

Titre du projet : Stratégies de transition et de durabilité à l'intention des fermes biologiques

Rapport final de projet – subvention de projet stratégique du CRSNGC

Date : 3 janvier 2007

Table des matières

1 Chercheurs :.....	3
1.1 Chercheur/se principal(e).....	3
1.2 Co-chercheur/se(s) :.....	3
2 Description des progrès et portée des résultats.....	4
2.1 Objectifs 1 et 2.....	4
2.2 Disponibilité de l'azote, du phosphore et du potassium du sol dans les rotations de pommes de terre en gestion biologique.....	4
2.3 Assimilation de l'azote, du phosphore et du potassium, et rendement des tubercules dans les rotations de pommes de terre.....	4
2.4 Aspect économique de l'introduction de plantes fourragères et de bétail dans des systèmes de rotation de cultures de substitution pendant la transition vers la gestion biologique.....	5
Objectif 3 :.....	6
2.5 Bienfaits agronomiques de l'épandage d'un paillis de luzerne en culture biologique de blé de printemps.....	6
2.6 Projets de soutien à la transition vers l'agriculture biologique.....	7
2.7 Impact de la production biologique et de la diminution des intrants chimiques sur l'appauvrissement des sols et sur la valeur des récoltes aux plans fonctionnel et nutritionnel.....	7
2.8 Équilibre nutritif des fermes laitières biologiques en Ontario.....	8
2.9 La gestion biologique entraîne une diminution du P-labile, stimule la colonisation des champignons MA et accroît les populations de spores.....	8
2.10 Taux d'apport en éléments nutritifs de quelques amendements organiques.....	9
2.11 Comparaison de quatre amendements organiques et d'un engrais ternaire chimique (NPK) en culture de fraises et de bleuets (myrtilles).....	9
2.12 Efficacité de cinq plantes compagnes et de trois bouillies de pulvérisation d'origine végétale comme méthodes de lutte de substitution contre le doryphore de la pomme de terre.....	9
2.13 Évaluation de méthodes de lutte thermique, pneumatique et biologique contre le doryphore de la pomme de terre (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>).....	10
2.14 La culture intercalaire est-elle en mesure de stabiliser davantage les rendements de cultures en gestion biologique?.....	10
2.15 Capacité du blé cultivé selon différentes densités de semis à concurrencer les herbes adventives.....	11
2.16 Efficacité et intrants énergétiques comparés d'appareils thermiques à vapeur, à flamme nue et à infrarouges dans la maîtrise des mauvaises herbes.....	11
2.17 Atténuation des risques d'érosion des sols grâce aux rotations dans les systèmes culturaux biologiques et conventionnels.....	12
2.18 Portée des résultats sur le plan scientifique et de l'ingénierie.....	13
2.19 Retombées bénéfiques possibles pour le Canada.....	14

3	Équipe de recherche.....	14
3.1	Chercheur/se principal(e).....	14
3.2	Co-chercheurs et co-chercheuses.....	15
3.3	Collaborateurs et collaboratrices.....	15
3.4	Scientifiques du gouvernement.....	16
3.5	Post-doc.....	16
3.6	Étudiant(e)s de 2e et 3e cycles.....	17
3.7	Techniciens et étudiants stagiaires d'été (travaillant en partie sur ce projet CRSNGC).....	17
3.8	Autres.....	17
4	Formation.....	18
4.1	Liste des étudiants stagiaires.....	18
4.2	Interaction du personnel hautement qualifié (PHQ) avec les partenaires.....	19
4.3	Emploi du PHQ ayant participé au projet.....	20
5	Diffusion des résultats de recherche, transfert de connaissances ou de technologies.....	20
5.1	Articles par un comité de lecture :.....	21
5.1.1	Publiés.....	21
5.1.2	Acceptés.....	21
5.1.3	Soumis.....	21
5.2	Affiches et présentations à des conférences :.....	22
5.2.1	Présentations.....	22
5.2.2	Affiches.....	22
5.3	Autres (notamment rapports techniques, articles non revus par un comité de lecture, etc.) :.....	24
5.3.1	Thèses et mémoires.....	24
5.3.2	Articles de journaux.....	24
5.3.3	Bulletins techniques et rapports.....	24
6	Incidences pour les chercheurs et les chercheuses	25
6.1	Impact du projet sur l'enseignement.....	25
6.2	Impact sur le programme de recherche.....	25

1 Chercheurs et chercheuses :

1.1 Chercheur principal

D^f R.C. Martin

Dép^t de phytologie et de zoologie

Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse

C.P. 550, TRURO NS B2N 5E3

Tél. : 902-893-6679

Courriel : rmartin@nsac.ca

1.2 Co-chercheurs :

P.R. Warman, Sciences de l'environnement, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse

A.H. Fredeen, Phytologie et zoologie, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse

J. Hoyle, Sciences de l'environnement, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse

M.H. Entz, Sciences végétales, Manitoba

C.A. Grant, Centre de recherche Brandon (RB), Agriculture et agroalimentaire Canada

K. Yiridoe, Business and Social Sciences, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse

T. Astatkie, Ingénierie, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse

N.R. Rifai, Ingénierie, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse

2 Description des progrès et portée des résultats

2.1 Objectifs 1 et 2

L'intégration de plantes fourragères et de fumier de bétail dans les systèmes agraires est de plus en plus fréquente dans les exploitations biologiques, et ce, afin de compenser la pression associée à la gestion des éléments nutritifs. Un essai de rotations de pommes de terre en sol limoneux-sablonneux (podzol humo-ferrique orthique) a eu lieu dans le but d'évaluer les effets des plantes fourragères et des amendements sur la disponibilité de N, P et K du sol. Les *niveaux* de plantes fourragères étaient : 0 an, 1 an et 2 ans selon 3 différentes rotations de cultures de 4 ans : blé (b)/soja (s)/orge (o)/pommes de terre (PdT); b/o/fourrage (f)/PdT; et b/f/f/PdT, respectivement. Les plantes fourragères utilisées dans l'expérience étaient un mélange de trèfle et de phléole des prés. Les amendements comprenaient du fumier de volaille composté (FV), du fumier de bovins (FB) et de la farine de foin de luzerne (FL) provenant des sources respectives suivantes : systèmes agraires avec élevage de monogastriques, de ruminants et sans élevage. Trois types d'amendements ont été épandus selon les niveaux respectifs de plantes fourragères : au cours de l'année de culture de PdT (4^e année), on a divisé les parcelles initiales en deux : une sous-parcelle amendée et une sous-parcelle non amendée (sans aucun amendement). Les sous-parcelles amendées l'ont été en fonction des analyses du sol, avec des taux d'amendements ajustés afin d'équilibrer les niveaux de N extractible en se fondant sur la disponibilité théorique de N.

2.2 Disponibilité de l'azote, du phosphore et du potassium du sol dans des rotations de pommes de terre en gestion biologique

Participants principaux : R. Martin, K. Liu, D. Patriquin, A. Georgallas, A. Hammermeister, P. Warman, J. Hoyle, T. Astatkie, M. Entz, J. Clapperton

L'apport d'amendements aux pommes de terre a accru de façon notable le N_{tot} , le P_2O_5 et le K_2O extractibles du sol, sans modifier toutefois de façon significative les taux de N extractible et d'apport de N comparativement aux effets résiduels des amendements. Les taux de N extractible et d'apport de N déterminés au cours de l'année de culture de PdT ont été nettement plus élevés dans les années 1 et 2 des rotations avec culture de plantes fourragères que durant l'année 0 sans rotation. Cette teneur élevée en N minéral du sol durant les années 1 et 2 des rotations de fourrages provient des gains en N issu des plantes fourragères et du report de N provenant d'applications supplémentaires de compost au cours des rotations de fourrages des années 1 et 2, ce qui était lié aux taux élevés de minéralisation possible de l'azote du sol enregistrés à la fin de la 3^e année. La disponibilité de l'azote a été similaire à celle que l'on prévoyait avec la farine de foin de luzerne, mais largement inférieure à celle que l'on s'attendait à obtenir avec les deux types de composts. La farine de luzerne présentait une vitesse de libération de N plus grande que les deux fumiers compostés. Les fourrages, comme les amendements, ont influé de façon marquée sur le N minéral du sol – le taux le plus élevé d'apport en N a été constaté avec la rotation de fourrage d'1 année amendée avec la farine de luzerne et le

taux le plus élevé de N extractible a été constaté avec la rotation de fourrage de 2 ans amendée également à la farine de luzerne. On n'a pas noté de différences entre le P_2O_5 et le K_2O du sol selon les niveaux de fourrages, mais les taux et les types d'amendements ont passablement influé sur eux. Sur l'ensemble du premier cycle de rotations de 4 ans, les amendements et les fourrages ont accru le N_{tot} , le P_2O_5 et le K_2O extractibles, tandis que l'azote extractible a diminué au cours des deux premières années par rapport au niveau initial élevé pour tendre à un équilibre au cours des deux dernières années. Dans un système cultural où les taux d'application d'amendements sont ajustés en vue d'équilibrer le N extractible par rapport à sa disponibilité théorique, la combinaison de plantes fourragères et de fumier de bovins composté est recommandée dans la gestion de N, P et K du sol.

2.3 Assimilation de l'azote, du phosphore et du potassium, et rendement des tubercules dans les rotations de pommes de terre en gestion biologique

Participants principaux : K. Liu, R. Martin, D. Patriquin, A. Georgallas, A. Hammermeister, P. Warman, J. Hoyle, T. Astatkie, M. Entz, J. Clapperton

La gestion des éléments nutritifs est un enjeu en production biologique de pommes de terre. Un essai de rotations de pommes de terre a eu lieu en vue d'évaluer les effets de la fréquence de la culture de plantes fourragères et ceux d'amendements quant à certaines hypothèses concernant l'isonitrogénéité sur le rendement en tubercules des PdT et sur l'assimilation des éléments nutritifs. L'apport d'amendements a nettement accru le rendement des tubercules commercialisables et l'assimilation des éléments nutritifs comparativement aux effets résiduels des amendements du sol. Les niveaux d'amendements et de plantes fourragères ont influé de façon significative sur le rendement des pommes de terre commercialisables, du C de la biomasse végétale et de l'assimilation de P et de K; toutefois l'assimilation de l'azote n'a pas été sensiblement différente selon les variantes dans le mode de gestion des éléments nutritifs pour lesquelles les taux d'amendements ont été ajustés afin d'équilibrer le N du sol disponible et sa disponibilité théorique. Le rendement le plus élevé en tubercules et l'assimilation des éléments nutritifs la plus élevée ont été enregistrés dans les variantes R (fumier de ruminants), entre les trois amendements, à cause des taux élevés d'application. Les différences en matière de rendement en tubercules et d'assimilation des éléments nutritifs entre les divers amendements ont été surtout significatives dans la rotation de plantes fourragères de 2 ans. Ce résultat est surtout attribuable à la différence significative des applications d'amendement au plan cumulatif. Les effets négatifs des plantes fourragères – infestations de larves de taupins et de nématodes – ont provoqué des baisses plus marquées au cours des rotations de fourrage d'1 an et de 2 ans que dans les rotations de 0-1 an dans les sous-parcelles amendées *sur les plans suivants* : rendement en pommes de terre commercialisables, C de la biomasse végétale, assimilation de P et de K. Les équilibres en N, P et K ont été positifs dans toutes les combinaisons de traitements sauf pour ce qui est de l'équilibre de K dans les rotations de fourrages de 2 ans amendées (fumier de monogastriques). Les résultats indiquent que les plantes fourragères ont eu des effets adverses sur les PdT lorsqu'elles ont été utilisées comme précédent cultural dans le premier cycle de rotations établi après un pâturage de longue durée, et qu'entre les

variantes M (monogastriques), R (ruminants) et S (sans élevage), ce sont les variantes R qui ont donné le meilleur rendement de pommes de terre.

2.4 Aspect économique de l'introduction de plantes fourragères et de bétail dans des systèmes de rotation de cultures de substitution pendant la transition vers la gestion biologique

Participants principaux : A. Riofrio, E. Yiridoe, J. Henning, R. Martin, K. Liu, A. Hammermeister, P. Warman, T. Astatkie

On a étudié la rentabilité des rotations de cultures de substitution, en cherchant à déterminer les incidences économiques de l'inclusion de plantes fourragères et de bétail au cours de la transition vers l'agriculture biologique. On a distingué les rotations en fonction de : i) fréquence des fourrages dans la rotation, ii) source d'éléments nutritifs culturaux et iii) type de système agraire. Les analyses économiques couvraient la budgétisation de l'exploitation, l'analyse statistique et la programmation linéaire à périodes multiples.

Les rendements de blé et de pommes de terre ont eu tendance à être plus élevés avec l'apport de compost de fumier de ruminants. De plus, quel que soit le type d'amendement du sol, le rendement de fourrage le plus élevé a été constaté dans la rotation comportant deux années consécutives de plantes fourragères (B-F-F-PdT).

Les coûts fixes ont varié selon la rotation, surtout en fonction du recours à la machinerie très différent selon les rotations. Généralement, les coûts fixes les plus élevés ont été enregistrés dans les rotations de cultures à base de fourrages, ainsi que dans les rotations incluant des applications de compost. Les coûts variables ont été relativement élevés et comportaient de grands écarts d'une variante à l'autre. Ceci est en grande partie attribuable à la quantité (et donc au coût) d'amendements requis pour répondre aux recommandations consécutives aux analyses de sols. Globalement, les coûts variables dans les parcelles principales ont été moins élevés dans celles qui étaient dans des systèmes avec fumier composté de monogastriques ainsi qu'avec deux années de plantes fourragères dans la rotation.

Les coûts de l'apport en éléments nutritifs ont eu un impact certain sur le rendement net. En moyenne, la plupart des cultures se sont traduites par des pertes économiques au cours de la période de transition. Cependant, les pommes de terres certifiées biologiques, qui bénéficient d'une bonification de 87 % au-dessus du prix courant, ont engendré des rendements nets positifs au cours de la quatrième année. En général, les rendements nets des cultures ont eu tendance à être plus élevés dans les rotations à base de fourrages et dans les systèmes avec bétail, comparativement à l'absence de rotations et aux systèmes sans élevage. Les rotations comportant deux années de plantes fourragères et les rotations dans les systèmes avec fumier composté de monogastriques, en particulier, ont produit des rendements nets plus élevés. Le rendement net le plus élevé avec du blé a été relevé dans la rotation B-F-F-PdT dans le système avec monogastriques. En comparaison, le rendement net le plus élevé avec des fourrages (en 2003 et 2004) a été constaté dans le

système sans élevage, tandis que le rendement net le plus élevé pour l'orge a été relevé dans la rotation B-S-O-PdT avec apport de compost de monogastriques. En 2005, c'est en gestion avec apport de fumier composté de ruminants qu'on a obtenu le rendement net le plus élevé en pommes de terre.

Selon les résultats de l'analyse statistique de l'expérience menée à Truro, tout indique que le compost de fumier de ruminants est en mesure de produire des avantages économiques supplémentaires pour une exploitation agricole pendant sa période de transition vers l'agriculture biologique, puisque les rendements tendent à être plus élevés avec ce mode de gestion. En outre, les rotations de cultures à base de plantes fourragères pourraient être utiles dans la consolidation de la matière organique du sol. L'inclusion de fourrages et de bétail associée à une rotation de culture commerciale peut se traduire par des avantages économiques qui compenseront les difficultés financières inhérentes à la transition vers l'agriculture biologique. Si on se fonde sur les résultats de la présente étude, l'impact le plus important sur le plan économique pendant la période de transition a été lié au remplacement des fertilisants chimiques par des amendements organiques.

Les coûts de production associés au maintien de la fertilité du sol peuvent s'avérer considérables, particulièrement si ces amendements sont appliqués pour répondre aux recommandations normalisées en matière d'éléments nutritifs. Toutefois, une fois le système en place, selon les résultats de cette étude, l'adoption du mode de gestion biologique peut être économiquement rentable. En outre, il faut souligner que l'agriculture biologique peut avoir des retombées externes positives qui ne sont pas d'ordre pécuniaire : incidences sur la santé humaine, meilleur goût des aliments, bien-être des animaux, apport à la biodiversité et bonne gestion de l'environnement. Il faut néanmoins noter que, comme dans le cas de l'agriculture classique (ou *conventionnelle*), la réussite de l'agriculture biologique peut être liée au site et dépendre des compétences de gestion et de l'expérience de l'agriculteur, ainsi que des antécédents des terres cultivées.

Objectif 3 :

2.5 Bienfaits agronomiques de l'épandage d'un paillis de luzerne en culture biologique de blé de printemps

Participants principaux : R. Martin, M. Entz, M. Wiens, A. Hammermeister

On a procédé à des essais sur le terrain dans deux emplacements au Manitoba, en 2002 et 2003, dans le but de déterminer la contribution d'un paillis de luzerne en culture de blé de printemps (*Triticum aestivum* L) sur le plan de l'azote, de la préservation de l'humidité et dans la lutte contre les adventices. Les traitements de paillis variaient sur les plans du taux de paillis (quantité récoltée sur une superficie de 0,5x, 1x et 2x la superficie de la parcelle de blé) et du calendrier d'épandage (à la levée du blé ou au stade feuillu).

On a observé des liens positifs entre le taux de paillis et l'assimilation de N par le blé, le rendement grainier et la teneur en protéines des grains. À Winnipeg, les taux 2x de paillis (de 3,9 à 5,2 t/ha⁻¹) ont donné des rendements grainiers équivalents à ceux

d'emplacements traités respectivement avec 20 et 60 kg/ha⁻¹ d'engrais à base de nitrate d'ammonium en 2002 et 2003. Lorsque le paillis et l'engrais synthétique ont produit un rendement grainier équivalent, la teneur en protéines des grains a été souvent plus élevée dans les variantes avec paillis, comparativement à l'apport d'engrais chimique.

L'assimilation de N a également été étudiée dans une culture d'avoine (*Avena sativa* L.). Le taux de paillis le plus élevé (2x) s'est traduit par une meilleure assimilation de N et un meilleur rendement grainier lors de la 2^e année de récolte d'avoine que dans les variantes avec apport de nitrate d'ammonium. L'évaluation de l'efficacité d'utilisation de l'azote provenant du paillis par deux cultures sur 2 ans [calculée ainsi : (assimilation de N par traitement – assimilation de N par variante de contrôle)/N total ajouté] se situait entre 11 % et 68 %. Généralement, le paillis a été efficace contre les mauvaises herbes – plus efficace encore avec un épandage tardif qu'avec un épandage hâtif. On a observé une préservation accrue de l'humidité du sol à des taux élevés d'application de paillis ($\geq 4,3$ t/ha⁻¹) dans trois emplacements.

Le paillis de luzerne est prometteur pour les systèmes culturaux à faibles intrants, lorsqu'il est utilisé avec du blé au taux 2x.

En 2002, en N.-É., tous les taux d'épandage de paillis avaient réduit les rendements en comparaison avec une parcelle de contrôle sans paillis. Les taux élevés de paillis avaient empêché la levée de la culture ou l'avaient étouffée. En 2003, nous avons modifié nos taux d'application de paillis et, même si les taux élevés ont entraîné de faibles rendements, des bénéfices de rendement découlant de l'application de plusieurs traitements ont été constatés. Un épandage tardif de paillis déchiqueté au taux de 1 t/ha⁻¹ a donné le meilleur bénéfice de rendement avec un rendement brut de près de 80 \$/ha⁻¹ supérieur à celui de la variante de contrôle. Un épandage précoce de 2 t/ha⁻¹ a également généré des rendements plus élevés, avec un rendement brut d'environ 17 \$/ha⁻¹. Un taux d'épandage de 4 t/ha⁻¹ serait le plus économique, puisqu'il se traduit par des revenus plus élevés pour des coûts d'épandage moins élevés et qu'il demande moins de superficie consacrée à la culture de plantes fourragères.

2.6 Projets de soutien à la transition vers l'agriculture biologique

Les projets suivants ont été lancés dans le but d'appuyer nos objectifs principaux et de répondre aux grandes questions relatives à la transition vers le biologique dans les domaines suivants : apport en éléments nutritifs par des amendements, lutte contre les adventices et les ravageurs, qualité des sols et vulnérabilité à l'érosion.

2.7 Impact de la production biologique et de la diminution des intrants chimiques sur l'appauvrissement des sols et sur la valeur des récoltes aux plans fonctionnel et nutritif

Participants principaux : C. Grant, K. Slawinski

Une étude sur le terrain a commencé en 2001 en sol de loam argileux de type Newdale sur les terrains de la ferme expérimentale Philips de Brandon. Deux autres emplacements, près de Lacombe et de Beaverlodge (Alb.), sont venus s’y ajouter en 2002. L’étude était conçue dans le but d’évaluer l’impact de plusieurs systèmes culturaux – du biologique au conventionnel, en passant par la production sans pesticides – sur la qualité des sols, les coûts de production, l’agronomie et la qualité finale des récoltes. On a évalué chaque système de production au cours d’une rotation de 4 ans où toutes les phases de la rotation étaient présentes chaque année (tableau 1). L’étude s’est poursuivie jusqu’en 2005, puis a été modifiée en 2006 afin d’évaluer la gestion des éléments nutritifs selon les systèmes biologique, inorganique et intégré. De 2001 à 2005, on a évalué les cultures sur les plans du rendement, de l’assimilation des éléments nutritifs et de la qualité des récoltes. On a également prélevé et archivé des échantillons de sol afin de caractériser la dynamique des éléments nutritifs au cours de la saison de croissance.

Tableau A : systèmes et rotations de cultures utilisés au cours de l’expérience

	A Biologique	B Biologique / compost	C PSP continue – engrais chimiques mais pas de pesticides	D PSP ¹	E Gestion intégrée
1 ^e année	pois fourragers	pois fourragers	pois fourragers	pois fourragers	pois fourragers
2 ^e année	blé dur, trèfle des champs	blé dur, trèfle des champs	blé dur, trèfle des champs	blé dur	blé dur
3 ^e année	trèfle des champs	trèfle des champs	trèfle des champs	lin	lin
4 ^e année	avoine	avoine	avoine	avoine	avoine

¹ PSP = Production sans pesticides : aucun pesticide n’est utilisé sur la culture cible pendant la croissance, et aucun pesticide résiduel n’est toléré; on peut cependant les utiliser avant et après la croissance de la culture et dans les autres cultures entrant dans la rotation. Le blé dur et l’avoine étaient les cultures cibles, ici.

La concurrence des herbes adventices a été le principal facteur limitatif avec, dans les systèmes biologiques, des rendements de cultures extrêmement faibles attribuables à la pression des mauvaises herbes pendant les années humides lorsque la lutte mécanique.

La système biologique non amendé, tandis que l’apport en P s’est maintenu dans le système biologique qui a bénéficié d’apports de compost.

La carence en azote a également été un facteur limitatif important pour la production des cultures qui n’étaient pas des légumineuses dans les systèmes biologiques. On a procédé à la mesure détaillée de l’assimilation de N par les cultures au cours de la saison de croissance. Plusieurs mesures de la libération de l’azote du sol ont servi à l’évaluation de l’apport saisonnier en N et à la détermination de la corrélation avec les périodes de pointe des besoins des cultures. Globalement, la dynamique de l’azote pendant la saison de croissance a indiqué une réduction de N disponible en mode de production biologique, et ce, même avec épandage de compost. La teneur en protéines des cultures a eu tendance à

être réduite dans les systèmes de production biologique, même si les profils des aminoacides n'ont, dans l'ensemble, pas été touchés par le mode de gestion. Globalement, les effets du système de gestion sur la qualité des récoltes ont été négligeables.

2.8 Équilibre nutritif des fermes laitières biologiques en Ontario

Participants principaux : C. J. Roberts, D. H. Lynch et R. P. Voroney

La durabilité de l'élevage laitier biologique au Canada, sur le plan des cycles des éléments nutritifs n'a pas encore fait l'objet d'études. En vue d'évaluer le lien entre type de gestion agricole et équilibre nutritif, nous avons documenté les méthodes de gestion et la productivité, les bilans nutritifs (NPK; intrants-extrants) et la fertilité des sols (de 0 à 15 cm) de quinze fermes laitières biologiques ontariennes en exploitation de longue durée, sur une période de 2 ans (2003 à 2005). En moyenne, la taille des fermes, des troupeaux et le rendement avoisinaient 110 ha, 1 UGB/ha⁻¹ et 6526 kg lait/vache⁻¹/an⁻¹.

Les surplus d'éléments nutritifs annuels de 75 kg (N), 1 kg (P) et 11 kg (K) /ha⁻¹/an⁻¹ relevés sont assez faibles par rapport aux surplus constatés dans les fermes laitières nord-américaines en bâtiments clos. Les résultats sur les bilans nutritifs ont été appuyés par des données sur la fertilité du sol. Les niveaux de P étaient faibles (<10 ppm) dans près de la moitié des fermes, tandis que les niveaux de K échangeable allaient de *moyen* à *élevé* (76-160 ppm) dans toutes les fermes. Un sous-ensemble de fermes (n = 4) ayant adopté une démarche d'autosuffisance au chapitre de l'alimentation animale et n'important que peu de P (1,37 à 1,90 kg P/ha⁻¹/an⁻¹) présentait un bilan annuel négatif en P (-1,54 en moyenne; de -2,50 à 0,06 kg P/ha⁻¹/an⁻¹).

Combiner une approche intégrée dans la gestion des éléments nutritifs à une approche souple en matière d'intrants alimentaires est essentielle au maintien de la durabilité des élevages laitiers biologiques.

2.9 La gestion biologique entraîne une diminution du P-labile, stimule la colonisation des champignons MA et accroît les populations de spores

Participants principaux : M. Tenuta, M. Entz, C. Welsh

Objectif : étudier les effets de rotations de longue durée en gestion biologique sur le P-labile du sol et sur la colonisation mycorhizienne par rapport aux systèmes conventionnels.

Les champignons mycorhiziens arbusculaires (MA) sont parmi les organismes du sol les plus importants pour ce qui est de la nutrition des végétaux, particulièrement sur le plan du phosphore (P). Lié à un objectif de réduction des taux de P du sol, l'amélioration des activités des champignons mycorhiziens peut s'avérer essentielle pour le maintien du rendement des cultures. La présente étude compare les méthodes biologiques et conventionnelles ainsi que différentes rotations de cultures afin de déterminer dans quelle

mesure elles ont un impact sur la colonisation des réseaux de champignons MA. La recherche a été menée sur le site de Glenlea (Manitoba) où se poursuit une étude depuis 14 ans. Cet emplacement présente 3 différentes rotations de 4 ans en gestions bio et classique : blé / luzerne / luzerne / lin *avec* et *sans* fumier animal; blé / pois fourragers / blé / lin, et une prairie restaurée. Les rotations biologiques présentaient des niveaux de concentration de P-labile plus faibles que les rotations en mode conventionnel, et l'herbe indigène de la prairie affichait des taux de P semblables à ceux des systèmes conventionnels. La rotation annuelle présentait un taux de P-labile plus élevé que la rotation de luzerne ($P = 0,05$). Les niveaux de colonisation des champignons MA, soit sous forme d'hyphes fongiques ou d'arbuscules, étaient sensiblement plus élevés ($P = 0,05$) dans les systèmes biologiques que dans les systèmes conventionnels; toutefois, les rotations de cultures ne présentaient pas de grandes différences sur le plan de la colonisation. Même constatation pour ce qui est des populations de spores ($P = 0,05$). Par conséquent, il semble que la gestion biologique a un impact plus important en soi sur la colonisation des champignons MA que les diverses rotations de cultures.

2.10 Taux d'apport en éléments nutritifs de quelques amendements organiques

Participants principaux : A. Hammermeister, P. Warman, T. Astatkie, E. Jeliaskova, R. Martin, H. Yu

Objectif : comparer la quantité et la vitesse de libération de plusieurs éléments nutritifs issus d'amendements organiques – farine de luzerne, farine de plumes, turricules de vers de terre et fumier de volailles composté – afin d'évaluer les rendements de plantations de laitue et de dactyle semés une semaine après l'application des divers amendements en chambre de culture.

On a appliqué les amendements à des taux calculés pour libérer des quantités égales d'azote total plutôt qu'en tenant compte de l'azote disponible. Initialement, la farine de plumes et le compost de fumier de volailles ont soit freiné la croissance des plants, soit les ont éliminés, particulièrement dans le cas de la plantation de laitue aux taux les plus élevés. Laisser davantage de temps s'écouler entre l'application de l'amendement et la plantation devrait sans doute prévenir ce problème. Les plants de laitue n'ont jamais retrouvé leur vigueur, mais le dactyle a montré une plus grande tolérance et a disposé de plus de temps pour récupérer. Les déjections de vers ont stimulé sensiblement la pousse de la laitue et du dactyle dès le début de l'expérience; ils ont, en outre, produit les meilleurs rendements de laitue. À plus long terme, dans le volet «dactyle» de l'essai, toutefois, la stimulation initiale ne s'est pas maintenue, et ce sont le fumier de volailles et la farine de plumes qui ont donné les meilleurs rendements. Les mesures obtenues avec des sondes du Plant Root Simulator (PRS^{md} <http://www.westernag.ca>) ont montré que le type et la quantité de N disponible initialement varient selon les amendements. Les amendements ont également fourni des quantités variables d'autres éléments nutritifs comme P, K et S. Il semblerait donc que la meilleure approche en gestion des nutriments culturaux serait une combinaison de différents amendements.

2.11 Comparaison de quatre amendements organiques et d'un engrais ternaire chimique (NPK) en culture de fraises et de bleuets (myrtilles)

Participants principaux : P. Warman, S. Shanmugam

Objectif : comparer quatre amendements organiques [a) farine de Luzerne + roches phosphatées + cendres de bois, b) résidus urbains solides de la municipalité de Lunenburg (RUS), c) compost de résidus de jardin, de fumier et de déchets de cuisine (YMFC), et d) compost de fumier de ruminants)] et un engrais NPK, tous appliqués en culture de fraises et de bleuets.

En 2002, le traitement de compost animal a produit les taux les plus élevés de K extractibles dans le sol – même conclusion pour le K disponible dans les tissus. L'application de RUS a donné les taux les plus élevés de Na extractible pour tous les cultivars, et l'engrais chimique a donné les taux les plus élevés de soufre extractible avec les fraises comme avec les bleuets. En 2003, on n'a pas noté de différences marquées en matière de rendement entre les variantes de fraises. Tant sur le plan du rendement que sur celui du mûrissement des bleuets semi-nains, les résultats n'ont pas été uniformes.

2.12 Efficacité de cinq plantes compagnes et de trois bouillies de pulvérisation d'origine végétale comme méthodes de lutte de substitution contre le doryphore de la pomme de terre

Participants principaux : P. Warman, T. Moreau, J. Hoyle

Objectif : étudier l'efficacité de cinq plantes compagnes et de trois bouillies de pulvérisation d'origine végétale comme méthodes de lutte de substitution contre le doryphore de la pomme de terre, compte tenu que des décennies de recours aux pesticides se sont traduites par des problèmes désormais connus de résistance des insectes, de pollution et d'effets toxiques sur les humains.

Les résultats de deux années d'expérience ont montré qu'au chapitre de l'efficacité dans la lutte contre le doryphore, on a obtenu les meilleurs résultats sur les parcelles traitées avec Neemix 4.5^o. Les bouillies de pulvérisation Hot Pepper Wax^a et Garlic

Barrier n'ont montré aucune action insecticide sur les populations de doryphores. Les essais menés avec des plantes compagnes n'ont pas donné de meilleurs résultats; en fait, il y a même des indices tendant à prouver que la présence de plantes compagnes pourrait avoir engendré un accroissement de la population d'insectes. Les effets ont été très différents selon les variétés de PdT, c'est ce qu'a prouvé la recherche sur le terrain comme celle effectuée en laboratoire : les pommes de terres Fundy ont connu des densités d'insectes et des dommages plus élevés que les pommes de terres de variété Superior.

Dans une expérience connexe menée au CANÉ, NOVODOR® appliqué au premier et au second stades larvaires a montré une efficacité de 86 % contre les doryphores. Lorsqu'on a évalué la moyenne des résultats selon les vitesses de passage du tracteur pour des

traitements de flammage, l'appareil à flamme nue a été plus efficace que le vaporisateur à vapeur chaude ou que le collecteur pneumatique, avec 56 % d'efficacité dans la répression des insectes aux premier et second stades larvaires, et 45 à 50 % aux troisième et quatrième stades larvaires et contre les adultes. Toutefois, à une vitesse de passage de 1 km/h, c'est la vapeur chaude qui a donné des résultats relativement bons contre les ravageurs (63 % au premier et au second stades larvaires et 52-54 % au troisième et au quatrième, et contre les adultes). Le collecteur pneumatique a montré davantage d'efficacité au troisième et quatrième stades larvaires qu'aux premier et second ou contre les adultes. Le taux de maîtrise des insectes le plus faible (7 %) a été obtenu par le ramassage pneumatique des doryphores adultes.

2.13 Évaluation de méthodes de lutte thermique, pneumatique et biologique contre le doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata*)

Participants principaux : N. Rifai, M. Lacko-Bartosova

Objectif : On a comparé en conditions naturelles l'efficacité de quatre méthodes différentes (vapeur d'eau chaude, flamme nue, collecteur pneumatique, bio-insecticide NOVODOR) dans la lutte contre les doryphores de la pomme de terre.

La vapeur d'eau chaude a été testée à des vitesses de passage du tracteur de 1 km, 1,5 km, 2,5 km et 3,5 km à l'heure, tandis que le système de flammage et celui de ramassage pneumatique ont été testés aux trois plus hautes de ces vitesses de passage. On a évalué toutes ces méthodes sur des doryphores aux stades L1 et L2 (1^{er} et 2^e stades larvaires), L3 et L4 (3^e et 4^e stades larvaires) et à des stades adultes. Les résultats semblent indiquer que le meilleur moment pour maîtriser les infestations de ce ravageur sont les stades L1-L2 à l'aide d'un bio-insecticide : l'efficacité a été de 86 %. Lorsqu'on a évalué la moyenne des résultats selon les vitesses de passage du tracteur, le flammage a été plus efficace que la vapeur d'eau chaude et le ramassage pneumatique : efficacité de 56 % aux stades L1-L2, et 45 à 50 % aux stades L3-L4 et aux stades adultes. Le collecteur pneumatique a donné des résultats sensiblement meilleurs aux stades L3-L4 qu'à L1-L2 et qu'aux stades adultes. La vapeur d'eau chaude a été très efficace (63 % aux stades L1-L2, 52 à 54% aux stades L3-L4 et adultes) à la vitesse de passage de 1 km/h. Les pires résultats au chapitre de l'efficacité (7 %) ont été obtenus avec le collecteur pneumatique sur les insectes adultes. Cette recherche, dont les avantages concernent surtout la production biologique (écologique), a démontré les capacités potentielles de méthodes de lutte de substitution non chimiques contre les doryphores et a permis de déterminer les stades les plus propices auxquels intervenir ainsi que les vitesses de passage de la machinerie donnant les meilleurs résultats.

2.14 La culture intercalaire est-elle en mesure de stabiliser davantage les rendements de cultures en gestion biologique?

Participants principaux : M. Entz, J. Pridham

Objectif : on a comparé la méthode courante de culture monovariétale (semis d'une variété unique) à l'emploi de mélanges de variétés de blé, de mélanges de céréales et de mélanges de céréales avec d'autres types de cultures.

Cet essai de mélanges de variétés a porté sur 4 cultivars de blé en combinaisons diverses : **AC Barrie** et **5602HR** sont des cultivars contemporains de blé roux de printemps de l'Ouest canadien; **Red Fife** et **Marquis** sont des variétés patrimoniales qui ne sont plus inscrits auprès de la Commission canadienne des grains.

Les variantes de cette expérience étaient constituées de parcelles de chaque variété cultivée seule, de toutes les combinaisons possibles de 2 et de 3 variétés ainsi que des 4 variétés ensemble. Les variétés ont été mélangées afin d'obtenir des proportions égales de chacune d'entre elles dans le mélange avec un total de 300 graines viables au mètre carré.

Des quatre variétés testées, on a conclu que AC Barrie et Marquis étaient les plus susceptibles aux maladies (rouille, tache helminthosporienne), tandis que Red Fife présentait l'incidence la plus faible de maladies. On attribue la résistance aux maladies de Red Fife à son développement plus lent (épiaison plus tardive). Il est intéressant de noter que les mélanges qui incluaient Red Fife présentaient également des niveaux de susceptibilité peu élevés aux maladies, même lorsque d'autres cultivars inclus dans les mélanges étaient hautement susceptibles. Le cultivar moderne 5602HR s'en est sorti avec une bonne résistance à la rouille mais relativement de susceptibilité à la tache helminthosporienne.

Dans l'ensemble, le rendement grainier du blé n'a pas varié beaucoup d'une variante à l'autre. Les variétés patrimoniales ont présenté des rendements comparables à ceux des variétés modernes, ce qui donne à penser qu'en gestion biologique, les variétés patrimoniales (particulièrement Red Fife) sont assez concurrentielles pour produire des rendements similaires aux variétés modernes que l'on sélectionne en vue d'obtenir un indice de récolte élevé.

La variété moderne 5602HR s'est également bien comportée globalement au cours de l'expérience et a dépassé d'autres variétés et mélanges à Carman, en 2005, où les parcelles ont été inondées à cause d'une pluviosité trop importante.

Au chapitre du rendement, les mélanges de variétés ont généralement surpassé AC Barrie et Marquis en monoculture, et ont donné des résultats comparables à Red Fife et à 5602HR. Compte tenu que AC Barrie et Marquis ont souffert d'une incidence élevée de maladies, il n'est pas surprenant que leur rendement ait été réduit.

Globalement, on conclut que les mélanges sont en mesure de produire de meilleurs rendements, d'accroître la rentabilité et de permettre une plus grande stabilité de rendement. En effet, les mélanges de cultivars de blé ont présenté davantage de stabilité de rendement et des taux de maladies plus faibles que certaines des variétés de blé en monoculture.

2.15 Capacité du blé cultivé selon différentes densités de semis à concurrencer les herbes adventices

Participants principaux : A. Hammermeister, R. Beavers, R. Martin

Objectif : Déterminer si on peut recourir à des densités de semis de blé de printemps accrues dans la lutte contre les herbes adventices dans des systèmes biologiques, et ce, sans compromettre le rendement et la qualité de la récolte.

Les densités de semis en gestion bio devraient équilibrer la capacité d'une culture à concurrencer les adventices tout en maintenant le rendement grainier et la qualité. Au cours d'une étude de 2 ans, on a évalué la réponse d'un blé de printemps (*Triticum aestivum* L.) à des taux de semis variables (1 x densité recommandée, 1,25 x, 1,5 x et 2 x) par le biais d'un essai en parcelles mené en Nouvelle-Écosse et dans des fermes biologiques de tout le Canada. L'essai sur parcelles comportait des subdivisions à deux facteurs : densité de semis et fertilisation. Dans les fermes, le facteur unique de taux de semis était répété une fois. On a obtenu le rendement du blé le plus élevé au taux double (2 x) en 2003, mais la levée moyenne des cultures pour toutes les variantes a été seulement de 56 %. En 2004, la levée des plantules a été de 76 % et les densités de 1,25 x, 1,5 x et 2 x ont produit des rendements plus importants que le taux de 1 x. Le taux de semis a influé sur la densité des plants et des épis, mais on n'a pas observé de différences entre les taux sur le plan du nombre de grains par épi ou du poids de mille grains. La teneur en protéines, uniforme d'un taux à l'autre, a été positivement influencée par les traitements de fertilisation. Dans les fermes, une densité de semis de 1,25 x a été suffisante pour augmenter le rendement moyen mesuré pour tous les sites. Accroître le taux de semis d'au moins 0,25 % par rapport aux taux conventionnels recommandés semble être une méthode de gestion adéquate en production biologique.

2.16 Efficacité et intrants énergétiques comparés d'appareils thermiques à vapeur, à flamme nue et à infrarouges dans la maîtrise des mauvaises herbes

Participants principaux : N. Rifai, M. Lacko-Bartosova

Objectif : Évaluer le pourcentage de plantes adventices détruites ainsi que la consommation énergétique d'appareils thermiques à vapeur d'eau, à flamme nue et infrarouge.

L'appareil à vapeur s'est avéré le moins efficace pour venir à bout des adventices – destruction de 0 à 48 % de plants éliminés à des vitesses de passage de 1,5, 2,5, et 3,5 km/h. L'appareil à infrarouge, à des vitesses de 1,5 et 2,5 km/h, a détruit 100 % de toutes les espèces de mauvaises herbes au stade de <6 vraie feuilles. Utilisé à ces vitesses, le désherbeur à flamme a éliminé également la totalité des jeunes plants d'amarante, de chou gras et de pieds rouges, mais pas ceux de moutarde blanche. L'appareil à infrarouge a consommé quatre fois plus de carburant que les appareils à vapeur ou à flamme nue qui ont en consommé autant.

Tous les appareils ont été les plus efficaces au plan énergétique à la vitesse de passage de 2,5 km/h. Au cours d'une expérience connexe effectuée au CANÉ, à une vitesse au sol de 1,5 km/h l'appareil à vapeur a produit seulement une température de 43,6 °C, tandis que ceux à infrarouge et à flamme nue ont généré des températures de 620,9 et 186,1 °C respectivement. À cette vitesse, la consommation de propane de l'appareil à infrarouge a été de 165,2 kg/ha, par rapport à 24,5 et 29,8 kg/ha respectivement, pour les appareils à vapeur et à flamme nue. L'appareil à vapeur s'est avéré le plus sécuritaire des appareils thermiques puisque la combustion est confinée à l'intérieur de la chaudière. En outre, l'eau chaude ne cause que des dommages minimes au sol et il n'y a guère de risques d'incendie lorsqu'on le manipule.

2.17 Atténuation des risques d'érosion des sols grâce aux rotations dans les systèmes cultureux biologiques et conventionnels

Participants principaux : J. Froese, A. Nelson, M. Entz

Objectif: Comparer les pratiques aratoires (notamment les rotations de cultures et les régimes de labour) des systèmes cultureux biologiques et conventionnels et étudier l'incidence des rotations (avec plantes annuelles, bisannuelles ou vivaces) et du mode de gestion (*bio* ou classique) sur les propriétés du sol en ce qui a trait à l'érosion éolienne ou hydrique.

On accuse souvent le système cultural biologique d'accroître les risques d'érosion des sols en raison du recours plus répandu au labour comme mesure de lutte contre les adventices. Toutefois, très peu de recherches ont été menées au Canada relativement à ces risques d'érosion dans le cas précis des fermes biologiques. La rotation des cultures, on le sait, peut contribuer à résoudre en partie bien des problèmes rencontrés en agriculture et notamment celui de l'érosion. La gestion biologique, sans utilisation de pesticides et d'engrais chimiques, compte davantage sur les rotations de cultures que la gestion conventionnelle pour répondre aux problèmes de mauvaises herbes ou de ravageurs.

Les données sur la conservation du sol, les rotations de cultures et les pratiques de travail du sol ont été recueillies par l'entremise d'un sondage par correspondance mené auprès de 225 agriculteurs, biologiques et *conventionnels* dans les provinces couvertes par l'étude (Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Ontario, Î-P-É, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse). Comparativement aux producteurs conventionnels, les producteurs biologiques avaient plus d'annuelles et de fumier vert en rotation. Par contre, les fermiers biologiques étaient moins nombreux à avoir opté pour des pratiques de culture sans labour. Ils étaient plus nombreux à avoir adopté d'autres méthodes de conservation du sol (haies brise-vent, culture en courbes de niveau, travail sur billons et utilisation de composts) que les producteurs conventionnels.

On a échantillonné le sol provenant de trois d'essais de rotations de longue durée menées dans les Prairies (Lethbridge (Alb.), Scott (Sask.) et Glenlea (Man.) et on a jumelé 25 fermes biologiques et conventionnelles (dans les mêmes provinces) en vue de caractériser les effets du mode de gestion et des rotations sur la stabilité des agrégats à l'état sec et

humide, de même que le pourcentage de carbone (C) organique. C'est dans les parcelles contenant des plantes bisannuelles en rotation à long terme qu'on a constaté la plus grande stabilité des agrégats à l'état sec et humide. Le type de gestion a influé de façon importante sur la teneur en C organique dans les parcelles en rotation de longue durée et dans les fermes jumelées, même si sols des exploitations biologiques ont présenté un taux de C organique inférieur à celui des exploitations conventionnelles. En dépit de la teneur en C organique inférieure, la stabilité des agrégats était plus grande ou identique à celle observée dans les fermes en mode de gestion conventionnelle.

Ce résultat indique que la stabilité des agrégats dans les systèmes biologiques n'est pas liée aux niveaux totaux de C organique. Pourtant, les réductions de niveaux de C organique peuvent finir par avoir des répercussions et même nuire aux propriétés du sol. Les sols en gestion biologique semblent avoir une teneur plus grande en certains composés carbonés (les polysaccharides, notamment) aptes à stabiliser les agrégats du sol sans altérer les niveaux d'ensemble de C organique.

On a noté très peu de différences entre les propriétés des sols analysés des exploitations biologiques et conventionnelles jumelées. Cependant, lorsqu'on a comparé les fermes sur le plan des rotations d'annuelles ou de vivaces, on a conclu à une meilleure stabilité des agrégats à l'état humide dans les sols cultivés avec rotations de vivaces. La rotation (d'annuelles par rapport à celle de vivaces) a davantage influé sur la stabilité des agrégats à l'état humide et sur la teneur en C organique que le mode de gestion des exploitations jumelées.

En soi, la gestion biologique ne comporte pas un risque plus élevé d'érosion des sols que la gestion classique. S'il est vrai que les exploitations agricoles biologiques ont davantage recours au travail du sol que les fermes conventionnelles, cette étude a démontré qu'elles font appel à un plus grand nombre de rotations comportant des vivaces, ce qui diminue l'érodabilité du sol.

2.18 Portée des résultats sur le plan scientifique et de l'ingénierie

On a mené très peu de recherche au Canada sur le rôle de l'élevage de bétail et des cultures de plantes fourragères dans les systèmes agraires biologiques, particulièrement en ce qui concerne la période de transition vers la gestion biologique (les 3 premières années de conversion d'un mode de production à l'autre). L'un des résultats clés de nos recherches a été l'importance des antécédents de gestion sur les propriétés du sol et sur les variantes de systèmes cultureux que nous avons évalués. Il est clair que la fertilisation et la gestion des mauvaises herbes en cours de transition diffèrent grandement selon qu'il s'agit de terres longtemps laissées en pâturages ou d'autres ayant servi à des cultures répétées. Il faudrait approfondir les recherches sur ces deux paramètres de départ afin d'élaborer des stratégies distinctes pour chaque système.

Dans la plupart des recherches agronomiques conventionnelles, les éléments nutritifs proviennent d'engrais chimiques aux teneurs relativement uniformes et homogènes en nutriments dont la disponibilité dans le sol est assez prévisible. La production biologique

proscrit le recours à ces fertilisants auxquels nous avons substitué des composts et de la farine de luzerne. Nous avons tenté d'imiter les pratiques d'un agriculteur en matière d'apport d'amendements en utilisant quelques hypothèses simples, fondées scientifiquement, sur la disponibilité des éléments nutritifs issus d'amendements organiques, ainsi que les recommandations standards après analyses du sol. Nous avons avant tout essayé d'établir une condition d'isonitrogénéité (niveaux égaux d'azote) entre les systèmes d'élevage étudiés afin de pouvoir en évaluer les effets sur les plans de la fertilisation et des mauvaises herbes, ainsi que les résultats économiques.

Nous avons rapidement compris que la gestion de la fertilité du sol à l'aide d'amendements organiques était plus difficile à cause de leur nature complexe et de leurs effets connexes sur les éléments nutritifs du sol non ciblés, sur les réserves de graines de mauvaises herbes, sur la matière organique et les microorganismes. Les essais d'amendements en serre ont montré comment des déséquilibres nutritifs peuvent freiner la minéralisation de l'azote, et comment la forme de l'azote contenue dans l'amendement peut influencer négativement sur la croissance d'une culture. L'isonitrogénéité est donc difficile à atteindre lorsqu'on travaille avec des amendements organiques et ce concept demande davantage de recherches.

L'impact de la gestion biologique à long terme sur les taux de phosphore du sol est une question importante au chapitre de la durabilité de la production bio. Nos résultats ont montré que le P-labile est plus faible en gestion biologique qu'en gestion conventionnelle ou que dans les sols de prairies indigènes. On a établi que ces faibles teneurs en P étaient liées à une colonisation mycorhizienne plus élevée en gestion biologique. Cette recherche montre le besoin d'une évaluation beaucoup plus détaillée sur ce mode de gestion quant aux niveaux de P du sol et à des facteurs connexes comme la fixation de l'azote.

On a critiqué le système de production biologique pour son recours accru au travail du sol en matière de lutte aux adventices et des effets de ce dernier sur la matière organique et les risques d'érosion. Des recherches décisives menées en partie grâce à la subvention du CRSNG ont montré que la gestion biologique réduit la teneur en matières organiques du sol; cependant, elle n'influe pas sur la taille des agrégats et, par conséquent, n'augmente pas les risques d'érosion si on la compare à la gestion conventionnelle, et ce, grâce notamment à l'inclusion de plantes fourragères dans la rotation des cultures.

Les mauvaises herbes sont considérées comme l'un des plus importants facteurs de dissuasion pour les agriculteurs qui envisagent d'opter pour l'agriculture biologique. Elles constituent le principal problème aux dires des fermiers biologiques.

Au cours de la présente recherche, nous avons évalué diverses densités de semis de blé sur le plan de leur capacité à concurrence les herbes adventices. Cette recherche a incontestablement mis en lumière l'interaction complexe existant entre la fertilité du sol, la physiologie des cultures et la concurrence des mauvaises herbes. Elle a aussi permis de vérifier le bien-fondé d'une pratique en cours depuis fort longtemps, soit la hausse des densités de semis en production biologique.

La maîtrise des mauvaises herbes en culture de pommes de terre (et autres cultures horticoles) suscite une foule de défis. L'évaluation de méthodes thermiques de lutte contre les adventices a donné un aperçu intéressant de l'efficacité des appareils existants et elle ouvre la voie à d'autres recherches en génie dans ce domaine.

2.19 Retombées bénéfiques possibles pour le Canada

Le secteur biologique est l'un des secteurs agricoles dont la croissance est la plus rapide. On cite constamment ses méthodes de production comme des exemples de pratique durable. La présente recherche a amplement contribué à nous faire comprendre jusqu'à quel point la gestion biologique est *durable* et à nous faire prendre conscience des enjeux de durabilité qu'il faut aborder en production biologique. On a ainsi pu répondre ou commencer à répondre à nombre de questions essentielles sur la durabilité du système de production biologique.

Cette recherche a mis en contact et a formé un grand nombre de chercheurs et de chercheuses, d'étudiants et d'étudiantes de 3^e cycle, de techniciennes et de techniciens et de professionnels et de professionnelles. Le secteur *bio* a besoin de chercheurs et de professionnels chevronnés dans le domaine de la production biologique, et dans la façon la plus appropriées de mener des recherches sur cette approche complexe et holistique. Nous avons également été en mesure de nouer des liens avec de nombreux chercheurs de tout le Canada, ce qui s'est traduit par un intérêt accru et davantage de collaboration en recherche sur le *bio* — ce qui est peut-être une des retombées les plus importantes.

Au Canada, le marché *bio* croît annuellement de près de 25 %. Les débouchés probables sont de l'ordre de 100 milliards de dollars US d'ici dix ans, surtout au É.-U. et au Japon. Nombre d'agriculteurs vont envisager la transition vers une production biologique afin de répondre aux besoins de ce marché et d'améliorer la gestion de l'environnement et des exploitations qu'ils ont l'intention de léguer aux générations futures. Les prix de vente plus élevés et les coûts réduits des intrants, en agriculture biologique, permettent d'envisager un tel virage.

Le Canada est considéré, ailleurs dans le monde, comme un pays d'air pur, d'eau propre et de nourriture saine. Le développement de l'agriculture biologique améliorera cette perception et contribuera effectivement à soutenir la durabilité de nos capacités agronomiques.

La société est de moins en moins tolérante à l'égard des effets nuisibles des biocides sur l'environnement. L'agriculture biologique, particulièrement si elle bénéficie de l'appui des pouvoirs publics et de la recherche universitaire, démontrera qu'elle est amplement capable de nourrir la planète avec des aliments qui sont non seulement bons pour la santé et abondants, mais qui sont produits de façon durable (Clark, 2001).

3 Équipe de recherche

Les détails de la contribution des participants sont résumés ci-dessous, en lien avec la description des résultats des projets décrits précédemment.

3.1 Chercheur/se principal

D^r Ralph C. Martin, Département de phytologie et de zoologie et Centre d'agriculture biologique du Canada (CABC), Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse (CANÉ). Chargé de la coordination et de l'administration du projet, D^r Martin a regroupé les collaborateurs, a supervisé les étudiant(e)s de 2^e et 3^e cycles, a coordonné les réunions, réparti les fonds, établi l'équipe de recherche et engagé les employé(e)s.

3.2 Co-chercheurs et co-chercheuses

D^r Martin Entz, Department of Plant Science, Univ. du Manitoba

D^r Entz a joué un rôle clé dans la détermination des objectifs de cette proposition et a contribué au plan d'expériences. Il a été l'un des principaux co-chercheurs au Manitoba, y établissant une nouvelle étude sur les rotations, facilitant l'accès aux essais de rotations comparatives de longue durée de Glenlea, supervisant 2 étudiants diplômés, convaincant d'autres collaborateurs de participer au projet et participant à 3 jurys d'étudiants diplômés sur des projets connexes.

D^r Tess Astatkie, Department of Engineering, CANÉ

D^r Astatkie a été le statisticien en chef sur les projets liés aux objectifs 1 et 2 ainsi que sur plusieurs des projets auxiliaires. Il a également été le formateur d'étudiants diplômés travaillant à l'extérieur du CANÉ.

D^r Astatkie a coécrit au moins 2 articles publiés sur ce travail. Il devrait en coécrire au moins trois autres.

D^{re} Cindy Grant, Centre de recherche de Brandon, AAC; professeure auxiliaire, Department of Soil Science, Univ. du Manitoba.

D^{re} Grant a joué un rôle essentiel dans l'établissement d'essais d'amendements organiques/conventionnels à Brandon. En plus de contribuer à la conception d'ensemble du projet, elle a dirigé la mise sur pied d'essais de rotations destinés à évaluer les systèmes de gestion *bio* et classique. Elle a supervisé 1 étudiant à la M.Sc. et plusieurs techniciens durant tout le projet.

D^r Jeff Hoyle, Department of Environmental Sciences, CANÉ

D^r Hoyle a participé à la conception et à la mise en oeuvre de l'étude sur les rotations en N.-É. Il a également supervisé un étudiant diplômé au cours d'une recherche sur la lutte contre le doryphore de la pomme de terre, et a supervisé un étudiant BRPC CNRSG. Il a coécrit au moins un article consacré au projet.

D^r Nabil Rifai, Department of Engineering, CANÉ

D^r Rifai a été l'ingénieur en chef de ce projet. Il a mis l'accent sur la machinerie pouvant être utilisée dans la lutte aux adventices et au doryphore. Son leadership durant ces projets s'est traduit par la publication de deux articles.

D^r Phil Warman, Department of Environmental Sciences, CANÉ

D^r Warman a été le spécialiste en chef du volet «fertilité du sol et compost» du présent projet. Ses contributions ont été essentielles pour la conception de la principale étude de rotations. Il a cosupervisé un étudiant dans son étude sur la maîtrise du doryphore, en a supervisé un autre dans sa recherche sur l'emploi du compost en fruiticulture biologique et a contribué à la conception et à l'analyse d'au moins un projet auxiliaire. D^r Warman a participé à la coécriture d'au moins 2 articles tirés de ces travaux. Il prévoit coécrire d'autres articles dans cette veine.

D^r Emmanuel Yiridoe, Department of Business and social Sciences, CANÉ

D^r Yiridoe a été l'économiste en chef sur ce projet. Il a participé à la conception de la principale étude sur les rotations et a cosupervisé un étudiant diplômé.

D^r Alan H. Fredeen, Département de phytologie et de zoologie, CANÉ

D^r Fredeen a contribué à la conception initiale du présent projet et aux discussions de l'équipe.

Malheureusement, nous n'avons pu trouver d'étudiant diplômé en mesure de travailler avec D^r Fredeen à la modélisation prévue; cet aspect a donc été abandonné.

3.3 Collaborateurs

D^r John Henning, Département d'économie agricole, Université McGill.

En collaboration avec D^r Yiridoe, Dr Henning a cosupervisé un étudiant à la M.Sc. dans une étude sur l'économie de la principale étude sur les systèmes agraires du présent projet.

D^r Alex Georgallas, Department of Engineering, CANÉ

En collaboration avec D^r Martin, Dr Georgallas a pris part à la conception du projet et a étudié les possibilités de modéliser le cycle des éléments nutritifs et l'énergie dans la principale étude consacrée aux systèmes agraires de ce projet. Il a d'autre part siégé à un jury d'étudiant diplômé en lien avec ce projet.

D^r David Patriquin, Department of Biology, Dalhousie Univ.

En collaboration avec D^r Martin, Dr Patriquin a cosupervisé un étudiant au doctorat pour une étude consacrée aux systèmes agraires de ce projet. Il a pris une part significative à la conception, à l'analyse des données et à la rédaction des résultats de recherche. D^r Patriquin va coécrire des articles sur le sujet.

D^r Mario Tenuta, Department of Soil Science, Univ. du Manitoba

En collaboration avec D^r Entz, Dr Tenuta a supervisé un étudiant diplômé pour une étude sur l'effet des rotations organiques de longue durée sur le P-labile du sol et la colonisation des champignons MA.

D^{re} Jane Froese, Department of Plant Science, Univ. du Manitoba.

En collaboration avec D^r Entz, D^r Froese a supervisé un étudiant diplômé qui étudiait l'effet du travail du sol sur la production organique et conventionnelle ainsi que son impact sur le contenu de la matière organique et les risques d'érosion, une question clef relative à la durabilité en gestion biologique.

D^r Derek Lynch, Département de phytologie et de zoologie, CANÉ

En collaboration avec D^r Martin, D^r Lynch a cosupervisé un étudiant diplômé dans une étude sur le P du sol dans les fermes laitières biologiques et a coécrit un article. D^r Lynch a également été membre du jury de thèse d'un autre étudiant diplômé participant à ce projet.

D^r Paul Voroney, Department of Soil Science, Univ. de Guelph

En collaboration avec D^r Martin, D^r Voroney a cosupervisé un étudiant diplômé qui étudiait le phosphore du sol dans les fermes laitières biologiques et a coécrit un article.

D^r M. Lacko-Bartosova, Department of Sustainable Agriculture and Herbology, Slovak Agricultural University

En collaboration avec les D^{rs} Rifai et Astatkie, D^r Lacko-Bartosova a contribué à la conception et à la mise en œuvre des essais de lutte mécanique contre les insectes.

D^r Peter Havard, Department of Engineering, CANÉ

En collaboration avec les D^{rs} Rifai et Astatkie, D^r Havard a contribué à la conception et à la mise en œuvre des essais de lutte mécanique contre les insectes.

D^{re} Brenda Frick, Department of Plant Science, Univ. de la Saskatchewan

En collaboration avec D^r Martin, D^{re} Frick a participé au projet sur les semis de blé, a coordonné la participation d'agriculteurs et d'autres chercheurs; membre du jury de M.Sc. de R. Beavers.

3.4 Scientifiques du gouvernement

D^{re} Jill Clapperton, AAC-Lethbridge

En collaboration avec les D^{rs} Martin et Entz, D^{re} Clapperton a contribué de façon notable à la conception et à l'analyse des mesures biologiques du sol de la principale étude consacrée aux systèmes agraires; elle a formé un étudiant diplômé en analyse spécialisée de la microbiologie du sol.

3.5 Post-doc

D^r Andrew Hammermeister, CABC, CANÉ

D^r Hammermeister a coordonné la mise en œuvre du principal essai de système agraire ainsi que les essais de paillis en N.-É. et au Manitoba. Il a également initié les essais en chambre de culture consacrés à la capacité de fourniture en éléments nutritifs de différents amendements, ainsi que l'étude sur les densités de semis qui a été l'essai à la ferme le plus important jamais réalisé en agriculture biologique.

Il a cosupervisé deux étudiants à la M.Sc. et a siégé à un jury de thèse. D^r Hammermeister a écrit un article sur ce projet et a coécrit un article soumis et 3 autres en cours de rédaction. D^r Hammermeister a commencé comme boursier post-doctoral pour acquérir ensuite le statut d'associé de recherche.

3.6 Étudiant(e)s de 2^e et 3^e cycles

Kui Liu – PhD achevé, CANÉ/Dalhousie University (sup. : Ralph Martin et David Patriquin)
Roxanne Beavers – M.Sc. achevée, CANÉ (sup. : Andrew Hammermeister et Ralph Martin)
Jackie Pridham – M.Sc. en cours, U du Man. (sup. : Martin Entz)
Mathew Wiens – M.Sc. achevée, U du Man. (sup. : Martin Entz)
Catherine Welsh – M.Sc. en cours, U du Man. (sup. : Mario Tenuta et Martin Entz)
Alison Nelson – M.Sc. achevée, U du Man. (sup. : Jane Froese)
Tara Moreau – M.Sc. achevée, CANÉ (sup. : Phil Warman et Jeff Hoyle)
Shankar Shanmugam – M.Sc. achevée, CANÉ (sup. : Phil Warman)
Karl Slawinski - M.Sc. en cours, U du Man. (sup. : Cynthia Grant)
Andres Riofrio – M.Sc. achevée, McGill U. (sup. : John Henning et Emmanuel Yiridoe)
Corey Roberts – M.Sc. en cours, U de Guelph (sup. : Paul Voroney et Derek Lynch)
P. Otepka – PhD, Slovak Agricultural University (sup. : M. Lacko-Bartosova et N. Rifai)
Hao Yu – M.Sc. en cours, CANÉ (sup. : Ralph Martin et Andrew Hammermeister)

3.7 Technicien(ne)s et étudiant(e)s stagiaires d'été (travaillant en partie sur ce projet CRSNG)

CANÉ (sup. : R. Martin et A. Hammermeister) : Steven Boyce, S. McMillan, S. Urbaniuk, L. Weatherby, P. Schofield, L. Rector, M. Quenum, E. Jeliaskova, J. Nelson, M. Graves, S. Barot-Cortot, S. Beauchet, Krista Kagume, Jeanine Cudmore, Laura Gaulton, Angie Forbes, Gisela Duerr, Eric Embree, Norma MacLellan, OJ Lien, Brent Craig, Caroline Ramsay.
CANÉ (sup. : J. Hoyle et A. Hammermeister) : A. Bambrick
U du Man (sup. : M. Entz) : K. Bamford, S. Eidse
U du Man (sup. : C. Grant) : Brian Hadley, Mike Svistovski, Kim Smith, Cheryl Dooley, Ian Murchison
Kristie Miller, Jolie Horn, Chrissy Barbeau, Sarah Whetter, Ryan Boyd (+ au moins 3 autres étudiants stagiaires d'été)

3.8 Autres

En plus des collaborateurs à la recherche énumérés précédemment, la recherche soutenue en partie par cette subvention de projet stratégique du CRSNGC s'est traduite par des travaux dans plus de 60 fermes à travers tout le Canada. Nous avons, en outre, collaboré à des degrés divers avec du personnel de vulgarisation, de collèges et d'universités d'au moins 7 provinces au cours de ce projet ou de projets connexes.

4 Formation

4.1 Liste des assistant(e)s stagiaires

Stagiaires – préciser le type (M.Sc., Ph.D., etc.) (un nom par ligne)	(a) N^{bre} d'années civiles dans le projet	(b) % du temps de recherche consacré à ce projet
K. Liu (PhD)	4,5	100
R. Beavers (M.Sc.)	2,3	100
A. Riofrio (M.Sc.)	2,5	100
T. Moreau (M.Sc.)	2,5	100
S. Shanmugam (M.Sc.)	2,5	25
H. Yu (M.Sc.)	0,75	100
M. Wiens (M.Sc.)	2,5	100
J. Pridham (M.Sc.)	2,5	100
C. Welsh (M.Sc.)	2,5	100
A. Nelson (M.Sc.)	2,5	100
K. Slawinski (M.Sc.)	3	80
C. Roberts (M.Sc.)	3	100
P. Otepka (PhD)	2	30
S. MacMillan (technicien)	0,5	75
S. Urbaniuk (technicien)	1	10
L. Weatherby (technicien)	0,5	25
P. Schofield (technicien)	0,5	10
K. Punnett	0,5	25
M. Quenum (technicien)	0,3	10
K. Bamford (technicien)	4	25
J. Horn (technicien)	0,7	10
S. Boyce (étudiant stagiaire d'été)	0,3	100
Amanda Bamabrick	0,3	50
J. Nelson (étudiant stagiaire d'été)	0,3	15
M. Graves (étudiant stagiaire d'été)	0,3	15
S. Barot-Cortot (étudiant stagiaire d'été)	0,2	10

S. Beauchet (étudiant stagiaire d'été)	0,2	10
S. Eidse (étudiant stagiaire d'été)		75
K. Miller (étudiant stagiaire d'été)	1,6	10
C. Barbeau (étudiant stagiaire d'été)	0,3	10
S. Whetter (étudiant stagiaire d'été)	1	10
R. Boyd (étudiant stagiaire d'été)	0,3	10
K. Kagume (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
J. Cudmore (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
L. Gaulton (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
A. Forbes (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
E. Embree (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
N. MacLellan (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
O.J. Lien (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
B. Craig (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
C. Ramsay (étudiant stagiaire d'été)	0,2	100
R. Nason	0,3	25
T. Naugler	0,3	25
S. Marguirite	0,3	25

4.2 Interaction du personnel hautement qualifié avec les partenaires

- PHQ a présenté les résultats de recherche aux partenaires
- PHQ a discuté du projet directement avec les partenaires pour susciter leur participation
- Les partenaires ont supervisé conjointement les projets de thèses de PHQ
- PHQ a travaillé régulièrement dans les installations des partenaires
- PHQ n'a pas interagi avec les partenaires
- Autre (préciser) PHQ a mené des essais dans les fermes biologiques

4.3 Emploi du PHQ avant participé au projet

Type de PHQ	N ^{bre} engagé par des partenaires	N ^{bre} engagé par l'industrie	N ^{bre} engagé par des labs du gouvernement	N ^{bre} engagé dans des universités (faculté)	N ^{bre} engagé par d'autres (précisé)	N ^{bre} en formation universitaire
Étudiants de 1 ^{er} cycle	1					17, après participation à ce projet
Étudiants à la M.Sc.	3	1			2 engagés par le gouvernement 1 en agriculture	7
Étudiants au doctorat	1			1		
Boursiers postdoctoraux	1			1		
Associés de recherche				1		
Techniciens	4	1				4
Autres (précisez)						

5 Diffusion des résultats des recherches et transfert des connaissances ou de technologies

Nombre de publications, présentations...			
Situation	Articles revus par un comité de lecture	Affiches ou présentations (lors de conférences)	Autres (notamment : rapports techniques, articles non revus par un comité de lecture, etc.)
Acceptés/publiés	10	19	21
Soumis	2		

5.1 Articles revus par un comité de lecture :

5.1.1 Publiés

- Hammermeister, A. M., Astatkie, T., Jeliaskova, E. A., Warman, P. R. et Martin, R. C. « **Nutrient supply from organic amendments applied to unvegetated soil, lettuce and orchardgrass** », *Can. J. Soil Sci.*, n° 86, 2006, p. 21–33.
- Wiens, M. J., Entz, M. H., Martin, R. C. et Hammermeister, A. M. « **Agronomic benefits of alfalfa mulch applied to organically managed spring wheat** », *Can. J. Soil Sci.*, n° 86, 2006. p. 121–131.
- Moreau, T.L. Warman, P.R., et Hoyle, J. « **An evaluation of companion planting and botanical extracts as alternative pest controls for the Colorado potato beetle** », *Biol. Agric. Hort.*, n° 23, 2006, p.351-370.
- Rifai, M. N., T. Astatkie, M. Lacko-Bartošová, et P. Otepka. « **Evaluation of thermal, pneumatic, and biological methods for controlling Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa Decemlineata* Say)** », *Potato Research*, n° 47, 2004, p. 1-9.
- Rifai, N. M. - Miller, J. - Gadus, J. - Otepka, P. - Kosik, L. « **Comparison of infrared, flame and steam units for their use in plant protection** », *Research in Agricultural Engineering*, n° 49 (2), p. 65-73.
- Rifai, N. M. - Otepka, P. - Kosik, L. - Gadus, J. « **Zariadenia pre termicku reguláciu zaburinenosti a hodnotenie ich ucinnosti** », in Nove trendy v konstruovani a v tvorbe technickej dokumentacie 2003 (Zbornik s medzinarodej vedeckej konferencie pocas konania 10. Medzinarodneho strojarskeho veltrhu v Nitre). *Nitra*, n° 29, maj 2003, p. 97-102.
- Rifai, N. M. - Lacko-Bartosova, M. - Otepka, P. - Kosik, L. « **Hodnotenie ucinnosti termickych metod na reguláciu vybranych druhov burin** », in Aktualne problemy riesene v agrokomplexe (Zbornik s medzinarodneho vedeckeho seminara), *Nitra*, VES SPU, n° 15, nov. 2002, p. 162-165.
- Rifai, N. M. - Otepka, P. - Kosik, L. - Gadus, J. « **Zariadenia pre termicku reguláciu zaburinenosti a hodnotenie ich ucinnosti** », in Moderna mechanizacia v polnohospodarstve 2003, n° 5 (3), p. 22-24.
- Rifai, N. M. - Gadus, J. - Kosik, L. - Otepka, P. « **Testovanie vyvijaca infracerveneho ziarenia** », in **Moderna mechanizacia v polnohospodarstve 2003**, n° 5 (1).

5.1.2 Acceptés

- Astatkie, T., M.N. Rifai, P. Havard, J. Adsett, M. Lacko-Bartosova et P. Otepka. « **Effectiveness of hot water, infrared and open flame thermal units for controlling weeds** », *Biological Agriculture & Horticulture*, accepté pour publication, 2006.

5.1.3 Soumis

- Beavers, R.L., Hammermeister, A.M., Frick, B. et Martin R.C. « **Spring wheat yield response to variable seeding rates in organic farming systems** », *Can J. Plant Sci.*, soumis en 2006.
- Roberts C.J., Lynch, D. H., et Voroney, R.P. « **Farm nutrient status in relation to farm management and productivity across fifteen organic dairy farms in Ontario** », *Can J. Soil Sci.*, soumis en 2006
- Au moins 4 autres articles sont en cours de soumission, et 3 autres vont l'être sous peu.

5.2 Affiches et présentations à des conférences

5.2.1 Présentations :

Pridham J.C. et Martin Entz. « **Effect of Intercropping and Cultivar Mixtures on Organic Wheat Production** », présentation à ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings (6-10 nov. 2005), Salt Lake City, Utah.

Hammermeister A.M., P. Warman, M. Entz, K. Liu, R. Martin. « **Transition and Sustainability Strategies for Organic Farms** », Atlantic Canadian Organic Regional Network Conference, 2003, Halifax (N.-É.).

Hammermeister A.M. « **Farming Systems And Soil Fertility Research** », Atlantic Canadian Organic Regional Network Conference, 2004, Charlottetown (I.-P.-É.).

R. Beavers, A. Hammermeister, B. Frick, D. H. Lynch et R. C. Martin. « **Increasing seeding rate in organic production: Effects on weed competition, crop yield and quality** », Société canadienne d'agronomie, Atlantic Regional Conference 2006, Charlottetown. (I.-P.-É.).

R. Beavers et A. Hammermeister. « **Seeding Rate Experiments across Canada: the wheat-weed dynamic** », Guelph Organic Conference, Guelph (Ont.).

Beavers R. et A.M. Hammermeister. « **Seeding Rate Experiments – Nova Scotia and Canada wide results** », Atlantic Canadian Organic Regional Network Conference, 2006, Fredericton (N.-B.).

Kui Liu, Andrew M. Hammermeister, Phil R. Warman, Martin H. Entz, Ralph C. Martin. « **Nitrogen responses to amendments and crop rotations varying in proportions of forages in the first three years of four-year crop rotations** », Société canadienne de la science du sol, Conférence 2006, Halifax, (N.-É.).

Hammermeister A.M. « **NSERC Strategic Grant: Transition and Sustainability Strategies For Organic Farms** », Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse (Seminar Series 2004), Truro, (N.-É.).

Riofrio A. « **The Economics of the Transition to Organic Agriculture** », présentation, Département d'économie agricole, Université McGill, janvier 2005.

Riofrio A., E.K. Yiridoe, J. Henning, A. Hammermeister et R.C. Martin. 2006. « **Economic analysis of crop rotation systems during the transition to organic agriculture** », article sélectionné présenté au colloque conjoint de l'Association canadienne d'économie et de la Société canadienne d'agroéconomie, 25-28 mai, Montréal (Qc).

Lynch D.H., Roberts C., et Voroney R.P. « **Sustainability of organic dairying in Canada** », p. 454-455 de *Organic Farming and European Rural Development*, actes du European Joint Organic Congress, 30-31 mai 2006, Odense, Danemark.

Slawinski K., Grant C.A., Flaten D. N., Entz M. H., Crow G. « **Nitrogen Release from Composted Beef Manure in Wheat Production** », ass. annuelle de l'American Society of Agronomy, Seattle (Wash.), 1er au 5 novembre 2004, résumé de la présentation, 1 p.

Grant C. A., Slawinski K., Buckley K et Irvine B. « **Manures and Inorganic Fertilizers, Matching Supply and Demand** », présentation à l'ass. annuelle de la Manitoba North Dakota Zero Tillage Farmers Association, Brandon, 2 février 2005.

5.2.2 Affiches :

- Liu K., A.M. Hammermeister, P.R. Warman, R.C. Martin. « **Effects of soil amendments and crop rotations on plant nitrogen uptake and soil nitrate supply during organic transition** », Société canadienne d'agronomie, Atlantic Region Workshop 2004, Charlottetown (I.-P.-É.).
- Liu K., A.M. Hammermeister, P. R. Warman, M. H. Entz, Ralph C. Martin. « **Potato Tuber Yield as Affected by Organic Farming Systems Integrating Soil Amendments and Forage-based Crop Rotations in the First Four-year Cycle** », AIC Conference 2005, Québec (QC).
- Liu K., A.M. Hammermeister, P.R. Warman, M.H. Entz, R.C. Martin. « **Effects of soil amendments and crop rotations on plant nitrogen uptake and soil nitrate supply during organic transition** », Guelph Organic Conference 2004, Guelph.
- Hammermeister A.M., T. Astatkie, P.R. Warman, E.A. Jeliaskova et R.C. Martin. « **Nutrient Supplying Potential Amendments for Organic Production** », American Society of Agronomy Conference 2004, Seattle (Wash.).
- Hammermeister, T. Astatkie, P.R. Warman, E.A. Jeliaskova et R.C. Martin. « **Nutrient Supplying Potential Amendments for Organic Production** », Organic Connections Conference 2004, Saskatoon (Sask.).
- Liu K., A.M. Hammermeister, T. Astatkie, P.R. Warman, E. Jeliaskova et R.C. Martin. « **Nutrient Supply From Organic Amendments** », Guelph Organic Conference 2004, Guelph (Ont.).
- Beavers R.L., A.M. Hammermeister, R.C. Martin. « **Effect of variable seeding rates on weed-wheat competition, wheat yield and grain quality at different fertility levels** », Organic Connections Conference 2004, Saskatoon (Sask.).
- Roberts C., Lynch D.H., et Voroney R. P. « **Soil test phosphorus and nutrient budgets for 15 organic dairy farms in Ontario** », affiche, Organic Connections Conference 2004, Saskatoon (Sask.).

5.3 Autres (notamment rapports techniques, articles non revus par un comité de lecture, etc.) :

5.3.1 Thèses et mémoires

- Riofrio A. *Economics of Introducing Forage and Livestock into Alternative Crop Rotation Systems During the Transition to Organic Agriculture*, mémoire de M.Sc., 2006, Université McGill (QC).
- Beavers R.L. *Wheat-weed interactions at variable seeding rates in organic farming systems*, mémoire de M.Sc., 2005, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse et Dalhousie University (N.-É.).
- Liu K. *Soil and plant responses in the first cycle of four-year organic potato rotations*, thèse de Ph.D., 2006, Dalhousie University (N.-É.).
- Moreau T. *An evaluation of alternative pest controls for the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) on organic potatoes*, mémoire de M.Sc., Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse et Dalhousie University (N.-É.).
- Ganapathi Shanmugam S. *Soil and plant response of organic amendments on strawberry and half-high blueberry cultivars*, mémoire de M.Sc., 2005, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse et Dalhousie University (N.-É.).
- Nelson A.G. *Soil Erosion Risk and Mitigation through Crop Rotation on Organic and Conventional Cropping Systems*, mémoire de M.Sc., 2005, Université du Manitoba (Man.).

Wiens M. *Nitrogen, weed control, and moisture conservation benefits of alfalfa mulch applied to organically grown spring wheat*, mémoire de M.Sc., 2004, Université du Manitoba (Man.).

5.3.2 Articles de journaux

Beavers R. et Frick B. « Large On-Farm Study Confirms Organic Recommendation », *Western Producer*, 2006.

Frick B. « Are higher seeding rates warranted? », *Western Producer*, 2004.

Liu K., A. Hammermeister et F. Willick. « Are Livestock And Forages Needed On Organic Farms? », *Farm Focus*, 2006.

Hammermeister A.M. « Nutrient supply from organic amendments », *Farm Focus*, 2005.

5.3.3 Bulletins et rapports techniques

Grant C.A., Irvine R.B., Derksen D.A., McLaren D.L., Buckley K., Monreal M., Moulin A., Mohr R., House Jim, Marchylo Brian et Ames Nancy. 2002. **Impact of Organic Production and Reduced Chemical Inputs on Soil Nutrient Depletion and the Functional and Nutritional Quality of Crops**, rapport au Manitoba Pulse Growers and Agrium, 21 décembre 2001, 6 p.

Grant C.A., Irvine R.B., Derksen D.A., McLaren D.L., Buckley K., Monreal M., Moulin A., Mohr R., House Jim, Marchylo Brian et Ames Nancy. 2003. **Impact of Organic Production and Reduced Chemical Inputs on Soil Nutrient Depletion and the Functional and Nutritional Quality of Crops**, rapport au Manitoba Pulse Growers and Agrium, 6 janvier 2003, 19 p.

Grant C.A., Irvine R.B., Derksen D.A., McLaren D.L., Buckley K., Monreal M., Moulin A., Mohr R., House Jim, Marchylo Brian et Ames Nancy. 2004. **Impact of Organic Production and Reduced Chemical Inputs on Soil Nutrient Depletion and the Functional and Nutritional Quality of Crops**, rapport au Manitoba Pulse Growers and Agrium, 11 mai 2004, 19 p.

Grant C.A., Irvine R. B., Derksen D.A., McLaren D.L., Buckley K., Monreal M., Mohr R., House Jim, Marchylo Brian, Ames Nancy. « **Impact of Organic production and reduced chemical inputs on soil nutrient depletion and the functional and nutritional quality of crops** », *The Pulse Beat*, num. 35, hiver 2001/02, p. 18-23.

Grant C.A., Irvine R.B., Derksen D.A., McLaren D.L., Buckley K., Monreal M., Mohr R., House Jim, Marchylo Brian, Ames Nancy. « **Impact of Organic production and reduced chemical inputs** », *The Pulse Beat*, num. 38, hiver 2002/03, p. 19-21.

Grant C., Slawinski K., Irvine B., Derksen D., McLaren D., Buckley K., Monreal M., Moulin A., Mohr R., Ames N., Marchylo B. et House J. **Impact of Organic Production and Reduced Chemical Inputs on Soil Nutrient Depletion and the Functional and Nutritional Quality of Crops**, Land Resource Management Research, Research Highlights, Centre de recherche de Brandon, 2003, p. 24-27.

Liu K., A.M. Hammermeister, R. Martin et R. Beavers. « **Are livestock and forages needed on organic farms?** », Centre d'agriculture biologique du Canada, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse, Truro (N.-É.), E2006-03.

Beavers R.L. et A.M. Hammermeister. « **Seeding rate for weed control in spring wheat** », Centre d'agriculture biologique du Canada, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse, Truro (N.-É.), E2006-08.

Nelson A. et R. Beavers. *Lowering soil erosion risk in organic cropping systems*, Centre d'agriculture biologique du Canada, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse, Truro (N.-É.), rapport final de recherche, E2006-09.

Roberts C., D. Lynch, P. Voroney et R. Beavers. *Soil fertility and nutrient budgets on organic dairy farms*, Centre d'agriculture biologique du Canada, Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse, Truro (N.-É.), rapport de recherche intérimaire, E2006-1

6 Incidences pour les chercheurs et les chercheuses

6.1 Impact du projet sur l'enseignement

Création de nouveaux cours

Nouveau contenu pour des cours existants

Application d'exemples concrets

Exposés par des partenaires invités

Nouveau matériel/nouvelle documentation

Autres (précisez) :

6.2 Impact sur le programme de recherche

Oriente vers des sujets plus pertinents pour l'industrie

A ouvert de nouvelles possibilités de recherche au-delà des objectifs de départ

Autres (précisez) :