

DÉPARTEMENT DE PHYTOLOGIE
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION
UNIVERSITÉ LAVAL

**ÉVALUATION DES CULTURES DE COUVERTURE DE VESCE VELUE ET
DE SEIGLE D'AUTOMNE ET DU ROULEAU CRÊPEUR COMME MÉTHODES
DE DÉSHERBAGE DANS LA PRODUCTION BIOLOGIQUE DE MAÏS
SUCRÉ, SOYA ET BLÉ PANIFIABLE Saisons 2007 - 2010**

Rapport final

Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique

Projet : PSDAB 07-BIO-35

Fin de projet : Février 2011

Requérant

Gilles D. Leroux, agronome, professeur de malherbologie

Département de phytologie, Université Laval

Février 2011

AVANT-PROPOS

Le présent rapport de recherche inclut les résultats et les conclusions finales pour chacun des volets du projet intitulé : <Évaluation des cultures de couverture de vesce velue et de seigle d'automne et du rouleau crêpeur comme méthodes de désherbage dans la production biologique de maïs sucré, soya et blé panifiable >. Les trois volets du projet ont été réalisés à la Ferme Rive-Nord à Saint-Pie-de-Bagot et à la Ferme Logi-Bio à Baie-du-Febvre, Québec. Certains volets ont été répétés sur les mêmes fermes, mais dans des champs différents.

Gilles D. Leroux, agronome
Professeur de malherbologie
Département de phytologie
gilles.leroux@fsaa.ulaval.ca

Susanne Buhler, agronome
Professionnelle de recherche
Département de phytologie
susanne.buhler@fsaa.ulaval.ca

Mathieu Proulx
Étudiant à la maîtrise en biologie végétale
Département de phytologie
mathieu.proulx.4@ulaval.ca

TABLE DES MATIÈRES

<i>Avant-propos</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
<i>Liste des Tableaux.....</i>	4
<i>Liste des Figures</i>	4
<i>Liste des Annexes</i>	4
<i>Introduction.....</i>	5
<i>Volet A</i>	5
Brève description du projet.....	5
Déroulement des travaux.....	6
Résultats.....	6
Analyses statistiques	6
Résultats	7
<i>Volet B</i>	11
Brève description du projet.....	11
Déroulement des travaux.....	11
Résultats.....	12
Analyses statistiques	12
Résultats	12
<i>Volet C</i>	15
Brève description du projet.....	15
Déroulement des travaux.....	15
Résultats.....	17
Analyses statistiques	17
Résultats	17
<i>Les biens livrés</i>	20
<i>Difficultés rencontrées.....</i>	20
<i>Conclusion générale</i>	20
<i>ANNEXE</i>	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Protocole expérimental du volet A.....	6
Tableau 2 Influence des traitements de seigle et des doses d'azote sur la biomasse sèche du seigle et valeurs de Fisher associées.	7
Tableau 3 Influence des traitements de seigle et des doses d'azote sur le pourcentage de répression des mauvaises herbes et les valeurs de Fisher associées.....	8
Tableau 4 Influence des traitements de seigle et des doses d'azote sur la densité et la biomasse sèche des mauvaises herbes et les valeurs de Fisher associées.....	9
Tableau 5 Influence des traitements de seigle et des doses d'azote sur le rendement du soya et les valeurs de Fisher associées.	10
Tableau 6 Protocole expérimental du volet B	11
Tableau 7 Dates de réalisation des travaux à chacune des années.....	11
Tableau 8 Dates auxquelles les diverses évaluations ont été réalisées à chacune des années.	11
Tableau 9 Hauteur moyenne du soya pour les différents traitements de seigle d'automne dans un semis direct de soya en 2008 et 2009.....	12
Tableau 10 Évaluation du pourcentage de recouvrement et de répression des mauvaises herbes pour les différents traitements de seigle d'automne dans un semis-direct de soya en 2008 et 2009.	13
Tableau 11 Évaluation du rendement, du poids de 100 grains et du poids spécifique du soya pour les différents traitements de seigle d'automne dans un semis-direct de soya en 2008 et 2009.....	13
Tableau 12 Évaluation des composantes du rendement du soya pour les différents traitements de seigle d'automne dans un semis-direct de soya.	14
Tableau 13 Traitements du volet C.....	15
Tableau 14 Dates auxquelles les divers travaux ont été réalisés à chacune des années.	16
Tableau 15 Dates auxquelles les diverses évaluations ont été réalisées en 2010.	16
Tableau 16. Biomasse sèche des cultures de couverture avant leur destruction par le passage du rouleau crêpeur.....	17
Tableau 17. Recouvrement et biomasse sèche des mauvaises herbes pour les cultures de couverture de vesce velue pure ou en mélange avec le seigle d'automne.	19
Tableau 18. Évaluation du retard de croissance, de la hauteur et de la biomasse sèche des plants de maïs sucré pour les cultures de couverture de vesce velue pure et en mélange avec le seigle d'automne.....	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Culture de couverture de vesce velue en mélange avec le seigle d'automne (<i>Photo 1</i>) et de vesce velue pure (<i>Photo 2</i>) au 9 juin 2010, suite au semis du 1 septembre 2009 et juste après le passage du rouleau crêpeur.	18
---	----

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Présentation des parcelles de recherche lors de la journée organisée par le Club Consersol Vert Cher.....	22
Annexe 2. Communication scientifique aux membres du Club Consersol Vert Cher.....	22
Annexe 3. Communication scientifique au département d'entomologie, phytopathologie et malherbologie de l'Université New Mexico State.....	23
Annexe 4. Communication scientifique aux membres du Club Consersol Vert Cher.....	24
Annexe 5. Rapport publié en janvier 2010 dans le cahier des essais 2009.....	25
Annexe 6. Rapport publié en janvier 2011 dans le cahier des essais 2010.....	26
Annexe 7. Fiche synthèse produite et remise au Programme de Soutien au Développement de l'Agriculture Biologique	28

INTRODUCTION

Dans le cadre du programme de soutien au développement de l'agriculture biologique (PSDAB) du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, un projet de recherche a été mis en marche à l'automne 2007 pour évaluer l'effet de deux cultures de couverture (vesce velue et seigle d'automne) et celui du rouleau crêpeur sur la maîtrise des mauvaises herbes. L'objectif principal du projet est de maximiser la biomasse des cultures de couverture en vue de produire un paillis abondant, uniforme et efficace à contrôler les mauvaises herbes en semis direct de soya et de maïs sucré. Un deuxième objectif du projet est d'étudier diverses stratégies d'utilisation du rouleau crêpeur en vue de détruire efficacement une culture de couverture de seigle d'automne. Ce projet de recherche se divise en trois volets. Le volet A était d'étudier l'influence combinée de trois doses de semis de seigle d'automne (70, 110 et 150 kg/ha) et de trois doses de fumier de poulet (0, 30 et 60 kg N/ha) sur la biomasse du paillis de seigle, sur la maîtrise des mauvaises herbes et sur le rendement de soya. Le volet B était d'étudier des stratégies de destruction du seigle d'automne en vue de produire du soya en semis direct. Trois méthodes de destruction du seigle ont été évaluées dans ce volet. Le volet C était d'évaluer la vesce velue en semis pur ou avec le seigle d'automne comme culture de couverture en vue de produire du maïs sucré en semis direct. Deux doses de semis de vesce velue et quatre dates de semis ont été évaluées. Dans ce rapport, les résultats de chacun des volets sont présentés séparément.

VOLET A

Brève description du projet

L'influence combinée de trois doses de semis de seigle d'automne et de trois doses de fumier de poulet cubé sur la biomasse du paillis de seigle, le désherbage et les rendements de soya en semis direct a été étudiée à la Ferme Logi-Bio située à Baie-du-Fèvre en 2007-2008. L'expérience a été répétée en 2008-2009. Le seigle d'automne «Gauthier» a été semé à trois doses (70-110-150 kg/ha) à l'automne. Deux traitements témoin sans seigle ont aussi été mis en place (Tableau 1). Au printemps, un mélange de farine de plume et de sang (11-0-0) a été appliqué à la volée à trois doses (0, 30 et 60 kg N/ha). Le seigle d'automne a été détruit avec un rouleau crêpeur au stade épiaison en juin. Le soya espacé en rangs de 75 cm a été ensemencé simultanément et dans le même sens que le roulage du seigle. Du fumier de poulet cubé (4-6-8) a aussi été appliqué en bande au moment du semis pour faciliter le démarrage du soya. Dans les parcelles-témoin sans seigle, certaines ont été laissées enherbées tout au long de la saison et d'autres ont été désherbées à l'aide d'un sarcloir entre les rangs.

Tableau 1 Protocole expérimental du volet A

No.	Culture de couverture	Dose de semis de seigle	Dose d'azote
1-1	Seigle	70 kg/ha	0 kg N/ha
1-2	Seigle	70 kg/ha	30 kg N/ha
1-3	Seigle	70 kg/ha	60 kg N/ha
2-1	Seigle	110 kg/ha	0 kg N/ha
2-2	Seigle	110 kg/ha	30 kg N/ha
2-3	Seigle	110 kg/ha	60 kg N/ha
3-1	Seigle	150 kg/ha	0 kg N/ha
3-2	Seigle	150 kg/ha	30 kg N/ha
3-3	Seigle	150 kg/ha	60 kg N/ha
4-1	Témoin sans seigle-désherbé	—	0 kg N/ha
4-2	Témoin sans seigle-désherbé	—	30 kg N/ha
4-3	Témoin sans seigle-désherbé	—	60 kg N/ha
5-1	Témoin sans seigle-enherbé	—	0 kg N/ha
5-2	Témoin sans seigle-enherbé	—	30 kg N/ha
5-3	Témoin sans seigle-enherbé	—	60 kg N/ha

Déroulement des travaux

En 2007, le seigle a été semé le 20 septembre. Un mélange de farine de plume et de sang a été appliqué à la volée, à trois doses, le 7 mai 2008. Le seigle a été roulé au stade épiaison le 12 juin 2008 et le soya a été semé le lendemain. Diverses variables ont été mesurées au cours de la saison. Le soya a été récolté à maturité soit le 18 octobre.

En 2008, le seigle d'automne a été semé le 11 septembre. Suite au semis à l'automne 2008, le seigle s'est très bien établi et a produit un couvert uniforme et dense. À l'automne 2008, la neige est arrivée tard au mois de novembre et deux périodes de pluie sont survenues au mois de décembre. De plus, le mois de janvier 2009 a été plus froid qu'à la normale. La combinaison de ces évènements climatiques a causé un stress au seigle d'automne qui n'a pas survécu à l'hiver 2009. Ce constat de mortalité hivernale a aussi été fait chez d'autres producteurs de céréales d'automne de la région. Au printemps 2009, le volet A du projet a dû être abandonné en raison de la mortalité du seigle d'automne durant l'hiver. En conséquence, aucun résultat de recherche n'a pu être obtenu de ce volet durant la saison 2009.

Les variables mesurées incluent :

- 1) biomasse sèche aérienne du paillis de seigle au moment de rouler celui-ci (12 juin)
- 2) hauteur du soya (10 juillet)
- 3) retard de croissance du soya (13 août)
- 4) recouvrement et répression des mauvaises herbes dominantes (13 août)
- 5) biomasse sèche et densité des mauvaises herbes par grand groupe (DA, DV, GA et GV) (13 août)
- 6) rendement en soya, poids spécifique et de 100 grains (18 octobre).

Résultats

Analyses statistiques

L'analyse statistique des données est selon un plan en-tiroir avec comme parcelles principales les traitements de seigle (trois doses de semis de seigle et deux témoins sans-seigle) et comme sous-parcelles les doses d'azote. Les données ont été soumises à l'analyse de la variance (ANOVA) en

utilisant le logiciel SAS. Les moyennes des traitements ont été comparées à l'aide du test de LSD (Least Significant Difference).

Résultats

Il est à noter que seuls les résultats de la saison 2008 sont présentés, puisqu'en 2009 une mauvaise survie à l'hiver du seigle d'automne est survenue, ce qui a engendré un abandon des parcelles. Les doses d'azote et les doses de semis du seigle d'automne n'ont pas influencé la biomasse sèche du seigle au moment du passage du rouleau crêpeur (Tableau 2). Cependant, la biomasse du seigle a tendance à augmenter légèrement avec l'augmentation de la dose d'azote. Le retard de croissance du soya est plus élevé lorsque le soya est semé dans un paillis de seigle comparativement aux témoins sans seigle (Tableau 2). Le retard de croissance se reflète par une diminution de la hauteur des plants de soya (Tableau 2).

Tableau 2 Influence des traitements de seigle et des doses d'azote sur la biomasse sèche du seigle et valeurs de Fisher associées.

No.	Traitement		Biomasse sèche du seigle avant destruction (kg/ha)	Hauteur du soya (cm)	Retard de croissance du soya (%)
	Traitement de seigle	Dose d'azote (kg/ha)			
1	70 kg/ha	0	9 563	17	15
	70 kg/ha	30	9 431	17	13
	70 kg/ha	60	10 121	18	15
			Moyenne ¹	9 705	17b ²
2	110 kg/ha	0	7 513	17	18
	110 kg/ha	30	7 623	17	18
	110 kg/ha	60	9 688	17	13
			Moyenne	8 275	17bc
3	150 kg/ha	0	8 649	15	13
	150 kg/ha	30	8 402	16	15
	150 kg/ha	60	9 752	17	10
			Moyenne	8 934	16c
4	Sans seigle-désherbé	0	.	22	0
	Sans seigle-désherbé	30	.	22	0
	Sans seigle-désherbé	60	.	20	0
			Moyenne	.	21a
5	Sans seigle-enherbé	0	.	21	0
	Sans seigle-enherbé	30	.	21	0
	Sans seigle-enherbé	60	.	23	0
			Moyenne	.	22a
Source de variation		DL	Valeur de F ³		
Traitements de seigle		4	1,21	59,81***	38,57***
Doses d'azote		2	3,70	1,01	1,12
Traitements de seigle * Doses d'azote		8	0,42	1,23	0,97

1 Moyenne des trois doses d'azote

2 Pour une même lettre, il n'y a pas de différence significative entre les traitements de seigle

3 *, **, *** significatif à P<0,05, P<0,01 et P<0,001, respectivement

Les résultats de l'ANOVA indiquent que les doses d'azote n'ont pas influencé le pourcentage de recouvrement visuel (résultats non-présentés) et de répression des mauvaises herbes (Tableau 3). Seules les parcelles avec différents traitements de seigle ont eu une influence sur ces deux variables. Par rapport au témoin sans seigle-enherbé, le pourcentage de répression de l'amarante à racine rouge (*Amaranthus retroflexus*, AMARE), du chénopode blanc (*Chenopodium album*, CHEAL) et de la moutarde sauvage (*Sinapis arvensis*, SINAR) est supérieur à 90% (Tableau 3).

Tableau 3 Influence des traitements de seigle et des doses d'azote sur le pourcentage de répression des mauvaises herbes et les valeurs de Fisher associées.

No.	Traitement		Répression des MH (0-100)		
	Traitement de seigle	Dose d'azote (kg/ha)	AMARE	CHEAL	SINAR
			13-8	13-8	13-8
1	70 kg/ha	0	99	96	99
		30	99	96	99
		60	99	96	99
	Moyenne ¹		99ab ²	96ab	99ab
2	110 kg/ha	0	99	97	99
		30	99	99	99
		60	96	90	99
	Moyenne		98b	96ab	98b
3	150 kg/ha	0	99	93	99
		30	97	90	99
		60	97	92	97
	Moyenne		97b	91b	98b
4	Sans seigle-désherbé	0	100	100	100
		30	100	100	100
		60	100	100	100
	Moyenne		100a	100a	100a
5	Sans seigle-enherbé	0	0	0	0
		30	0	0	0
		60	0	0	0
	Moyenne		0c	0c	0c
Source de variation		DL	Valeur de F ³		
Traitements de seigle		4	6269,96***	498,95***	7813,09***
Doses d'azote		2	0,79	1,76	2,57
Traitements de seigle * Doses d'azote		8	0,46	1,65	0,94

¹ Moyenne des trois doses d'azote

² Pour une même lettre, ne diffère pas significativement entre les traitements de seigle

³ *, **, *** significatif à P<0,05, P<0,01 et P<0,001, respectivement

Les traitements de seigle ont influencé la densité et la biomasse sèche des mauvaises herbes (Tableau 4). La biomasse sèche des dicotylédones annuelles (DA) était fortement réduite dans les parcelles avec seigle comparativement à celles sans seigle et laissées enherbées. Les doses d'azote n'ont pas eu d'influence sur ces deux variables.

Tableau 4 Influence des traitements de seigle et des doses d'azote sur la densité et la biomasse sèche des mauvaises herbes et les valeurs de Fisher associées.

No.	Traitement de seigle	Dose d'azote (kg/ha)	Densité (nbr/m ²)		Biomasse sèche (g/m ²)	
			DA 13-8	GA 13-8	DA 13-8	GA 13-8
1	70 kg/ha	0	32	7	32,3	1,8
	70 kg/ha	30	24	7	20,4	3,5
	70 kg/ha	60	10	0	10,7	0
	Moyenne ¹	22a ²	4	21,1b	1,8	
2	110 kg/ha	0	17	1	21,8	0,2
	110 kg/ha	30	19	3	33,7	1,0
	110 kg/ha	60	31	8	91,1	6,2
	Moyenne	22a	4	50,2b	2,5	
3	150 kg/ha	0	40	16	38,5	2,8
	150 kg/ha	30	23	10	41,5	6,3
	150 kg/ha	60	23	0	36,5	0
	Moyenne	29a	9	38,6b	3,0	
4	Sans seigle-désherbé	0	0	0	0	0
	Sans seigle-désherbé	30	0	0	0	0
	Sans seigle-désherbé	60	0	0	0	0
	Moyenne	0b	0	0b	0	
5	Sans seigle-enherbé	0	36	7	294,9	15,5
	Sans seigle-enherbé	30	29	3	178,2	1,1
	Sans seigle-enherbé	60	31	3	234,0	1,1
	Moyenne	32a	4	240,9a	5,9	
Source de variation		DL	Valeur de F³			
Traitements de seigle		4	9,51**			
Doses d'azote		2	1,38			
Traitements de seigle * Doses d'azote		8	1,64			
			1,06			
			0,98			
			1,36			

DA= Dicotylédones annuelles et GA = Graminées annuelles

1 Moyenne des trois doses d'azote

2 Pour une même lettre, ne diffère pas significativement entre les traitements de seigle

3 *, **, *** significatif à P<0,05, P<0,01 et P<0,001, respectivement

Les traitements de seigle et les doses d'azote ont influencé les rendements du soya (Tableau 5). Les rendements étaient supérieurs dans les parcelles désherbées et sans seigle, intermédiaires dans les parcelles enherbées et sans seigle et moindres dans les parcelles avec seigle. Le poids de 100 grains de soya était réduit dans les parcelles avec seigle. Le poids spécifique du soya n'a pas été influencé par les traitements de seigle ou les doses d'azote.

En résumé, les résultats de l'été 2008 indiquent que le seigle d'automne est efficace pour maîtriser les mauvaises herbes annuelles. Ils permettent d'affirmer que les doses d'azote ont peu d'influence sur la biomasse sèche du paillis de seigle. Par ailleurs, les doses de semis de seigle influencent fortement le contrôle des mauvaises herbes et les rendements du soya. La biomasse sèche des dicotylédones et des graminées annuelles a diminué respectivement de 85% et 60% par rapport au témoin sans seigle-enherbé. Le pourcentage de répression de l'amarante à racine rouge, du chénopode blanc et de la moutarde des champs était supérieur à 90% lorsqu'un paillis de seigle est présent. En employant une

culture de couverture de seigle d'automne, il faut s'attendre à une légère baisse du rendement du soya par rapport à un champ sans seigle et désherbé mécaniquement. Les producteurs biologiques obtiendront par exemple un gain économique et environnemental par la mise en place d'une culture de couverture de seigle d'automne. Ceux-ci diminueront leurs coûts de carburant, en réduisant le nombre de passage de la machinerie pour le désherbage mécanique et par le fait même, diminueront leurs coûts de production et ce, tout en protégeant les sols contre l'érosion. Les producteurs biologiques ont la possibilité de maîtriser les mauvaises herbes annuelles tout en réduisant le travail du sol.

Tableau 5 Influence des traitements de seigle et des doses d'azote sur le rendement du soya et les valeurs de Fisher associées.

Traitement		Dose d'azote (kg/ha)	Rendement en grain (kg/ha)	Poids 100 grains (g)	Poids spécifique (kg/hl)
No.	Traitement de seigle				
1	70 kg/ha	0	2334	17,4	70,3
	70 kg/ha	30	2249	17,5	69,8
	70 kg/ha	60	2206	17,4	69,7
		Moyenne ¹	2263bc ²	17,4b	69,9
2	110 kg/ha	0	2280	17,9	69,6
	110 kg/ha	30	2054	17,4	70,1
	110 kg/ha	60	2001	17,2	69,2
		Moyenne	2112c	17,5b	69,6
3	150 kg/ha	0	2232	17,6	70,5
	150 kg/ha	30	2230	17,5	69,9
	150 kg/ha	60	2150	17,6	69,8
		Moyenne	2204bc	17,6b	70
4	Sans seigle-désherbé	0	2967	18,4	68,7
	Sans seigle-désherbé	30	2782	17,9	69,7
	Sans seigle-désherbé	60	2974	18,0	69,0
		Moyenne	2908a	18,1a	69,1
5	Sans seigle-enherbé	0	2407	18,1	70,0
	Sans seigle-enherbé	30	2516	18,0	69,7
	Sans seigle-enherbé	60	2318	18,2	68,6
		Moyenne	2414b	18,1a	69,4
Source de variation		DL	Valeur de F ³		
Traitements de seigle		4	16,53***	4,79*	0,92
Doses d'azote		2	4,33*	1,20	1,32
Traitements de seigle * Doses d'azote		8	2,08	0,62	0,44

¹ Moyenne des trois doses d'azote

² Pour une même lettre, ne diffère pas significativement entre les traitements de seigle

³ *, **, *** significatif à P<0,05, P<0,01 et P<0,001, respectivement

VOLET B

Brève description du projet

Trois stratégies de destruction du seigle d'automne ont été évaluées en vue de produire du soya en semis direct. Cette expérience a été réalisée en 2007-2008 à la Ferme Rive Nord à St-Pie-de-Bagot et a été répétée en 2008-2009. Le seigle a été semé à l'automne précédent. Le protocole inclut trois traitements de destruction de seigle : 1) le seigle a été roulé à la floraison et semis simultané de soya; 2) le soya a été semé et le seigle a été fauché au stade de une feuille trifoliolée du soya; 3) le soya a été semé et le seigle a été roulé au stade de une feuille trifoliolée du soya (Tableau 6). Pour les deux parcelles-témoin sans seigle, le seigle a été enfoui très tôt au printemps à l'aide d'un rotoculteur. Une parcelle a été laissée enherbée tout au long de la saison et l'autre a été désherbée avec un sarcloir entre les rangs. Le soya a été ensemencé en rangs espacés de 75 cm.

Tableau 6 Protocole expérimental du volet B

No.	Traitement
1	Seigle d'aut. roulé à la floraison et semis simultané
2	Seigle d'aut., semis de soya et fauché à 1 f. trifoliolée
3	Seigle d'aut., semis de soya et roulé à 1 f. trifoliolée
4	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et laissé enherbé
5	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et desherbé mécaniquement

Déroulement des travaux

Les dates de réalisation des travaux de semis, de destruction du seigle et de la récolte du soya sont présentées au Tableau 7 pour chacune des deux années. Au cours de la saison, diverses évaluations ont été effectuées (Tableau 8). Juste avant la récolte du soya, vingt plants par parcelle ont été prélevés dans les deux rangs centraux pour mesurer la composition du rendement. Ces plants ont été examinés un à un pour évaluer le nombre moyen et total de grains de soya, de gousses et de noeuds par plant.

Tableau 7 Dates de réalisation des travaux à chacune des années

Travaux :	2007-2008	2008-2009
Semis de seigle d'automne	8 sept 07	16 sept 08
Roulé et semis du soya	11 juin 08	5 juin 09
Roulé ou fauche du seigle au stade 1 ^{ère} feuille trifoliolée	25 juin 08	26 juin 09
Récolte du soya	6 octobre 08	14 octobre 09

Tableau 8 Dates auxquelles les diverses évaluations ont été réalisées à chacune des années.

Variables mesurées :	2008		2009	
	11 juin	--	5 juin	--
Biomasse sèche du seigle avant les traitements de destruction				
Recouvrement et répression visuels des mauvaises herbes	5 août 20 août	8 SAS ¹ 10 SAS	6 juillet 17 juillet 4 août	4 SAS 6 SAS 8 SAS
Hauteur du soya	20 août 6 octobre	10 SAS 17 SAS	14 octobre	18 SAS
Rendement du soya	6 octobre	17 SAS	14 octobre	18 SAS

¹ SAS = semaines après semis du soya

Résultats

Analyses statistiques

Le dispositif expérimental de cette expérience est un plan en blocs complets aléatoires avec quatre répétitions et deux années. Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel SAS et la procédure GLM. La comparaison des moyennes des traitements a été faite à l'aide du test LSD (Least Significant Difference). L'analyse combinée des deux années a aussi été effectuée afin de vérifier la présence d'interaction entre les années et les traitements. Les résultats sont présentés séparément pour chaque année de l'expérimentation, puisque des interactions significatives entre les traitements et les années ont été observées pour la majorité des variables ($P<0,05$) (résultats non présentés).

Résultats

En 2008, la biomasse sèche du seigle d'automne au moment de passer le rouleau crêpeur, avant le semis du soya, atteignait 6432 kg m.s./ha, tandis qu'en 2009, la biomasse sèche du seigle atteignait 4849 kg m.s./ha. Il est à noter qu'en 2009, le champ retenu par le producteur pour la réalisation de ce volet était fortement infesté de vesce jargeau (*Vicia cracca*), une mauvaise herbe vivace. La hauteur du soya, le recouvrement total des mauvaises herbes et les rendements du soya ont été influencés par la présence du jargeau. Les résultats des deux années sont présentés dans les Tableaux 9 à 11.

Pour les deux années de l'étude, le retard de croissance estimé par la hauteur du soya est plus élevé lorsque le soya est roulé à une feuille trifoliolée (traitement #3) comparativement aux autres traitements de destruction du seigle (traitements #1 et 2) (Tableau 9). En 2008, la hauteur du soya est significativement plus élevée dans les parcelles sans seigle (traitements #4 et 5) que celles avec seigle d'automne (traitements #1 à 3).

Tableau 9 Hauteur moyenne du soya pour les différents traitements de seigle d'automne dans un semis direct de soya en 2008 et 2009.

No.	Traitement	Hauteur moyenne du soya (cm)	
		2008 17 SAS	2009 18 SAS
1	Seigle d'aut. roulé à la floraison et semis simultané	76	72
2	Seigle d'aut., semis de soya et fauché à 1 f. trifoliolée	77	77
3	Seigle d'aut., semis de soya et roulé à 1 f. trifoliolée	71	56
4	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et laissé enherbé	99	71
5	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et désherbé mécaniquement	98	66
		LSD (0,05)	7
			9

En 2008, le pourcentage de recouvrement des mauvaises herbes est comparable dans les parcelles avec seigle par rapport aux parcelles sans seigle et désherbées mécaniquement (Tableau 10). Tandis qu'en 2009, le pourcentage de recouvrement des mauvaises herbes dans les parcelles avec seigle est comparable aux parcelles enherbées dû à la forte pression de la vesce jargeau.

Tableau 10 Évaluation du pourcentage de recouvrement et de répression des mauvaises herbes pour les différents traitements de seigle d'automne dans un semis-direct de soya en 2008 et 2009.

No.	Traitement	Recouvrement des MH (%)				Répression des MH (0-100)				
		2008		2009		AMBEL		CHEAL		
		8 SAS	10 SAS	6 SAS	8 SAS	2008	2009	2008	2009	
1	Seigle d'aut. roulé à la floraison et semis simultané	0	5	85	86	99	53	99	99	
2	Seigle d'aut., semis de soya et fauché à 1 f. trifoliolée	0	2	80	89	99	53	99	99	
3	Seigle d'aut., semis de soya et roulé à 1 f. trifoliolée	0	3	49	76	99	31	99	99	
4	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et laissé enherbé	31	34	66	81	0	0	0	0	
5	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et désherbé mécaniquement	0	0	0	0	100	100	100	100	
		LSD (0,05)	9	9	21	11	1	16	1	1

Tableau 11 Évaluation du rendement, du poids de 100 grains et du poids spécifique du soya pour les différents traitements de seigle d'automne dans un semis-direct de soya en 2008 et 2009.

No.	Traitement	Rendement du soya (kg/ha)		Poids 100 grains (g)		Poids Spécifique (kg/hl)		
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	
1	Seigle d'aut. roulé à la floraison et semis simultané	2678	922	16,5	18,8	76,0	69,4	
2	Seigle d'aut., semis de soya et fauché à 1 f. trifoliolée	2509	1318	17,2	17,0	76,0	68,8	
3	Seigle d'aut., semis de soya et roulé à 1 f. trifoliolée	2478	1165	17,1	15,8	76,3	69,3	
4	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et laissé enherbé	2632	1862	17,8	16,7	73,9	69,0	
5	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et désherbé mécaniquement	2862	3015	18,9	20,1	75,6	70,1	
		LSD (0,05)	NS	720	NS	NS	1,0	NS

En 2008, la répression de l'herbe-à-poux (*Ambrosia artemisiifolia*; AMBEL) est adéquate dans toutes les parcelles avec seigle, tandis qu'en 2009, la répression de cette mauvaise herbe est légèrement plus faible. Durant les deux années de ce projet, la répression du chénopode blanc (*Chenopodium album*; CHEAL) est excellente dans les parcelles avec seigle d'automne. En 2008, le contrôle du laiteron rude (*Sonchus asper*), du pied-de-coq (*Echinochloa crus-galli*) et de la sétaire géante (*Setaria faberii*) est aussi excellent (résultats non présentés). Ce même résultat est obtenu pour la renouée persicaire (*Polygonum persicaria*) en 2009 (résultats non présentés). La méthode employée pour la destruction du seigle d'automne (traitement #1 à 3) n'a aucune influence sur la répression de ces mauvaises herbes (résultats non présentés).

En 2008, le retard de croissance du soya observé au cours de la saison ne s'est pas traduit par des baisses de rendements (Tableau 11). Le poids spécifique des grains de soya est significativement plus faible dans les parcelles sans seigle et laissées enherbées. Tandis qu'en 2009, des différences significatives de rendement ont été mesurées dans les parcelles avec seigle d'automne comparativement aux parcelles sans seigle et désherbées mécaniquement. Le poids spécifique ne diffère pas entre les parcelles sans seigle - désherbées mécaniquement et les parcelles avec du seigle d'automne. Les traitements de seigle n'ont aucune influence sur le poids 100 grains du soya.

En 2008, le nombre total de gousses par plant et le nombre total de grains par plant ne diffèrent pas entre les parcelles sans seigle - désherbées mécaniquement et les parcelles où le seigle est présent (Tableau 12). En 2009, le nombre total de nœuds, de gousses et de grains par plant est significativement plus élevé dans les parcelles désherbées mécaniquement. Pendant les deux années de l'étude, le nombre moyen de gousses par noeud et le nombre moyen de grains par gousse ne diffèrent pas entre les traitements (résultats non-présentés).

Tableau 12 Évaluation des composantes du rendement du soya pour les différents traitements de seigle d'automne dans un semis-direct de soya.

No.	Traitement	Nombre total de					
		nœuds/plant		gousses/plant		grains/plant	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009
1	Seigle d'aut. roulé à la floraison et semis simultané	10	8	23	13	62	29
2	Seigle d'aut., semis de soya et fauché à 1 f. trifoliolée	9	9	22	15	61	36
3	Seigle d'aut., semis de soya et roulé à 1 f. trifoliolée	10	10	23	15	63	38
4	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et laissé enherbé	10	10	19	17	52	44
5	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et désherbé mécaniquement	11	13	21	23	59	59
		LSD (0,05)	1	2	2	4	5
							12

VOLET C

Brève description du projet

Le volet C du projet a été réalisé à la Ferme Logi-Bio en 2008-2009. Il a été répété en 2009-2010 à la même ferme mais à un site différent. La vesce velue a été établie au printemps, seule ou avec du blé panifiable utilisé comme plante-abri; elle a aussi été ensemencée à l'automne à trois périodes (mi- et fin-août et mi-septembre) seule ou en combinaison avec du seigle d'automne (Tableau 13). La vesce velue inoculée avec *Rhizobium* a été ensemencée à la dose de 20 kg/ha avec le blé panifiable «AC Barrie» comme plante-abri ou à 30 kg/ha en semis pur. Le blé panifiable a été semé sans vesce velue ou comme plante-abri à la dose de 150 kg/ha. Le seigle d'automne «Gauthier» a été ensemencé à la dose de 110 kg/ha. Les cultures de couverture de vesce velue et de seigle ont été roulées au printemps suivant avec le rouleau crêpeur lorsque la vesce velue était en pleine floraison (semis pur) et lorsque le seigle était en fleurs. Les parcelles où le blé panifiable avait été ensemencé (traitements #1 et 2) ont été rotocultées avant le semis du maïs sucré. Le maïs sucré a été semé directement dans les cultures de couverture (traitements #3 à 10).

Tableau 13 Traitements du volet C.

No.	Traitement - Année 1	Culture – Année 2
1	Blé panifiable au printemps	Maïs sucré, témoin désherbé à la main
2	Blé panifiable au printemps	Maïs sucré, témoin enherbé
3	Vesce velue au printemps	Maïs sucré
4	Blé panifiable + vesce velue au printemps	Maïs sucré
5	Vesce velue le 17 août	Maïs sucré
6	Vesce velue le 1 septembre	Maïs sucré
7	Vesce velue le 11 septembre	Maïs sucré
8	Vesce velue + seigle d'automne le 17 août	Maïs sucré
9	Vesce velue + seigle d'automne le 1 septembre	Maïs sucré
10	Vesce velue + seigle d'automne le 11 septembre	Maïs sucré

Déroulement des travaux

Les dates de réalisation de tous les travaux de ce volet sont présentées dans le Tableau 14. Durant la première année de ce volet des cultures de couverture sont mises en place et durant la deuxième année, c'est la destruction de la culture de couverture par le rouleau crêpeur et le semis de maïs sucré.

Les conditions climatiques très humides durant juillet 2008 ont retardé les semis des cultures de couverture tel qu'initiallement prévu au projet. Les dates de semis des cultures de couverture sont présentées au Tableau 14.

En 2008, les cultures de couverture de vesce velue et de seigle d'automne se sont très bien établies suite au semis. Elles ont produit un couvert uniforme et dense. Les conditions climatiques difficiles durant l'hiver 2008-2009 (pluie, absence de neige, température très froide) ont causé la mortalité des cultures de couverture. Au printemps 2009, le volet C du projet a dû être abandonné pour cette raison. En conséquence, aucun résultat de recherche n'a pu être obtenu de ce volet durant la saison 2009. Il faut souligner que ce constat de mortalité hivernale a aussi été fait chez d'autres producteurs de céréales d'automne de la région.

En 2009, les cultures de couverture de vesce et de seigle d'automne se sont très bien établies. Au printemps 2010, la survie à l'hiver des deux cultures de couverture a été excellente. La bonne couverture de neige et la température hivernale clémence ont permis à la vesce velue et au seigle d'automne de bien passer l'hiver. Le 9 juin, la vesce velue et le seigle qui étaient au stade floraison ont été détruits à l'aide du rouleau crêpeur. Un engrais à base de farine d'os (12-1-0) a été appliqué à la volée à la dose de 866 kg/ha. Du fumier de poulet cubé (4-6-8) a été appliqué en bande dans le semoir au moment du semis (400 kg/ha). L'application de l'engrais et le semis direct de maïs sucré ont été réalisés la même journée, immédiatement après le roulage des cultures de couverture. Au cours de la saison, diverses évaluations ont été effectuées (Tableau 15).

Tableau 14 Dates auxquelles les divers travaux ont été réalisés à chacune des années.

Travaux :	Essai 2008-2009		Essai 2009-2010	
	Année 1	Année 2	Année 1	Année 2
Semis de blé panifiable et de vesce velue (trt #1 à 4)	7 mai 08	--	30 avril 09	--
Fauche de la vesce velue en semis pur (trt #2)	10 juillet 08 3 sept 08	--	1 sept 09	--
Mise en andain du blé	13 août 08	--	---	--
Récolte du blé	17 août 08	--	17 août 09	--
1 ^{er} semis de vesce velue pur ou avec le seigle d'automne (trts #5 et 8)	16 août 08	--	17 août 09	--
2 ^{ième} semis de vesce velue pur ou avec le seigle d'automne (trts #6 et 9)	23 août 08	--	1 sept 09	--
3 ^{ième} semis de vesce velue pur ou avec le seigle d'automne (trts #7 et 10)	3 sept 08	--	11 sept 09	--
Destruction des cultures de couverture par le rouleau crêpeur	--	--	--	9 juin 2010
Application d'engrais organique et semis du maïs sucré	--	--	--	9 juin 2010
-- = non applicable				

Tableau 15 Dates auxquelles les diverses évaluations ont été réalisées en 2010.

Variables mesurées :	Date	SAS¹
Biomasse sèche aérienne du paillis de vesce velue et de seigle d'automne avant de rouler	9 juin	--
Proportion de paillis resté vivant après la destruction	1 juillet 15 juillet 12 août	3 5 9
Retard de croissance et hauteur du maïs sucré	15 juillet 12 août	5 9
Recouvrement et répression visuels des mauvaises herbes	9 juin 1 juillet 15 juillet 12 août 1 sept	-- 3 5 9 12
Biomasse sèche et densité des mauvaises herbes par grand groupe (DA, GA, DV, GV)	12 août	9
Biomasse sèche aérienne des plants de maïs sucré	1 sept	12

¹ SAS = semaines après semis du maïs sucré

-- = non applicable

Résultats

Analyses statistiques

Les données ont été soumises à l'analyse de la variance selon un plan en blocs complets aléatoires avec le logiciel SAS. La comparaison des moyennes des traitements a été faite à l'aide du test LSD (Least significant difference).

Résultats

Les résultats sont présentés dans les Tableaux 16 à 18. La biomasse sèche de la vesce velue avant sa destruction par le rouleur crêpeur est plus élevée lorsque la vesce velue est semée hâtivement (traitement #5) comparativement à un semis plus tardif (traitement #7) (Tableau 16). De plus, la biomasse sèche de la vesce velue est significativement inférieure lorsque celle-ci est implantée avec le seigle d'automne (traitements #8 à 10) comparativement à un semis pur de vesce velue (traitements #5 à 7). La biomasse sèche de vesce velue est significativement inférieure lorsque la vesce est implantée au printemps, un an avant le roulage, (traitements #3 et 4) comparativement à un semis de vesce velue à l'automne (traitements #5 à 7). Selon la littérature, une culture de couverture doit produire une biomasse de plus de 7000 kg m.s./ha pour être efficace contre les mauvaises herbes. Dans cette expérience, la biomasse sèche des cultures de couverture est supérieure à 7000 kg m.s./ha seulement lorsque la vesce velue est semée hâtivement avec du seigle (traitements #8 et 9).

Tableau 16. Biomasse sèche des cultures de couverture avant leur destruction par le passage du rouleau crêpeur.

No.	Traitement	Biomasse sèche	
		Vesce kg/ha	Seigle kg/ha
		9-6	9-6
1	Blé panifiable au printemps 2009 (Témoin désherbé en 2010)	.	.
2	Blé panifiable au printemps 2009 (Témoin enherbé en 2010)	.	.
3	Vesce velue au printemps 2009	475,8	.
4	Blé panifiable + vesce velue au printemps 2009	663,9	.
5	Vesce velue le 17 août 2009	4578,1	.
6	Vesce velue le 1 septembre 2009	4037,2	.
7	Vesce velue le 11 septembre 2009	3004,6	.
8	Vesce velue + seigle d'automne le 17 août 2009	1365,1	7646,5
9	Vesce velue + seigle d'automne le 1 septembre 2009	792,8	8861,4
10	Vesce velue + seigle d'automne le 11 septembre 2009	601,3	5606,8
		LSD (0,05)	1043,2
			NS

Avant d'entreprendre le roulage des parcelles et le semis direct du maïs sucré, le recouvrement des mauvaises herbes était très élevé lorsque la vesce velue était établie depuis plus d'un an (traitements #3 et 4) (Tableau 17). Trois semaines après le semis de maïs sucré, le recouvrement des mauvaises herbes dans ces parcelles (traitements #3 et 4) ne diffère pas de celui du témoin enherbé (traitement #2). Le recouvrement des mauvaises herbes au moment de passer le rouleau crêpeur sur les cultures de couverture de vesce velue pur ou avec le seigle d'automne semé à l'automne était très faible. À la Figure 1, la photo 1 montre un paillis de vesce velue et de seigle d'automne semé le 1 septembre et

ayant peu de mauvaises herbes lors du passage du rouleau crêpeur. La même observation se retrouve à la photo 2 lorsque la vesce velue est semé le 1 septembre 2009.



Photo 1



Photo 2

Figure 1. Culture de couverture de vesce velue en mélange avec le seigle d'automne (*Photo 1*) et de vesce velue pure (*Photo 2*) au 9 juin 2010, suite au semis du 1 septembre 2009 et juste après le passage du rouleau crêpeur.

En fin de saison, les parcelles ayant une culture de couverture de vesce velue et de seigle (traitements #8 à 10) ont un recouvrement de mauvaises herbes plus faible que celles ayant de la vesce velue pure (traitements #5 à 7). Il n'y a pas d'effet des dates de semis de la vesce velue sur le recouvrement des mauvaises herbes. En fin de saison, seuls les semis hâtifs des cultures de couverture de vesce velue avec le seigle ont réduit le recouvrement des mauvaises herbes (traitements #8 et 9). Il est à noter que ce sont les deux seuls traitements qui ont procuré une biomasse sèche supérieure à 7000 kg m.s./ha avant le roulage. La biomasse sèche totale des mauvaises herbes (DA et GA) est aussi plus faible lorsque le paillis est composé de vesce velue et de seigle (traitement #8 à 10) comparativement à de la vesce velue pure. La biomasse sèche des dicotylédones annuelles (DA) est plus élevée pour un semis hâtif comparativement à un semis tardif de vesce velue. Ça pourrait s'expliquer par le fait que la vesce velue est demeurée verte plus longtemps suite à un semis tardif.

Un retard de croissance du maïs sucré a été observé dans les parcelles de vesce velue et de seigle comparativement à de vesce velue pure (Tableau 18). Un retard de croissance a aussi été observé pour les semis de vesce velue implantés un an auparavant (traitements #3 et 4). Cependant ce retard de croissance n'est pas dû à la vesce velue, puisque l'enherbement était comparable aux parcelles enherbées. Cette même observation est valable pour les données de hauteur et de biomasse sèche aérienne des plants de maïs sucré. La hauteur des plants de maïs sucré est significativement plus petite dans les parcelles de vesce velue et de seigle (traitements #8 à 10) comparativement aux parcelles de vesce velue pure (traitements #5 à 7). La compétition exercée par les cultures de couverture sur le maïs sucré a retardé sa croissance et son développement par rapport au semis de maïs sucré sans culture de couverture (traitement #1). Pour cette raison, le rendement des épis n'a pas pu être déterminé. À la place, la biomasse sèche aérienne des plants de maïs sucré a été mesurée. Il n'y avait pas de différence significative de biomasse sèche aérienne des plants de maïs sucré entre le témoin désherbé et le semis hâtif de vesce velue (traitement #5).

Tableau 17. Recouvrement et biomasse sèche des mauvaises herbes pour les cultures de couverture de vesce velue pure ou en mélange avec le seigle d'automne.

No.	Traitement	Recouvrement des MH (%)					Biomasse sèche g/m ²			
		SAS ¹					9 SAS			
		0	3	5	9	12	DA	GA	Total	
1	Blé panifiable au printemps 2009 (Désherbé en 2010)	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
2	Blé panifiable au printemps 2009 (Enherbé en 2010)	0	53	79	84	85	343,7	354,6	698,3	
3	Vesce velue au printemps 2009	56	74	76	79	89	333,2	86,2	480,0	
4	Blé panifiable + vesce velue au printemps 2009	17	48	58	63	68	222,2	230,8	497,2	
5	Vesce velue le 17 août 2009	1	23	63	63	63	117,0	457,8	574,8	
6	Vesce velue le 1 septembre 2009	2	24	56	59	63	28,2	345,0	373,2	
7	Vesce velue le 11 septembre 2009	1	21	53	54	58	18,5	231,4	249,9	
8	Vesce velue + seigle d'automne le 17 août 2009	0	4	23	23	23	5,4	109,9	115,3	
9	Vesce velue + seigle d'automne le 1 septembre 2009	0	6	29	30	30	18,1	60,1	78,2	
10	Vesce velue + seigle d'automne le 11 septembre 2009	0	10	39	45	50	11,9	55,0	66,9	
		LSD (0,05)	11	16	15	14	16	172,7	244,2	304,0

¹ SAS = semaines après semis

DA = dicotylédones annuelles dont principalement l'amarante à racine rouge, le chénopode blanc, la petite herbe à poux, la moutarde des champs et la renouée liseron; GA = graminées annuelles dont principalement le panic capillaire, le pied-de-coq, la sétaire jaune et la sétaire verte et DV = dicotylédones vivaces dont principalement le pisseinlit et le plantain majeur.

Tableau 18. Évaluation du retard de croissance, de la hauteur et de la biomasse sèche des plants de maïs sucré pour les cultures de couverture de vesce velue pure et en mélange avec le seigle d'automne.

No.	Traitement	Retard de croissance du maïs sucré (%)		Hauteur moyenne du maïs-sucré (cm)		Biomasse sèche d'un plant de maïs sucré (g)
		5 SAS ¹	9 SAS	5 SAS	9 SAS	12 SAS
1	Blé panifiable au printemps 2009 (Désherbé en 2010)	0	0	46,9	175,0	114,0
2	Blé panifiable au printemps 2009 (Enherbé en 2010)	0	15	44,4	138,8	46,6
3	Vesce velue au printemps 2009	56	65	24,0	71,3	21,7
4	Blé panifiable + vesce velue au printemps 2009	49	45	25,3	83,4	39,3
5	Vesce velue le 17 août 2009	14	15	37,8	142,5	86,5
6	Vesce velue le 1 septembre 2009	17	20	34,6	111,3	75,8
7	Vesce velue le 11 septembre 2009	31	24	32,8	124,8	59,6
8	Vesce velue + seigle d'automne le 17 août 2009	74	54	17,4	56,9	47,7
9	Vesce velue + seigle d'automne le 1 septembre 2009	71	53	17,4	56,9	42,1
10	Vesce velue + seigle d'automne le 11 septembre 2009	58	63	21,8	69,4	42,2
		LSD (0,05)	16	26	6	34,4
						27,4

¹ SAS = semaine après semis

LES BIENS LIVRÉS

Une journée de démonstration au champ sur le projet a été organisée par le Club Consersol Vert Cher et s'est tenue le 5 août 2008 à la Ferme Rive Nord (Annexe 1). Les participants à cette journée d'activité ont pu prendre connaissance sur le terrain des résultats du volet B. Les résultats obtenus ont aussi été présentés le 26 février 2009, lors de la journée d'hiver du Club Consersol Vert Cher (Annexe 2). Les résultats ont aussi été présentés le 31 mars 2010 à New Mexico State University (Annexe 3). Une partie des résultats a été présentée le 26 janvier 2011 lors de la journée organisée par Agri-Vision à St-Hyacinthe (Annexe 4).

En 2010, un rapport de recherche a été publié *Dans* : Leroux, G. D. et S. Buhler. 2010. Essais de répression des mauvaises herbes infestant les principales cultures de la région de Québec-Saison 2009 (Annexe 5).

En 2011, un rapport de recherche a été publié *Dans* : Leroux, G. D. et S. Buhler. 2011. Essais de répression des mauvaises herbes infestant les principales cultures de la région de Québec-Saison 2010 (Annexe 6).

Une fiche synthèse à la fin de ce projet a été rédigée et remise au Programme de Soutien au Développement de l'Agriculture Biologique (Annexe 7).

DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Nous avons obtenu une excellente collaboration de la part de la Ferme Logi-Bio et de la Ferme Rive-Nord. Nous avons pu compter sur une excellente collaboration de la part du producteur Noël Robert et des agronomes-conseil du Club Consersol Vert Cher. La réalisation de ces trois volets s'est très bien déroulée. Cependant en 2009, le site choisi par le producteur pour l'implantation du seigle d'automne était fortement infesté de vesce jageau, une mauvaise herbe vivace. La compétition de la vesce jageau a entraîné de plus faibles rendements de soya comparativement à ceux obtenus en 2008. Selon la littérature, les cultures de couverture n'ont aucune efficacité pour maîtriser les mauvaises herbes vivaces.

À l'hiver 2009, une mauvaise survie du seigle d'automne et de vesce velue a été constatée, causant la destruction et la perte des parcelles de recherche. Il faut souligner qu'il y a eu de la mortalité hivernale des céréales d'automne chez plusieurs producteurs de la région de Baie-du-Febvre. La deuxième année du volet A et la première année du volet C ont dû être abandonnées au printemps 2009 pour cette raison.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les trois volets du projet ont été réalisés tel que prévus et les résultats obtenus sont très encourageants et prometteurs. À la lumière de ces expériences, le seigle d'automne et la vesce velue sont des cultures de couverture qui permettent de maîtriser la majorité des mauvaises herbes annuelles. Il est cependant, important de contrôler les mauvaises herbes vivaces avant d'envisager la mise en place d'une culture

de couverture. Le rouleau crêpeur est un outil pratique et efficace pour la destruction des cultures de couverture de seigle d'automne et/ou de vesce velue.

La dose de semis du seigle d'automne peut influencer légèrement son potentiel de répression, mais la dose d'azote a peu d'influence. L'utilisation d'une culture de couverture de seigle d'automne réduit légèrement la croissance du soya et une diminution du rendement est à prévoir.

À la lumière du volet C, le contrôle des mauvaises herbes annuelles dans une culture de couverture de vesce velue pure n'est pas aussi efficace que si la vesce velue est mélangée avec du seigle d'automne. Cependant un semis de vesce velue mélangée avec le seigle cause un retard de croissance considérable du maïs sucré. Le retard de croissance est moindre lorsque le semis de vesce velue est pur. Peut-être que diminuer la dose de semis du seigle et augmenter la dose de semis de la vesce velue pourrait diminuer les effets négatifs du seigle sur le maïs sucré.

Le contrôle des mauvaises herbes est supérieur lorsque la vesce velue pure est semée tardivement comparativement à un semis hâtif. Par contre, un semis hâtif de vesce velue occasionne moins de retard de croissance au maïs sucré. L'implantation de la vesce velue au printemps en vue du contrôle des mauvaises herbes l'année suivante n'est pas souhaitable. La vesce velue s'épuise et ne procure pas un couvert dense au printemps suivant. Il faut cependant remarquer que ces conclusions ne sont basées que sur une année d'expérimentation. Certaines questions demeurent sans réponse, puisque la vesce velue est peu connue et peu implantée au Québec pour contrôler les mauvaises herbes.

G.D. Leroux, agronome
Professeur de malherbologie
Département de phytologie
Université Laval.

ANNEXE

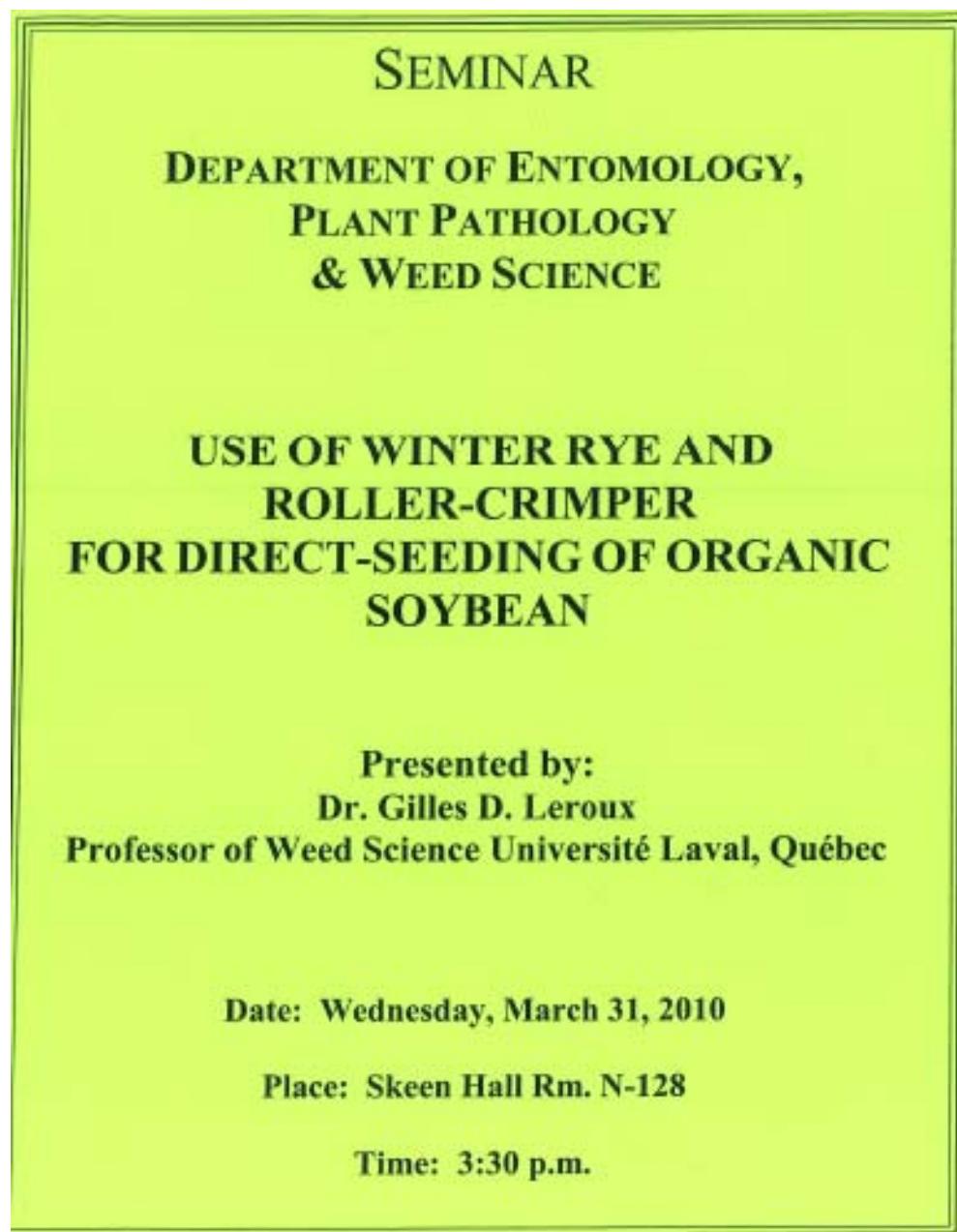
Annexe 1. Présentation des parcelles de recherche lors de la journée organisée par le Club Consersol Vert Cher



Annexe 2. Communication scientifique aux membres du Club Consersol Vert Cher

The poster features a background image of a field with tall, yellowish-green crops. Overlaid text in blue reads: "Utilisation du seigle d'automne et rouleau-crêpeur en semis direct du soya". Below this, in white text, is the author's information: "Gilles D. Leroux, agr.", "Professeur de malherbologie", "Département de phytologie", and the date "26 février 2009". In the bottom left corner is the Université Laval logo with the text "UNIVERSITÉ Laval". At the very bottom left is the copyright notice "© G.D. Leroux". The bottom right corner contains the email address "gilles.leroux@fsaa.ulaval.ca".

Annexe 3. Communication scientifique au département d'entomologie, phytopathologie et malherbologie de l'Université New Mexico State





Annexe 5. Rapport publié en janvier 2010 dans le cahier des essais 2009.

Évaluation du seigle d'automne et du rouleau-crêpeur dans un semis-direct de soya.

Site : St-Pie-de-Bagot, Ferme Rive Nord; **Culture :** Seigle d'automne 'Commun'; Soya ' Champion'; **Type de sol :** Loam Limoneux; **M.O. :** 4,1%; **pH :** 6,7; **Fertilisation :** À l'automne : 28 Mg/ha de lisier de porc et au printemps : sul-po-mag; **Date de semis :** Seigle : 11/09/07 et Soya:11/06/08 ; **Taux de semis :** Seigle : 82 kg/ha et Soya : 400 000 grains/ha; **Profondeur du semis :** Seigle : 2-3 cm et Soya : 5 cm; **Espacement entre les rangs :** Seigle : à la volée et Soya : 75 cm; **Dimension des parcelles :** 4,5 m (6 rangs de soya) x 20 m; **Dispositif expérimental :** blocs complets aléatoires; **Répétitions :** 4.

Date des travaux : Roulé au semis : 11/06/08; Fauché ou roulé à une feuille trifoliolée : 25/06/08

No.	Traitement	Pression des MH (%)		Répression des MH (0-100)					Biomasse du seigle avant le semis de soya kg m.s./ha	
		5-8	20-8	AMBEL	CHEAL	SONAS	ECHCG	SETFA		
		20-8	20-8	20-8	20-8	20-8	20-8	20-8		
1	Seigle d'aut. roulé à la floraison et semis simultané	0	5	99	99	98	98	96		
2	Seigle d'aut., semis de soya et fauché à 1 f. trifoliolée	0	2	99	99	99	99	98		
3	Seigle d'aut., semis de soya et roulé à 1 f. trifoliolée	0	3	99	99	99	99	95		
4	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et laissé enherbé	31	34	0	0	0	0	0		
5	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et désherbé mécaniquement	0	0	100	100	100	100	100		
LSD (0,05)		9	9	1	1	1	1	5		
No.	Traitement	Hauteur moyenne du soya (cm)		Nombre moyen de nœuds/plant		Nombre moyen de gousses/nœud		Nombre total de gousses/plant		Rendement du soya (kg/ha)
		20-8		grains/gousse		grains/gousse		grains/plant		
		20-8	20-8	20-8	20-8	20-8	20-8	20-8	20-8	6-10
1	Seigle d'aut. roulé à la floraison et semis simultané	76	10	2	3	23	62	2678	16,5	76,0
2	Seigle d'aut., semis de soya et fauché à 1 f. trifoliolée	77	9	2	3	22	61	2509	17,2	76,0
3	Seigle d'aut., semis de soya et roulé à 1 f. trifoliolée	71	10	2	3	23	63	2478	17,1	76,3
4	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et laissé enherbé	99	10	2	3	19	52	2632	17,8	73,9
5	Témoin sans seigle, faux semis-semis de soya et désherbé mécaniquement	98	11	2	3	21	59	2862	18,9	75,6
LSD (0,05)		7	1	NS	NS	2	5	NS	NS	1,0

La biomasse sèche du seigle avant le semis au moment de passer le rouleau-crêpeur atteignait 6432 kg/ha. Le retard de croissance est plus élevé lorsque le soya est soit fauché ou roulé à une feuille comparativement aux autres traitements. Le retard de croissance se reflète par une diminution de la hauteur des plants de soya. La hauteur du soya est significativement plus élevée dans les parcelles sans seigle. Tout au long de la saison de croissance, la pression des mauvaises herbes est comparable dans les parcelles avec seigle par rapport aux parcelles sans seigle et désherbées mécaniquement. La répression de l'herbe-à-poux (AMBEL), du chénopode blanc (CHEAL), du laïteron rude (SONAS), du pied-de-coq (ECHCG) et de la sétaire géante (SETFA) est adéquate pour toutes les parcelles où le seigle est présent. Le retard de croissance observé au cours de la saison ne s'est pas traduit par des pertes de rendements. Pour les composantes du rendement, le nombre total de gousses par plant et le nombre total de grains par plant ne diffèrent pas entre les parcelles sans seigle et désherbées mécaniquement et les parcelles où le seigle est présent. Le poids spécifique des grains de soya est significativement plus faible pour les parcelles sans seigle et laissées enherbées. G.D. Leroux et S. Buhler, 2008. Département de phytologie, Université Laval, G1V 0A6. Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique (PSDAB).

Annexe 6. Rapport publié en janvier 2011 dans le cahier des essais 2010.

Évaluation de la vesce velue (*Vicia villosa*) et du seigle d'automne (*Secale cereale*) et du rouleau-crêpeur comme méthodes de désherbage dans la production biologique du maïs sucré en semis direct.

Site : Baie du Febvre, Ferme Logi-bio; **Culture :** Vesce velue 'commune'; Seigle d'automne 'Gauthier'; Maïs sucré biologique 'Accord'; **Type de sol :** Loam sableux; **M.O. :** 3%; **pH :** 6,8; **Fertilisation :** 866 kg/ha de 12-1-0 à la volée avant le semis et 400 kg/ha de 4-6-8 en bande au semis; **Date de semis :** Vesce velue et seigle : 17/08/09, 1/09/09, 11/09/09 et Maïs sucré : 9/06/10; **Dose de semis :** Vesce velue seule : 30 kg/ha et vesce velue avec seigle : 20 kg/ha; Seigle : 110 kg/ha et Maïs sucré : 93 000 grains/ha; **Profondeur du semis :** Vesce velue et seigle : 2-3 cm et Maïs sucré : 3 cm; **Espacement entre les rangs :** Vesce velue et seigle : 18 cm et Maïs sucré : 75 cm; **Dimension des parcelles :** 4,5 m (6 rangs de maïs sucré) x 10 m; **Dispositif expérimental :** blocs complets aléatoires; **Répétitions :** 4.

Travaux printemps 2009 : Culture : Blé panifiable 'Ac Barrie' et vesce velue; **Fertilisation :** 1500 kg/ha de 4-6-8 à la volée avant le semis; **Date de semis :** Blé panifiable et vesce velue: 30/05/09; **Dose de semis :** Blé : 150 kg/ha; **Profondeur du semis :** Vesce velue et blé : 2-3 cm; **Espacement entre les rangs :** Vesce velue et blé : 18 cm; **Date de récolte du blé :** 17/08/09; **Date de coupe de la vesce velue (trt #2 seulement) :** 01/09/09.

Date des travaux au printemps 2010 : Les parcelles des témoins désherbé et enherbé ont été rotocultées: 7/06/10; Rouleau crêpeur avant le semis : 9/06/10

No.	Traitement	Recouvrement des mauvaises herbes (%)					Densité des mauvaises herbes nbr/m ²		Biomasse sèche des mauvaises herbes g/m ²		
		9-6	1-7	15-7	12-8	1-9	DA 12-8	GA 12-8	DA 12-8	GA 12-8	Totale 12-8
1	Blé panifiable au printemps 2009 (Témoin désherbé en 2010)	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
2	Blé panifiable au printemps 2009 (Témoin enherbé en 2010)	0	53	79	84	85	107	244	343,7	354,6	698,3
3	Vesce velue au printemps 2009	56	74	76	79	89	60	45	333,2	146,8	480,0
4	Blé panifiable + vesce velue au printemps 2009	17	48	58	63	68	29	45	222,2	275,0	497,2
5	Vesce velue le 17 août 2009	1	23	63	63	63	22	176	117,0	457,8	574,8
6	Vesce velue le 1 septembre 2009	2	24	56	59	63	18	105	28,2	345,0	373,2
7	Vesce velue le 11 septembre 2009	1	21	53	54	58	10	101	18,5	231,4	249,9
8	Vesce velue + seigle d'automne le 17 août 2009	0	4	23	23	23	4	29	5,4	109,9	115,3
9	Vesce velue + seigle d'automne le 1 septembre 2009	0	6	29	30	30	6	40	18,1	60,1	78,2
10	Vesce velue + seigle d'automne le 11 septembre 2009	0	10	39	45	50	13	44	11,9	55,0	66,9
		LSD (0,05)	11	16	15	14	16	49	120	172,7	244,2
											304,0

No.	Traitement	Cultures de couverture						
		Biomasse sèche			Pourcentage du paillis encore vert (%)			
		Vesce kg/ha	Seigle kg/ha	Total kg/ha	9-6	1-7	15-7	12-8
1	Blé panifiable au printemps 2009 (Témoin désherbé en 2010)	-	-	-	-	-	-	-
2	Blé panifiable au printemps 2009 (Témoin enherbé en 2010)	-	-	-	-	-	-	-
3	Vesce velue au printemps 2009	475,8	-	475,8	4	1	0	
4	Blé panifiable + vesce velue au printemps 2009	663,9	-	663,9	25	18	5	
5	Vesce velue le 17 août 2009	4578,1	-	4578,1	25	16	1	
6	Vesce velue le 1 septembre 2009	4037,2	-	4037,2	38	18	3	
7	Vesce velue le 11 septembre 2009	3004,6	-	3004,6	61	17	0	
8	Vesce velue + seigle d'automne le 17 août 2009	1365,1	7646,5	9011,6	45	21	9	
9	Vesce velue + seigle d'automne le 1 septembre 2009	792,8	8861,4	9654,2	35	24	8	
10	Vesce velue + seigle d'automne le 11 septembre 2009	601,3	5606,8	6208,1	38	19	7	
		LSD (0,05)	1043,2	NS	2096	22	NS	5

No.	Traitement	Maïs sucré					
		Retard de croissance (%)		Hauteur moyenne (cm)		Biomasse sèche d'un plant (g)	
		15-7	12-8	15-7	12-8	1-9	
1	Blé panifiable au printemps 2009 (Témoin désherbé en 2010)	0	0	46,9	175,0	114,0	
2	Blé panifiable au printemps 2009 (Témoin enherbé en 2010)	0	15	44,4	138,8	46,6	
3	Vesce velue au printemps 2009	56	65	24,0	71,3	21,7	
4	Blé panifiable + vesce velue au printemps 2009	49	45	25,3	83,4	39,3	
5	Vesce velue le 17 août 2009	14	15	37,8	142,5	86,5	
6	Vesce velue le 1 septembre 2009	17	20	34,6	111,3	75,8	
7	Vesce velue le 11 septembre 2009	31	24	32,8	124,8	59,6	
8	Vesce velue + seigle d'automne le 17 août 2009	74	54	17,4	56,9	47,7	
9	Vesce velue + seigle d'automne le 1 septembre 2009	71	53	17,4	56,9	42,1	
10	Vesce velue + seigle d'automne le 11 septembre 2009	58	63	21,8	69,4	42,2	

Évaluation de la vesce velue (*Vicia villosa*) et du seigle d'automne (*Secale cereale*) et du rouleau-crêpeur comme méthodes de désherbage dans la production biologique du maïs sucré en semis direct. (suite)

DA=dicotylédones annuelles dont principalement l'amarante à racine rouge (AMARE), le chénopode blanc (CHEAL), la petite herbe à poux (AMBEL), la moutarde des champs (SINAR) et la renouée liseron (POLCO); GA = graminées annuelles dont principalement le panic capillaire (PANCA), le pied-de-coq (ECHCG), la sétaire jaune (SETLU) et la sétaire verte (SETVI).

Avant le passage du rouleau-crêpeur et le semis direct du maïs sucré, le recouvrement des mauvaises herbes était très élevé dans les parcelles où la vesce velue avait été établie au printemps 2009 (trts #3 et 4). Trois semaines après le semis de maïs sucré, le recouvrement des mauvaises herbes où la vesce velue avait été établie au printemps 2009 (trts #3 et 4) ne diffère pas de celui du témoin enherbé (trt #2). En fin de saison, les parcelles avec un paillis de vesce velue et de seigle (trts #8, 9 et 10) ont un recouvrement des mauvaises herbes plus faible que celles avec un paillis de vesce velue pure (trts #5, 6 et 7). En fin de saison, le recouvrement des mauvaises herbes ne diffère pas significativement selon la date de semis de la vesce velue pure (trts #5, 6 et 7). Le recouvrement des mauvaises herbes est légèrement plus élevé lorsque la date de semis du seigle et de vesce velue est tardive (trt #10) comparativement aux dates plus hâties (trts #8 et 9). La densité des dicotylédones annuelles (DA) et des graminées annuelles (GA) est supérieure dans les parcelles du témoin enherbé comparativement aux autres traitements. Ceci indique que les différents paillis ont diminué la densité des dicotylédones et graminées annuelles. La biomasse sèche totale des mauvaises herbes (DA + GA) est plus faible pour les parcelles avec un paillis composé de vesce velue et de seigle (trts #8, 9 et 10) comparativement aux autres traitements (trts #1 à 7).

La biomasse sèche de vesce velue avant sa destruction avec le rouleur-crêpeur est plus élevée lorsque la vesce est semée hâtivement (17 août) comparativement à un semis plus tardif (11 septembre). De plus, la biomasse de la vesce velue est significativement inférieure lorsque celle-ci est implantée avec le seigle d'automne (trts #8 à 10) comparativement à un semis pur de vesce velue (trts #5 à 7). La biomasse de vesce velue est très faible lorsque la vesce est implantée un an avant le roulage (trts #3 et 4) comparativement à un semis pur de vesce velue (trts #5 à 7) fait à l'automne. La survie de la vesce velue après sa destruction avec le rouleur-crêpeur a été mesurée. La proportion de vesce velue demeurée verte suites au roulage est plus élevée à trois semaines après sa destruction comparativement à celle à la fin de saison. Plus de vesce velue est demeurée verte après le passage du rouleau lorsque la vesce est établie tardivement (trt #7) comparativement au semis hâtif (trt #5). En fin de saison, la proportion de paillis encore vert est plus élevée dans les parcelles de vesce velue et de seigle (trts #8 à 10) comparativement aux autres traitements (trts #3 à 7).

Un retard de croissance du maïs sucré est observé lorsqu'un paillis de vesce velue et de seigle est implanté comparativement à un paillis pur de vesce velue. Un retard de croissance est aussi observé pour les traitements de vesce velue implantée un an auparavant (trts #3 et 4), cependant ce retard de croissance n'est pas dû à la vesce velue mais plutôt à une forte pression des mauvaises herbes dans ces parcelles. Cette même observation est valable pour les données de hauteur et de biomasse des plants de maïs sucré. La hauteur des plants de maïs sucré est significativement plus petite dans les parcelles de vesce velue et de seigle (trts #8 à 10) comparativement aux parcelles de vesce velue pure (trts #5 à 7). Mathieu Proulx, G.D. Leroux et S. Buhler, 2010. Département de phytologie, Université Laval, G1V 0A6. Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique (PSDAB).

Annexe 7. Fiche synthèse produite et remise au Programme de Soutien au Développement de l’Agriculture Biologique

L’évaluation des cultures de couverture de vesce velue et de seigle d’automne et du rouleau crêpeur comme méthodes de désherbage dans la production biologique

G.D. Leroux¹, Mathieu Proulx¹ et S. Buhler¹

Durée : 09/2007-17/2010

Faits saillants

Les mauvaises herbes sont un problème continual et prioritaire en agriculture biologique. Les cultures de couverture ensemencées à l’automne contrôlent les mauvaises herbes. Le rouleau crêpeur est l’outil qui a été développé pour détruire les cultures de couverture au printemps en vue de produire un paillis à la surface du sol. Le seigle d’automne et la vesce velue sont deux cultures de couverture très prometteuses au Québec. À l’été 2008, l’utilisation de seigle d’automne comme culture de couverture a réduit de 80% la biomasse sèche des dicotylédones annuelles par rapport aux parcelles enherbées sans seigle dans une culture de soya. En 2010, ce même résultat a été obtenu avec une culture de couverture composée de vesce velue pure ou en mélange avec le seigle d’automne.

Objectifs et méthodologie

Cette étude avait pour but d’évaluer les cultures de couverture de vesce velue et de seigle d’automne en vue de produire un paillis abondant, uniforme et efficace pour contrôler les mauvaises herbes dans un semis-direct de soya et de maïs sucré. Le projet incluait trois volets. Le volet A était d’étudier l’influence combinée de trois doses de semis de seigle (70, 110 et 150 kg/ha) et de trois doses de fumier de poulet (0, 30 et 60 kg N/ha) sur la biomasse du paillis de seigle d’automne, sur la maîtrise des mauvaises herbes et le rendement du soya. Le volet B était d’étudier des stratégies de destruction du seigle d’automne en vue de produire du soya en semis-direct. Le volet C était d’évaluer la vesce velue combinée ou non avec le seigle d’automne en vue de produire du maïs sucré en semis-direct. Dans les trois volets, des parcelles témoins enherbées et désherbées sans culture de couverture ont été mises en place. Les volets A et C se sont déroulés à la ferme Logi-bio à Baie-du-Febvre, tandis que le volet B s’est réalisé à St-Pie-de-Bagot à la ferme Rive Nord. Tout au long du projet, la biomasse sèche des cultures de couverture, la réponse de la culture principale, le recouvrement et la biomasse sèche des mauvaises herbes ont été évalués. Tous les résultats ont été analysés à l’aide du logiciel SAS.

Résultats significatifs pour l’industrie

Volet A : À l’été 2008, les doses d’engrais et les doses de semis du seigle n’ont pas influencé la biomasse sèche du seigle au moment de sa destruction avec le rouleau crêpeur. Cependant, un retard de croissance du soya a été observé lorsque le soya est semé directement dans un paillis de seigle comparativement aux témoins sans seigle. Les doses de semis de seigle d’automne ont influencé le contrôle des mauvaises herbes. Celui-ci est supérieur pour la dose de semis de 110 kg/ha. La dose de 70 kg/ha est trop faible tandis que la dose 150 kg/ha était trop élevée pour permettre un bon tallage du seigle. Par rapport au témoin sans-seigle, le pourcentage de répression de l’amarante à racine rouge, du chénopode blanc et de la moutarde des champs est supérieur à 90%. De plus, la biomasse sèche des dicotylédones annuelles est réduite de 80% dans les parcelles avec seigle comparativement aux parcelles enherbées sans seigle. Les doses d’azote n’ont pas influencé le recouvrement et la biomasse de mauvaises herbes. Les rendements de soya ont été influencés par les doses d’azote et par les doses du semis du seigle d’automne. Les rendements étaient supérieurs dans les parcelles désherbées et sans seigle, intermédiaire dans les parcelles enherbées et sans seigle et moindres dans les parcelles avec seigle. Ce volet a été répété en 2008-2009 mais le seigle n’a pas survécu aux conditions climatiques difficiles de l’hiver 2008-2009.

¹ Département de phytologie, Université Laval, G1V 0A6