

---

***JOURNÉE SCIENTIFIQUE***  
***MAÏS ET PLANTES OLÉOPROTÉAGINEUSES***

---

Jeudi 22 février 2007

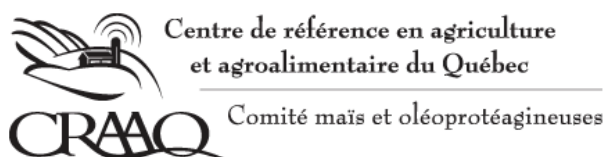
**Saint-Hyacinthe**

Organisée par le

Comité maïs et oléoprotéagineuses du CRAAQ

En collaboration avec le

ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation



**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 

# Fertilisation NPK à long terme en grandes cultures : cas de Saint-Bruno-de-Montarville

GILLES TREMBLAY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CÉROM, 335 chemin des 25 Est, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec), J3V 4P6  
gilles.tremblay@cerom.qc.ca

**Mots clés : Fertilisation, long terme, rendement.**

Cette étude a été réalisée sur un loam argileux de la série Sainte-Rosalie situé sur les terrains de la station de recherche du CÉROM (45° 33' de latitude nord et 73° 21' de longitude ouest) à Saint-Bruno-de-Montarville localisé dans la zone de 2700 à 2900 unités thermiques maïs (UTM) de la région des Basses Terres du Saint-Laurent. L'étude a été réalisée de 1998 à 2005 inclusivement où deux cycles de la rotation blé-soya-maïs-maïs ont pu être complétés.

L'essai comportait 11 traitements répétés quatre fois pour un total de 44 parcelles selon un dispositif en blocs complets aléatoires. Les traitements consistaient à faire varier les doses de fertilisation minérale d'un des trois éléments majeurs (NPK) tout en conservant les doses recommandées par les grilles de recommandation du CPVQ ou du CRAAQ pour les deux autres éléments. Nous avons aussi évalué la dose 0N, 0P et 0K au cours de toute la période expérimentale. Les engrais minéraux étaient distribués à la volée puis incorporés avant de réaliser le semis pour les cultures de blé et de soya. Pour le maïs-grain, la fertilisation a été réalisée en bandes au semis ainsi qu'au stade 6 feuilles pour l'azote. Chacune des parcelles mesurait 3 m de large par 25 m de long. Le maïs a été ensemencé à l'aide d'un semoir commercial de marque MONOSEM de quatre rangs espacés de 76 cm entre les rangs. Le blé et le soya ont été ensemencés à l'aide d'un semoir commercial International d'une largeur de 3 m. La répression des mauvaises herbes a été réalisée à l'aide d'herbicides.

**Tableau 1. Sommaire des analyses de variance des moyennes des carrés des écarts (MCE) du rendement mesuré sur l'effet de l'azote, du phosphore et du potassium.**

	d.l.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Modèle	13	38,168 **	154,214 **	874,958 **	4588,782 **	1351,040 **	159,732 **	2759,325 **	29507,052 **	
Bloc	3	11,491	481,638 **	867,066 **	3331,683 **	120,394 *	465,542 **	992,898	2485,864 **	
Traitement	10	46,171 **	55,988 **	877,326 **	4965,912 **	1720,233 **	67,989	3289,254 **	37613,408 **	
<b>Contrastes</b>										
Effet Azote	1	78,813 **	23,364	398,945	1705,171	6228,723 **	205,275 *	8416,038 **	15925,248 **	
Effet linéaire Azote	1	82,497 **	19,313	6,919	72,180	4939,683 **	75,609	7076,336 **	12833,622 **	
Effet quadratique Azote	1	6,201	180,412 **	2348,556 **	8577,577 **	1275,206 **	140,073	4296,293 *	41763,906 **	
Effet Phosphore	1	0,104	0,077	0,007	358,193	3,675	8,140	26,733	16,224	
Effet linéaire Phosphore	1	0,903	5,778	77,421	76,050	6,498	35,378	20,100	0,128	
Effet quadratique Phosphore	1	1,001	13,020	237,407	517,441	0,338	21,123	6,633	75,264	
Effet Potassium	1	0,424	14,357	175,446	0,610	1,806	42,448	1572,103	59,103	
Effet linéaire Potassium	1	1,596	71,631 *	501,000	65,884	1,068	76,480	996,166	33,670	
Effet quadratique Potassium	1	10,013	50,142	150,734	156,171	20,956	7,508	586,517	28,359	
Erreur	30	10,601	16,449	175,007	454,020	39,197	45,850	650,576	314,194	
C.V.		4,8	2,9	6,4	9,2	5,8	6,6	7,2	5,8	
R <sup>2</sup>		61,7	80,2	68,4	81,4	93,9	64,4	66,3	97,6	
Rendement moyen (kg/ha)		2151	4455	6520	7284	3443	3246	11223	9708	

Au point de vue des conditions climatiques de croissance, les accumulations en unités thermiques maïs (UTM) ont été supérieures à la normale en 1998, 1999, 2001, 2003 et 2005. L'année 2000 fut particulièrement difficile avec un cumul inférieur à la normale. Les précipitations enregistrées en 2001 pour les mois d'août et de septembre, de même que celles du mois d'août en 2002 ont été inférieures aux précipitations normales.

Les rendements moyens en blé ont été de 2151 et de 3443 kg/ha en 1998 et 2002. Le soya a procuré des rendements moyens de 4455 et de 3443 kg/ha en 1999 et 2003. Les rendements moyens de maïs-grain ont été de 6520, 7284, 11223 et 9708 kg/ha respectivement pour les années 2000, 2001, 2004 et 2005. Le modèle mathématique a été significatif pour toutes les années au seuil de probabilité de  $P = 0.0001$ . Les coefficients de détermination ( $R^2$ ) ont varié de 61,7 % à 97,6 % tandis que les coefficients de variation (C.V.) ont tous été inférieurs à 10 %, variant de 2,9 à 9,2 %. Les blocs ont eu des effets significatifs pour toutes les années à l'exception des années 1998 et 2003.

L'effet des traitements a toujours été significatif excepté en 2003 lors d'une année en production de soya. L'utilisation de contrastes permet de démontrer que l'apport d'azote minéral a eu un effet significatif sur les rendements en grains au cours de chacune des années expérimentales. Au cours du premier cycle de rotation, soit de 1998 à 2001, l'apport d'azote minéral a eu un effet significatif de type quadratique au cours de trois années sur quatre, soient en 1999, 2000 et 2001. En 1998, l'ajout d'azote a été significatif sur les rendements en blé qui ont augmenté linéairement avec l'accroissement de la dose d'azote.

Au cours du second cycle de rotation (2002 à 2005), l'effet de l'azote de même que celui de ses composantes linéaires et quadratiques ont tous été significatifs à l'exception de l'année 2003. Les rendements ont augmenté avec l'accroissement de la dose d'azote. En 2003, les rendements de soya obtenus sans ajout d'azote (0 N) ont été supérieurs à ceux obtenus avec les trois doses croissantes de N (30, 60 et 90).

L'ajout de phosphore n'a permis, ni à court terme, ni à long terme, d'augmenter les rendements en grains au cours de cette expérimentation.

L'ajout de potassium n'a permis, ni à court terme, ni à long terme, d'augmenter les rendements en grains au cours de cette expérimentation. Il y a bien eu un effet significatif de type linéaire en 1999, mais les rendements obtenus à 60 K étaient inférieurs à ceux mesurés à 0 et 30 K.

## De l'azote, oui; mais où et combien?

NICOLAS TREMBLAY, PHILIPPE VIGNEAULT, MOHAMMED YACINE BOUROUBI et CARL BÉLEC

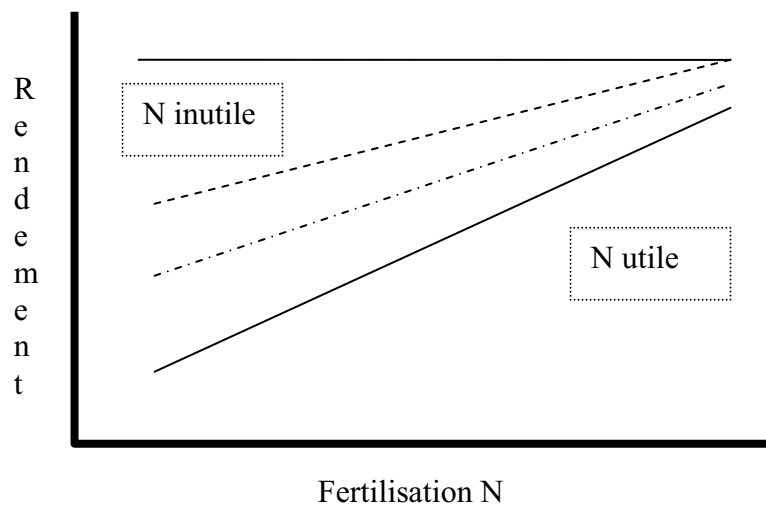
Agriculture et Agroalimentaire Canada, 430 Gouin, St-Jean-sur-Richelieu, J3B 3E6;  
tremblayna@agr.gc.ca

**Mots clés: Rendement, réponse, efficacité, variabilité, diagnostic.**

L'efficacité des engrais azotés appliqués au maïs au Québec est de l'ordre de 44 % (Thibodeau et coll. 2006). En clair, cela signifie que, pour chaque 100 \$ dépensé, 56 \$ en moyenne n'ont pas d'impact sur les rendements. Pourquoi cela est-il le cas et comment pouvons-nous améliorer la situation?

L'azote appliqué entre dans le système sol-plante où il est soumis aux multiples composantes du « cycle de l'azote » (Tremblay et coll. 2001). Il peut être absorbé par la plante (ce qui le rend utile), mais il peut aussi être perdu dans l'eau de drainage du sol ou être libéré dans l'air. Certaines des composantes du cycle de l'azote sont largement imprévisibles parce qu'assujetties aux effets du climat (température et précipitations). Cette incertitude amène les prescripteurs d'engrais à recommander des doses dites « d'assurance », supérieures à l'optimum économique (Schröder et coll., 2000).

La figure ci-dessous présente deux situations extrêmes en matière de réponse de la culture à l'azote appliqué. Une réponse nulle ou une forte réponse positive. Ces deux cas, et tous leurs intermédiaires (représentés par les lignes pointillées) se retrouvent partout où l'on cultive du maïs.



Les principaux facteurs qui conditionnent cette réponse sont les sols et les précédents culturaux. Les sols naturellement généreux à libérer l'azote, ou ayant reçu dans le passé des cultures qui vont libérer beaucoup d'azote en se décomposant, représentent le premier cas (réponse nulle aux engrais). Dans ce cas, tout l'argent dépensé en azote est gaspillé, en plus de contribuer au problème environnemental.

D'abord, il convient d'évaluer les **crédits** d'azote disponibles (CRAAQ, 2003) et de les considérer dans le calcul du manque à gagner.

Ensuite, il faut réaliser des **essais à la ferme**. Ils peuvent prendre la forme de bandes (ou zones) non-fertilisées ou, au contraire, surfertilisées (Bélec et coll. 2006). L'observation de ces zones par rapport au reste du champ en dit long sur la nécessité des applications d'azote dans la condition particulière du champ.

Il faut aussi considérer les **applications fractionnées** (*topdressing*); la seule approche qui permet de véritables ajustements devant les conditions, particulièrement critiques, observées au début de la saison (Bélec et coll. 2006). L'exemple de 2006 est frais à nos mémoires...

De plus, des **outils** ont été proposés pour juger de l'état des sols ou des cultures en regard de la fourniture ou des besoins en azote (Bélec et coll., 2006; Thibodeau et coll., 2006; Tremblay et coll., 2001).

Les études en agriculture de précision nous apprennent que toutes les situations de réponse à la fertilisation azotée peuvent se retrouver aussi dans un même champ. Autrement dit, il existe des endroits dans le champ où l'azote est appliqué inutilement, et d'autres où l'effet sur le rendement sera positif. Pour les mêmes raisons économiques et environnementales, il est nécessaire de trouver des moyens d'anticiper ces cas et de les gérer adéquatement (Tremblay, 2004). L'application d'azote à **taux variable** est promise à un grand avenir.

De l'azote, oui; mais où et combien? Réponse : Dans les champs où des parcelles témoins observées sur quelques années vous auront démontré que cela fait une différence et seulement avec des quantités qui offrent un véritable retour sur votre investissement.

### Références

Bélec, C., N. Tremblay, H. Perreault. 2006. Le lecteur de chlorophylle pour la juste dose d'azote dans le maïs-grain. Clubs conseils en agroenvironnement. Dépliant. 10 p.  
[http://www.clubsconseils.org/database/Image\\_usager/2/Les%20clubsconseils/Lecteur\\_Chlorophylle.pdf](http://www.clubsconseils.org/database/Image_usager/2/Les%20clubsconseils/Lecteur_Chlorophylle.pdf).

CRAAQ. 2003. Guide de référence en fertilisation. 1ère édition. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. 297 p.

Schröder, J.J., J.J. Neeteson, O. Oenema et P.C. Struik. 2000. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crops Research* 66:151-164.

Thibodeau, S., J. Cantin, P. Filion, D. Guay, R. Rivest, É. Thibault et G. Tremblay. 2006. Fertilisation azotée dans le maïs-grain. Programme d'atténuation des gaz à effets de serre. Brochure. 8 p.  
[http://www.cdaq.qc.ca/content/Documents/PAGES\\_Fiche\\_azote\\_avril\\_2006.pdf](http://www.cdaq.qc.ca/content/Documents/PAGES_Fiche_azote_avril_2006.pdf)

Tremblay, N., H.C. Scharpf, U. Weier, H. Laurence et J. Owen. 2001. Régie de l'azote chez les cultures maraîchères - Guide pour une fertilisation raisonnée. Bulletin technique.  
[http://www.agr.gc.ca/science/stjean/recherche/azote\\_f.pdf](http://www.agr.gc.ca/science/stjean/recherche/azote_f.pdf)  
[http://res2.agr.gc.ca/stjean/publication/bulletin/azote-nitrogen\\_f.htm](http://res2.agr.gc.ca/stjean/publication/bulletin/azote-nitrogen_f.htm)

Tremblay, N. 2004. Determining Nitrogen Requirements from Crops Characteristics. Benefits and challenges. *Recent Research Development in Agronomy & Horticulture* 1. Chapter 9. p.157-182. ISBN : 81-7736-222-4.

# Diagnostic de la nutrition azotée du maïs grain

MARIANNE BRASSARD<sup>1, 2</sup>, NOURA ZIADI<sup>2</sup>, GILLES BÉLANGER<sup>2</sup>, LÉON-ÉTIENNE PARENT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Laval, Québec, QC, G1K 7P4

<sup>2</sup> 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 : [brassardm@agr.gc.ca](mailto:brassardm@agr.gc.ca)

**Mots clés:** Azote, indice de nutrition azotée, chlorophylle, SPAD, nitrates

## Introduction

Les engrais azotés sont essentiels pour atteindre des rendements élevés. Toutefois, l'azote (N) peut causer des problèmes environnementaux s'il n'est pas prélevé par la plante. Des indicateurs du statut nutritif du maïs sont donc requis pour assurer une meilleure gestion de l'azote et réduire les risques de pollution environnementale. Les indices de chlorophylle des feuilles (IC; Rashid et al. 2004), le test de nitrates (NO<sub>3</sub>) du sol (Magdoff et al. 1984) et les indices de nutrition azotée (INA) calculés à partir d'une concentration critique en N (Nc; Plénet et Lemaire 2000) font partie de ces nouveaux outils et il est essentiel de les évaluer au Québec. Nos objectifs sont donc de valider le modèle de concentration critique en N de Plénet et Lemaire (2000), d'étudier la relation entre l'IC et les INA, ainsi que la relation entre l'INA et la teneur en NO<sub>3</sub> du sol.

## Méthodologie

Les essais se sont déroulés pendant deux saisons de croissance (2004-2005) sur six sites situés dans les régions de Québec, Saint-Jean-sur-Richelieu et Montérégie. Différentes doses de N (20 à 250 kg N ha<sup>-1</sup>) ont été appliquées. La biomasse aérienne et la teneur en N ont été mesurées huit fois en 2004 et sept fois en 2005 à un intervalle d'une semaine débutant au stade de 2 ou 4 feuilles. Des estimations de la chlorophylle ont été aussi effectuées à l'aide du SPAD-502 sur la dernière feuille ligulée des plants échantillonnés. La teneur du sol en NO<sub>3</sub> sur 0-15 cm a également été mesurée à ces mêmes dates.

## Résultats

Les résultats obtenus indiquent que la courbe de N critique (g N kg<sup>-1</sup> MS) suivante :  $Nc = 34W^{-0.37}$  (W : biomasse aérienne; t MS ha<sup>-1</sup>) proposée par Plénet et Lemaire (2000) en France est validée, puisqu'elle permet de distinguer les situations limitantes et non-limitantes en N du maïs pour les conditions pédoclimatiques du Québec (Fig. 1). Une relation quadratique positive a été obtenue entre l'IC et l'INA ( $R^2 = 0,56$  ;  $P < 0,001$ ). Finalement, aucune relation positive n'a été observée entre la teneur en nitrates du sol et l'INA. Toutefois, un risque accru d'augmentation de la teneur en NO<sub>3</sub> du sol lorsque les INA atteignent une valeur supérieure à 0,81 a été observé.

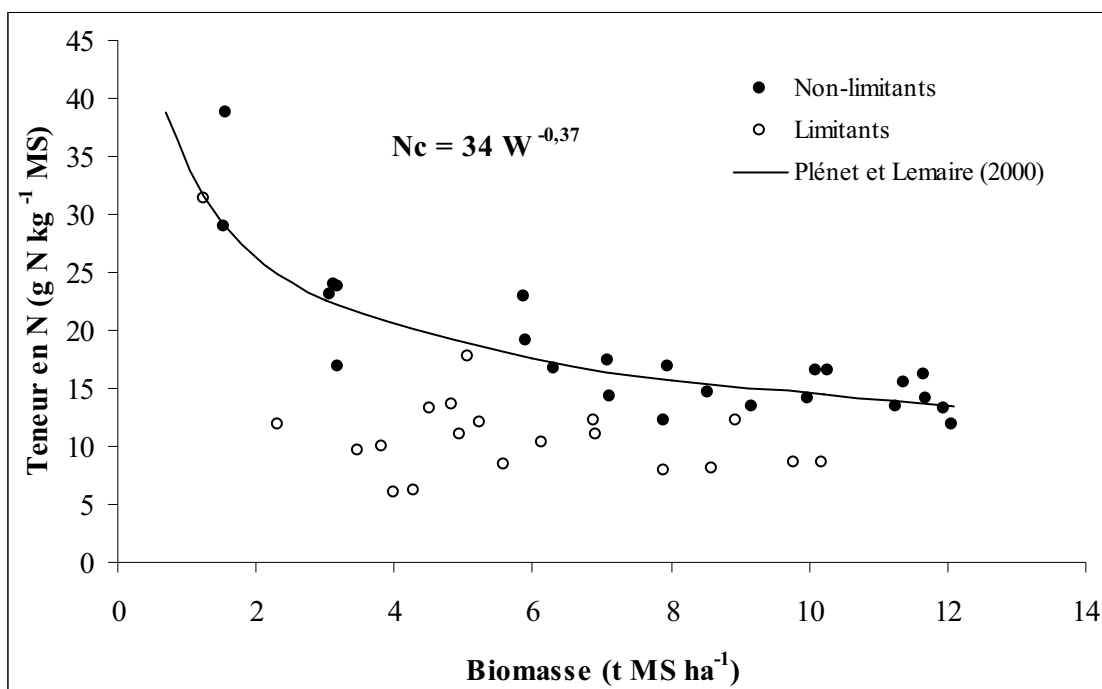


Figure 1 - Validation de la courbe de la teneur en azote (N) critique de Plénet et Lemaire (2000)

### Conclusions

Les résultats de cette étude confirment bien l'utilité des outils diagnostiques basés sur l'analyse des plantes testés pour mieux gérer la fertilisation azotée du maïs-grain au Québec. La teneur en nitrates du sol est toutefois trop variable pour être utilisée efficacement comme outil diagnostic.

### Références

- Magdoff, F.R., D. Ross et J. Amadon. 1984. A soil test for nitrogen availability to corn. *Soil Sci. Am. J.* 48: 1301-1304.
- Plénet, D et G. Lemaire. 2000. Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. *Plant and Soil.* 216: 65-82.
- Rashid, M.T., P. Voroney et G. Parkin. 2004. Predicting nitrogen fertilizer requirements for corn by chlorophyll meter under different N availability conditions. *Can. J. Soil Sci.* 85: 149-159.

# Impact de l'apport printanier et en post-levée de lisiers déphosphatés sur le rendement en maïs-grain au Québec

GAÉTAN PARENT<sup>1\*</sup>, GILLES BÉLANGER<sup>1</sup>, NOURA ZIADI<sup>1</sup>, JEAN-PIERRE DELAND<sup>2</sup> ET JEAN LAPERRIÈRE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec (Qc);

<sup>2</sup> Norsk Hydro Canada inc., Bécancour (Qc).

\* Parentg@agr.gc.ca

**Mots clés:** pré-semis, post-levée, équivalent fertilisant minéral, azote minéral résiduel.

## Introduction

L'instauration de règles visant à limiter la pollution phosphatée d'origine agricole a pour conséquence la réduction de l'apport de P d'origine animale par unité de surface et un besoin plus élevé en fertilisants azotés de synthèse pour combler les besoins des plantes cultivées. Des recherches effectuées à Agriculture et Agroalimentaire Canada à Québec, en collaboration avec Norsk Hydro Canada, ont permis de développer une technique de précipitation du P du lisier suite à l'ajout de magnésium (Mg sous forme de sous-produits d'électrolyse et de fonderies) directement dans la structure d'entreposage (Parent et Simard, 2003). Après réaction, le lisier contenu dans la structure d'entreposage se sépare en deux phases (phase liquide en surface, phase solide au fond). La phase liquide en surface présente une réduction de la teneur en P total variant de 70 à 90% et de celle en P-PO<sub>4</sub> de 92 à 100% comparativement à un lisier brut tout en conservant le N du lisier (Parent et coll., 2007). La phase liquide du lisier traité peut donc être valorisée sur des terres riches en P sans contrainte réglementaire en lien avec la gestion des surplus de P.

Cette phase liquide n'a par contre jamais été évaluée en productions de maïs-grain sous divers types de sols et zones de production québécoise. Aussi, l'impact de différentes périodes d'application de lisiers déphosphatés (pré-semis et post-levée) n'a jamais été déterminé. L'objectif de cette étude était de déterminer l'impact de la valorisation, en pré-semis et en post-levée, de lisiers déphosphatés au magnésium sur le rendement en grain, la détermination de l'équivalent fertilisant minéral des lisiers évalués, l'estimation de la disponibilité de l'azote des lisiers et la détermination de la teneur en N minéral résiduel suite à la récolte.

## Méthodologie

L'expérimentation s'est déroulée sur une période de deux ans (2005 et 2006) sur trois sites par année localisés dans trois régions différentes au Québec soit le Centre-du-Québec (Bécancour), Lanaudière (St-Jacques de Montcalm) et Montérégie-est (St-Pie-de-Bagot en 2005, St-Théodore d'Acton en 2006). Les sites sélectionnés étaient tous en maïs-grain l'année précédente et ils avaient un ratio P/Al (Mehlich 3) supérieur à 10 et une texture variant du sable au loam argileux. Deux types de lisier ont été évalués: un lisier brut et la phase liquide du même lisier brut mais déphosphaté au Mg. Les lisiers appliqués en pré-semis ont été apportés à des doses de 50, 120 et 190 kg N/ha et enfouis, au moyen d'un rotoculteur, une heure après leur application. Lors du semis du maïs (HL 2222, 2450 UTM), un apport de 50 kg N/ha sous forme de 27-0-0 a été réalisé comme démarreur. Le P (0-46-0) et le K (0-0-60) ont également été apportés lors du semis selon les recommandations du CRAAQ (2003).

Les lisiers appliqués en post-levée ont été injectés dans le sol au stade 6-8 feuilles au moyen d'enfouisseurs de type dents de sarcloir de marque Bodco<sup>™</sup> montés derrière un épandeur à lisier adapté au travail de parcelles. Différents apports de N sous forme de solution 32 (0, 24, 48, 95 et 190 kg N/ha) ont été appliqués dans d'autres parcelles n'ayant reçu aucun apport de lisier afin de représenter une régie de fertilisation minérale.



Le maïs a été récolté manuellement au stade d'apparition du point noir à la base des grains. Les sols ont été échantillonnés suite à la récolte des épis de maïs à des profondeurs de 0-20, 20-40 et 40-60 cm pour en déterminer le contenu en azote minéral résiduel.

## Résultats

En moyenne pour les 6 sites-années, les rendements avec le lisier apporté en post-levée du maïs ont été supérieurs de 10% comparativement à ceux obtenus avec l'apport en pré-semis, représentant un revenu supplémentaire moyen de 144\$/ha. Les rendements en maïs-grain n'ont pas été significativement différents entre la phase liquide du lisier déphosphaté et le lisier brut lorsque valorisés en pré-semis. En post-levée, les rendements obtenus avec le lisier brut étaient supérieurs à ceux de la phase liquide du lisier déphosphaté. L'apport optimal de fertilisant minéral a été de 161 kg N/ha; cet apport a contribué à produire un rendement moyen de 9.5 T/ha (normalisé à 15% humidité). Pour cet apport optimal de N, l'équivalent fertilisants minéraux des lisiers valorisés en pré-semis (moyennes du lisier brut et de la phase liquide du lisier déphosphaté) a été de 78 kg N/ha. L'équivalent fertilisant minéral des lisiers appliqués en post-levée a été de 109 kg N/ha pour le lisier brut et de 83 kg N/ha pour la phase liquide du lisier déphosphaté. L'efficacité de l'azote apporté sous forme de lisier représentait 48% pour l'apport printanier (moyennes du lisier brut et de la phase liquide du lisier déphosphaté) et respectivement 68% (lisier brut) et 52% (phase liquide du lisier déphosphaté) pour l'apport en post-levée. Le facteur d'efficacité calculé pour l'apport printanier de lisier était légèrement inférieur à la valeur de 54% proposé par le CRAAQ (2003). Par contre pour l'apport en post-levée, la valeur proposée par le CRAAQ (60%) était inférieure à l'efficacité obtenue avec le lisier brut mais comparable à l'efficacité calculée pour la phase liquide du lisier déphosphaté.

En dépit des quantités élevées d'azote apporté soit sous forme de fertilisant minéral ou encore de lisier requises pour la production de maïs-grain, les teneurs en azote résiduelles étaient comparables, pour la dose optimale de fertilisant minéral et les différents apports de lisiers, aux résultats obtenus sans apport de fertilisant minéral.

## Conclusions

L'application en post-levée de lisier porcin comparativement à la valorisation printanière, que ce soit sous forme de lisier brut ou de phase liquide de lisier déphosphaté au Mg, présente un avantage pour la production de maïs-grain. Les différents types de lisiers évalués ont présenté une efficacité fertilisante inférieure au fertilisant minéral. La valorisation de la phase liquide du lisier déphosphaté au Mg a présenté des propriétés fertilisantes comparables à celles du lisier brut lorsque appliqué en pré-semis mais inférieures pour la valorisation en post-levée. L'utilisation de la phase liquide du lisier déphosphaté s'avère une source azotée intéressante puisqu'elle est valorisable sans les contraintes réglementaires en lien avec la gestion des surplus de P.

## Références

CRAAQ, 2003. Guide de référence en fertilisation. 1<sup>ère</sup> édition. Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec. 294 pp.

Parent, G. G. Bélanger, N. Ziadi, J-P. Deland, et J. Laperrière. 2007. Precipitation of liquid swine manure phosphates using magnesium smelting by-products. *Journal of Environmental Quality*. 36 (2) (Sous presse).

Parent, G. et R.R. Simard. 2003. Process for the treatment of pig and swine manure and use of manure so treated. U.S. patent application No. 60/429,544

# Comparaison entre le labour conventionnel et le semi-direct, pour l'application du fumier en production de maïs-ensilage et de soya

JOANN K. WHALEN

Department of Natural Resource Sciences, Macdonald Campus, McGill University, 21 111 Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, QC H9X 3V9  
Courriel: joann.whalen@mcgill.ca

**Mots clés : fertilisation, maïs-ensilage, soya, labour du sol**

## Introduction

Le semis-direct (NT) n'est pas une pratique agricole très commune au Québec, bien qu'il présente plusieurs avantages intéressants pour les producteurs agricoles (réduction des coûts de carburant, moins d'érosion de sol, et conservation de la matière organique). Le labour conventionnel (CT) semble être plus compatible avec la production des grandes cultures sur les sols lourds (argileux) qui peuvent être lents à se réchauffer au printemps. C'est également une pratique courante d'employer le CT pour incorporer le fumier frais et le lisier appliqués aux champs. Bien que le fumier frais ne soit pas souvent appliqué sur les champs en NT dû aux odeurs et aux pertes élevées d'éléments fertilisants, il pourrait une fois bien décomposé être employé comme amendement du sol et être une bonne source d'éléments fertilisants. Notre objectif était de déterminer si le fumier composté, appliqué à la surface du sol en NT ou incorporé dans le sol par un CT, fournirait assez d'éléments fertilisants pour la production de maïs-ensilage et de soya.

## Méthodologie

L'étude a été menée à la ferme de recherches de l'Université McGill, à Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec. Le sol était un sable-limoneux de série Courval (Humic Gleysol) avec 15,4 g C organique kg<sup>-1</sup>, pH 6,1 et un taux de saturation en P de 11,1 % quand l'étude a commencé. Les parcelles étaient disposées en combinaisons factorielles de trois rotations de cultures (maïs/maïs : CC, soya/maïs : CS et maïs/soya : CS) et de deux pratiques culturales du sol (NT et CT). Chaque parcelle principale a été divisée en quatre bandes qui ont reçu du fumier composté aux taux de 0, 15, 30 et 45 tonnes (poids humide) ha<sup>-1</sup>. Le taux d'application le plus élevé correspondait aux exigences en P du maïs-ensilage. Un complément d'application de N, de P et de K a été assuré aux parcelles avec des engrais inorganiques. La production de maïs-ensilage et de soya a été mesurée pendant cinq années, de 2000 à 2004 inclusivement.

## Résultats

Les rendements de maïs-ensilage ont été de 8 à 21 tonnes (poids sec) ha<sup>-1</sup>, selon la saison de croissance. Les différences dans le rendement de maïs-ensilage dues au travail du sol sont apparues deux ans après l'introduction du NT. Pendant la période 2002-2004, les rendements de maïs-ensilage dans les parcelles en production de maïs en continu (CC) étaient toujours plus élevés pour le CT que pour le NT ; dans les parcelles avec une rotation de maïs-soya (CS), le rendement de maïs-ensilage était plus grand dans le CT que le NT pour deux des trois ans d'étude (Fig. 1).

Les rendements de soya étaient entre 0.5 et 2.7 tonnes (poids sec) ha<sup>-1</sup>, selon la saison de croissance. Nous avons également observé des rendements de soya plus élevés pour le CT que pour le NT dans trois des cinq années d'étude (Fig. 2).

Il n'y avait aucune différence dans la production de maïs ou de soya due à la quantité de compost appliquée aux différentes pratiques culturales de NT et de CT. Il s'est avéré que des applications de compost, complémentées d'engrais minéral NPK, sont suffisantes pour le maïs-ensilage et le soya.

## Conclusions

Cinq années d'évaluation des rendements ont indiqué la tendance d'obtenir des rendements plus élevés de maïs-ensilage et de soya dans le système CT que dans le système NT, peut-être en raison des contraintes d'enracinement dans le NT. La fertilité du sol était déjà riche au tout début de l'étude, ce qui a permis de

comblent tous les besoins des cultures en éléments nutritifs pour les deux pratiques culturales, aussi bien pour le NT (compost appliqué en surface) que pour le CT (compost incorporé avant le semis). L'application de compost associée aux pratiques culturales NT et CT a des conséquences pour l'agrégation du sol (Whalen et al., 2003) ainsi que pour le stockage de C, de N et de P (Jiao et al., 2004 ; Jiao et al., 2006), mais selon les résultats de la présente étude n'a aucun effet sur la nutrition du maïs-ensilage et du soya.

### Références

- Jiao, Y., Hendershot, W.H. and Whalen, J.K. 2004. Agricultural practices influence dissolved nutrients leaching through intact soil cores. *Soil Science Society of America Journal* 68, 2058-2068.
- Jiao, Y., Whalen, J.K., and Hendershot, W.H. 2006. No-tillage and manure applications increase aggregation and improve nutrient retention in a sandy-loam soil. *Geoderma* 134, 24-33.
- Whalen, J.K., Hu, Q., and Liu, A. 2003. Compost applications increase water-stable aggregates in conventional and no-tillage systems. *Soil Science Society of America Journal* 67, 1842-1847.

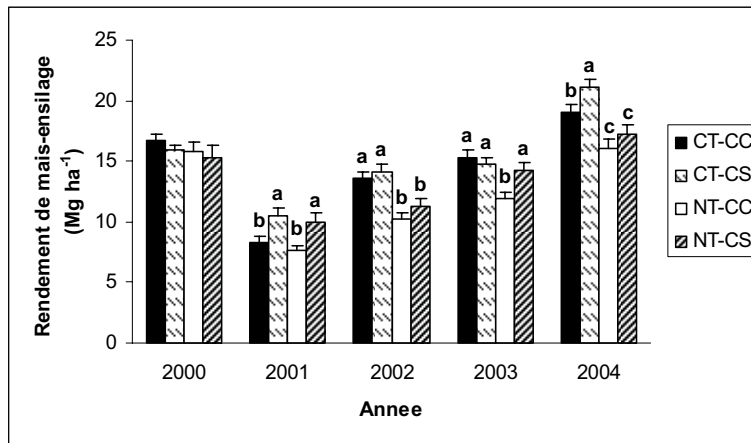


Fig. 1. Effet des pratiques culturales (semi-direct : NT, labour conventionnel : CT) et de la rotation des cultures (maïs continue : CC, maïs-soya : CS) sur le rendement de maïs-ensilage à Sainte-Anne-de-Bellevue, 2000-2004

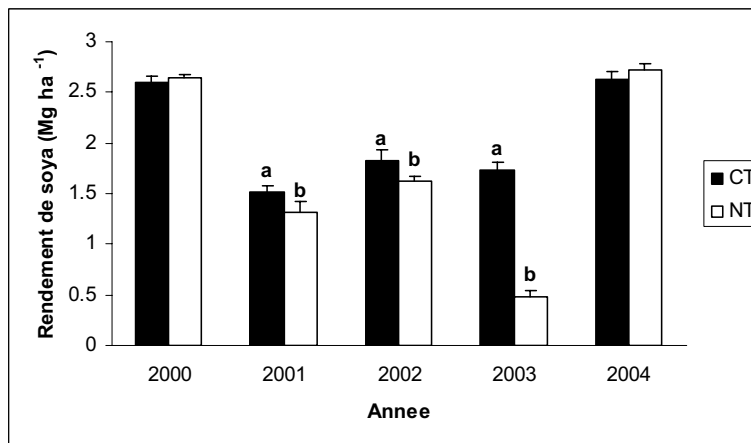


Fig. 2. Effet des pratiques culturales (semi-direct : NT, labour conventionnel : CT) sur le rendement de soya à Sainte-Anne-de-Bellevue, 2000-2004.

# Taux de semis et fertilisation azotée du lin oléagineux

DENIS PAGEAU, JULIE LAJEUNESSE ET JEAN LAFOND

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ferme de recherches, 1468 Saint-Cyrille, Normandin, Québec, G8M 4K3  
Courriel : [pageaud@agr.gc.ca](mailto:pageaud@agr.gc.ca)

Le lin oléagineux (*Linum usitatissimum* L.) est une culture importante au Canada avec environ 700 000 hectaresensemencés en 2003. La Saskatchewan et le Manitoba sont les principales provinces productrices de lin avec 411 000 et 172 000 tonnes produites en 2003. Au Québec, la production de lin est limitée avec 471 hectares cultivés en 2001.

Un essai a été réalisé pendant trois ans (2000-2002) sur une argile limoneuse Normandin (Gleysol humique) à la Ferme de recherches d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Normandin (Québec, Canada) (48°50'N, 72°33'E). Quatre doses de semis (25, 40, 55 et 70 kg ha<sup>-1</sup>) et quatre doses d'azote appliquées sous forme d'urée (0, 40, 80 et 120 kg N ha<sup>-1</sup>) ont été évaluées avec le cultivar de lin AC Emerson selon un dispositif factoriel en blocs complets aléatoires avec quatre répétitions. L'expérience a été ensemencée sur un nouveau site à chaque année. Les parcelles étaient constituées de huit rangs d'une longueur de 6 m avec un écartement entre les rangs de 18 cm. Avant le semis, les sites expérimentaux ont reçu une application de 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de K<sub>2</sub>O. Toutes les parcelles ont reçu une application de bromoxynil/MCPA au taux de 1,0 l ha<sup>-1</sup> au stade 5 cm de la culture pour lutter contre les mauvaises herbes dicotylédones. Il n'y a pas eu d'application d'anti-graminées car les graminées adventices étaient absentes. Les semis ont été effectués le 20 mai 2000, le 22 mai 2001 et le 27 mai 2002. Les rendements en grains et en paille ont été déterminés en récoltant toute la parcelle. Les parcelles n'ont pas été mises en andain et la récolte a été effectuée en utilisant une moissonneuse-batteuse à parcelle Wintersteiger.

Une augmentation de la dose de semis a permis d'accroître le rendement en grains en 2000 et 2002. En 2000, l'effet quadratique de la dose de semis a été significatif. Les rendements en grains ont augmenté alors jusqu'à une dose de 55 kg ha<sup>-1</sup> mais ont diminué avec la dose de semis la plus élevée. Comparativement à un taux de semis de 25 kg ha<sup>-1</sup>, le rendement en grains a été respectivement 6% et 9% supérieur en 2000 et 2002 avec un taux de semis de 55 kg ha<sup>-1</sup>. En 2001 où la verse a été très importante, une augmentation de la dose de semis a plutôt entraîné une diminution du rendement en grains. Comparativement à une dose de semis de 25 kg ha<sup>-1</sup>, un semis de 70 kg ha<sup>-1</sup> a réduit le rendement en grains de 24 %. La baisse de rendement en grains associée à des taux de semis élevés en 2001 pourrait s'expliquer par une verse importante.

En 2001, une augmentation de la fertilisation azotée a provoqué une réduction significative des rendements en grains. Comparativement au témoin (0 kg N ha<sup>-1</sup>), une application de 120 kg N ha<sup>-1</sup> a réduit les rendements en grains de 10 %. Une verse plus importante associée à une forte application d'azote est probablement responsable des rendements plus faibles obtenus avec l'application de 120 kg N ha<sup>-1</sup>. L'augmentation de la fertilisation azotée n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement en paille pendant les trois années de l'essai ainsi que sur le rendement en grains en 2000 et en 2002.

Un autre essai a été réalisé pendant trois ans (2003-2005) à la Ferme de recherches d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Normandin afin de mesurer si le fractionnement de la fertilisation azotée avait un impact sur la productivité du lin oléagineux. Trois doses d'azote appliquées sous forme d'urée (15, 30 et 45 kg N ha<sup>-1</sup> + un témoin 0 kg N ha<sup>-1</sup>) ont été évaluées avec le cultivar de lin AC McDuff selon un dispositif factoriel en blocs complets aléatoires avec quatre répétitions. La fertilisation azotée était appliquée sans fractionnement (100 % de la dose appliquée à la volée avant le semis et incorporée) ou avec fractionnement (50 % de la dose appliquée à la volée avant le semis et incorporée et 50 % appliquée à la volée au stade 10 cm de la culture). L'expérience a été ensemencée sur un nouveau site à chaque année. Les parcelles étaient constituées de huit rangs d'une longueur de 6 m avec un écartement entre les rangs de 18 cm. Le lin a été ensemencé à un taux de semis de 45 kg ha<sup>-1</sup>. Avant le semis, les sites expérimentaux ont reçu une application de 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de K<sub>2</sub>O. Toutes les parcelles ont reçu une application de bromoxynil/MCPA au taux de 1,0 l ha<sup>-1</sup> au stade 5 cm de la culture pour lutter contre les mauvaises herbes dicotylédones. Il n'y a pas eu d'application d'anti-graminées car les graminées adventices étaient absentes. Les semis ont été effectués le 2 juin 2003, le 27 mai 2004 et le 18 mai 2005. Une application de dessicant (diquat) à un taux de 2 L ha<sup>-1</sup> a été appliqué lorsque 75% des capsules avaient une coloration brune. Les rendements en grains

ont été déterminés en récoltant toute la parcelle. Les parcelles n'ont pas été mises en andain et la récolte a été effectuée en utilisant une moissonneuse-batteuse à parcelle Wintersteiger.

En 2003, une augmentation de la fertilisation azotée a réduit les rendements en grains du lin oléagineux. La baisse de rendement pourrait être associée à un indice de verse plus élevé suite aux applications d'azote. Cependant, en 2004 et 2005, la fertilisation azotée n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement en grains ou l'indice de verse. De plus, au cours des trois années de l'essai, le fractionnement de la fertilisation azotée n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement en grains ou le contenu en huile du grain.

Ces résultats indiquent donc que le taux de semis du lin oléagineux pourrait s'établir à environ 40 kg ha<sup>-1</sup> afin d'obtenir une densité de population de près de 400 plants m<sup>-2</sup>. Des taux de semis plus élevés augmentent les risques de verse ce qui peut provoquer des baisses de rendement et des difficultés considérables lors du battage. De plus, sous les conditions d'expérimentation, il n'y aurait pas d'avantage à appliquer de fortes quantités d'azote ou à fractionner la fertilisation azotée sur une culture de lin oléagineux produite sous un climat frais.

Note : Les résultats du premier essai de ce résumé sont présentés dans l'article scientifique suivant :

Pageau, D., Lajeunesse, J. et Lafond, J. 2006. Effet du taux de semis et de la fertilisation azotée sur la productivité du lin oléagineux. *Can. J. Plant Sci.* 86 : 363-370.

# Évaluation de différents taux de semis du haricot sec cultivé en entre-rangs étroits

JULIE LAJEUNESSE ET DENIS PAGEAU

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ferme de recherches, 1468 Saint-Cyrille, Normandin, QC, G8M 4K3  
Courriel : [lajeunesseju@agr.gc.ca](mailto:lajeunesseju@agr.gc.ca)

**Mots-clés : Haricot sec, *Phaseolus vulgaris*, taux de semis, entre-rangs étroits**

Le haricot sec (*Phaseolus vulgaris*) est la principale culture « spéciale » en importance au Canada après la lentille et le pois sec. Au Québec, le haricot est principalement cultivé dans les régions de 2 500 UTM et plus où environ 7 000 hectares sont ensemencés à chaque année. La disponibilité de nouveaux cultivars plus hâtifs, permettrait l'extension de la production de cette légumineuse à grain à d'autres régions du Québec où les températures sont plus fraîches. De plus, certains cultivars de haricots à port dressé et à profil plus étroit ont été développés dans l'Ouest canadien, permettant ainsi aux producteurs de battre directement les plants de haricots secs. Ces cultivars permettent de diminuer les pertes de rendements causées par les gousses situées près du sol et la verse des plants. La culture de cette légumineuse en rangs étroits permettrait aux producteurs d'utiliser les équipements qu'ils possèdent déjà et leur éviterait ainsi d'investir dans l'achat de machines agricoles spécialisées pour la production de haricot. Les doses de semis du haricot diffèrent selon l'écartement entre les rangs. En effet, les doses de semis recommandées en Ontario pour le haricot blanc se situent entre 375 000 et 640 000 graines viables par hectare pour des rangs écartés de 18 à 36 cm alors qu'il est de 250 000 plants par hectare lorsque les rangs sont larges (70 cm).

Un essai a été réalisé en 2005 et 2006 à la ferme de recherches d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Normandin, afin d'évaluer la productivité de certains cultivars de haricot sec ensemencés sous un climat frais et cultivés en entre-rangs étroits (18 cm). Ainsi, 4 cultivars (AC Blackdiamond, AC Redbond, CDC Pintium et Cirrus) et 3 taux de semis (50, 75 et 100 plants m<sup>-2</sup>) ont été évalués selon un dispositif en blocs complets aléatoires. Les parcelles étaient constituées de 8 rangs de 6 mètres et chacun des rangs étaient espacés de 18 cm. Les parcelles ont été semées le 30 mai 2005 et le 2 juin 2006. Avant le semis, les parcelles ont reçu un apport de 20 kg ha<sup>-1</sup> d'azote et 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de K<sub>2</sub>O. Une application de 30 kg ha<sup>-1</sup> d'azote a été effectuée au stade première vraie feuille trifoliolée (stade V3) de la culture. Pour lutter contre les adventices dicotylédones, du bentazone à un taux de 2.25 l ha<sup>-1</sup> a été appliqué lorsque la culture avait atteint le stade V3. De plus, au début de la floraison (stade R6), une application de vinclozolin à un taux de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> a été effectuée afin de lutter contre *Sclerotinia sclerotiorum*, maladie fongique d'importance dans la culture du haricot sec. Puisque les conditions climatiques n'étaient pas favorables au développement de la maladie en 2005, une seule application de fongicide a été effectuée. Cependant, en 2006, une deuxième application de vinclozolin, 10 jours après la première, a été nécessaire pour lutter contre la maladie.

Au cours des deux années de l'essai, le choix du cultivar a eu un effet significatif sur la date de maturité, les rendements en grains, la densité des plants ainsi que sur la grosseur des grains. En effet, le cultivar de haricot CDC Pintium a atteint la maturité plus hâtivement que les autres cultivars. En 2005, les rendements en grains les plus élevés ont été obtenus avec les cultivars de haricot AC Redbond (2 822 kg ha<sup>-1</sup>) et CDC Pintium (2 945 kg ha<sup>-1</sup>). En 2006, le cultivar Cirrus (4 025 kg ha<sup>-1</sup>) a produit plus de grains que CDC Pintium (3 406 kg ha<sup>-1</sup>), AC Redbond (3 614 kg ha<sup>-1</sup>) et AC Blackdiamond (3 645 kg ha<sup>-1</sup>). En 2005 et 2006, la densité de plants était plus faible avec le cultivar CDC Pintium et le nombre de plants m<sup>-2</sup> visé n'a jamais été atteint avec ce cultivar et ce, même si le taux de semis avait été corrigé selon le pourcentage de germination. Le poids de 100 grains le plus faible a été obtenu avec le cultivar Cirrus (21,0 g et 17,5g en 2005 et 2006 respectivement) comparativement aux autres cultivars dont la grosseur des grains variait entre 26,4g et 37,5g en 2005 et entre 31,5g et 37,7g en 2006. Cirrus est un haricot de type navy et, par conséquent, produit des grains plus petits que les autres cultivars qui sont de type pinto (CDC Pintium) ainsi que de type mexicain rouge (AC Redbond) et noir (AC Blackdiamond).

L'indice de maladie a aussi été notée sur une échelle de 1 à 5 (1 = aucun symptôme de sclérotiniose et 5 = 100% des plants affectés par la maladie) pour chacune des parcelles afin de déterminer l'incidence de la sclérotiniose pour chacun des traitements. En 2005, les conditions climatiques n'étaient pas favorables au développement du champignon et l'indice était de 1 pour tous les traitements. Cependant, en 2006, certains cultivars de haricots étaient

plus affectés que d'autres par la maladie. En effet, CDC Pintium s'est avéré être très sensible au pathogène *Sclerotinia sclerotiorum* (indice = 4,0) alors que le cultivar AC Redbond a été peu affecté par le champignon (indice de 1,3).

En 2005 et 2006, la densité des plants a augmenté linéairement avec le taux de semis. De plus, en 2005, les rendements en grains ont augmenté de 6 % lorsque le taux de semis passait de 50 grains viables au m<sup>2</sup> à 100 grains viables m<sup>2</sup>. Par contre, en 2006, l'augmentation du taux de semis n'a eu aucun effet significatif sur les rendements en grains. L'incidence de la sclérotiniose en 2006 a augmenté linéairement avec l'augmentation du taux de semis passant d'un indice de 1,9 avec une dose de semis de 50 grains m<sup>2</sup> à un indice de 2,9 lorsque le taux de semis était de 100 grains m<sup>2</sup>. En 2005, l'indice de maladie était de 1 et ce, peu importe le taux de semis. Enfin, au cours des 2 années de l'essai, l'augmentation du taux de semis n'a eu aucun effet sur la date de maturité et la grosseur des grains.

Cet essai a démontré qu'il était possible de cultiver le haricot sec en entre-rangs étroits. Cependant, un taux de semis de 50 grains viables m<sup>2</sup> serait préférable afin de réduire l'incidence de *S. sclerotiorum*, pathogène qui peut réduire considérablement la qualité de la récolte et les rendements en grains. De plus, le choix d'un cultivar plus tolérant à la pourriture sclérotique devrait être considéré lorsque l'on cultive le haricot sec en rangs étroits.

# Présence de pesticides dans les cours d'eau en milieu agricole et dans l'eau potable

ISABELLE GIROUX<sup>1</sup>, CAROLINE ROBERT<sup>2</sup>, NATHALIE DASSYLVA<sup>3</sup>

Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs

<sup>1</sup> Direction du suivi de l'état de l'environnement, Édifice Marie-Guyart, 7<sup>e</sup> étage, 675, boul. René-Lévesque Est, Québec (Québec), G1R 5V7

<sup>2</sup> Direction des politiques de l'eau, Édifice Marie-Guyart, 8<sup>e</sup> étage, 675, boul. René-Lévesque Est, Québec (Québec) G1R 5V7

<sup>3</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Complexe scientifique, Laboratoire de la qualité du milieu, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy (Québec), G1P 3W8

Depuis le début des années quatre-vingt-dix, le Ministère opère un programme de suivi des pesticides dans les rivières des régions agricoles du sud du Québec. Une trentaine de rivières a été échantillonnée jusqu'à maintenant et les résultats montrent que des pesticides sont présents dans toutes ces rivières.

## Présence de pesticides dans les cours d'eau des régions fortement agricoles

Parmi les rivières échantillonnées, quatre rivières, situées dans des secteurs en culture intensive de maïs et de soya, ont été investiguées depuis 1992 pour vérifier l'évolution dans le temps de la contamination par les pesticides. Les résultats des campagnes d'échantillonnage de 2002, 2003 et 2004 montrent que des pesticides sont encore régulièrement présents durant l'été dans les tributaires qui drainent les régions où l'on pratique ces cultures. Les pesticides détectés sont surtout des herbicides liés aux cultures de maïs et de soya, notamment : l'atrazine, le métolachlore, le bentazone, le dicamba et le diméthénamide.

L'herbicide atrazine est encore présent dans près de 100 % des échantillons prélevés dans ces quatre rivières indicatrices. Cependant, les concentrations mesurées sont significativement plus faibles que celles mesurées au tout début du programme d'échantillonnage. Cette baisse est cohérente avec la diminution de l'utilisation d'atrazine rapportée dans les bilans de ventes effectués par le Ministère. L'omniprésence de l'atrazine dans l'eau demeure toutefois préoccupante pour la protection de la vie aquatique en raison des effets potentiels à faibles doses rapportés dans la documentation scientifique récente. On observe également une tendance à la baisse des concentrations de bentazone.

Même s'ils sont moins fréquents qu'auparavant, des dépassements des critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique se produisent encore pour l'atrazine et pour quelques autres pesticides, ce qui pourrait affecter les espèces aquatiques.

La multitude des pesticides présents en même temps dans l'eau des rivières peut, elle aussi, compromettre la biodiversité aquatique. De plus en plus de données scientifiques montrent des effets sous-létaux à de faibles doses sur les espèces aquatiques ou encore des effets additifs ou synergiques des mélanges de pesticides. Il y a donc un risque pour les espèces aquatiques, même dans les périodes où les critères de qualité de l'eau sont respectés.

Par ailleurs, quelques herbicides (dicamba et MCPA) montrent des concentrations supérieures aux critères pour l'irrigation des cultures. Certaines cultures pourraient donc être endommagées si l'eau de ces rivières est utilisée pour l'irrigation.

Les données récentes révèlent aussi la présence des herbicides de nouvelle génération (imazéthapyr, flumetsulam et nicosulfuron), malgré les doses minimales à l'hectare requises pour ces produits par comparaison avec des herbicides plus anciens comme l'atrazine. Il n'existe pas encore de critères de qualité de l'eau pour évaluer si les teneurs mesurées sont susceptibles de causer des effets aux espèces aquatiques.

En 2004, l'herbicide glyphosate est aussi détecté dans 85 % des échantillons prélevés dans l'une des quatre rivières indicatrices. L'introduction de variétés génétiquement modifiées aurait donc comme conséquence une augmentation du glyphosate dans l'eau. Si le recours aux herbicides de nouvelle génération et l'introduction de variétés transgéniques tolérantes au glyphosate ont pu contribuer à abaisser



les niveaux d'atrazine dans l'eau, ces nouveaux produits sont tout de même détectés dans le milieu naturel où leur présence s'ajoute aux autres pesticides. À l'exception des baisses des concentrations pour l'atrazine et le bentazone, aucun autre produit ne montre de baisse significative, et on note toujours une grande diversité de pesticides dans l'eau.

Les promesses de réduction de la contamination souvent avancées par l'industrie agrochimique, notamment pour promouvoir l'usage des variétés transgéniques, ne semblent pas se concrétiser, et la contamination des cours d'eau est toujours bien réelle.

### **Présence de pesticides dans l'eau potable**

Les quatre tributaires agricoles utilisés dans le cadre de notre programme de suivi régulier des pesticides en rivières, ne servent pas pour l'alimentation en eau potable. Toutefois, avec l'ensemble des autres cours d'eau agricoles, ils contribuent à la contamination des rivières situées en aval et qui, elles, peuvent être utilisées comme source d'alimentation en eau potable.

L'examen des données de 2001 à 2004, fournies au Ministère dans le cadre du Règlement sur la qualité de l'eau potable révèle que 54 % des 213 réseaux municipaux visés (réseaux desservant plus de 5 000 personnes) ont montré dans au moins un échantillon la présence de faibles concentrations d'un ou de plusieurs pesticides. Au total depuis 2001, 16 pesticides différents ont été décelés dans l'un ou l'autre des réseaux de distribution d'eau potable. Les produits détectés le plus souvent sont l'atrazine, le métolachlore, le 2,4-D et le dicamba. Même si, dans tous les cas, les concentrations respectent les normes pour l'eau potable, la présence ponctuelle ou régulière de pesticides dans la majorité de ces réseaux est un constat préoccupant en soi, d'autant plus que ces contrôles ne ciblent pas spécifiquement la période d'usage intensif des pesticides, ni les petites municipalités rurales (moins de 5 000 personnes), qui pourraient, elles aussi, s'alimenter dans des rivières ou des aquifères exposés à la présence de pesticides.

Le Ministère continue de suivre l'évolution des concentrations de pesticides dans l'eau des rivières et à faire le bilan de leur présence dans les réseaux de distribution d'eau desservant plus de 5 000 personnes.

### **Référence**

GIROUX, I., C. ROBERT et N. DASSYLVA, 2006. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans des cours d'eau de zones en culture de maïs et de soya en 2002, 2003 et 2004, et dans les réseaux de distribution d'eau potable*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Direction des politiques de l'eau et Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ISBN 2-550-46504-0, Envirodoq n°ENV/2006/013, collection n°QE/00173, 57 p. et 5 annexes [[http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/maïs\\_soya/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/maïs_soya/index.htm)].

# Le puceron du soja chez nos voisins du sud.. objectif la lutte intégrée

François Meloche

Centre de Recherche de l'Est sur les Céréales et Oléagineux, Agriculture et AgroAlimentaire Canada, 960 Carling, édifice KW Neatby, Ottawa (ON), K1A 0C6

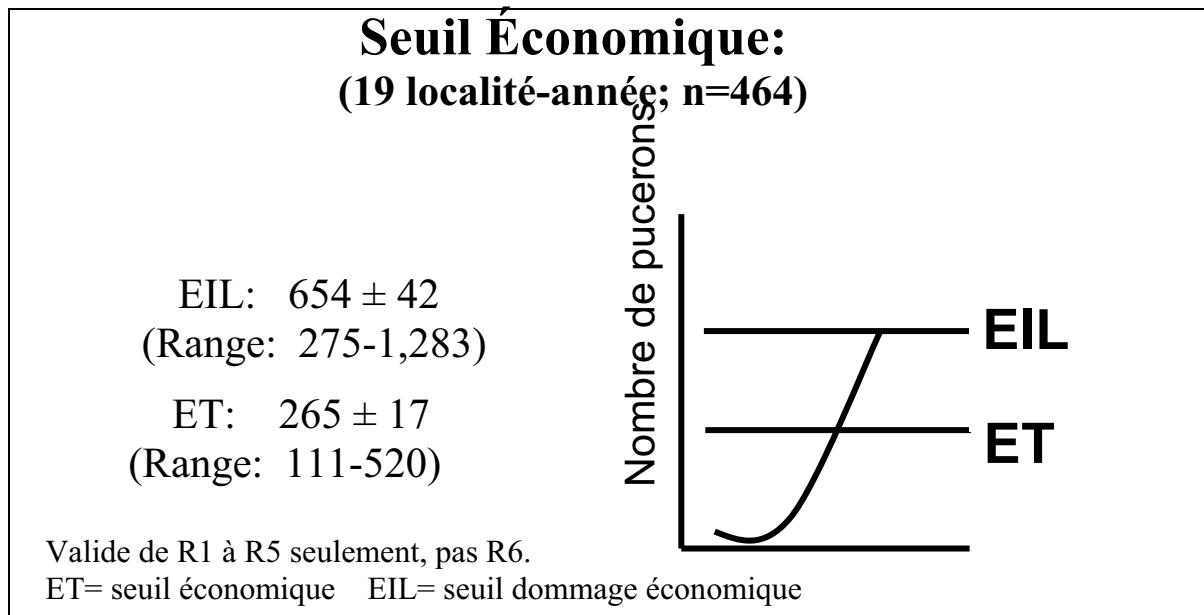
[melochefc@agr.gc.ca](mailto:melochefc@agr.gc.ca)

Mots clés : puceron du soja, speed scouting, seuil d'alerte, lutte intégrée

Voici un compte rendu de la présentation donné par D. Ragsdale, conférencier invité pour nous parler du puceron du soja à la journée Grandes Cultures du 5 décembre 2006 à St-Rémi, QC.

Mise en contexte, le puceron du soja a été rapporté pour la première fois au Etats-Unis en 2000 et observé au Québec en 2001. Depuis, les populations ont connus des sommets en 2003 et 2005 et des creux en 2004 et 2006. Comme tout nouveau ravageur qui envahit un nouveau continent, au début les populations fluctuent énormément avant de se stabiliser au fur et à mesure que l'on apprend à le connaître (biologie, moyen de contrôle chimique) et que les organismes de lutte biologique s'ajustent à ce nouvel hôte. Les populations fluctuent d'une année à l'autre mais généralement le maximum est observé entre les stades R3 et R5 quoiqu'elles aient déjà été rapportées plus tôt (stade V, R1, R2) ou passé le stade R5.

**Seuil d'intervention.** Leurs études a été faite et validé au Minnesota, Iowa, Wisconsin, Michigan et Nebraska de 2003 à 2005 afin de déterminer un seuil d'alerte, une méthode de dépistage rapide, un seuil de dommage économique, un modèle de dynamique (doublement) de population et la lutte intégrée pour le contrôle du puceron. Ces études ont toutes été validées (dans chacun des états) afin de démontrer leur justesse sous différence condition de culture. Le seuil d'alerte avait été établi à 250 pucerons/plant (étude faite par le Minnesota) et révisé/validé par le groupe de recherche à 265 pucerons/plant. Ceci est un seuil d'alerte qui vous avertit que les pucerons sont arrivés, que vous devriez surveiller vos champs et préparer vos pulvérisateurs. Le seuil moyen de dommage économique calculé et validé est de 654 pucerons/plants pour les stades R1 à R5. Pour le stade R6, il est sûrement plus élevé. Pour chacun de ces seuils, l'écart est grand à cause des conditions de cultures (états du centre vs centre est, versus états du nord américains), degré d'infestation, infestation printanière, la maturité, coût du traitement, valeur de la récolte.



**Dépistage.** Examinez les plants, comptez les pucerons, examinez ces champs et recommencez la semaine suivante, ça exige du temps. Pour ce faire, ils (tous les états) ont validé une méthode de dépistage rapide "speed scouting". Cette méthode consiste à examiner un plant et si on compte 40 pucerons ou plus (le meilleur rapport coût/temps) on dit que ce plant est infesté, signe positif (+), si moins de 40, on lui donne une cote négative (-) (40 n'est pas un nouveau seuil d'alerte). Ils ont aussi examiné pour 20, 50 et 100 pucerons/plant mais n'ont détecté aucune différence significative sinon que 50 ou 100 prenaient trop de temps et 20 entraînait parfois la prise d'une mauvaise décision. Les dépisteurs professionnels ont aussi exigé de faire l'examen du champ en moins de 15 minutes. Dr. Ragsdale et ses collaborateurs ont déterminé que s'ils dénombraient 40 pucerons sur un seul trifolié ou feuille, très souvent il y avait 250 pucerons sur le plant. Ainsi, la prise de décision est très rapide lorsque les populations sont faibles ou très élevées (elle peut se faire sur un minimum de 11 plants en moins de 10 minutes). Si les populations sont moyennes on pourrait avoir à dépister au maximum 31 plants (par groupe de 5). Après 31 plants, si on ne peut toujours pas prendre de décision, on refait un dépistage 3-4 jours plus tard. Pour confirmer notre décision de traiter, il faut refaire un dépistage dans les 7 jours. Le dépistage rapide est utilisé par ~100% des producteurs ou consultants. Dr. Ragsdale nous rappelle aussi que les observations générales du champ doivent être prise en considération dans notre décision de traiter ou pas (stade du plant, hauteur du plant, stress, prévision météo, population générale et distribution, prédateurs, nombre de jours avant la récolte, etc.).

Dépistage rapide : <http://www.soybeans.umn.edu> (suivre le lien pour le puceron jusqu'à speed scouting)

**Le modèle « SAGE »** estime la croissance de population du puceron du soja pour les sept prochains jours. On inscrit la température maximale et minimale et les prévisions à long terme pour notre localité (degré fahrenheit) et le programme prédit les populations (quand nous pourrions atteindre le seuil d'alerte ou le seuil de dommage économique). Ce modèle a besoin de raffinement et il reste des inconnus. Par exemple, il faudrait ajouter le nombre de jour avec des pluies fortes (plus de 2.5 cm) et vent, la variété, le stade de développement du soja, l'abondance et les espèces de prédateurs présents.

Modèle SAGE : <http://www.soybeans.umn.edu> (suivre le lien du puceron du soja jusqu'à SAGE)

**Lutte intégrée.** L'important c'est de remettre l'emphase sur la lutte intégrée et non, seulement sur le traitement pesticide. Un insecticide va tuer tous les prédateurs et un fongicide va éliminer les champignons pathogène du soja et ceux du puceron. Ça va pour contrôler les maladies du soja avec le fongicide mais les pucerons s'en tireraient beaucoup mieux et en santé, plus nombreux pour retourner au nerprun. Donc il faut être judicieux dans notre gestion de risque. Depuis quelques années, ils étudient une petite guêpe parasite en provenance de Chine. Ils espèrent commencer à faire des lâchés en 2007 avec ce nouvel outil de lutte. La lutte intégrée comprend l'utilisation de variété tolérante/résistante au puceron, l'utilisation d'organismes bénéfiques (prédateurs, parasites, champignons infectieux), tient compte des conditions climatiques (pluie, vent), et l'utilisation d'insecticide pour compléter le contrôle et non l'inverse.

**Objectifs futurs.** 1- Ils voudraient raffiner le modèle de prédiction des populations (SAGE), le mettre plus conviviale et qui tiendrait compte de la pluviométrie, des prédateurs, des variétés et du stade de développement de la plante au moment de l'infestation. 2- Ils voudraient intégrer la lutte contre le puceron du soja avec celle de la rouille du soja. 3- De nouvelles variétés résistantes sont sur le point d'être mise sur le marché. Il faudra adapter les seuils actuels à ces nouvelles variétés. 4- Finalement, la libération de nouveaux organismes bénéfiques, nouvel outil de gestion du puceron est une priorité. A long terme, il concluait en indiquant qu'il ne pensait pas que les populations rebondiraient aux niveaux observés en 2003 ou 2005. Mais il faut continuer d'identifier les agents de contrôle afin de développer une panoplie d'outils de lutte intégrée.. les producteurs sont intéressés, la preuve c'est que grâce au dépistage rapide il retourne une, deux, trois et même quatre fois dans leur champ. Nous avons réussi notre pari.

# Dépistage de maladies virales dans les champs de soya du Québec : bilan 2002-2006

SYLVIE RIOUX<sup>1</sup>, ROBERTO MICHELUTTI<sup>2</sup>, MICHÈLE ROY<sup>3</sup>, JACQUES BRODEUR<sup>4</sup>

<sup>1</sup> CÉROM, Québec, QC;

<sup>2</sup> AAC, Harrow, ON;

<sup>3</sup> MAPAQ, Québec, QC;

<sup>4</sup> Université de Montréal, Montréal, QC;  
sylvie.rioux@cerom.qc.ca

**Mots clés:** soya, virus, AMV, SMV, BPMV, TRSV

## Introduction

Quatre virus affectant le soya ont fait l'objet ces dernières années d'un suivi dans les états du nord des États-Unis et en Ontario. Depuis l'avènement du puceron du soya dans la culture de soya au Québec en 2002, on s'intéresse davantage à ces maladies virales puisque le puceron est le vecteur de certains de ces virus.

Les travaux visaient à déterminer la fréquence de ces virus dans les champs de soya du Québec. Ces quatre virus étaient : le virus de la mosaïque de la luzerne (AMV : alfalfa mosaic virus), le virus de la marbrure des gousses du haricot (BPMV : bean pod mottle virus), le virus de la mosaïque du soya (SMV : soybean mosaic virus) et le virus de la nécrose annulaire du tabac (TRSV). Tous, hormis le AMV, ont une importance économique; des pertes de rendement très variables (de 3 à 100 %) ont été rapportées (Michelutti et al. 2002). Le AMV et le SMV sont surtout transmis par les pucerons; le BPMV est surtout transmis par la chrysomèle du haricot, alors que le TRSV est un virus presque essentiellement transmis par la semence.

## Méthodologie

En 2002, le dépistage a été réalisé dans seulement quatre champs de la Montérégie-Ouest, la région où les populations du puceron du soya étaient les plus élevées cette année-là. En 2003, grâce à la collaboration de Marie-Pierre Mignault, l'échantillonnage pour la détection des virus a pu se faire dans plus d'une cinquantaine de champs visités pour le dépistage du puceron du soya. Ces champs étaient répartis dans neuf régions de production de soya du Québec. En 2004, 2005 et 2006, les champs échantillonnés étaient aussi ceux faisant l'objet d'un suivi pour le dépistage du puceron du soya. L'étude a couvert 42 champs en 2004, 58 champs en 2005 et 93 champs en 2006.

En 2002 et en 2003, un seul échantillonnage a été effectué à la fin du mois d'août, alors qu'à partir de 2004, deux échantillonnages étaient réalisés : un à la fin juillet et l'autre à la fin août. Pour chaque champ visité, la plus jeune feuille trifoliée a été prélevée sur 30 plantes réparties à six emplacements différents dans le champ. L'échantillon d'un champ était donc constitué de 30 feuilles de soya. Pour chaque champ un test sérologique en DAS-ELISA a été effectué sur le broyat des jeunes feuilles pour détecter la présence des virus.

## Résultats

Le sommaire des résultats par année est présenté au tableau ci-dessous. Le nombre de champs détectés positifs a été le plus élevé pour le SMV, suivi du TRSV, du AMV et du BPMV. L'année 2004 a été l'année où notamment le SMV et aussi le TRSV ont été détectés dans le plus grand nombre de champs, alors qu'en 2005 aucun virus n'a été détecté. C'est également en 2004 que les populations du puceron du soya ont été les plus élevées au Québec, ce qui peut expliquer la plus forte fréquence de champs détectés positifs pour le SMV, un virus pouvant être transmis par ce puceron.

### Détection de virus dans les champs de soya du Québec de 2002 à 2006

Année	Nb. champs à l'étude	Virus détecté (nb. champs)			
		AMV	BPMV	SMV	TRSV
2002	4	3	0	0	4
2003	61	3	1	9	2
2004	42	2	2	19	9
2005	58	0	0	0	0
2006	93	2	0	0	3
Total :	258	10	3	28	18

#### Conclusions

Les résultats montrent que le AMV et le BPMV ne représentent pas vraiment une menace à court terme pour le Québec puisqu'ils ont été peu présents, alors que le TRSV et le SMV qui ont été plus fréquents mériteraient d'être suivis. Le SMV serait particulièrement à surveiller les années de fortes infestations de puceron du soya.

L'enquête réalisée a permis de détecter la présence de virus dans un certain nombre de champs, mais elle ne donne pas d'indication quant à l'incidence qu'ont pu avoir ces virus sur les rendements. Il serait intéressant d'évaluer les pertes de rendement que pourrait causer le SMV par exemple chez quelques cultivars de soya cultivés sous les conditions de culture du Québec.

#### Références

Michelutti, R., Tu, J.C., Hunt, D.W.A., Gagnier, D., Anderson, T.R., Welacky, T., and Tenuta, A.U. 2002. First report of bean pod mottle virus in soybean in Canada. *Plant Disease* 86, 330.

# La maladie des racines roses du maïs au Québec

STÉPHAN POULEUR, LUC COUTURE

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche, 2560 boul. Hochelaga, Québec (Québec) G1V 2J3  
[pouleurs@agr.gc.ca](mailto:pouleurs@agr.gc.ca)

Mots clés : Maïs, racines, maladie, *Phoma terrestris*, racines roses.

## Description de la maladie

Lors d'une étude sur l'effet des rotations et du travail du sol sur la santé des racines des grandes cultures, réalisée à Saint-Hyacinthe de 1999 à 2004, on a observé la maladie des racines roses du maïs (Pouleur et al. 2003). Cette maladie n'avait jamais été rapportée au Québec auparavant. Elle est causée par un complexe de champignons dont le principal est le *Phoma terrestris* (syn. *Pyrenochaeta terrestris*) (Hoinacki et al. 2004). Le *P. terrestris* est surtout connu chez l'oignon où il cause aussi la maladie des racines roses (McDonald 1994). Il est difficile de soupçonner la présence de la maladie des racines roses dans un champ car elle produit peu de symptômes sur les parties aériennes, sauf parfois un ralentissement de la croissance qui peut souvent être attribué à d'autres facteurs. Les racines malades prennent une couleur rose à brun foncé. Les racines les plus gravement atteintes sont complètement dépourvues de racines secondaires et ressemblent à des « queues de rat » (Figure-1). En général, la biomasse totale de racines est réduite. Le champignon survit dans les résidus d'anciennes racines. Le temps chaud favorise l'infection et le développement de la maladie pendant la saison. Les pertes de rendement qui s'ensuivent peuvent atteindre 15 à 20 % (Carroll 1999, Hornby et Ullstrup 1967). Actuellement, le seul moyen de lutte pour prévenir cette maladie serait d'éviter la monoculture de maïs et de faire des rotations avec le soja.



Figure-1 : Exemples de symptômes de la maladie des racines roses

## Effet sur le rendement

La gravité de la maladie des racines roses a été déterminée deux fois par année pendant les cinq années du projet. Les symptômes ont été plus élevés en fin de saison indiquant une progression de la maladie pendant la saison de culture. Deux années consécutives ou plus en maïs ont fait augmenter les symptômes de la maladie (Pouleur et al. 2005). Après deux années de maïs, une année de soja ou de blé a suffi pour faire diminuer les symptômes. Les baisses de rendement ont été corrélées aux symptômes. Pour les cinq années du projet, le rendement moyen à la suite de deux années sans maïs a été de 8 % supérieur au rendement des monocultures de maïs de deux ans ou plus. Ce gain a varié de 4 à 15 % selon les années et la méthode de travail du sol. L'augmentation de la maladie due à la monoculture a été plus grande avec le travail réduit du sol (chisel) qu'avec le travail conventionnel. Ceci illustre la grande importance des rotations en travail réduit. Les résultats confirment que la monoculture de maïs favorise le développement de la maladie des racines roses sous les deux méthodes de travail du sol utilisées.

## Inventaires

En 2004, nous avons fait un inventaire exploratoire qui a confirmé la présence de la maladie dans des champs agricoles au Québec (Zhu et al. 2005), suivi d'un autre plus étendu en 2005 pour vérifier l'ampleur de la distribution de cette maladie (Pouleur et al. 2006). Dans chacun des 54 champs prospectés en 2005, on a prélevé 3 à 5 plantes montrant des symptômes soupçonnés d'être causés par des problèmes aux racines. En absence de telles plantes, les échantillons étaient prélevés au hasard. Les racines ont été lavées minutieusement et les symptômes de pourritures ont été évalués sur une échelle de 0 à 9 (0 = absence de pourriture et 9 = complètement brunie ou pourrie). Par la suite, on a vérifié la présence du *Phoma terrestris* dans les racines nécrosées par isolement sur milieux de culture. Nous avons regroupé les endroits échantillonnés en trois zones. La zone 1, située au sud du Saint-Laurent débute à l'Ouest à Vaudreuil-Dorion et se termine à Warwick, la zone 2, aussi au sud du Saint-Laurent, commence à Gentilly et s'étend vers l'est jusqu'à Montmagny, puis la zone 3, au nord du Saint-Laurent, débute à l'Assomption et se termine à Trois-Rivières. L'indice moyen de pourriture de racines a été de 4,6 dans la zone 1, de 1,1 dans la zone 2 et de 4,0 dans la zone 3. La fréquence d'isolement du *P. terrestris* a suivi la même tendance avec 74 % des échantillons infectés dans la zone 1, 13 % dans la zone 2 et 82 % dans la zone 3. Le climat plus chaud des zones 1 et 3, combiné à la culture intensive du maïs depuis longtemps, pourrait avoir contribué à l'augmentation des populations de ce champignon. Cet inventaire confirme que cette maladie causée par le *Phoma terrestris* est bien présente au Québec. Elle semble plus importante dans les zones à forte production de maïs de l'ouest du Québec. Elle pourrait probablement devenir importante ailleurs où le *P. terrestris* est présent si la production de maïs augmentait ainsi que les températures.

## Conclusion

Les travaux réalisés jusqu'à maintenant sur la maladie des racines roses du maïs ont montré que celle-ci est bien présente au Québec et qu'elle peut causer des pertes de rendement appréciables, du moins en parcelles expérimentales. Un inventaire plus exhaustif et une estimation des pertes chez les agriculteurs seraient nécessaires pour mieux connaître l'importance de cette maladie au Québec. Il serait aussi pertinent de déterminer s'il y a une variabilité de résistance parmi les hybrides de maïs de façon à pouvoir développer des moyens de lutte autres que les rotations. La découverte de la maladie des racines roses du maïs a été possible grâce à la participation financière de la Fédération des Producteurs de Cultures commerciales du Québec dans un projet avec Agriculture et Agroalimentaire Canada dans le cadre du Programme de partage de frais d'investissement en recherche et développement (PPFIRD).

## Références

- Carroll, R.B. 1999.** Red root rot. Page 14 dans : Compendium of Corn Diseases, 3<sup>e</sup> édition. D.G. White (ed.) APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Hoinacki, B., M.L. Powelson, R. Ludy. 2004.** Root rot of sweet corn in Western Oregon. Oregon State University. Extension Service. EM 8859, 4 pages.
- Hornby, D. et A.J. Ullstrup. 1967.** Fungal populations associated with maize roots: quantitative rhizosphere data for genotypes differing in root rot resistance. *Phytopathology* 57: 76-82.
- McDonald, M.R. 1994.** Maladies des racines roses [de l'oignon]. Pages 204-206 dans : Maladies et ravageurs des cultures légumières au Canada, C. Richard et G. Boivin (éds.). Société canadienne de phytopathologie et Société d'entomologie du Canada.
- Pouleur, S., L. Couture, A. Comeau et J. Lafond. 2005.** Effect of crop rotation on severity of red root rot and grain yield in corn. *Canadian Journal of Plant Pathology* 27: 474 (Résumé).
- Pouleur, S., L. Couture, G. Gilbert et X. Zhu. 2006.** Inventaire de la maladie des racines roses du maïs au Québec en 2005. *Canadian Plant Disease Survey* 86 : 62-65.
- Pouleur, S., L. Couture, R. Lemay et A. Comeau. 2003.** Observation de la maladie des racines roses chez le maïs au Québec. *Phytoprotection* 84: 176 (Résumé).
- Zhu, X., L.M. Reid, T. Woldemariam, A. Tenuta, P. Lachance, and S. Pouleur. 2005.** Survey of corn diseases and pests in Ontario and Québec in 2004. *Canadian Plant Disease Survey* 85: 31-34.

# Situation de la chrysomèle des racines en 2006

Francois Meloche<sup>1</sup> et Julie Breault<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche de l'Est sur les céréales et oléagineux (CRECO)  
AAC, Edifice KW Neatby, 960 Carling, Ottawa, ON, K1A 0C6

<sup>2</sup>Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, responsable du dossier provincial de la chrysomèle des racines, Direction régionale Montréal-Laval-Lanaudière, 867 boul. L'Ange Gardien, L'Assomption, QC, J5W 4M9

[melochefc@agr.gc.ca](mailto:melochefc@agr.gc.ca)

Mots clés : chrysomèle des racines, maïs, soja, agriculture intégrée

**Introduction.** Les chrysomèles des racines du nord et de l'ouest ont une seule génération par année et elles passent par 4 stades de développement: œuf (stade hivernant), larve (3 stades), pupes et adulte. L'éclosion se produit entre la fin mai et la mi juin. Les 3 stades larvaires attaquent les racines. Le 3<sup>e</sup> stade larvaire se transforme en pupes (juillet) puis en adulte (mi juillet à septembre). Les femelles commencent à pondre 2 semaines après avoir émergé du sol. Environ 85% des œufs sont déposés dans les fissures du sol à la base du plant et 15% entre les rangs ou les plants. La chrysomèle du nord (crN) pond 300 œufs en lot de ~30 œufs tandis que la chrysomèle de l'ouest (crO) pond 1000+ œufs en lot de 100. Les œufs de la crN peuvent rester en dormance pour 1, 2 et même 3 hivers avant d'éclore ce qui pourrait expliquer la présence de dommages racinaires dans du maïs de 1<sup>re</sup> année. Pour ce qui est de la crO, ce type de diapause est à peu près inexistant (<1% en Ontario). Ce qu'il faut surveiller c'est l'apparition de la crO-biotype du soja car elle remettrait en question notre pratique actuelle de gestion des chrysomèles qui jusqu'à présent est basé sur la rotation. Les adultes du biotype du soja s'alimentent du pollen du soja et pondent dans le soja mais ne pourrait pas se développer sur le soja. Ce biotype n'a pas été observé au Québec, donc la rotation demeure une méthode privilégiée de contrôle.

Le comportement et les dommages de chrysomèles. Le 1<sup>er</sup> stade larvaire se déplace d'au plus 1 m dans le sol attiré par le CO<sub>2</sub> produit par les racines de maïs. Les larves grugent, mangent et creusent les racines. A la fin juillet on mesurera les dommages racinaires d'après l'échelle de dommage du nœud racinaire (0-3 max) (<http://www.ent.iastate.edu/pest/rootworm/nodeinjury/vroot.mov>). Ces dommages sont des ports d'entrée pour les champignons, affectent l'absorption et le mouvement de l'eau, des nutriments & ralentissent le développement du plant. Ils augmentent la sensibilité aux maladies et accroissent l'incidence de la verse racinaire. Les plants versés (col d'oie) gênent la récolte et ils sont plus sujet à la chute des épis lors du battage ce qui occasionne une perte supplémentaire de rendement.

Les adultes se nourrissent du limbe des feuilles, du pollen dans la croix, les axes foliaires et sur les soies ainsi que du grain. Les dommages aux grains sur l'épi sont des ports d'entrée pour les maladies. Après la pollinisation des épis, les adultes migrent vers d'autres champs en pollinisation ou d'autres sources de pollen (ex: le soja, la luzerne, les mauvaises herbes et autres). Les œufs qui pourraient être déposés à la base de ces plantes ont peut de chance d'être viables. En septembre, on trouvera les chrysomèles adultes sur le pissenlit, la verge d'or et d'autres fleurs source de pollen.

**Matériels et méthodes.** Le piégeage à l'aide de collant s'est effectué de la mi-juillet jusqu'à la mi-septembre. Dans le maïs, nous avons placés 2 pièges jaunes (Pherocon) et 2 pièges verts (Multigard) en alternance et espacés de 40 rangs, 60 pas entre les collants. Le pourcentage de verse (col d'oie) a été déterminé au début d'août sur 300 plants et les dommages racinaires ont été évalués au début d'août sur 30 plants. Dans le soja, 2 pièges jaunes (Pherocon) et 2 pièges verts (Multigard) ont été placés en alternance, 60 pas entre les rangs et les collants. De plus, 8 cages d'émergence ont été placés dans le soja, entre la fin juillet et septembre, pour capturer les chrysomèles qui pourraient se développer sur les racines de soja. Ce type de piège confirme le développement des chrysomèles sur le soja.



**Résultats.** La crO est présente dans le Centre du Québec, la région de Lanoraie et la Montérégie Est et Ouest. Le ratio crN : crO a été déterminé à l'aide des pièges Pherocon jaune, soit 1.8 crN : 1 crO. Les pièges Multigard vert capturent environ trois fois plus de chrysomèles que les pièges jaunes (2,8 adultes Multigard : 1 adulte Pherocon). Le piège vert est plus efficace mais il est difficile de reconnaître les espèces, d'où la nécessité du piège Pherocon jaune. Les chrysomèles ont débuté leur émergence dans la dernière semaine de juillet et commencèrent aussitôt à voyager, car elles furent collectées aussitôt dans le soja voisin sur les collants. Dans les pièges d'émergence, aucun adulte de la crN ou crO n'a été collecté dans le soja. Dans le maïs, le pic a été observé entre le 10 et le 25 août 2006, soit 2 semaines plus tard que la normale et en septembre, on capturait encore des adultes fraîchement émergés du sol. La verse racinaire a varié de 0.4% à 15%, en moyenne moins de 1%, et les dommages racinaires selon l'échelle de 0-3 a été de 0.06 à Lanoraie.

Tableau 2006 du nombre de chrysomèles du nord et de l'ouest capturés par régions pour les 3 pièges.

		Pherocon		Multigard	cage d'émergence
		crN	crO		
Centre du Québec	Maïs	115	78	576	0
Lanoraie	Maïs	892	480	7832	0
	Soja	3	1	52	0
Montérégie Est	Soja	13	1	3	0
Montérégie Ouest	Soja	16	0	23	0

Les adultes de la crN se nourrissent du pollen de plusieurs plantes fourragères, céréalières, oléagineuses et des mauvaises herbes (soja, luzerne, trèfle, maïs, asclépiade, pissenlit, verge d'or, etc.) et les larves doivent obligatoirement se nourrir des racines de maïs. Les adultes de la crO peuvent s'alimenter de d'autres sources de pollen mais doivent absolument avoir un repas de maïs pour pondre des œufs viables.

**CONCLUSIONS.** Nos résultats confirment que les femelles préfèrent pondre dans des sols argileux ou des loams. Les femelles utilisent les fissures du sol pour aller déposer leurs œufs. Les sols argileux sont moins abrasifs pour les œufs et ils retiennent mieux l'humidité, ce qui est essentielle pour assurer une bonne éclosion (l'opposé des sols sablonneux). Nos résultats de piégeage indique que la crN était la plus abondante dans toutes les régions dépistées en 2006 et que la crO représente presque la moitié de toutes les chrysomèles collectés. Notre dépistage permet d'identifier plusieurs producteurs à risques, ce qui va nous permettre de concentrer notre étude. Finalement, aucun adulte de la crN ou crO n'a été collecté dans les pièges d'émergence placés dans le soja ce qui suggère que la rotation demeure un moyen efficace de lutter contre les chrysomèles. Il est intéressant de noter que pour certains sites, où le sol était plus lourd et les populations plus élevées, pratiquement aucun plant n'a versé et les rendements furent à peu près équivalents aux autres sites (en poids, % d'humidité et poids spécifique). Il faut tout de même être nuancé puisque nos résultats sont issus d'un petit nombre de champs et pour l'année 2006 seulement.

Il demeure que plusieurs producteurs avec des sols argileux font du maïs deux ans ou plus après une rotation soja. Chez ces producteurs, il serait prudent de faire du dépistage dès la première année en maïs. Si le seuil économique est atteint dès la première année, **la solution la plus économique et efficace est de refaire une rotation et nous aviser.**