009 est présentée pour quatre paramètres d'analyses de sol : le pH, la matière organique, le phosphore et le P/Al. Même si le pH et la matière organique ne sont pas utilisés dans le calcul des besoins agronomiques phosphatés, nous présentons leur évolution puisqu'ils sont des éléments importants à considérer dans toutes recommandations agronomiques. Le pH n'a pas évolué significativement au cours de ces années avec une moyenne de 6,1. Ce résultat est corroboré par deux autres sources (IPNI 2010; Nault J. 2010). La matière organique diminue de 6,4 % à 5,5 %, ce qui peut être expliqué par l'évolution des superficies en cultures entre 1998 et 2010. En effet, le total des superficies en cultures pérennes a diminué de 225 000 ha (19 %). Le maïs grain a augmenté de 107 000 ha (30 %), le soya a augmenté de 75 000 ha et le blé a augmenté de 24 000 ha. Pour la concentration en phosphore et le pourcentage de saturation en phosphore, le premier a varié de 167,1 kg/ha à 124,5 kg/ha, et le second de 6,2 % à 4,6 %. D'une manière générale, les sols riches en concentration de phosphore diminuent alors que celles des sols pauvres augmentent, tout en ayant près de 40 % des observations qui se maintiennent à des niveaux supérieurs au seuil de suffisance agronomique pour le phosphore. Près de 14 % des observations des sols dépassant les seuils critiques environnementaux pour le P/Al.

Conclusion

L'exemple du calcul de l'indicateur du bilan agronomique montre le potentiel d'utilisation des données disponibles au MAPAQ. L'interprétation de son résultat, intéressant en soi, ne peut à lui seul servir à évaluer globalement un territoire donné. Cependant, certaines des bases utilisées, comme les résultats des analyses de sols, montrent des tendances significatives depuis 1998. Certaines sont inquiétantes, dont la baisse de la matière organique. D'autres sont positives comme la stabilité du pH, la diminution du phosphore (qui reste à des niveaux agronomiques satisfaisants) et la diminution du pourcentage de saturation en phosphore. Il est important de se rappeler que les résultats des analyses de sol ne sont pas les seuls éléments à considérer pour évaluer la fertilité des sols puisqu'elle dépend de plusieurs facteurs : elle est la résultante de la fertilité chimique, de la fertilité physique (structure, texture, compaction) et de la fertilité biologique des sols. Enfin, cette présentation est un avant goût du potentiel d'utilisation des banques de données et permet d'alimenter une réflexion sur l'interprétation que l'on peut en faire.

Références

- Association des Fabricants d'Engrais du Québec (AFEQ) 2010.
BEAUDET, P., GRENIER, M., GIROUX, M., GIRARD, V., 2003. *Description statistique des propriétés chimiques des sols minéraux du Québec*.
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec.
International Plant Nutrition Institute (IPNI). 2010. <http://nane.ipni.net/articles/NANE0045-EN>.
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries, de l'Alimentation du Québec (MAPAQ 2009). *Base de données sur les analyses de sol*.
NAULT, J., 2010. *Pratique de fertilisation et évolution de la richesse des sols Québécois*. Présentation faite dans le cadre de la journée le Rendez-vous Végétal du 7 janvier.
NOLIN, M.C., LECLERC, M-L, 2003. *Variabilité spatiale intraparcellaire de quelques propriétés associées au degré de saturation des sols en P en horticulture*. AQSSS.
CANTIN, J., 2002. *Les outils actuels de mesure du phosphore à la ferme*. Colloque sur le phosphore du 6 novembre 2002 de l'Ordre des agronomes du Québec.

Disponibilité du phosphore dans les sols de grandes cultures: état des connaissances au Québec

NOURA ZIADI¹, AIMÉ JEAN MESSIGA¹, CHRISTIAN MOREL², ROGER LALANDE¹, GILLES TREMBLAY³

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 Boul. Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3.

²Institut National de la Recherche Agronomique, 1220 UMR TCEM, BP 81, 33883 Villenave d'Ornon cedex, Bordeaux, France.

³Centre de recherche sur les grains inc., 740, chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil, Québec, QC, J3G 0E2.

Courriel: noura.ziadi@agr.gc.ca

Mots clés : P-Mehlich 3, P de la biomasse microbienne, P total, essais de longue durée, maïs, soja.

Introduction

Le phosphore (P) est un élément essentiel pour le développement et la croissance des plantes. Son apport au sol sous forme d'engrais minéral et/ou organique est nécessaire pour répondre aux besoins nutritionnels des plantes. Cependant, appliqué en excès par rapport aux besoins des cultures, il peut causer des problèmes environnementaux notamment la pollution de l'eau. Il est alors indispensable de bien comprendre sa dynamique dans le sol et son prélèvement par la plante afin de gérer efficacement son utilisation. L'effet du travail du sol et de l'apport du P inorganique sur les rendements en grains des cultures et sur les différentes formes du P, incluant la biomasse microbienne, dans un essai de longue durée au Québec sera présenté lors de cette conférence.

Méthodologie

L'étude a été réalisée sur un site établi en 1992 à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada situé à l'Acadie (Tremblay et al. 2003; Messiga 2010) et qui continu de faire l'objet d'un suivi annuel. Il s'agit d'une rotation bi-annuelle, maïs – soja, établie sur un loam argileux selon un dispositif expérimental en split-plot avec quatre répétitions. L'essai comprend deux traitements : le travail du sol (semis direct [SD] et un labour conventionnel [LC]) qui sont appliqués aux parcelles principales, et neuf combinaisons de 3 doses d'azote (0, 80 et 160 kg N ha⁻¹) et 3 doses de P (0 [0P], 17,5 [17.5P], et 35 [35P] kg P ha⁻¹) apportées uniquement à la phase maïs de la rotation en parcelles secondaires. Seulement les parcelles recevant les trois doses de P avec la dose 160 kg N ha⁻¹ ont été retenues. Ainsi, le sol a été échantillonné à différentes dates, profondeurs et saisons pour caractériser l'évolution des différentes formes du P du sol. Une étude en conditions contrôlée a également été réalisée pour évaluer l'effet des cycles de gel et de dégel sur la biodisponibilité du P.

Résultats

Aucun effet significatif de l'apport de P n'a été observé sur le rendement en grain du maïs et du soja. Cependant, le rendement en grain du maïs le plus élevé a été 10.1 Mg ha⁻¹ en 2004 sous le LC et le plus faible a été 5.8 Mg ha⁻¹ en 2000 sous le SD. Pour le soja, le rendement en grain le plus élevé a été 3.2 Mg ha⁻¹ en 2003 sous le LC et le plus faible a été 1.1 Mg ha⁻¹ en 2001 sous le SD. Le bilan cumulé de P qui est la différence entre les apports et les exportations de P entre 1992 et 2007 a été en moyenne – 252.1 (± 12.6), – 96.6 (± 13.2) et 47.4 (± 16.4) kg P ha⁻¹ pour les traitements 0P, 17.5P et 35P, respectivement (Fig. 1a). En 2009, après 17 années de rotation maïs-soja, l'effet du travail du sol et de la dose de P sur l'activité microbienne a été surtout marqué dans la couche 0–15 cm du sol et sous le SD. Ainsi, sous le SD le P de la biomasse microbienne a varié entre 16.3 mg kg⁻¹ avec 0 P et 28.2 mg kg⁻¹ avec 35 P (Fig. 1b). Par ailleurs, sous le LC, le P_{M3} a varié entre 48.7 mg kg⁻¹ avec le traitement 35 P (en 2001) et 25.9 mg kg⁻¹ avec le traitement 0P (en 2007) [Fig. 1c]. Sous le SD, le P_{M3} a varié entre 69.8 mg kg⁻¹ avec le traitement 35 P en 2001 et 32.4 mg kg⁻¹ avec le traitement 0P en 2007 (Fig. 1d). En effet, le P total du sol est en moyenne 20% plus élevé sous semis direct que sous labour conventionnel. Ces résultats corroborent ceux obtenus avec les membranes d'échange anioniques qui démontrent que le P est plus disponible sous semis direct que sous labour conventionnel et plus au printemps qu'à l'automne. Une simulation en laboratoire réalisée en 2007 pour étudier l'effet des cycles de gel et de dégel sur la biodisponibilité du P de la couche superficielle du sol a révélé que la teneur du sol en P extrait à l'eau et au Mehlich 3 augmente significativement avec le SD et le nombre de cycles de gel et de dégel (Messiga et al. 2010).

Conclusion

Depuis les cinq dernières années, le site de l'Acadie fait l'objet de quelques études agronomiques et environnementales sur le phosphore du sol et démontre bien l'importance de considérer ensemble l'effet de plusieurs facteurs sur la gestion de cet élément. Il est alors clair que le travail du sol, le système de culture, les conditions climatiques notamment hivernales et l'apport du P influencent grandement la disponibilité du P du sol aux plantes ainsi que ses différentes transformations. Des études de longues durées sont primordiales pour assurer un tel suivi. Le site de l'Acadie continue de faire l'objet d'autres études plus poussées et plus fondamentales et ce dans le cadre d'un projet international mené par l'équipe de Noura Ziadi.

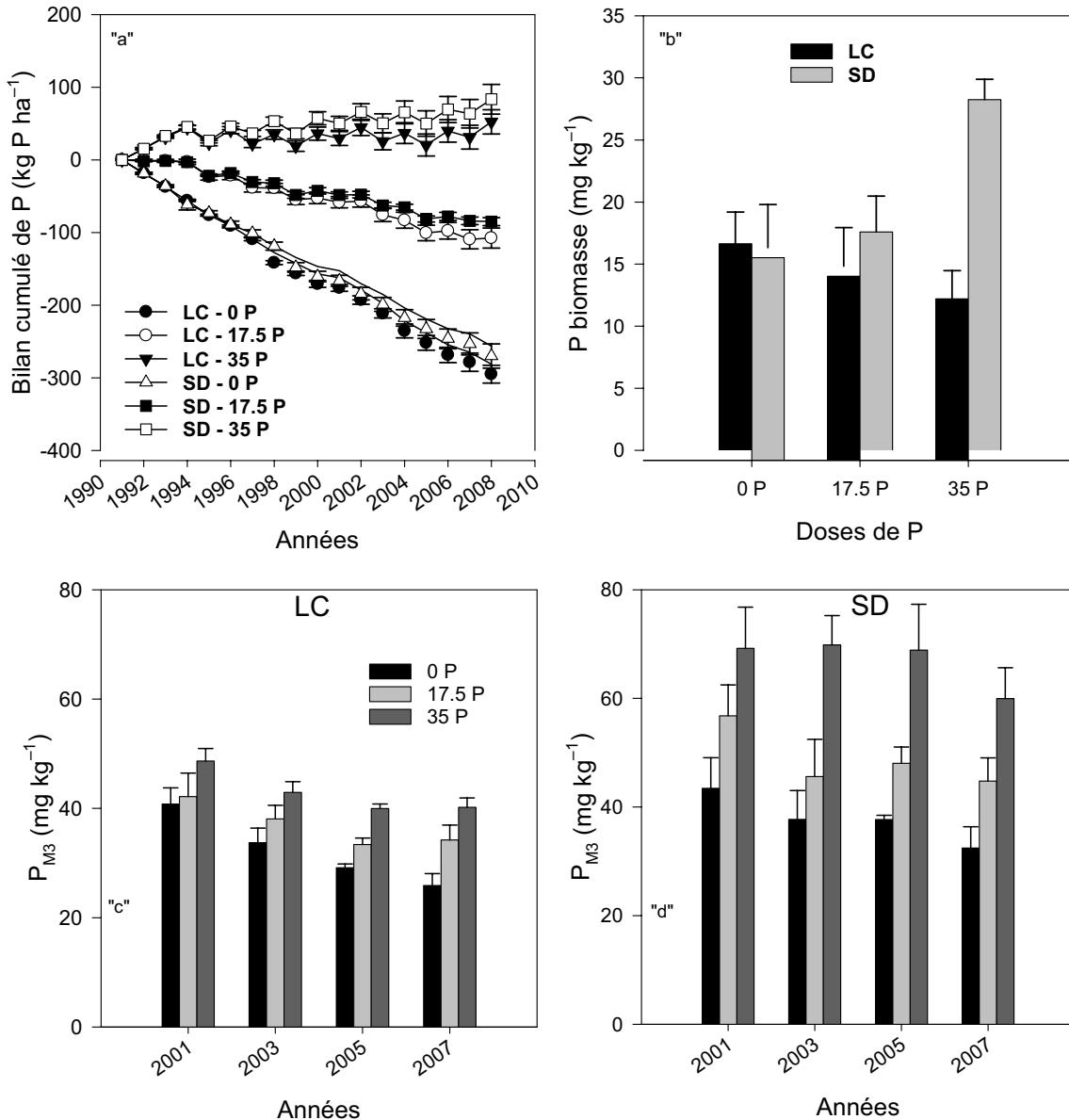


Figure 1. Effet du travail du sol et de la dose de P sur (a) le bilan cumulé de P, (b) le P de la biomasse microbienne et (c, d) le P du sol disponible aux plantes extrait au Mehlich 3.

Références

- Tremblay, G., Robert, L., Fillion, P., Govaerts, G., Mongeau, R., Filiatrault, J., Beausoleil, J.M., Moreau, G., Tran, T.S. 2003. Régies culturales et fertilisations azotée et phosphatée dans une rotation maïs-soya. Bulletin technique No. 3.05. CÉROM, Saint-Bruno-de-Montarville, Quebec City, QC. 8 pp.
- Messiga, AJ. 2010. Transferts du phosphore dans les sols de grandes cultures. Thèse de doctorat. Université Laval, QC. 217p.
- Messiga, A. J., Ziadi, N., Morel, C. et Parent, L. E. 2010. Soil phosphorus availability in no-till versus conventional tillage following freezing and thawing cycles. Can. J. Soil Sci. 90: 419-428.

Évaluation d'engrais à libération lente en production de maïs-grain

BERNARD GAGNON¹, NOURA ZIADI¹, CYNTHIA GRANT²

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560, Boul. Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3;

²Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche de Brandon, R.R. 3, Brandon, MB, R7A 5Y3.
Courriel: bernard.gagnon@agr.gc.ca.

Mots clés: gestion des fertilisants, azote, maïs

Introduction

Au cours des dernières années, beaucoup d'efforts ont été mis afin d'améliorer l'efficacité de la fertilisation azotée en culture de maïs-grain et réduire son impact sur l'environnement. Plusieurs approches ont été avancées pour rejoindre cet objectif et améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote qui dépasse rarement les 50%. L'une d'elles consiste en l'utilisation d'engrais à libération lente. Ainsi, l'urée peut être enveloppée avec un polymère ou un inhibiteur d'uréase ou de nitrification pour retarder le relâchement de l'azote minéral, ce qui peut contribuer à accroître l'efficacité d'utilisation de l'engrais et les rendements des cultures tout en réduisant les pertes potentielles d'azote dans l'environnement (Ladha et al. 2005). En outre, ces engrains se doivent d'être simples, abordables et faciles à appliquer au champ tout en procurant des bénéfices monétaires suffisamment importants et constants pour attirer les producteurs (Giller et al. 2004). Leur utilisation sera plus facile dans les régions sujettes à des pertes importantes d'azote, où les applications en post-levée sont communes et avec des cultures possédant des systèmes racinaires superficielles (Blaylock et al. 2005). Peu d'études ont évalué ce type de fertilisants dans la culture du maïs sous les conditions pédoclimatiques du Québec.

Méthodologie

Une expérience a été conduite au champ pendant trois années (2008-2010) sur une argile Kamouraska dans la région de Québec afin d'évaluer les effets de deux types d'engrais à libération lente: de l'urée enveloppée d'un polymère (ESN®, Agrium) et de l'urée contenant un inhibiteur de nitrification (ENTEC®, COMPO), en comparaison avec de l'urée granulaire et une solution d'urée et nitrate d'ammonium 32% (UNA), sur le rendement du maïs-grain, le prélèvement du N et les nitrates résiduels du sol à l'automne. Trois doses ont été utilisées pour l'urée et ESN (50, 100 et 150 kg N ha⁻¹) en plus d'un témoin non fertilisé (0 N), alors que ENTEC et UNA ont été appliqués à 150 kg N ha⁻¹. L'urée, ESN et ENTEC ont été appliqués à la volée une semaine avant le semis et incorporés au sol, alors que UNA a été appliqué en bandes (120 kg N ha⁻¹) au stade 6-feuilles du maïs avec 30 kg N ha⁻¹ de nitrate d'ammonium calcique au démarrage. Un site différent a été utilisé à chaque année. Les neuf traitements ont été disposés en blocs aléatoires complets répétés quatre fois. Chaque parcelle avait une dimension de 3 × 7 m et comprenait quatre rangs de maïs. Toutes les parcelles ont reçu initialement 70 kg P₂O₅ ha⁻¹ et 30 kg K₂O ha⁻¹ au printemps.

Les épis de maïs ont été récoltés manuellement à pleine maturité sur 5 m de longueur. Les tiges 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 à la récolte pour déterminer leurs contenus en N-NO₃.

Résultats

La réponse des engrains à libération lente a été largement influencée par les conditions climatiques saisonnières. Lors des étés humides de 2008 et 2009, ESN a procuré des rendements plus élevés que l'urée de 0.8 à 1.6 t ha⁻¹, alors que les augmentations avec ENTEC ont été plus modestes (0.3-0.6 t ha⁻¹; tableau 1). Lors de l'été sec de 2010, aucune différence significative n'a été observée entre les engrains. À des doses d'application similaires, ESN a permis d'obtenir des rendements en grains comparables à l'application en post-levée d'UNA pour toutes les années de l'étude. Ces augmentations de rendements obtenues avec ESN permettent de dégager un bénéfice par rapport à l'urée dans deux années sur trois. Des recherches réalisées ailleurs ont démontré que l'efficacité des engrains à libération lente est intimement liée aux conditions de température et d'humidité prévalant dans le sol (Pasda et al. 2001, Nelson et al. 2009, Noellsch et al. 2009). Le prélèvement du N appliqué a été supérieur avec ESN qu'avec l'urée et comparable pour ESN et UNA, exception faite de 2010 où le prélèvement pour UNA a dépassé tous les autres.

À la récolte de chaque année, les concentrations en N-NO₃ de la couche de surface (0-15 cm) ont augmenté avec l'application de ESN, alors que l'urée et UNA ont augmenté uniquement celles en 2010. Ceci laisse présager que la libération du N minéral du ESN s'est prolongée au-delà de la saison de croissance. Toutefois, dans son ensemble, les augmentations de N-NO₃ ont été relativement modestes (2-11 kg N ha⁻¹) comparativement aux doses apportées.

Tableau 1. Effet de différents types d'engrais azotés sur le rendement en grains et le prélèvement total en N par la culture de maïs

Traitements	kg N ha ⁻¹	Rendement en grains			Prélèvement en N		
		2008	2009 t ha ⁻¹	2010	2008	2009 kg ha ⁻¹	2010
Témoin (0 N)	0	2.3	2.0	6.4	36	34	85
Urée	50	4.0	2.9	8.4	62	45	121
	100	5.3	3.7	8.9	79	55	138
	150	6.1	4.4	9.7	103	66	162
	50	4.3	3.5	8.3	66	51	120
ESN	100	6.1	5.2	9.3	97	76	142
	150	6.9	6.0	9.7	123	92	157
	150	6.4	5.0	9.5	110	78	168
ENTEC	150	6.7	5.8	10.5	124	89	192
UNA							

Conclusions

Les engrains à libération lente d'azote, en particulier l'urée enrobée d'un polymère (ESN), ont été bénéfiques à la culture du maïs-grain. Lors des étés humides, les rendements et le prélèvement en N ont été supérieurs à l'urée dans des conditions similaires d'utilisation. Des augmentations de rendements de 0.8 à 1.6 t ha⁻¹ ont été obtenues, ce qui a permis de dégager un profit. Cependant, lorsque les conditions saisonnières limitent les pertes environnementales, les avantages économiques de tels produits sont moins attendus. Comparativement aux applications en post-levée qui assurent généralement un maximum de rendements sous les conditions climatiques du Québec, les engrais à libération lente de par leur mode de fonctionnement pourraient fournir aux producteurs une plus grande flexibilité dans l'application des engrais ainsi que réduire et faciliter le travail au champ.

Références

- Blaylock, A.D., Kaufmann, J. et Dowbenko, R.D. 2005. Nitrogen fertilizer technologies. Pages 8–13 *dans* Western Nutrient Management Conf. Proc. Vol. 6. W.B. Stevens, éd. Salt Lake City, UT.
- Giller, K.E., Chalk, P.M., Dobermann, A., Hammond, L.C., Heffer, P., Ladha, J.K., Nyamudeza, P., Maene, L.M., Ssali, H. et Freney J.R. 2004. Emerging technologies to increase the efficiency of use of fertilizer nitrogen. Pages 35–52 *dans* Agriculture and the nitrogen cycle: assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment. A.R. Mosier et al., éd. Island Press, Washington, D.C.
- 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.
- Nelson, K.A., Paniagua, S.M. et Motavalli, P.P. 2009. Effect of polymer coated urea, irrigation, and drainage on nitrogen utilization and yield of corn in a claypan soil. *Agron. J.* 101, 681–687.
- Noellsch, A.J., Motavalli, P.P., Nelson, K.A. et Kitchen, N.R. 2009. Corn response to conventional and slow-release nitrogen fertilizers across a claypan landscape. *Agron. J.* 101, 607–614.
- Pasda, G., Hähndel, R. et Zerulla, W. 2001. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. *Biol. Fertil. Soils* 34, 85–97.

La réponse du maïs-grain aux applications de phosphore en sols riches ayant reçu des engrains organiques.

JEAN CANTIN¹, ANNIE PELLERIN², LÉON-ÉTIENNE PARENT³, NICOLAS SAMSON⁴

¹ MAPAQ – Centre de services de Saint-Hyacinthe, 1355, rue Johnson Ouest, bureau 3300, Saint-Hyacinthe J2S 8W7.

² MAPAQ – Centre de services de Sainte-Martine, 177, rue Saint-Joseph, bureau 201, Ste-Martine J0S 1V0.

^{3,4} Université Laval, Département des sols et de génie agroalimentaire, Québec G1K 7P4.

Mots clés : fertilisation, phosphore, engrais organiques.

Au cours des années 1997 – 2002, plus de 187 entreprises agricoles ont participé à des essais à la ferme en fertilisation comparée. L'objectif de ce projet^(a) était de vérifier si les engrains appliqués en bande lors du semis de maïs-grain, devaient contenir du phosphore lorsque des engrais organiques de fermes y étaient valorisés. Les résultats de ce projet ont démontré que pour les sols riches en phosphore et en bonne condition, il n'y avait aucune justification économique ou agronomique pour le maintien du phosphore dans le démarreur.

La banque de données des résultats de ces essais a été compilée pour être analysée par méta-analyse. L'encadrement de ces essais à la ferme, établi selon des critères bien définis, a permis le traitement des résultats par cette nouvelle approche statistique^(b).

Les résultats ont été regroupés selon les différentes richesses de sol, ainsi que selon les quantités de phosphore minéral appliquées en bande lors du semis (Tableau – 1). Dans la majorité des regroupements, il n'y a eu aucun avantage à appliquer du phosphore avec les engrais de démarrage. Les marges brutes calculées sont négatives dans la très grande majorité des cas. C'est-à-dire que le prix de vente des faibles augmentations de rendement parfois obtenus, ne couvre pas les coûts d'achat du phosphore. Un seul regroupement – "dose 20P₂O₅ / richesse-P>20%" – a obtenu une augmentation suffisante en grain pour couvrir le coût du phosphore. Plusieurs des sols de ce regroupement ont exceptionnellement des acidités très élevées (pH < 5,5). Dans de tels sols, le développement racinaire du maïs est compromis, d'où la probabilité d'un manque d'exploration du sol pour approvisionner tout le phosphore nécessaire à la culture. Le même phénomène se rencontre parfois lorsque les sols sont compactés. Vaut mieux apporter des correctifs à ces sols plutôt que compenser par l'augmentation de fertilisants.

Dans certains cas, l'application de phosphore dans le démarreur a eu un effet significatif sur le poids spécifiques du grain, ainsi que sur l'humidité (Tableau – 1). Toutefois ces effets sont négligeables, et en aucun cas, ils ne permettent de rentabiliser le coût d'achat du phosphore minéral.

Les résultats d'analyses par méta-fichiers confirment donc que :

«Pour les sols dont l'indice de saturation en phosphore est de 5% et plus, ayant un historique d'application d'engrais organiques, et où les apports en phosphore organique de l'année en cours sont supérieurs aux besoins de la culture, aucun phosphore dans l'engrais de démarrage n'est nécessaire pour obtenir les meilleurs rendements économiques».

Ces résultats d'analyse ont été considérés lors de l'élaboration de la grille "maïs-grain" du guide de référence en fertilisation de l'édition 2010^(b). La note au bas de la grille de recommandation pour le maïs-grain y fait spécifiquement référence.

Cette conclusion s'applique à la plupart des hybrides, types de sol, types d'engrais organique, cultures précédentes, ou différentes techniques de travail du sol rencontrés au cours des essais^(a). La conclusion des résultats de ces essais est représentative et applicable sur les terres agricoles de la grande plaine de Montréal, où se concentre la majorité de la production de maïs-grain au Québec.

Tableau – 1 : Résultats des méta-analyses pour les données de rendement, de densité et d'humidité pour les essais de fertilisation comparée, avec et sans phosphore dans la production de maïs-grain, réalisés sur des sols riches en phosphore au cours des années 1997 à 2002. Les valeurs mises entre parenthèses indiquent l'amplitude moyenne espérée lorsque les résultats sont significativement différents. Les marges brutes sont calculées à partir d'un prix de vente de 200\$/tonne de maïs et de 1\$/kg de P₂O₅.

Doses de phosphore (kg P ₂ O ₅ /ha)	Classes de richesse du sol ISP ₁ (%)	Rendements (kg/ha)		Densités (kg/hl)		Humidité (%)		Nombre de site	Marge brute (\$/ha)
		moyenne		moyenne		moyenne			
20	0-5,0	(+ 110)	9 600 ^t	(+ 0,4)	68,7*	(-0,5)	22,6*	10	-
	5,1-10,0		9 086	(+ 0,2)	67,9 ^t	(-0,3)	23,4 ^t	19 à 24	-
	10,1-15,0		8 831	(+ 0,2)	67,5 ^t		24,3	21 à 27	-
	15,1-20,0	(- 260)	8 564*	(+ 0,5)	69,0*		23,3	9 à 13	-
	20,1 et (+)	(+ 227)	9 954*	(+ 0,3)	68,7*		21,9	20 à 23	+
40	0-5,0	(+ 81)	8 969*	(+ 0,3)	70,2 ^t		22,0	8	-
	5,1-10,0		9 245		66,3	(-0,6)	24,3*	10	-
	10,1-15,0		9 592		69,5		23,2	11	-
	15,1-20,0		11 560		.		26,3	0 à 1	-
	20,1 et (+)	(+ 153)	9 774 ^t		66,4	(-0,3)	25,0*	12 à 14	-
60	0-5,0		11 051	(+ 1,3)	70,8 ^t		20,5	3 à 4	-
	5,1-10,0		9 855	(+ 0,9)	69,0*	(-1,3)	22,6*	4 à 5	-
	10,1-15,0		---		---		---	---	---
	15,1-20,0		5 409		66,5		25,9	2	-
	20,1 et (+)		11 115		67,4		23,3	2	-
90	0-5,0		8 183	(+ 0,6)	68,2*		17,6	3	-
	5,1-10,0		10 246		68,3		23,8	3 à 4	-
	10,1-15,0	(- 310)	8 291*		69,7	(-0,3)	22,3*	5	-
	15,1-20,0		8 797		76,4		19,3	1	-
	20,1 et (+)		8 962		64,7		27,7	3 à 4	-

*P<0,05; ^t tendance (où P<0,10)

Références :

- (a) CANTIN, J. 2003. *Effets des apports d'engrais minéraux phosphatés dans les démarreurs à maïs-grain en complément des apports de phosphore provenant des engrains de ferme selon la saturation en phosphore des sols*. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation. 16 p.
<http://www.agrireseau.qc.ca/grandescultures/Documents/Brochure%20Phosphore%20-%20511.pdf>
- (b) CRAAQ, 2010. Guide de référence en fertilisation, 2^e édition.

Résultats d'essais 2008 à 2010 de l'utilisation de l'inoculant *Azospirillum* dans les cultures de maïs-grain, de blé, d'avoine, de chanvre et de canola

GABRIEL L. D. WEISS, agr.

CAE Estrie, 5527, rue Frontenac, bureau 308, Lac-Mégantic (Québec) G6B 1H6

Qu'est-ce que l'*Azospirillum*?

Les rhizobactéries sont des bactéries qui s'associent aux racines des plantes. C'est le cas de l'*Azospirillum brasiliense*, une bactérie qui s'associe et colonise l'intérieur des racines (bactérie endophyte) pour favoriser leur croissance et le rendement des cultures.

L'association entre l'*Azospirillum* et la plante produit des changements morphologiques et physiologiques dans les racines de celles-ci. La bactérie produit des hormones de croissance, l'acide indole-3 acétique, qui favorisent l'augmentation de la surface et de la matière sèche des racines, et par conséquent, l'augmentation de l'absorption de l'eau et des minéraux. De plus, l'association permet la fixation biologique de l'azote atmosphérique (jusqu'à 50 kg de N /ha/an) ce qui favorise la croissance et les rendements des cultures.

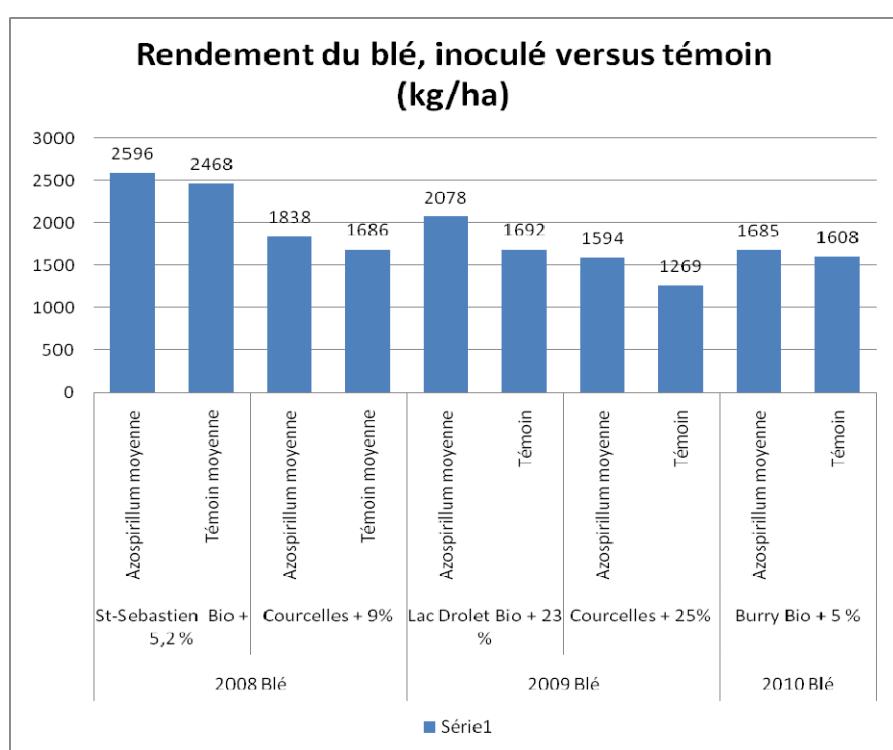
Il existe des souches d'*Azospirillum* compatibles avec plusieurs espèces végétales (maïs, blé, seigle, avoine, orge, prairie : dactyle, fétuque, fléole, ray-grass). Les premières études ont été faites avec la canne à sucre et le riz, ce sont des plantes qui ont besoin de beaucoup d'azote. (Danielle Prévost 2010 AAC).

Résultats des essais faits au Québec

Des essais sont menés au Québec depuis 2008 par le Club agroenvironnemental de l'Estrie avec le soutien financier du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et de La Financière agricole du Québec, la collaboration de plusieurs clubs en agroenvironnement, des producteurs agricoles, du MAPAQ Sainte-Marie et l'appui financier et scientifique de Mme Danielle Prévost d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Les effets positifs de l'inoculation avec la bactérie *Azospirillum* ont été observés dans les racines des plantes où la surface racinaire mesurée à l'aide d'un scanner nous a permis de constater 30 % d'augmentation de la surface racinaire.

Rendements du blé et avoine 2008, 2009 et 2010



Rendements du maïs fourragé 2008

Rendement (kg/ha) du maïs fourragé par parcelle inoculée avec *Azospirillum* et non inoculée (témoin)

Traitement	1	2	3	Moyenne	
<i>Azospirillum</i>	10583	12730	13553	12289	+ 12.6 %
Témoin	11323	11807	9083	10738	

Rendement du maïs grain 2009

Rendement (kg/ha) du maïs grain par parcelle inoculée avec *Azospirillum* ou non inoculée (témoin), à Sherbrooke

Traitement	1	2	3	Moyenne	
<i>Azospirillum</i>	7065	6276	5592	6311	+ 16.8 %
Témoin	5403			5403	

Rendement du maïs grain 2010

Traitement	% de variation de rendement
<i>Azospirillum</i> par rapport témoin	6
Azos + 50 % d'azote/témoin	31
100% azote /témoin	41
Azos + 50 % d'azote par rapport 50 % d'azote	2
50 % d'azote par rapport à 100 % d'azote	- 10
Azos + 50% d'azote par rapport à 100 % d'azote	- 7

Source : Louis Robert, MAPAQ Sainte-Marie

Des résultats des essais effectués en 2010, le canola et le chanvre dans régie biologique et conventionnel seront présentés lors de la conférence.

Résultats et conclusion

L'été 2008 et 2009 ayant été particulièrement pluvieux, les racines ont été submergées d'eau une bonne partie de la saison. On suppose qu'une grande partie des engrains fournis à la plante ont été lessivés. Donc, l'augmentation du rendement est due à la fixation biologique d'azote fait par la bactérie *Azospirillum*.

On a pu confirmer que la bactérie *Azospirillum* augmente la longueur des racines et que les plantes inoculées produisent plus de radicelles et d'apex que les plantes non inoculées.

Pour une troisième année consécutive, on a pu démontrer le potentiel de l'inoculant *Azospirillum* pour augmenter le rendement chez le blé, le maïs d'ensilage et le maïs grain.

Il existe un potentiel d'utilisation des bactéries pour améliorer l'utilisation des engrais et même pour baisser leur utilisation en agriculture conventionnelle.

Il existe un potentiel de réduction de gaz à effet de serre avec l'utilisation des bactéries qui améliorent l'utilisation des engrais organiques et minéraux.

La place de l'épandage agricole dans la gestion des composts, des digestats de biométhanisation et des autres matières organiques

MARC HÉBERT

Service des matières résiduelles, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs,
675, boul. René-Lévesque Est, Québec (Québec) G1R 5V7

Marc.Hebert@mddep.gouv.qc.ca

Mots-clés : biosolides, composts digestats, MRF

Chaque année, environ deux millions de tonnes de résidus municipaux et industriels sont récupérés comme matières résiduelles fertilisantes (MRF). Près de la moitié sont utilisées pour la fabrication de compost, la végétalisation de sites dégradés ou la fabrication de terreaux horticoles. Un autre million de tonnes de MRF sont épandues sur les sols agricoles (Hébert et al., 2008).

Parmi les résidus organiques urbains valorisés ou potentiellement valorisables en agriculture, on retrouve notamment :

- Les composts urbains;
- Les digestats de biométhanisation, solides et liquides;
- Les feuilles mortes, seules ou en mélange avec du lisier ou du fumier;
- Les résidus végétaux d'épicerie, compostés à la ferme;
- Les copeaux d'élagage des arbres (agriculture biologique);
- Les résidus de désencrage (sous-produit du recyclage des papiers urbains);
- Les boues de fosses septiques;
- Les biosolides municipaux granulés, chaulés, compostés, etc.

La valeur agronomique de ces matières varie principalement selon la teneur en azote et en phosphore, ainsi que le taux de matière organique. Plusieurs études agronomiques ont permis de quantifier les gains pour l'agriculture en termes d'augmentation de rendement ou de valeur de remplacement des engrains minéraux et de la chaux.

Au Québec, seulement 3 % des sols agricoles reçoivent des MRF, comparativement à plus de 60 % pour les engrains minéraux. Ainsi, davantage de MRF organiques d'origines urbaines et industrielles pourraient être épandues dans le futur, en remplacement progressif des engrains minéraux phosphorés, sans affecter globalement la problématique des surplus de phosphore, et dans un contexte où le prix de ces engrains importés est à la hausse. En effet, les MRF ne contribuent pas de façon significative à la problématique des surplus de phosphore en agriculture, avec seulement 1 % des apports en phosphore dans les régions à forte densité d'élevage comme la Montérégie et la Chaudière-Appalaches.

Du point de vue des villes, la valorisation agricole des biosolides papetiers et municipaux se révèle particulièrement significative pour l'atteinte des objectifs de valorisation de la matière organique des PGMR. En outre, les centres de compostage et de biométhanisation de résidus urbains produiront également une matière qu'il faut éventuellement épandre sur les sols. De plus, l'épandage agricole direct est généralement plus économique que les autres filières de gestion.

La valorisation agricole des MRF est aussi particulièrement significative dans la lutte aux changements climatiques, par exemple, l'épandage des biosolides municipaux présente généralement un bilan carbone-neutre, même lorsque les distances de transport sont relativement importantes. À l'inverse, l'enfouissement technique malgré la performance des systèmes de captage implique des fuites de méthane. Pour sa part, l'incinération des boues riches en azote produit des oxydes nitreux, un GES 310 plus puissant que le CO₂ (Sylvia, 2009). Ainsi, l'épandage agricole des résidus organiques urbains et papetiers contribue à la lutte aux changements climatiques.

Les principales limitations de la valorisation agricole des MRF sont surtout liées à l'acceptabilité sociale des résidents en milieu rural, acceptabilité qui varie selon le potentiel d'odeurs, le type de résidu et sa provenance.

Tableau 1 : Principaux gisements de matière organique putrescible (en milliers de tonnes par an) et taux actuel de valorisation par voie biologique

Résidus par secteur		Gisement	Recyclage biologique		Sources
			1000 t/an	1000 t/an	
Municipal	Boues/biosolides municipaux	915	247	27 %	MDDEP (2008) http://www.mddep.gouv.qc.ca/matières/mat_res/fertilisantes/Bilan2007.pdf
	Putrescibles - ménages	1 390	167	12 %	RECYC-Québec (2009) http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/MICI/Rendez-vous2009/Bilan2008.pdf
ICI (industries, commerces et institutions)	Boues d'abattoirs	120	100	83 %	Estimé
	ICI -m.o. (sans le bois)	357	50	14 %	RECYC-Québec (2008) http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fiche-compost.pdf
Papetières	Biosolides mixtes papetières	1 459	481	33 %	MDDEP (2010) http://www.mddep.gouv.qc.ca/milieu_ind/bilans/pates08/bilan08.pdf
Total organiques putrescibles		4 241	1045	24 %	

Références

Hébert, M., G. Busset et E. Groeneveld. 2008. Bilan 2007 de la valorisation des matières résiduelles fertilisantes. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, direction des politiques en milieu terrestre. [En ligne] [http://www.mddep.gouv.qc.ca/matières/mat_res/fertilisantes/Bilan2007.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

Les oligoéléments : essentiels à la résistance aux maladies et à la croissance

ANDRÉ COMEAU, Centre de Recherches, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec (Québec) G1V2J3

Jusqu'à récemment, on considérait que les oligo-éléments méritent attention principalement dans le domaine de la nutrition minérale. Ce faisant, on négligeait le fait qu'il existe quelques centaines de métalloprotéines dont beaucoup sont des enzymes avec cofacteurs comme le Mn, B, Zn, Cu, Fe, Mo, etc. En fait, ces métalloprotéines incluent de nombreuses enzymes essentielles à la croissance et aux mécanismes de défense et de régulation de la plante. Le métal (ou l'anion dans certains cas) agit un peu comme la clé dans le moteur. Un grand nombre de ces métalloprotéines font partie des stratégies de défense de la plante contre les pathogènes (Datnoff et al. 2007), ou encore participent aux mécanismes de régulation et de réponse aux différents stress. Enfin les microorganismes du sol, tant bénéfiques que nuisibles, sont profondément dépendants de certains oligo-éléments. Certains mécanismes de pathogénicité sont actifs en fonction d'effets sur la disponibilité des oligo-éléments; citons l'exemple du *Gaeumannomyces*. Le molybdène et le nickel font partie des oligo-éléments importants dans le métabolisme de l'azote.

Au niveau de la ferme, plusieurs restent avec l'idée ancienne que les oligo-éléments jouent un rôle mineur, voire négligeable, et qu'on n'a pas besoin de s'y intéresser souvent. On tend à apporter une attention au pH, N, P, K, Mg, et trop rarement on s'inquiète du reste. On peut s'étonner du petit nombre de ceux qui connaissent vraiment l'état détaillé de la composition minérale de leurs champs.

Le bore et le manganèse sont à suivre de près au Québec, selon nos connaissances actuelles, mais d'autres éléments mineurs (zinc, cuivre, molybdène) méritent une bonne attention, ainsi que le magnésium et le soufre. Il reste que l'analyse des oligo-éléments et l'interprétation ne sont pas toujours faciles. Le bore, le manganèse et le molybdène posent des difficultés spéciales. Il y a de nombreuses interactions entre minéraux. De plus, l'effet chélatant du glyphosate vient désormais compliquer la situation; nous pourrions en effet nous poser des questions sur les effets à plus ou moins long terme de ce produit sur les oligo-éléments de certains de nos sols.

Le séminaire parlera de connaissances acquises initialement au cours du développement d'une approche systémique à la génétique du blé, car les cultivars ont des besoins différents au niveau nutrition minérale. Nous avons d'ailleurs cherché à développer des blés moins exigeants, moins capricieux au niveau nutrition minérale. Le bilan de nos essais sur diverses autres plantes agricoles confirme par ailleurs que les racines de plusieurs espèces montrent divers signes d'inefficacité. La toxicité de l'aluminium, du fer et du manganèse en conditions d'excès d'eau pourrait compliquer la situation. Toutefois cette vision systémique devrait logiquement s'étendre aussi aux questions de régie. Il y a toujours des pièces plus faibles dans une mécanique complexe. Améliorer l'ensemble d'une production agricole nous oblige au travail de détective pour savoir où sont les points faibles du système, et quels sont les remèdes les plus logiques: génétique, régie, ou – le plus souvent - les deux simultanément?

Rien ne sert de rêver à obtenir un résultat avec du N, P, K si l'équilibre minéral est rompu au niveau des oligo-éléments. La première règle serait de faire ses devoirs : obtenir des analyses et les faire interpréter par un agronome.

On ne peut certes pas tout comprendre à la perfection dans un système aussi complexe, mais il serait rentable de chercher à faire mieux. Nous tenterons donc d'intéresser les participants à voir les oligo-éléments sous de nouveaux angles, de manière à savoir en premier lieu poser les bonnes questions. Mieux comprendre le système agricole dans son intégralité peut aider à planifier des actions plus efficaces, tant au niveau économique qu'environnemental. Or, dans certains cas, la connaissance des oligo-éléments peut faire la différence entre une bonne récolte et un triste résultat.

Référence

Datnoff, L.E., Elmer, W.H. et Huber, D. Mineral nutrition and plant disease. APS Press, St-Paul, Minnesota 55121, USA.278 pp.

Évaluation de fongicides dans les cultures de céréale

SYLVIE RIOUX¹, DENIS PAGEAU², ANNE VANASSE³, BARBARA BLACKWELL⁴

¹ Centre de recherche sur les grains, 2700 rue Einstein, Québec, QC, G1P 3W8;

² AAC, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 1468 rue Saint-Cyrille, Normandin, QC, G8M 4K3;

³ Département de phytologie, Université Laval, 2425 rue de l'Agriculture, Québec, QC, G1V 0A6;

⁴ AAC, Centre de recherche de l'Est sur les céréales et oléagineux, 960 Carling Avenue, Ottawa, ON, K1A 0C6.
sylvie.rioux@cerom.qc.ca

Mots clés : fongicide, blé, orge, avoine, taches foliaires, fusariose, désoxynivalénol (DON), rendement

Introduction

On observe depuis quelques années en Amérique du Nord une utilisation accrue de fongicides foliaires en grandes cultures. Ce nouvel intérêt s'explique en grande partie par le prix élevé des grains et l'arrivée sur le marché de nouveaux fongicides à base de strobilurine (Headline, Quadris). Afin de donner l'heure juste aux producteurs sur la rentabilité ou la non rentabilité de l'usage de fongicides chez les céréales à paille, une étude a été initiée par une équipe de chercheurs de centres de recherche publics, avec l'aide financière du Programme Prime-Vert (Volet 11 - Appui à la stratégie phytosanitaire) du MAPAQ et du Syndicat des producteurs de semences pedigree du Québec (SPSPQ). Cette étude visait à comparer, pendant deux saisons (2009 et 2010) et à trois stations, l'effet de différents fongicides en végétation sur l'incidence des maladies foliaires et de la fusariose des inflorescences chez le blé, l'orge et l'avoine.

Parmi les fongicides testés dans la présente étude, quatre d'entre eux sont homologués seulement pour contrer des maladies foliaires comme les taches foliaires, la rouille des feuilles et l'oïdium (blanc). Ces fongicides sont le Quilt (propiconazole et azoxystrobine), homologué chez le blé et l'orge, le Stratego (propiconazole et trifloxystrobine), le Pivot (propiconazole) et le Headline (pyraclostrobine), homologués aussi chez l'avoine. Deux autres fongicides testés sont homologués et un troisième est en voie de l'être pour lutter contre la fusariose et certaines maladies foliaires. Il s'agit du Folicur (tébuconazole), homologué chez le blé, du Proline (prothioconazole), homologué chez le blé et l'orge et du Prosaro (tébuconazole et prothioconazole) en voie d'homologation chez le blé et l'orge (Luc Bourgeois, Bayer CropScience inc., comm. pers.).

Méthodologie

L'étude a été réalisée à la station du CÉROM à Saint-Mathieu-de-Beloeil (Beloeil), à la station de l'Université Laval à Saint-Augustin-de-Desmaures et à la station d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Normandin. Le dispositif expérimental de l'essai était un dispositif en quatre blocs complets aléatoires comprenant deux facteurs, le facteur fongicide, comptant sept ou huit fongicides plus un témoin sans fongicide, et le facteur céréale comprenant un cultivar de blé, un cultivar d'orge et un cultivar d'avoine.

En 2009, sept traitements fongicides faisaient partie de l'étude : le Quilt (750 mL/ha), le Stratego 250 EC (500 mL/ha), le Pivot 418 EC (300 mL/ha) et le Headline EC (400 mL/ha), appliqués au stade sortie de la feuille étandard (\approx 41 de Zadoks); et le Folicur 250 EW (500 mL/ha), le Proline 480 SC (420 mL/ha) et le Prosaro 250 EC (800 mL/ha), appliqués au stade 50 % floraison pour le blé et 100 % inflorescence sortie pour l'orge et l'avoine. En 2010, le bioagent *Clonostachys rosea* (CLO1 620 g/ha) a été ajouté dans le but de fournir à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) des données lui permettant de juger de l'efficacité du produit pour lutter contre la fusariose.

Les cultivars utilisés étaient : le blé Orléans de catégorie 3 pour la sensibilité à la fusariose selon les neuf catégories établies par le Réseau grandes cultures du Québec (9 étant la catégorie la plus sensible); l'orge à six rangs Païdia, de catégorie 5; et l'avoine Robust de catégorie 3 (non publiée) qui est la plus sensible des avoines recommandées et la seule de cette catégorie. Afin d'augmenter la pression de fusariose, l'essai a été implanté sur un précédent maïs à Beloeil, un précédent blé à Saint-Augustin et un précédent orge à Normandin. Plusieurs variables ont été mesurées dont les symptômes des taches foliaires, le contenu des grains en vomitoxine (DON) et le rendement en grains.

Résultats

Taches foliaires

Les résultats de 2009 et 2010 indiquent qu'en général, l'utilisation d'un fongicide de synthèse peut réduire l'intensité des taches foliaires des céréales. Les résultats ont cependant été moins clairs pour l'avoine à Beloeil en 2009 et Normandin en 2010, et pour l'orge à Saint-Augustin en 2009. Le biofungicide, quant à lui, n'a pas permis de réduire les taches foliaires dans la majorité des essais et lorsqu'il l'a permis, chez l'orge à Beloeil et Normandin, il a été moins efficace que les autres fongicides.

Contenu en DON et rendement

En 2009, les pluies qui ont été fréquentes dans toutes les régions du Québec ont favorisé le développement de la fusariose aux trois stations. La moyenne du contenu en DON pour les témoins des trois espèces était de 18,1 ppm à Beloeil, 4,0 ppm à Saint-Augustin et 21,4 ppm à Normandin. En 2010, la fréquence des précipitations a été très différente entre les régions; la moyenne des trois espèces pour le contenu en DON a été de 7,0 ppm à Beloeil, de 0,44 ppm à Saint-Augustin, et de 0,28 ppm à Normandin où les pluies ont été quasi absentes.

En général, l'utilisation des fongicides homologués seulement contre les maladies du feuillage a eu peu d'impact sur le contenu en DON aux trois stations. Il y a même eu augmentation du contenu en DON dans quelques cas pour les fongicides contenant une strobilurine (Quilt, Stratego et Headline). Pour ce qui est du rendement, lorsque la fusariose était présente, ces fongicides ont soit augmenté le rendement, à Normandin chez toutes les espèces et aussi à Saint-Augustin chez le blé et l'avoine, ou n'ont eu aucun effet, à Beloeil chez les trois espèces. Ces augmentations de rendement ont cependant été inutiles puisqu'il n'y a pas eu réduction du contenu en DON. Même en absence de fusariose ces fongicides se sont avérés inutiles puisqu'ils n'ont eu aucun effet sur le rendement. Ces résultats nous indiquent qu'il n'y a pas d'avantage à utiliser ces fongicides chez les céréales, à tout le moins quand l'application se fait au stade sortie de la feuille étendard.

Le biofungicide, qui était présent en 2010, n'a pas réduit de façon significative le contenu en DON ni augmenté le rendement chez les trois espèces (Beloeil). Une seule année-station valable n'est cependant pas suffisante pour bien évaluer un nouveau produit.

Pour ce qui est des fongicides de synthèse destinés à lutter contre la fusariose, le Folicur a permis de réduire le contenu en DON chez le blé, alors que le Proline et le Prosaro ont été efficaces chez le blé et l'orge. Chez l'avoine, ces deux derniers fongicides ont été efficaces à Normandin seulement (essai de 2009). Les réductions du contenu en DON par ces fongicides lorsque la pression de fusariose était élevée (témoins > 7 ppm) n'ont cependant pas été suffisantes pour réduire la contamination sous le seuil de 2 ppm, seuil à partir duquel il devient plus difficile de commercialiser la récolte. Ces fongicides ont tous trois augmenté le rendement à Normandin pour les trois espèces, de même qu'à Saint-Augustin pour le blé et l'avoine. Ils n'ont cependant pas eu d'effet à Beloeil, sauf le Proline en 2009 chez le blé. À Normandin, ces fongicides ont permis les gains de rendement les plus élevés. Ces résultats indiquent qu'il peut être avantageux d'utiliser ces fongicides lorsque la fusariose se manifeste, qu'il y ait augmentation ou non de rendement, en autant que le contenu en DON puisse être abaissé suffisamment pour obtenir une récolte vendable, ce qui n'est pas assuré sous forte pression de fusariose.

Conclusions

Il apparaît évident que la lutte contre la fusariose ne peut pas reposer uniquement sur l'usage de fongicides. La combinaison de tous les moyens de lutte disponibles reste la meilleure approche : rotations appropriées, utilisation de cultivars plus résistants, semis hâtif, réduction de la verre, récolte au bon moment, application de fongicides en cas de risque d'infection (avertissements Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) à consulter). Dans la présente étude, les rotations n'étaient pas adéquates pour diminuer l'intensité de la fusariose, bien au contraire, et des cultivars plus résistants que ceux utilisés sont disponibles sur le marché. Chez l'avoine entre autres, tous les autres cultivars recommandés sont moins sensibles que celui inclus dans l'étude. Il y a d'ailleurs beaucoup moins de problème de fusariose chez l'avoine que chez le blé et l'orge.

Utilisation d'un fongicide dans la production du maïs-grain

GILLES J. TREMBLAY¹, SYLVIE RIOUX², PIERRE LAFONTAINE³

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

² CÉROM, Québec

³ CIEL, L'Assomption

gilles.tremblay@cerom.qc.ca

Mots clés : fongicide, maïs-grain, rendement.

Introduction

Depuis quelques années, un certain intérêt s'est développé pour l'utilisation de fongicides dans la production de maïs-grain en Amérique du Nord. Cet intérêt est particulièrement palpable au Québec depuis 2008. L'application d'un fongicide lorsque les feuilles sont complètement développées pourrait réduire l'effet des maladies foliaires et ainsi procurer un meilleur rendement. De nombreux facteurs sont toutefois en jeu : sensibilité ou non de l'hybride, conditions climatiques, caractéristiques de l'environnement, etc. Afin de vérifier quelques-uns de ces facteurs, des essais ont été entrepris en 2009 dans la région de Montréal.

Méthodologie

L'essai a été réalisé au cours des années (A) 2009 et 2010 sur deux sites ou environnements (E) localisés dans la région de plus de 2700 UTM : Saint-Mathieu-de-Beloeil et l'Assomption. Cinq compagnies semencières ont collaboré à l'étude en fournissant 23 hybrides (H) adaptés à cette zone de croissance. Les sols étaient labourés à l'automne. L'unité expérimentale était composée de deux rangs de 6 m de longueur espacés de 76 cm. Chaque parcelle était ensemencée en surnombre puis éclaircie à 74 560 plants/ha. La fertilisation en éléments majeurs NPK respectait les recommandations du CRAAQ. Les semis ont généralement été réalisés au début du mois de mai de chaque année. Les parcelles étaient implantées selon un dispositif expérimental en tiroirs de quatre blocs complets où l'application du fongicide était en parcelle principale et les hybrides en sous-parcelles. Le fongicide (F) Headline a été utilisé à une dose 0,4 L/ha. L'application a été réalisée par voie terrestre lors de l'apparition des croix du maïs qui a été observée de la fin juillet au début du mois d'août. Des échantillons des feuilles au niveau de l'épi ont été recueillis à la mi-septembre afin d'évaluer la proportion de la surface des feuilles atteintes par différentes maladies (rouille, kabatiellose, helminthosporiose et dessèchement). L'indice de verze a été évalué à la récolte. Les parcelles ont été récoltées mécaniquement à la fin du mois d'octobre afin de déterminer le rendement en grains ainsi que la teneur en eau et le poids spécifique des grains. Les contenus en DON des grains ont été déterminés à l'aide de la trousse ELISA Veratox® DON (Neogen® Corp.).

Résultats

L'utilisation du fongicide (F) Headline a eu un effet significatif sur les rendements en grains en se traduisant par une augmentation moyenne des rendements de 372 kg/ha. Les hybrides (H) et les environnements (E) ont aussi eu des effets significatifs sur les rendements mais non les années (A). Il y avait des interactions significatives pour les facteurs suivants : fongicide et environnement (F x E), fongicide et hybride (F x H), année et hybride (A x H) et finalement environnement et hybride (E x H). Tous les facteurs ainsi que les interactions doubles ont été significatifs pour la teneur en eau des grains à l'exception des interactions fongicide x environnement (F x E) et fongicide x hybride (F x H). L'écart de teneur en eau était généralement inférieur à 1 point de pourcentage. Le fongicide a toutefois eu peu d'impact sur le poids spécifique des grains excepté pour l'interaction fongicide x année (F x A). Tous les facteurs de même que leurs interactions ont eu des effets significatifs sur l'indice de verze à la récolte. L'indice de verze moyen était toutefois relativement faible (3,8 %). Au site de Beloeil en 2009, l'utilisation du fongicide n'a pas eu d'effet significatif sur les maladies foliaires évaluées sauf pour l'helminthosporiose. Le fongicide Headline a permis de réduire de 2,6 à 0,5 % la surface de la feuille atteinte par cette maladie.

Enfin, le traitement fongicide n'a pas permis de réduire la teneur en DON des grains à la récolte. Les hybrides les plus performants ont procuré des rendements équivalents avec ou sans le fongicide. Pour un coût du traitement du fongicide à l'hectare de \$75, \$100 et \$125, la rentabilité économique est observée respectivement pour 52, 43 et 30 % des hybrides évalués.

Rendements 2009-2010

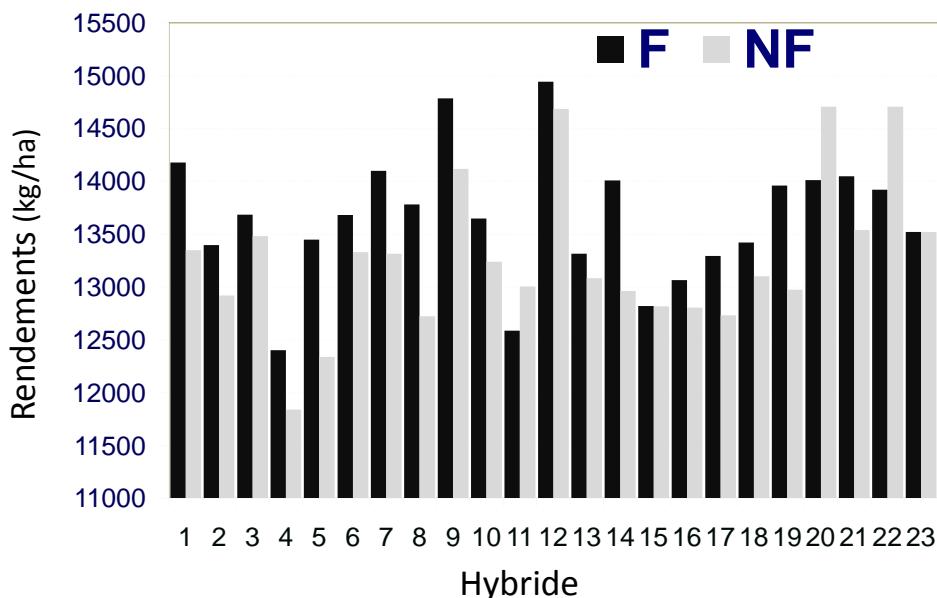


Fig.1. Effet du fongicide Headline sur les rendements en grains des 23 hybrides évalués dans l'étude (F= traitement avec Headline; NF= traitement sans Headline).

Références

Integrated Crop Management, 2007a. Corn growth and yield formation in light of fungicide applications at tasseling. <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2007/7-2/tassel.html>

Integrated Crop Management, 2007b. Yield responsiveness of corn to foliar fungicide application in Iowa. <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2007/12-10/foliarfun.html>

Travail réduit et système sans intrant chimique : impact sur le rendement et l'incidence de la fusariose chez le blé

HÉLÈNE MUNGER¹, ANNE VANASSE¹, SYLVIE RIOUX² ET NICOLE BOURGET²

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

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

Courriel : helene.munger.1@ulaval.ca

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

Introduction

La culture du blé panifiable réalisée selon des pratiques agricoles biologiques ou sans intrant gagne en popularité au Québec, tant auprès des consommateurs que des producteurs de céréales. Ces modes de production sont intéressants pour le producteur, car ils lui permettent de tirer un revenu supplémentaire de sa récolte. Il demeure cependant difficile de satisfaire les exigences de qualité prescrites par l'industrie de transformation tout en conservant de bons rendements.

La fusariose de l'épi, maladie très répandue chez les céréales à paille, est causée entre autres par le champignon *Fusarium graminearum*. Ce dernier peut entraîner la formation de toxines dans les grains dont la plus connue est sans aucun doute le désoxynivalénol ou DON. Malgré les nombreuses recherches portant sur cette maladie, la présence de toxines dans les grains demeure encore aujourd'hui un facteur limitant pour les producteurs de blé. Un lot contenant une teneur en DON supérieure à 2 ppm se verra déclassé.

L'objectif de ce projet est de mesurer l'effet combiné de modes de travail du sol et de systèmes avec ou sans intrant chimique sur le rendement et la qualité du grain de même que sur l'incidence de la fusariose de l'épi. Peu d'études scientifiques ont pu évaluer les impacts de travaux de sol implantés depuis plus de deux décennies, ce qui est le cas dans la présente recherche. Ainsi, il sera possible de cibler les pratiques culturales optimales qui permettent la production de grains pour la fabrication de farines de spécialités répondant aux critères de l'industrie.

Méthodologie

Les essais au champ ont été réalisés en 2009 et en 2010 sur des parcelles mises en place à La Pocatière, Québec. Un dispositif expérimental de type split-bloc a été utilisé. Trois travaux de sol implantés depuis maintenant 23 ans représentent les parcelles principales: conventionnel (charrue à versoirs), travail réduit (chisel) et semis direct. Deux systèmes de production constituent les sous-parcelles : avec intrants chimiques (engrais minéral, herbicide) et sans intrant chimique (engrais organique, désherbage mécanique). L'essai comporte quatre blocs et l'unité expérimentale correspond à une parcelle de 5 m x 13 m du cultivar de blé panifiable AC Brio. En 2009, le blé a été ensemencé sur un précédent cultural de trèfle rouge alors qu'en 2010, il a été semé sur un précédent cultural de blé. Le poids total des grains, le poids/hL, le poids de 1000 grains, la teneur en azote des grains (% protéines) et l'indice de chute sont les variables mesurées pour le rendement et la qualité du grain. Puisque les travaux de sol mis en place sont très contrastés, une évaluation des populations de mauvaises herbes s'avérait essentielle pour mesurer la pression exercée par celles-ci. La densité et la biomasse des mauvaises herbes ont donc été évaluées dans chaque parcelle à l'aide de deux quadrats de 50 X 50 cm, cinq semaines après les traitements de désherbage. Pour le volet fusariose, des boîtes de Pétri contenant le milieu sélectif PCNB (pentachloronitrobenzène) favorisant les *Fusarium* ont été utilisées. Trois boîtes, constamment ajustées à la hauteur des épis, ont été disposées avec l'ouverture vers le bas dans chaque parcelle afin d'estimer la quantité de spores en provenance des résidus de culture à l'intérieur de la parcelle. Ces boîtes ont été changées à tous les jours pendant environ 30 jours à partir de la fin juin. L'intensité des symptômes visuels de fusariose sur épi, le pourcentage de grains fusariés et le contenu des grains en DON ont également été mesurés.

Résultats

En 2009, l'analyse des résultats a démontré une interaction significative entre le travail du sol et les systèmes pour la variable rendement. Aucune différence de rendement n'a été observée entre les trois travaux de sol dans le système avec intrants chimiques (moyenne de 3557 kg ha^{-1}). Dans le système sans intrant chimique, des pertes de rendements de 15 et 31 % ont été observées respectivement pour le travail réduit et le semis direct comparativement aux rendements obtenus en travail conventionnel (3377 kg ha^{-1}). Ces diminutions peuvent être expliquées par les densités et biomasses significativement plus importantes des mauvaises herbes à feuilles larges retrouvées en travail réduit et en semis direct dans ce même système. La teneur en protéines des grains était significativement plus faible dans le système sans intrant chimique que dans le système avec intrants (12,0 % comparativement à 12,7 %).

Le contenu des grains en DON était significativement plus faible dans le système sans intrant chimique que dans le système avec intrants (3,92 versus 5,53 ppm). L'identification des spores de *Fusarium* réalisée en 2009 a permis d'affirmer que l'inoculum de *Fusarium graminearum* en provenance des résidus de culture était similaire parmi les trois travaux de sol dans le système avec intrants chimiques. La quantité de spores de *F. graminearum* était cependant significativement plus faible en semis direct comparativement au travail conventionnel pour le système sans intrant chimique. Ce résultat pourrait expliquer la teneur plus faible en DON mesurée dans le système sans intrant chimique. Les trois espèces en importance pour l'essai 2009 sont *Fusarium avenaceum* avec 41 %, *Fusarium graminearum* avec 32 % et *Fusarium sporotrichioides* avec 12 %.

En 2010, une baisse significative des rendements de 23 % a été observée en travail réduit et en semis direct comparativement aux rendements obtenus en travail de sol conventionnel (3002 kg ha^{-1}). Pour ce qui est des systèmes, les rendements ont été significativement plus faibles dans le système sans intrant chimique que dans celui avec intrants chimiques. Ces diminutions peuvent être expliquées par les densités et biomasses plus importantes des mauvaises herbes à feuilles larges mesurées en travail réduit et en semis direct ainsi que dans le système sans intrant. Les travaux de sol et les systèmes n'ont pas eu d'effet significatif en 2010 sur la teneur en DON, qui se chiffrait en moyenne à 0,4 ppm. Une tendance se dégage néanmoins ($p = 0,092$), traduisant une quantité de toxines légèrement plus faible dans le système sans intrant que dans le système avec intrants. Les conditions chaudes et sèches qui ont prévalu au cours de l'été 2010 dans la région du Bas-Saint-Laurent peuvent expliquer ces faibles taux. Les teneurs en protéines ont été élevées, bien qu'elles étaient significativement plus faibles dans le système sans intrant chimique (13,6 %) que dans le système avec intrants chimiques (15,0 %) et significativement plus faibles en semis direct (13,5 %) comparativement au travail réduit et au travail conventionnel (moyenne de 14,7 %).

Conclusions

En 2009, des rendements similaires ont été obtenus entre les trois travaux de sol du système avec intrants chimiques, tandis que dans le système sans intrant, seul le travail de sol conventionnel a permis d'atteindre des rendements aussi élevés étant donné la forte pression de mauvaises herbes dans le travail réduit et le semis direct. Les densités et biomasses plus élevées des mauvaises herbes à feuilles larges mesurées en travail réduit et en semis direct dans le système sans intrant chimique en 2009 semblent avoir un rôle à jouer dans la teneur en DON plus faible obtenue dans le système sans intrant chimique. L'analyse des spores recueillies au champ laisse en effet supposer que les mauvaises herbes à feuilles larges pourraient agir d'écran entre les rangs de blé et nuire à la dispersion des spores de *Fusarium* vers les épis, réduisant ainsi l'incidence de la fusariose et le contenu des grains en DON. Pour les producteurs de blé biologique ou voulant répondre à la certification sans intrant chimique, il semble qu'une culture intercalaire comme le trèfle rouge par exemple pourrait exercer ce même rôle de barrière physique. Des essais sont présentement en cours. En 2010, des rendements plus faibles ont été obtenus comparativement à 2009, particulièrement en travail réduit, en semis direct et dans le système sans intrant chimique. La plus grande quantité de mauvaises herbes résultant d'une deuxième année consécutive en blé peut expliquer ces résultats. Les travaux de sol et les systèmes n'ayant pas eu d'effet en 2010 sur la teneur en DON compte tenu du peu de précipitations, l'analyse des données de spores aidera à clarifier l'effet de barrière décrit plus haut.

Les difficultés répétées des dernières années à atteindre les normes de classement ont freiné l'engouement des producteurs agricoles envers la culture du blé destiné à l'alimentation humaine. Toutefois, les résultats du présent projet démontrent que certaines pratiques culturales, telles que l'établissement d'un couvert végétal entre les rangs de blé, pourraient contribuer à réduire la pression de la fusariose de l'épi et éventuellement la production de DON dans les grains.

Amélioration de la santé des racines et des rendements du soya et du maïs par l'allongement des rotations

STÉPHAN POULEUR¹, JEAN LAFOND² ET ANDRÉ COMEAU¹

¹ Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec (Québec) G1V 2J3 ;

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

Stephan.pouleur@agr.gc.ca

Mots clés : Maladies de racines, maïs, soya, rotation, travail du sol

Les avantages des rotations sur les monocultures sont reconnus depuis longtemps, mais les phénomènes impliqués demeurent encore peu compris malgré les nombreuses recherches sur le sujet. De plus, il existe peu de mentions concernant l'effet possible des rotations sur l'intensité des maladies de racines.

Cette étude, d'une durée de six ans visait à évaluer l'effet de séquences culturales comprenant le maïs, le soya et le blé sur les maladies de racines du maïs et du soya sous labour et sous chisel sur un loam argileux. La rotation était d'une durée de trois ans. À chaque année, l'état sanitaire des racines (indice de maladie) a été évalué selon une échelle visuelle de 0 à 9 (où 0 est l'absence de pourriture) et mesuré les rendements. Les racines des deux cultures ont été plus saines avec les rotations qu'avec les monocultures (exemple figure 1). À chaque année, l'intensité des pourritures de racines du maïs provenant des parcelles semées pour une deuxième année consécutive en maïs a été aussi élevée que celle du maïs en continu depuis le début du projet. En monoculture, les indices de pourriture ont été significativement plus élevés sous chisel (4,2) que sous labour (3,4) alors qu'après deux ans sans maïs, les indices de pourritures sous chisel (2,3) ont été peu différents de ceux sous labour (2,0). La monoculture semble donc avoir été plus dommageable sous chisel que sous labour. Les rendements en maïs (moyenne de quatre années) ont été 6,8 % plus élevés en rotations qu'en monoculture sur le labour et de 7,7 % sous chisel. Chez le soya, l'indice de pourriture des racines n'a pas été affecté par le travail du sol. Par contre, les rotations ont fait baisser les pourritures de racines par rapport à la monoculture. L'indice de pourriture après un an sans soya (4,6) a été significativement inférieur à celui de la monoculture (5,5), mais plus élevé qu'après deux ans sans soya (3,6). Les pourritures de racines semblent donc diminuer avec l'augmentation du nombre d'années sans soya. Chez cette culture, les rotations, par rapport à la monoculture, ont permis d'accroître les rendements en grains de 6,3 % sur le labour et de 3,5 % sous chisel.

Ces résultats nous incitent à conclure que la meilleure efficacité des racines plus saines dans les rotations pourrait expliquer une partie des gains de rendement obtenus par rapport aux monocultures. Les maladies de racines seraient donc un des facteurs qui expliquent l'effet bénéfique des rotations. De plus, les maladies de racines contribuent probablement à la pollution de l'environnement car les racines malades deviennent moins efficaces pour explorer le sol et en prélever les éléments nutritifs qui y sont appliqués. Ces derniers risquent alors d'être perdus par lessivage.



Figure 1. Exemple de l'état sanitaire des racines de maïs en fonction des cultures des 4 années précédentes.
À gauche, racines saines : Blé-Maïs-Soya-Blé, à droite, racines malades : Maïs-Maïs-Soya-Maïs

Note : Cette recherche a été réalisée grâce à la participation financière de la Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec dans le cadre du programme de partage de frais d'investissement en recherche et développement (PPFIRD).

Le Réseau des plantes bio-industrielles du Québec

OLIVIER LALONDE, M.Sc., agronome, coordonnateur du Réseau des plantes bio-industrielles du Québec, CÉROM, Saint-Mathieu-de-Beloeil

De plus en plus, il est question de plantes produites à des fins bio-industrielles. Ces plantes sont cultivées dans le but de produire de l'énergie ou de servir de matière première dans la confection de matériaux. À cet effet, la mise en place de mesures favorisant le développement des connaissances sur ces cultures est souhaitable, compte tenu des aspects suivant, soit :

- Que le secteur agricole québécois doit tirer profit du potentiel de marché qu'offre la production de bioproduits industriels élaborés à partir de biomasse agricole;
- Que le Ministère est favorable à la production durable de cultures produites à des fins bio-industrielles, particulièrement sur des terres marginales, non exploitées pour la production de biens alimentaires;
- Que les producteurs ainsi que les conseillers québécois doivent être adéquatement renseignés et outillés pour mettre en place ces cultures de façon durable et rentable;
- Que de la recherche scientifique sur les paramètres agronomiques de production des espèces et cultivars prometteurs ainsi que des essais en réseau pour parfaire les connaissances et caractériser la biomasse produite sont nécessaires;
- Qu'il faut mettre à contribution l'ensemble des expertises et compétences québécoises intéressées par les cultures bio-industrielles par le biais d'un réseautage.

Dans ce contexte, le MAPAQ a confié au CÉROM le mandat de créer et d'assurer le fonctionnement d'un réseau d'essais et de développement de plantes bio-industrielles sur le territoire québécois : le Réseau des plantes bio-industrielles du Québec (RPBQ).

Ce réseau doit permettre de valider l'adaptation d'un certain nombre d'espèces et de cultivars prometteurs sur différents sites représentatifs des conditions pédoclimatiques des régions du Québec susceptibles de produire de telles cultures. Il pourra également permettre de répondre à des questions plus larges telles que les critères de qualité des cultures, l'identification et la résolution de problèmes spécifiques, l'adéquation au marché, le développement de filières, etc.

Les activités de ce réseau ont débuté avec la campagne de culture 2010 et se poursuivront jusqu'à la fin de la campagne de culture 2014. Le modèle organisationnel adopté s'inspire largement du modèle des Réseaux grandes cultures du Québec (RGCQ), lequel met à contribution l'expertise des intervenants agissant au niveau de ces productions agricoles à l'intérieur d'ateliers qui pilotent les travaux des réseaux d'essais.

À ce titre, le RPBQ est composé des quatre ateliers suivant : l'Atelier des graminées annuelles (millet perlé et sorgho sucré), l'Atelier des graminées pérennes (incluant notamment l'alpiste roseau, le miscanthus géant, le panic érigé), l'Atelier des plantes ligneuses arbustives à croissance rapide (saule) et l'Atelier triticale. Pour le moment, certaines espèces ont été ciblées à la lumière des informations les plus récemment disponibles. Par contre, d'autres espèces potentiellement intéressantes ou encore de nouveaux ateliers pourraient très bien être intégrés au réseau à court-moyen terme selon les avancées du milieu et les recommandations des expertises impliquées dans les cultures bio-industrielles.

Ce réseau veut répondre à certains besoins actuels et futurs du domaine de la bio-industrie tout en considérant les connaissances déjà acquises. Le réseau est donc évolutif et il souhaite mettre à contribution les experts, spécialistes et autres intervenants du milieu afin que le milieu agricole puisse contribuer au développement de nouveaux secteurs de l'économie tout en profitant lui-même aussi de ces nouveaux développements.

Enquête annuelle sur la récolte de canola

VERONIQUE J. BARTHET

Commission Canadienne des Grains – Laboratoire de recherche sur les grains
303 Main St, Bureau 1404
Winnipeg, MB, R3C 3G8
Veronique.barthet@grainscanada.gc.ca

Mots clés : canola, enquête annuelle, qualité

Introduction

Chaque année, une enquête est conduite pour étudier la qualité des graines récoltées au Canada. Pour le canola, les données étudiées pour la qualité portent sur les teneurs en huile, protéines, chlorophylle, glucosinolates et acides gras libres et aussi sur la composition en acides gras. Les résultats sur l'enquête sont généralement utilisés par les compagnies qui commercialisent les graines au Canada comme à l'étranger, par les importateurs des graines canadiennes et les compagnies qui triturent ces graines. Les producteurs peuvent aussi avoir accès à leurs résultats et ainsi connaître la qualité de leurs graines, cela leur donne une idée sur le grade de leur échantillon. Ces données servent aussi à des études historiques pour regarder l'effet de l'environnement sur la qualité des graines.

Tout le programme repose sur la soumission volontaire d'échantillons de canola (ou des autres graines) par les producteurs, les sociétés céréaliers et les usines de trituration.

Méthodologie

Tests analytiques

Tous les échantillons sont analysés individuellement par spectroscopie à infrarouge. L'instrument utilisé (FOSS 6500) est calibré selon :

- ISO 10565:1998-1998 et ISO 5511:1992-1998 utilisant la résonance magnétique nucléaire pour la teneur en huile. L'instrument de RMN a été étalonné avec des échantillons de graines de canola extraites d'éther de pétrole selon une méthode d'extraction officielle (AOCS Official Method Am 2-93, 1997). Les résultats sont exprimés en pourcentage, calculés selon un taux d'humidité de 8,5 %.
- Dumas AOCS Official Method Ba 4e-93, 1997 à l'aide d'un appareil de dosage de l'azote LECO FP-428 pur la teneur en protéine. Les résultats sont exprimés en pourcentage de protéines brutes mesurées en pourcentage d'azote x 6,25 calculé à un taux d'humidité de 8,5 %.
- AOCS Official Method Ak 2-92 1997 pour mesurer la teneur en chlorophylle. Les résultats sont exprimés en mg/kg de graines sans ajuster pour l'humidité
- ISO AWI 9167-3:2002, 1992, mesure de la teneur totale en glucosinolates par libération du glucose. Les résultats sont exprimés en $\mu\text{mol/g}$ pour une humidité de 8,5 %
- ISO 5508:1990, 1998 mesure la composition en acide gras par chromatographie en phase gazeuse. Les esters méthyliques d'acides gras sont séparés sur une colonne Supelcowax 10 (15 m x 0,32 mm, 0,5 μm) avec de l'hydrogène comme gaz
- AOCS Cd 1c-85, 1997 pour calculer l'indice d'iode à partir de la composition en acides gras. L'unité réelle de l'indice d'iode est g I/100 g d'huile mais par convention n'est pas indiquée.

Tous les échantillons de canola sont nettoyés avant d'être analysés.

Résultats

Cette année, les échantillons montrent d'importantes différences régionales pour les teneurs en huile, protéine, composition en acide gras et surtout chlorophylle. Nous avons également observé une grosse différence dans la répartition des grades dans l'Ouest canadien. En effet, 87.9% des échantillons provenant du Manitoba reçoivent le grade Canola, No.1 Canada contre 78.4% du Saskatchewan et seulement 64.5% provenant de l'Alberta (incluant la région de la Peace River en Colombie Britannique).

Ce rapport est basé sur l'analyse de 1,641 échantillon de canola provenant de l'Ouest canadien (17 novembre 2010). En 2010, le canola de grade Canola, No.1 Canada provenant de l'Ouest canadien était caractérisés par une teneur en huile de 44.3% (43.5% en 2009), une teneur en protéine de 20.1% (21.5% en 2009) et une teneur en chlorophylle de 12.6 mg/kg (14.5 mg/kg en 2009). Toutefois, seulement 77.9% des échantillons de canola reçus en 2010 avaient une teneur en chlorophylle inférieure à 22.5 mg/kg contre 87.4% en 2009. Cela semble indiquer que les exportations de canola cette année auront une teneur en chlorophylle supérieure à celle de l'année dernière. En 2010, la teneur en acide oléique était 61.5% (contre 62.2% en 2009) et celle d'acide α -linolénique était 10.4% (contre 10.0% en 2009). La teneur totale en acides gras saturés cette année était 6.5% contre 6.8% in 2009). L'acide érucique est toujours maintenu à des niveaux très bas (0.03%) et la teneur totale en glucosinolate est également faible (9.9 μ moles/gram).

Nous avons également reçu 48 échantillons de l'Ontario et 87.5% de ces échantillons ont reçu le grade Canola, No.1 Canada. Nous avons reçu un échantillon qui a été dégradé car il avait une odeur qui suggérait qu'il s'était oxydé. La teneur en huile de ces échantillons était en moyenne 43.6%. Ce qui était intéressant était de noter que la teneur en huile des échantillons de l'Ontario ne suivaient pas une distribution normale mais une distribution bimodale avec un premier maximum à 43.5% et un second à 44.5%. Cela n'était pas un phénomène lié aux variétés, puisque une seule variété représentait 47.6% des échantillons de l'Ontario et ce phénomène bimodal était aussi observé avec cette seule variété. Cette distribution était probablement due aux conditions climatiques.

Conclusion

En Ontario comme dans l'Ouest canadien, le principal facteur de dégradation des graines de canola en 2010 était les taux importants de graines vertes signe certain d'immaturité et de présence de chlorophylle.

L'environnement, pluie et température, a joué cette année un rôle important sur la qualité du canola. Les températures plus froides que la normale et les fortes pluies ont retardé les semences et donc le développement de la plante, ce retard a été ensuite exacerbé par les pluies de l'été finalement le gel mi-septembre en Alberta et au Saskatchewan sont responsables de la forte teneur des graines en chlorophylle.

Investissement public et du secteur en recherche sur les grains – l’initiative « Développement de produits agricoles innovateurs (DPAI) » dans l’Est

YVES DION¹, ALISON WALDEN-COLEMAN²

¹ Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM), 740, chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil, Québec, J3G 0E2;

² Alliance de recherche sur les cultures commerciales du Canada, Ontario AgriCentre, Suite 201, 100 Stone Road West, Guelph, Ontario, N1G 5L3

Courriel : yves.dion@cerom.qc.ca

Mots clés : Alliance de recherche, cultures commerciales, DPAI, AAC, FPCCQ, GFO

Une alliance pour développer la recherche

Le gouvernement fédéral s'est associé à des partenaires du secteur des grains pour soutenir la recherche dans l'Est canadien. L'annonce en a été faite en septembre dernier. C'est le moyen qu'a pris Agriculture et agroalimentaire Canada afin de soutenir le développement de nouvelles variétés dans ces régions.

Un organisme à but non lucratif a été créé selon les termes de la Loi sur les sociétés canadiennes afin de déposer la demande de financement. Il s'agit de l'Alliance de recherche sur les cultures commerciales du Canada (ARCCC). Cet organisme regroupe sept membres soit le Grain Farmers of Ontario (GFO), la Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec (FPCCQ), le Manitoba Corn Growers Association, Manitoba Pulse Growers Association, le Atlantic Grains Council, SeCan et la compagnie PepsiCo Canada par le biais de sa filiale Quaker. Cet organisme a déposé une demande de financement à « l'Initiative de développement de produits agricoles innovateurs (DPAI) ». Le programme DPAI s'inscrit dans le cadre stratégique pour l'agriculture « Cultivons l'avenir ».

Les cultures ciblées et le cadre du projet

Ce vaste projet cible six grandes cultures : le soja, le maïs-grain, le blé de printemps, le blé d'automne, l'avoine et l'orge. Le projet vise le développement de nouveaux cultivars plus productifs, efficents et de qualité supérieure qui satisfont tant les besoins des producteurs que les besoins des marchés cibles. Les exigences prennent en compte la compétitivité et le développement de nouveaux produits et de nouveaux marchés. L'objectif global du projet est le développement de la génétique qui doit amener de nouvelles variétés adaptées à tous maillons du secteur, de la production, en passant par les transformateurs et consommateurs. Cette nouvelle offre porte des produits de meilleure qualité pour la transformation, des produits à valeur ajoutée, ayant des caractéristiques fonctionnelles souhaitables ou nouvelles, et qui permettent une rentabilité accrue. Ce développement de la génétique se fera en accord avec les objectifs suivants :

- Accroître la collaboration de tous les constituants de la chaîne d'approvisionnement de façon à maximiser les possibilités d'innovation;
- Développer la base de connaissance dans le secteur pour assurer que les personnes et ressources en place puissent maximiser les occasions de recherche;
- Favoriser les occasions qu'offre l'adaptation de grains et oléoprotéagineux de plus haute valeur aux conditions de l'Est;
- Identifier les caractères génétiques qui contribuent à la productivité et à la réduction des coûts de production;
- Cibler les progrès qui surpassent les attentes du marché.

Le projet met à l'avant-plan le développement de nouvelles semences parce qu'elles sont le fondement d'une industrie dynamique et durable. L'intention est aussi de mettre à contribution et de développer les nouvelles technologies d'amélioration végétale et de sélection.

Les sommes investies

Le projet totalise un investissement monétaire de 5,7 millions de dollars (M\$) sur une période de 3 ans. Le secteur et l'industrie, formant l'Alliance précédemment nommée (ARCCC), financent 1,7 M\$ de cet investissement et Agriculture et agroalimentaire Canada contribue pour 4,0 M\$ par le biais de l'Initiative de développement de produits agricoles innovateurs (DPAI).

Un aperçu des équipes de recherche et des objectifs

Le tableau suivant présente, indistinctement regroupés, les éléments clés des objectifs poursuivis par l'ensemble des équipes de recherche. Chaque équipe a proposé et obtenu du financement pour des activités communes ou spécifiques.

Espèce	Chefs de projets	Objectifs
Soya	Elroy Cober, AAC Vaino Pysa, AAC Istvan Rajcan, University of Guelph Kangfu Yu, AAC François Belzile, Université Laval Louise O'Donoughue, CÉROM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rendement grainier ▪ Développement de marqueurs pour des caractères de qualité ▪ Caractères associés aux aliments fonctionnels importants ▪ Soja à double usage (qualité des aliments et des oléagineux) ▪ Petits grains (natto); gros grains et protéines élevée (tofu) ▪ Caractères fonctionnels (absorption de l'eau et la texture) ▪ Résistance aux maladies et ravageurs (pucerons, la pourriture des racines, la résistance au nématode à kyste du soya (SCN)) ▪ Précocité
Maïs	Lana Reid, AAC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Précocité ▪ Tolérance au froid ▪ Résistance à Fusarium et aux maladies ▪ Assèchement rapide du noyau du grain ▪ Évaluation de germoplasme pour de nouveaux caractères
Blé d'automne	Duane Falk, University of Guelph Radhey Pandeya, AAC Lily Tamburic-Ilincic, University of Guelph, Ridgetown Yves Dion, CÉROM George Fedak, AAC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rendement en grains ▪ Résistance à Fusarium ▪ Accumulation de gènes de résistance ▪ Surveillance des changements des génotypes chez Fusarium ▪ Rusticité (résistance à l'hiver) ▪ La résistance aux maladies ▪ Qualité du blé ▪ Développement d'une large base génétique pour la résistance à la fusariose, la rouille de la tige et la rouille des feuilles ▪ Développement de blé alternatif ▪ Évaluation de la sensibilité des cultivars de l'Ontario à la rouille Ug99
Blé de printemps	André Comeau, AAC Yves Dion, CÉROM Harvey Voldeng, AAC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rendement en grains ▪ Développement et évaluation de germoplasme pour la résistance à la fusariose ▪ Développement de méthodes rapides d'évaluation de la qualité ▪ Résistance aux maladies
Avoine	Weikai Yan, AAC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rendement en grains et résistance à la verve ▪ Résistance aux maladies ▪ Calibre et uniformité du grain
Orge	Alek Choo, AAFC Duane Falk, University of Guelph	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualité meunière et haut rendement ▪ Résistance à la rouille couronnée ▪ Résistance à la verve et à la rupture de la paille

TRT ETGO, investissement dans un DPAI portant sur le canola

ETIENNE TARDIF, agr.¹

¹TRT ETGO du Québec inc.
555 boul. Alphonse-Deshaires, Bécancour (Québec) G9H 2Y8
etienne.tardif@trt-etgo.com

Mots clés : Canola, DPAI, trituration.

DPAI sur le canola

L'usine de transformation de graines oléagineuses TRT ETGO de Bécancour est heureuse d'annoncer son implication financière dans la recherche sur le canola par l'entremise d'un partenariat avec le programme Développement de produits agricoles innovateurs (DPAI) du gouvernement fédéral. Le projet, d'un montant de plus de deux (2) millions de dollars pour deux (2) ans, vise à accroître les connaissances de la culture du canola pour l'ensemble des provinces de l'Est du Canada. L'objectif est de permettre une diffusion générale des résultats. L'implication financière directe de TRT ETGO se chiffre à plus de cinq cent mille (500 000) dollars pour l'ensemble du projet.

Les travaux seront effectués par différentes universités (Guelph, McGill, Laval, Nova Scotia agriculture college et Manitoba) stations de recherche du fédéral (Ottawa, Normandin, Fredericton et Charlottetown) et provincial (Nouveau Brunswick) ainsi que le CEROM.

Le Projet comportera six (6) axes de recherches visant exclusivement l'Est canadien :

1. Amélioration du contenu en huile et de la production d'huile
 - Essais de variétés multi-sites contenant environ 400 lignées
 - Utilisation de cultivars provenant de l'Ouest canadien et différentes régions du globe
 - Base de travail pour développement futur de variétés adaptées à nos conditions climatiques
2. Amélioration de la qualité de l'huile
 - Évaluation de différents produits avec un potentiel d'améliorer la résistance du canola aux stress de température (Bore foliaire, Sous-produit marin, etc.)
 - Essai de variété pour déterminer le potentiel de résistance au stress de chaleur
 - Détermination des bases physiologiques de l'augmentation de rendements suite à l'application de bore foliaire
 - Identification des bases moléculaires du grain vert
3. Développement de méthode de gestion des maladies
 - Développement de lignées résistantes à la sclérotiniose et essai de ces variétés en champs
 - Étude épidémiologique de la sclérotiniose
 - Essais de fongicides pour le contrôle de la sclérotiniose
4. Développement de méthode de gestion des insectes
 - Développement de lignées résistantes à la mouche du chou et l'altise
 - Effet de différentes pratiques agronomiques sur le contrôle et l'abondance des insectes
 - Identification d'agent de contrôle biologique du Charançon de la silique
 - Détermination de l'impact économique et des seuils d'intervention de différents insectes
5. Développement de pratiques optimales pour la gestion des fertilisants
 - Essais multi-sites de fertilisations
 - Détermination des taux et dates d'application optimum de N, S et B

6. Développement de pratiques agronomiques optimales
 - Détermination des dates et taux de semis optimum
 - Effet du canola sur les autres cultures dans la rotation
 - Effet des autres cultures sur la performance du canola

TRT ETGO est convaincu que le développement et l'augmentation des superficies de canola dans l'Est canadien passe par la recherche. Cela permettra de déterminer les pratiques culturales optimales et ainsi donner aux producteurs agricoles et aux différents intervenants les outils nécessaires au succès de cette culture.