

**Compléments d'analyse économique à la recherche agronomique et agroenvironnementale
en grandes cultures
Projet IRDA N° 901072**

Rapport final

**Présenté à :
Réseau Innovagrains**

**Présenté par :
Luc Belzile, agronome, économiste, M.Sc.
Chercheur en économie de l'agroenvironnement**

**Hélène Grondines, agronome
Attachée de recherche en économie de l'agroenvironnement**

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

4 février 2015

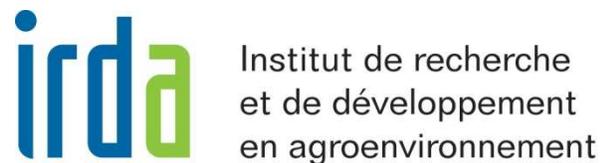


Table des matières

TABLE DES MATIERES	II
LISTE DES TABLEAUX	III
LISTE DES FIGURES	V
REMERCIEMENTS	I
INTRODUCTION	2
I. AMELIORER LA PRODUCTIVITE DES SOLS PAR LE SOUS-SOLAGE POUR REDUIRE LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (GASSER, 2015)	3
A. COMPLÉMENT ÉCONOMIQUE	3
B. OBJECTIFS	3
C. APPROCHE D'ANALYSE.....	3
D. RÉSULTATS	4
II. EFFET DES BANDES ALTERNEES SUR LA DYNAMIQUE DES INSECTES RAVAGEURS DU BLE ET DE LEURS ENNEMIS NATURELS SOUS REGIE BIOLOGIQUE (LUCAS ET AL., 2012)	8
A. COMPLÉMENT ÉCONOMIQUE	8
B. OBJECTIFS	8
C. APPROCHE D'ANALYSE.....	8
D. RÉSULTATS	9
III. ÉVALUATION DE FONGICIDES DANS LES CULTURES DE CEREALE A PAILLE EN STATIONS EXPERIMENTALES (RIOUX ET AL., 2012)	12
A. COMPLEMENT ECONOMIQUE	12
B. OBJECTIFS	12
C. APPROCHE D'ANALYSE.....	12
D. RÉSULTATS	13
IV. EFFET DES ENGRAIS VERTS ET DE LEUR PERIODE D'ENFOUISSEMENT SUR LA NUTRITION AZOTEE ET LES RENDEMENTS DU BLE (VERVILLE, 2014)	17
A. COMPLEMENT ECONOMIQUE	17
B. OBJECTIFS	17
C. APPROCHE D'ANALYSE.....	17
D. RÉSULTATS	18
V. RAY-GRASS INTERCALAIRE : ESSAI DE VARIETES ET DE SEMIS A DIFFERENTS STADES DU MAÏS FOURRAGER (BREUNE ET AL., 2013)	21
A. COMPLEMENT ECONOMIQUE	21
B. OBJECTIFS	21
C. APPROCHE D'ANALYSE.....	21
D. RÉSULTATS	22
DISCUSSION ET CONCLUSION	24
REFERENCES	28
VI. ANNEXE 1	30
VII. ANNEXE 2	32
VIII. ANNEXE 3	44
IX. ANNEXE 4	55
X. ANNEXE 5	68

Liste des tableaux

Tableau I.1 Coûts du sous-solage pour sept sites d'essai au Québec en 2013	6
Tableau I.2 Gains de rendement à obtenir selon deux types de rotation de cultures	7
Tableau II.1. Marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans les cultures de blé d'alimentation humaine, de maïs-grain et de soya pour 2007 à 2010	10
Tableau III.1. Modulation des prix des céréales en fonction de la teneur en DON.....	13
Tableau III.2. Marge sur coûts variables pour l'avoine (cv.Robust).....	14
Tableau III.3. Marge sur coûts variables pour le blé d'alimentation humaine (cv. Orléans).....	15
Tableau III.4. Marge sur coûts variables pour l'orge (cv.Païdia)	16
Tableau V.1. Coûts d'implantation du ray-grass intercalaire selon trois façons	23
Tableau V.2. Impact de la variation du prix de la semence sur le coût d'implantation du ray-grass en intercalaire	23
Tableau VI.1. Donnée de référence servant au calcul de sous-solage sur sept sites d'essai au Québec en 2013.....	30
Tableau VI.2. Analyse de sensibilité - Gains de rendement à obtenir selon différents coûts du sous-solage pour deux séquences de rotation.	31
Tableau VII.1. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de maïs-grain en 2007	32
Tableau VII.2. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de soya en 2007	33
Tableau VII.3. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture du blé d'alimentation humaine en 2007	34
Tableau VII.4. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de maïs-grain en 2008	35
Tableau VII.5. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de soya en 2008	36
Tableau VII.6. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture du blé d'alimentation humaine en 2008	37
Tableau VII.7. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de maïs-grain en 2009	38
Tableau VII.8. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de soya en 2009	39
Tableau VII.9. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture du blé d'alimentation humaine en 2009	40
Tableau VII.10. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de maïs-grain en 2010	41
Tableau VII.11. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de soya en 2010	42
Tableau VII.12. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture du blé d'alimentation humaine en 2010	43
Tableau VIII.1. Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Folicur.....	44
Tableau VIII.2 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Headline	44

Tableau VIII.3 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Pivot	45
Tableau VIII.4 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Proline	45
Tableau VIII.5 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Prosaro	46
Tableau VIII.6 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Quilt.....	46
Tableau VIII.7 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Stratego.....	47
Tableau VIII.8 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Folicur	47
Tableau VIII.9 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Headline.....	48
Tableau VIII.10 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Pivot.....	48
Tableau VIII.11 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Proline.....	49
Tableau VIII.12 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Prosaro	49
Tableau VIII.13 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Quilt.....	50
Tableau VIII.14 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Stratego	50
Tableau VIII.15 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Folicur	51
Tableau VIII.16 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Headline.....	51
Tableau VIII.17 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Pivot.....	52
Tableau VIII.18 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Proline.....	52
Tableau VIII.19 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Prosaro	53
Tableau VIII.20 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Quilt	53
Tableau VIII.21. Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Stratego	54
Tableau IX.1. Coûts d'utilisation d'engrais verts au site de St-Augustin-de-Desmaures, année 2013	55
Tableau IX.2 Coûts d'utilisation d'engrais verts au site de Normandin, année 2013.....	57
Tableau IX.3. Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert d'avoine – Site de St-Augustin-de-Desmaures	58
Tableau IX.4 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de moutarde blanche – Site St-Augustin-de-Desmaures.....	59
Tableau IX.5 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de pois fourrager – Site de St-Augustin-de-Desmaures	60

Tableau IX.6 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de radis huileux – Site de St-Augustin-de-Desmaures	61
Tableau IX.7 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de trèfle rouge et le trèfle blanc – Site de St-Augustin-de-Desmaures.....	62
Tableau IX.8 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert d'avoine – Site de Normandin	63
Tableau IX.9 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de moutarde blanche – Site de Normandin	64
Tableau IX.10 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de pois fourrager – Site de Normandin.....	65
Tableau IX.11 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de radis huileux – Site de Normandin.....	66
Tableau IX.12 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de trèfle rouge et de trèfle blanc – Site de Normandin	67
Tableau X.1. Coût d'un épandeur à haute précision comparativement à un épandeur à engrais minéral	68

Liste des figures

Figure II.I. <i>Land equivalent ratio</i> (LER) pondéré par les marges sur coûts variables	11
Figure IV.I. Marge sur coûts variables (MCV) de l'utilisation des EV au site de Saint-Augustin-de-Desmaures.....	19
Figure IV.II. Marge sur coûts variables (MCV) de l'utilisation des EV au site de Normandin.....	19
Figure V.I. Gain de rendement à obtenir pour diverses cultures après une protection du sol avec le ray-grass	24

Remerciements

Nous tenons à remercier le réseau Innovagrains pour le financement attribué à ce projet. Nous souhaitons aussi souligner la contribution de certaines personnes en particulier dont :

Stéphanie Durand, agronome
Conseillère en agroenvironnement
Club agroenvironnemental de l'Estrie

Marc-Olivier Gasser, agronome, Ph.D.
Chercheur en conservation des sols et de l'eau
IRDA

Geneviève Labrie, biologiste, Ph.D.
Chercheuse en entomologie des grandes cultures
Centre de recherche sur les grains CÉROM

Sylvie Rioux, agronome, Ph.D.
Chercheur en phytopathologie des grains
Centre de recherche sur les grains CÉROM

Anne Vanasse, agronome, Ph.D.
Professeure titulaire
Université Laval

Enfin, les projets de recherche ayant fait l'objet de la présente analyse économique avaient initialement reçu l'aide financière des contributeurs suivants.

Améliorer la productivité des sols par le sous-solage pour réduire les émissions de gaz à effet de serre :

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec;

Effet des bandes alternées sur la dynamique des insectes ravageurs du blé et de leurs ennemis naturels sous régie biologique :

- Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec;
- Université du Québec à Montréal;
- Club BioAction;

Évaluation de fongicides dans les cultures de céréales à paille en stations expérimentales :

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec;
- Syndicat des producteurs de semences pedigree du Québec;
- Agriculture et Agroalimentaire Canada;
- Centre de recherche sur les grains CÉROM;
- Université Laval;

Effet des engrais verts et de leur période d'enfouissement sur la nutrition azotée et les rendements du blé :

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec;
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies;
- Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada;

Ray-grass intercalaire : essai de variétés et de semis à différents stades du maïs fourrager :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada;
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec;
- Union des producteurs agricoles.

Introduction

En 2012, le Réseau Innovagrains (nommé « Innovagrains » par la suite) a été mis en place grâce à une aide financière du Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies (FRQNT), dans le cadre du programme d'appui aux réseaux d'innovation. Cette initiative était une suite logique de la *Stratégie collective en recherche dans le secteur des grains au Québec*, laquelle misait sur de grands objectifs comme l'identification des besoins de recherche, le réseautage et la recherche multidisciplinaire ainsi que la diffusion et le transfert des résultats de la recherche.

Après avoir rassemblé plus d'une quarantaine de chercheurs au sein de son réseau, Innovagrains a mis en place une démarche de consultation visant à bien définir les priorités de recherche en grandes cultures au Québec. Dès juin 2012, ces priorités furent publiées et communiquées et on pouvait retrouver celles-ci regroupées par culture (céréales à paille, maïs-grain et plantes oléoprotéagineuses) en plus d'un certain groupe de priorités communes à toutes les cultures.

Parmi les priorités communes à toutes les productions, Innovagrains en retenait deux qui soulignaient la nécessité de considérer l'aspect économique des pratiques mises à l'essai. Ces deux priorités sont :

- Valider la performance technico-économique des différents essais, lorsque c'est approprié, en incluant la notion de seuil de rentabilité ;
- Développer des stratégies de fertilisation en incluant les éléments mineurs pour les cultures exigeantes en éléments nutritifs (ex. maïs et blé) en tenant compte des aspects économiques et environnementaux.

Afin de bien répondre à ces priorités de recherche, Innovagrains a lancé un appel d'offres en 2013 visant à « bonifier un projet de recherche récemment complété ou en cours avec l'ajout d'un volet technico-économique à ce projet ou, de développer un nouveau projet portant sur l'étude des aspects technico-économiques reliés aux thématiques du réseau Innovagrains. Le projet peut se réaliser dans l'un des trois secteurs de production (céréales, maïs et plantes oléoprotéagineuses) et toucher un ou plusieurs domaines de recherche tels que la régie des cultures (rotation, travail du sol, semis, fertilisation, etc.), la phytoprotection, la qualité des grains, l'alimentation animale ou la mise en marché. » C'est dans le cadre de cet appel de proposition que le présent projet a été rendu possible.

Les compléments d'analyse économique présentés dans les sections suivantes, à partir des résultats agronomiques de quatre projets initiaux, couvrent un large éventail de disciplines, soit autant la régie des cultures, la qualité des sols, la phytoprotection que l'entomologie. En plus d'informer les intervenants sur la faisabilité des pratiques mises à l'essai dans les projets initiaux, les compléments économiques visent à mettre en lumière des perspectives de recherche futures, grâce notamment à la réalisation d'analyses de sensibilité.

I. Améliorer la productivité des sols par le sous-solage pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (Gasser, 2015)

A. Complément économique

Détermination des rendements économiques optimaux pour les opérations de sous-solage en grandes cultures.

B. Objectifs

- i) Estimer les coûts associés aux opérations de sous-solage en grandes cultures;
- ii) Calculer les seuils de rentabilité du sous-solage selon différents scénarios de gain de productivité dans le temps (ex. : 1, 3, 5 ans).

C. Approche d'analyse

Les travaux de Gasser et al. (2012) démontraient une certaine variabilité dans l'établissement des coûts d'opération de sous-solage. Dans ce projet, le coût de sous-solage a d'abord été calculé selon les données réelles des sept sites d'essai (machinerie utilisée par le producteur, consommation de carburant, etc.). Ces premiers résultats ont ensuite été mis en parallèle avec les coûts à forfait des Références économiques du CRAAQ (2014). À partir de ces deux estimations, le gain de rendement nécessaire pour récupérer le coût de sous-solage a pu être calculé, ce qui constituait alors le seuil de rentabilité.

Aussi, ce calcul a fait l'objet d'une analyse de sensibilité en fonction des prix des grains et de la valeur du maïs-fourrager et ce, afin de vérifier comment le seuil de rentabilité varie en fonction de ces prix. Finalement, une analyse de type coûts-bénéfices a été menée afin de considérer le fait que le sous-solage n'est pas une opération récurrente à chaque année et dans ce contexte, comment pouvait être envisagée une récupération du coût de sous-solage si celui-ci est réparti sur trois ans, selon deux séquences de rotation différentes.

Hypothèses :

- Les prix de vente de l'avoine, du blé, de l'orge et du soya sont tels que parus dans le Quotidien du 7 octobre 2014 de la Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec (FPCCQ)¹. Ces prix sont les suivants : avoine = 200 \$/t; blé d'alimentation humaine = 250 \$/t; orge = 165 \$/t; soya = 400 \$/t.
- Le prix du maïs fourrager est une valeur attribuée sur la base du coût de production d'un hectare, à 35 % de matière sèche (30,90 \$/t).
- Le calcul de l'opération de sous-solage pour chaque entreprise est effectué à l'aide du calculateur élaboré à cette fin par Pelletier (2014) et ce, afin de refléter les coûts réels de chaque entreprise.

¹ <http://www.fpccq.qc.ca/>. Service d'information sur les marchés, Les Analyses, Le Quotidien édition du 7 octobre 2014, consulté le 7 octobre 2014.

- Diverses variables économiques sont utilisées dans les calculs et leurs valeurs sont les suivantes :
 - Taux d'intérêts = 3,72 % (CRAAQ, 2014b);
 - Inflation (salaire, machinerie et bâtiment) = 2,984 % (Statistiques Canada, 2014) ;
 - Inflation du carburant = 2,866 % (Statistiques Canada, 2014);
 - Coût actuel du carburant diesel = 1,00 \$/litre (CRAAQ, 2014b);
 - Coût actuel de la main-d'œuvre = 18,00 \$/h (CRAAQ, 2014b);
 - Coûts liés à la possession d'un bien = 2 % (CRAAQ, 2014b);
 - Durée de vie d'un tracteur = 10 années ;
 - Durée de vie d'un équipement = 10 années ;
 - Nombre d'heures travaillé par jour = 8 heures ;
- Certaines données ont été demandées aux entreprises afin de réaliser les calculs et de valider les données obtenues ; il s'agit du temps pour effectuer l'opération, la consommation de carburant, le modèle de la sous-soleuse, la distance entre les étançons, la marque et modèle du tracteur, la puissance et la présence de roues doubles.
- Dans la partie de l'analyse de type coûts-bénéfices :
 - Les prix de vente des grains retenus sont 200,00 \$/t pour le maïs-grain, 400,00 \$/t pour le soya et 250,00 \$/t pour le blé d'alimentation humaine.

D. Résultats

Tel que décrit précédemment, les coûts de sous-solage ont été calculés selon deux approches. Une première approche a consisté à estimer le coût de l'opération culturale en utilisant le calculateur de l'IRDA (Pelletier, 2014) tandis que dans l'autre approche, c'était plutôt les taux inscrits dans les *Références économiques* (RE) du CRAAQ qui étaient utilisés. Les résultats sont rapportés dans le Tableau I.1. Il peut être constaté en premier lieu que les résultats de coûts en utilisant le calculateur de l'IRDA sont généralement plus élevés qu'en utilisant les RE. Dans le premier cas, les coûts de sous-solage varient entre 112 \$/ha et 190 \$/ha, avec une moyenne de 136 \$/ha. En utilisant les RE, les coûts vont de 97 \$/ha à 126 \$/ha, avec une moyenne de 109 \$/ha. Plusieurs facteurs font varier le coût de sous-solage, dont principalement le type de sol, la sous-soleuse utilisée (nombre de dents), la force du tracteur et la profondeur de sous-solage. Tous ces détails sont inscrits à l'annexe 1. On peut constater à partir des résultats et des données de références que par exemple, le site 5 présente les coûts les plus élevés en raison, entre autres, de la profondeur de travail qui y était la plus grande. Toutefois, même en standardisant cette profondeur, comme c'est le cas dans les RE où une profondeur de 60 cm est utilisée systématiquement, le coût demeure plus élevé relativement aux autres sites parce que le tracteur beaucoup plus puissant y était utilisé. Évidemment, l'efficacité avec laquelle le sous-solage peut être fait est probablement meilleure en utilisant un tracteur plus puissant. Dans le contexte où le sous-solage doit parfois s'opérer dans une fenêtre de temps relativement étroite, ce facteur peut être très important. Or, cela comporte aussi des conséquences importantes sur les coûts et il y a certainement un équilibre à rechercher. Aussi, la disponibilité des tracteurs à la ferme est un facteur déterminant et même à un coût relativement élevé d'utiliser un tracteur très puissant, si celui-ci est déjà disponible à la ferme, il en coûte possiblement pas plus cher que le travail à forfait, en plus de la flexibilité que cela procure. Alors, sans rien enlever à l'utilité des RE du CRAAQ, où

une certaine standardisation est nécessaire afin de donner un bon premier aperçu du coût de sous-solage aux futurs utilisateurs de cette pratique, les résultats indiquent qu'il est probablement préférable de calculer le coût réel de chaque site.

Ce calcul est d'autant plus important quand, en plus de l'évaluation du coût de sous-solage, on cherche à connaître le seuil de rentabilité en termes de gain de rendement à obtenir dans l'année suivant le sous-solage afin de récupérer les coûts. Toujours dans le Tableau I.1, les gains de rendements à obtenir varient généralement entre 600 et 700 kg/ha dans le cas des céréales à paille et ils sont de 281 kg/ha pour le soya et près de 5 tonnes/ha pour le maïs fourrager. Certains de ces gains de rendement paraissent très élevés et en les comparant aux rendements obtenus dans les travaux de Gasser et al. (2015), seulement deux sites ont enregistré des rendements suffisants pour récupérer les coûts de sous-solage dès l'année suivante. Or, le sous-solage n'est pas une opération récurrente et il faut plutôt envisager une approche d'analyse de type coûts-bénéfices.

Tableau I.1 Coûts du sous-solage pour sept sites d'essai au Québec en 2013

	Données des entreprises							
	1	2	3	Sites 4	5	6	7	
Type de sol	Argile	Loam	Loam	Argile	Loam-argileux	Loam	Loam	
Sous-soleuse (nombre de dents)	5	3	3	4	3	3	8	
Tracteur (kW)	112	149	186	134	317	153	179	
Profondeur (cm)	36	50 à 71	66	60	71 à 74	43 à 56	50,8	
Rendement 2013	Orge	Blé	Avoine	Mais ensilage 100 % m.s.	Blé	Soya	Orge	
Rendement parcelles non sous-solées (NSS) en kg/ha	1 700	4 800	3 500	10 400	1 700	1 800	1 900	
Rendement parcelles sous-solées (SS) en kg/ha	2 100	4 700	4 200	10 700	2 900	1 900	2 200	
Différence de rendement (kg)	400	(100)	700	300	1 200	100	300	
Différence en pourcentage (%)	23,5	(2,1)	20,0	2,9	70,6	5,6	15,8	
Prix de vente des grains (\$/t)	165	250	200	30,90	250	400	165	
	Calculateur IRDA							
Coûts	Coûts							Moyenne
Sous-solage (\$/ha)	113,09	153,40	120,09	147,70	190,93	112,42	116,87	136,36
Total des dépenses (\$/ha)	113,09	153,40	120,09	147,70	190,93	112,42	116,87	
Gain de rendement à obtenir (kg/ha)	685	614	600	4 780	764	281	708	
	Données Références économiques du CRAAQ							
Coûts	Coûts							Moyenne
Sous-solage ^a (\$/ha)	122,35	97,97	97,97	124,00	125,66	97,97	96,72	108,95
Total des dépenses (\$/ha)	122,35	97,97	97,97	124,00	125,66	97,97	96,72	
Gain de rendement à obtenir (kg/ha)	742	392	490	4 013	503	245	586	

a. Le coût du sous-solage inclut une marge bénéficiaire de 15 % pour couvrir les coûts d'administration, la rémunération de la gestion, les coûts de déplacements et les bris accidentels.

Dans les Tableau I.2, les résultats de ce type d'analyse sont présentés. Le coût moyen de sous-solage qui est utilisé est de 136,36 \$/ha et l'hypothèse de récupération des coûts prévoit 50 % la première année, 30 % la deuxième année et 20 % la troisième année suivant le sous-solage. Aussi, les résultats sont présentés selon deux séquences différentes d'une même rotation. Les gains de rendement nécessaires sont alors plus atteignables, si l'on retient l'hypothèse que des rendements supplémentaires peuvent être obtenus pendant trois ans après le sous-solage. Ainsi, la première année, 341 kg/ha de plus de maïs-grain ou 273 kg/ha de plus de blé suffiraient pour récupérer 50 % du coût de sous-solage. Il peut aussi être constaté qu'en adoptant cette approche, les gains de rendement à obtenir dans les années 3 et 4 sont encore plus faibles en regard du rendement de base. Cependant, beaucoup dépendra de la réponse des cultures au sous-solage ou à la compaction. Par exemple, le soya semblerait moins affecté que les céréales par la compaction, donc peu de chance de voir une augmentation de rendement avec le sous-solage (Gasser, 2015).

Tableau I.2 Gains de rendement à obtenir selon deux types de rotation de cultures

	An 1	Année 2 50 %	Année 3 30 %	Année 4 20 %
Coût/bénéfices (\$/ha)	(136,36)	68,18	40,91	27,27
Rotation 1		Maïs-grain	Soya	Blé
Seuil de rentabilité (kg)		341	102	109
Rotation 2		Blé	Maïs-grain	Soya
Seuil de rentabilité (kg)		273	205	68

Les résultats présentés dans le Tableau I.2 confirment un élément de régie fort important, soit le moment dans la séquence de rotation où il est mieux de prévoir le sous-solage. Dans la mesure du possible, sur les entreprises où on produit du maïs-grain et des céréales à paille, il serait alors probablement préférable d'adopter le scénario de la rotation 1, où le sous-solage se ferait à la fin d'une année de céréales, laquelle serait suivie par du maïs-grain. Ce scénario est aussi favorable sur le plan opérationnel. Finalement, au Tableau VI.2 de l'annexe 1, d'autres résultats sont présentés en fonction d'une analyse de sensibilité autour de différents coûts de sous-solage. Ces résultats tendent vers la même conclusion, c'est-à-dire que dans la mesure du possible, les producteurs auraient avantage à « sous-soler » à la fin d'une année de céréales, qui serait suivie par du maïs-grain.

II. Effet des bandes alternées sur la dynamique des insectes ravageurs du blé et de leurs ennemis naturels sous régie biologique (Lucas et al., 2012)

A. Complément économique

Évaluation du seuil de rentabilité de l'implantation des bandes alternées en grandes cultures.

B. Objectifs

- i) Estimer les coûts d'implantation et de gestion des bandes alternées en grandes cultures;
- ii) Évaluer les gains de rendements requis pour assurer la rentabilité en fonction des coûts d'implantation et de gestion des bandes alternées en grandes cultures.

C. Approche d'analyse

L'approche d'analyse relative à ce projet se veut davantage exploratoire que dans les quatre autres projets. Il en est ainsi à cause d'une trop grande incertitude sur les hypothèses à poser dans l'exercice qui consiste à transposer les résultats expérimentaux au contexte de production. Cependant, sur la base d'hypothèse simple, mais incertaine, il a été possible de proposer un développement futur à la recherche sur les bandes alternées qui utiliserait le concept du *Land Equivalent Ratio* (LER) comme outil d'analyse.

Actuellement, le LER est pondéré en fonction des rendements agronomiques de chaque culture. Le complément économique consiste ici à proposer une version économique du LER, où le ratio est pondérée par les rendements économiques (ex. : marge bénéficiaire) plutôt qu'agronomiques. Cette approche peut permettre de valider l'ordre de performance de plusieurs traitements ou, du moins, de comparer ceux-ci autant sur la base de leur performance agronomique qu'économique.

Hypothèses :

- Le calcul des coûts de même que l'analyse se fonde sur une superficie totale de 18 ha.
- Pour le calcul des marges sur coûts variables (MCV), les rendements obtenus sur la ferme où ont eu lieu les essais sont ceux retenus.
- Les prix de vente des grains retenus avec ou sans compensation sont le prix du marché diffusé par la Financière agricole du Québec dans les documents (FADQ, 2014a, 2014b, 2014c)
- Concernant les semences, les prix utilisés sont les prix moyens des années 2007, 2008, 2009, 2010 (CRAAQ, 2009, 2011). Les quantités ont aussi été basées sur le CRAAQ (2005).
- Les opérations culturales retenues sont celles que l'entreprise pratique. Les coûts relatifs à ces opérations sont tels que dans CRAAQ (2012).
- Pour le séchage, l'entreposage et le transport au point de vente, la référence était à nouveau les *Références économiques* (CRAAQ, 2010a, 2010b, 2010c). Pour les années 2007, 2008 et 2009 le coût a été ajusté avec une inflation de 2% par année, mais à la baisse par rapport au coût de 2010.

- La contribution au plan conjoint est telle que diffusée sur le site de la FPCCQ, soit 2,10 \$/t².
- Pour l'assurance-récolte, les taux de base utilisés sont ceux pour une protection du système individuel et qui étaient en vigueur en 2007, 2008, 2009 et 2010 pour un nouvel assuré avec une couverture à 80 % des dommages.

D. Résultats

Dans ce projet, il n'a pas été possible de déterminer un seuil de rentabilité avec suffisamment de certitude. Aux fins de l'analyse économique, il eut été préférable d'utiliser des résultats agronomiques de plusieurs sites. De plus, au cours de l'évaluation, il a été reconnu que la technique des bandes alternées pouvait se réaliser en pratique avec de petits semoirs (quatre ou six rangs), soit un équipement qui n'est plus très courant sur les fermes en grandes cultures.

Cela dit, bien que l'analyse n'ait pas mené réellement au calcul d'un seuil de rentabilité, les MCV ont tout de même été calculées pour trois cultures, lors des quatre années d'essais. Les résultats sont présentés dans le Tableau II.1 et tous les détails des calculs se retrouvent à l'annexe 2. À partir de ces résultats de MCV, la suite de l'analyse a consisté à développer une version économique du LER. Mais avant de passer à cette étape, il est justifié d'examiner les résultats des MCV et en quoi ceux-ci ne permettent pas le calcul d'un seuil de rentabilité avec assez de certitude.

Il peut être constaté en premier lieu que les différences de MCV entre les traitements 180 m, 36 m et 18 m ne présentent pas beaucoup d'uniformité. Ces différences sont parfois positives et d'autres reprises négatives, en plus de varier passablement dans leur amplitude. Malgré cette variabilité, les bandes de 36 m ont présenté le plus souvent une perspective de rentabilité, soit lors de trois années sur quatre. Ce résultat indique que la bande de 36 m aurait donc probablement le meilleur potentiel quant à la performance économique. Il faut souligner cependant que pour les résultats de l'année 2007, il est raisonnable de penser que le temps d'installer les bandes alternées et de roder la pratique peut avoir eu un impact à la baisse sur les rendements dans les bandes de 18 m et de 36 m, comparativement au bloc 180 m.

Au regard du LER économique, les résultats sont présentés dans la Figure II.1. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, en plus d'être comparés aux LER agronomiques calculés dans le cadre des travaux de Lucas et al. (2012). Cette portion de l'analyse est davantage présentée à des fins exploratoires et pour de futurs travaux. En effet, dans un contexte d'un plus grand nombre d'observations, il serait intéressant de renouveler cette approche.

Dans le cas présent, les LER économiques sont passablement différents des LER agronomiques. Dans le cas des LER agronomiques, les bandes de 18 m obtenaient toujours la meilleure performance. Or, lorsque les LER sont pondérés par les MCV de chaque traitement, la bande de 18 m offrait le meilleur résultat seulement en 2009. De plus, sous l'angle des LER économiques, il n'y a pas réellement de tendance nette en faveur d'un traitement par rapport aux autres, alors qu'aucun traitement ne termine au premier rang pour une majorité d'années.

² <http://www.fpccq.gc.ca/la-federation/plan-conjoint.aspx>, consulté le 7 octobre 2014.

Il y a deux principales raisons pourquoi les résultats des LER économiques sont aussi variables, qu'aucune tendance ne se dégage et qu'ils sont différents des LER agronomiques. En premier lieu, les variations de coûts, surtout ceux de la mise en marché qui sont en lien avec le volume produit, viennent affecter la pondération par les MCV et rendent cette pondération différente que lorsqu'elle est faite avec les rendements agronomiques. Deuxièmement, il se produit aussi ce qui pourrait être qualifié de « jeu des proportions », à la fois transversalement que longitudinalement quand on se réfère au Tableau II.1. Par exemple, si l'on examine les données du bloc comparativement à la bande de 36 m, en 2007 pour le maïs-grain et le blé, les proportions transversalement sont de 2,11 (1 262/597) sur les MCV et de 2,77 (9,55/3,45) sur les rendements. Longitudinalement, en utilisant seulement les données relatives au maïs-grain en 2007, le rapport est de 1,40 sur les MCV (1 262/898) et de 1,31 sur les rendements (9,55/7,28). Tous ces « jeux de proportion » viennent changer la pondération par les MCV dans les LER économique.

Tableau II.1. Marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans les cultures de blé d'alimentation humaine, de maïs-grain et de soya pour 2007 à 2010

		Grands blocs 180 m	Bandes alternées 18 m	Bandes alternées 36 m
2007	Marge sur coûts variables			
	Maïs-grain (\$/ha)	1 262	1 166	898
	Soya (\$/ha)	673	544	579
	Blé d'alimentation humaine (\$/ha)	597	209	379
	Total marge sur coûts variables (\$/ha)	2 532	1 919	1 856
	Différence par rapport au bloc 180 m (\$/ha)	0	(613)	(676)
2008	Marge sur coûts variables			
	Maïs-grain (\$/ha)	1 073	1 033	914
	Soya (\$/ha)	969	1 014	1 218
	Blé d'alimentation humaine (\$/ha)	746	623	743
	Total des marges sur coûts variables (\$/ha)	2 788	2 670	2 875
	Différence par rapport au bloc 180 m (\$/ha)	0	(118)	87
2009	Marge sur coûts variables			
	Maïs-grain (\$/ha)	660	801	792
	Soya (\$/ha)	842	838	806
	Blé d'alimentation humaine (\$/ha)	570	680	642
	Total des marges sur coûts variables (\$/ha)	2 072	2 319	2 240
	Différence avec bloc 180 m (\$/ha)	0	247	168
2010	Marge sur coûts variables			
	Maïs-grain (\$/ha)	1 174	1 135	1 141
	Soya (\$/ha)	821	879	942
	Blé d'alimentation humaine (\$/ha)	510	432	489
	Total des marges sur coûts variables (\$/ha)	2 505	2 446	2 572
	Différence avec bloc 180 m (\$/ha)	0	(59)	67

Pour des travaux futurs, il pourrait être justifié de réfléchir à une approche d'analyse utilisant les deux concepts de LER. Par exemple, en 2009, la bande de 18 m était définitivement la plus performante sur les deux mesures de LER. Est-ce que ce traitement, à cette année précise, comportait des caractéristiques qu'il faudrait retenir et tenter de mettre en priorité ? C'est le genre de questions que peut amener le concept de LER économique.

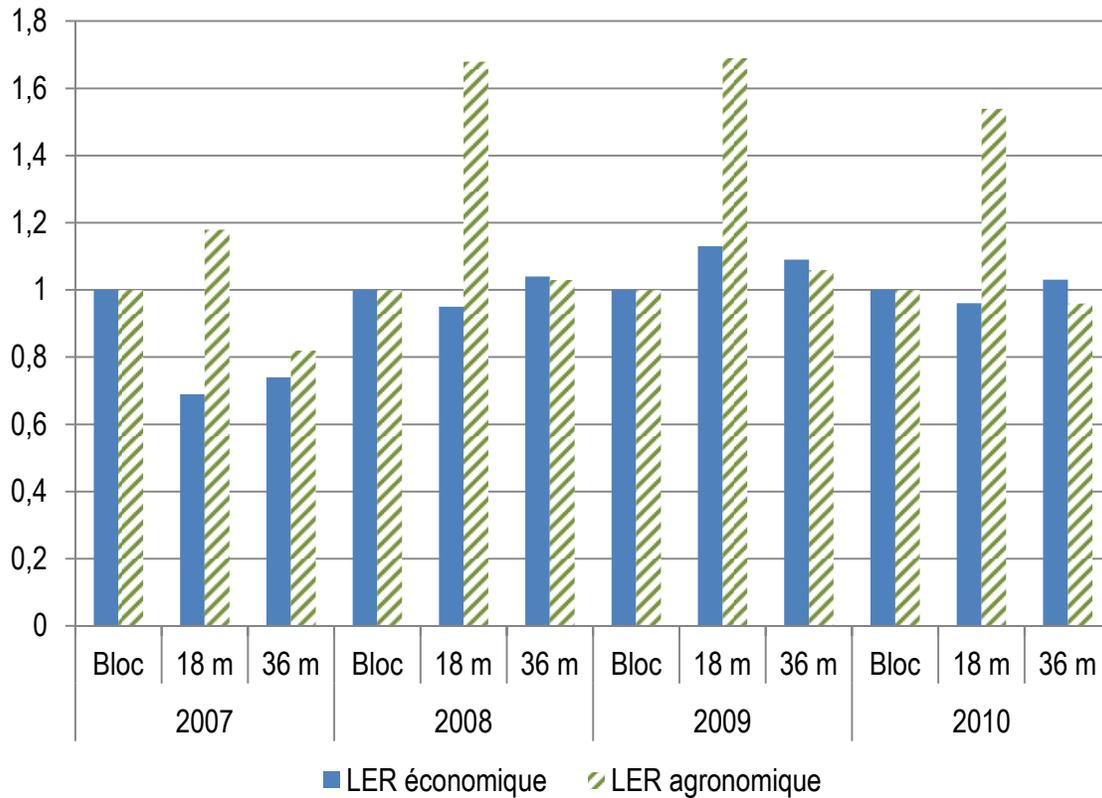


Figure II.I. Land equivalent ratio (LER) pondéré par les marges sur coûts variables

III. Évaluation de fongicides dans les cultures de céréale à paille en stations expérimentales (Rioux et al., 2012)

A. Complément économique

Impact économique de l'incidence de la fusariose et des moyens de lutte dans les céréales à paille

B. Objectifs

- i) Évaluer l'impact économique de l'incidence de la fusariose dans les céréales à paille en considérant, entre autres, les escomptes de prix dans différents contextes d'offre et de demande des grains.
- ii) Évaluer la rentabilité des différents traitements de fongicides selon les scénarios utilisés en a).

C. Approche d'analyse

Dans ce projet, la première étape a consisté à calculer la marge sur coûts variables de sept différents traitements fongicides dans les cultures de blé d'alimentation humaine (cv. Orléans), d'orge (cv. Païdia) et d'avoine (cv. Robust). Du côté des coûts, ceux-ci ont été composés essentiellement de l'approvisionnement en fongicide et de l'opération de pulvérisation.

Enfin, dans ce projet, une analyse de sensibilité a été menée en faisant fluctuer les rendements de chaque céréale ainsi que leur prix.

Hypothèses

- Pour chaque céréale à paille, il y a eu une comparaison des rendements avec le témoin.
- Pour déterminer le revenu additionnel selon l'utilisation d'un fongicide, le prix obtenu fut basé sur la teneur en DON des grains, soit selon qu'elle se situait à plus ou moins 2 parties par million (ppm).
- À partir de données de prix moyen pondéré annuel de la FADQ et de l'historique des prix du marché utilisé pour le programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA), le prix du grain « toxique » (\geq 2 ppm) et du grain « sain » ($<$ 2 ppm) a pu être établi.
- L'autre élément de revenu qui a été retenu est la compensation totale ajustée de 2011-2012 de la FADQ. Pour le blé d'alimentation humaine, elle se situait à 17,59 \$/t, alors qu'elle était plutôt de 0,83 \$/tonne dans le cas de l'orge et de 87,88 \$/tonne dans celui de l'avoine.
- Au niveau des fongicides, le prix utilisé est tiré du CRAAQ (2014c), sauf pour le fongicide PIVOT 418 où la référence de prix a été obtenue en communiquant avec quelques fournisseurs pendant l'été 2014 et ajusté de 3 % pour considérer l'inflation entre 2013 et 2014.
- Le prix de l'opération culturale est tiré du CRAAQ (2014b).
- Le coût du plan conjoint est celui publié sur le site de la FPCCQ.

- La quantité pour chaque fongicide est la même que celle utilisée lors de l'expérience de Rioux et al. 2012.

D. Résultats

Les MCV ont été calculées pour l'utilisation de chacun des fongicides, dans chacune des trois céréales à paille et en fonction des teneurs en désoxynivalénol (DON), une toxine réglementée dans les céréales au Canada et qui peut engendrer des escomptes de prix en fonction de la concentration de cette toxine dans le grain. Ainsi, le prix utilisé pour calculer la MCV était modulé en fonction de ce facteur et la modulation est présentée au Tableau III.1. Les prix avant escompte sont représentatifs des moyennes de 2007-2008 à 2011-2012. L'ensemble des résultats de MCV sont ensuite présentés dans les tableaux III.2 à III.4

Tableau III.1. Modulation des prix des céréales en fonction de la teneur en DON

Teneur en DON	Avoine	Blé d'alimentation humaine	Orge
< 2 ppm	175 \$/t	285 \$/t	175 \$/t
> 2 ppm	100 \$/t	215 \$/t	145 \$/t

Dans le cas de l'avoine, les rendements obtenus avec tous les fongicides étaient aussi meilleurs que le rendement du témoin. Cependant, aucun des traitements n'avaient permis de réduire le niveau de DON sous la barre des 2,00 ppm. Dans ce contexte, les revenus enregistrés avoisinaient 70,00 \$/ha dans le meilleur des cas (Proline). Or, puisque les fongicides n'avaient pas permis de réduire le niveau de DON sous le niveau de 2,00 ppm, les MCV sont parfois négatives (Folicur et Proline), parfois faiblement positive (Headline et Pivot) et enfin plus significativement positives à d'autres occasions (Prosaro, Quilt et Stratego). Cela étant, il faut cependant souligner que le cultivar utilisé était vraiment beaucoup plus sensible à la fusariose que les autres sur le marché et de plus, aucun des fongicides testés n'étaient homologués contre la fusariose dans l'avoine. Au regard du blé d'alimentation humaine, les rendements obtenus avec les traitements fongicides ont tous été supérieurs au rendement du témoin. Cependant, un seul des traitements a permis de maintenir le niveau de DON au-dessous du seuil de 2,00 ppm, soit le Prosaro. Dans le cas du Proline, le niveau de DON étant si près du seuil acceptable, l'hypothèse retenue a été celle qu'il n'y aurait pas d'escompte. L'impact sur les revenus est alors marquant alors que ces revenus sont parfois, dans le cas du Prosaro et du Proline, de plus de 100 \$/ha supérieurs aux revenus relatifs aux autres traitements. Les MCV qui découlent de ces deux traitements sont donc les deux meilleures. Cependant, il faut remarquer que la MCV relative au Proline est beaucoup plus faible que celle associée au Prosaro et ce, en raison du coût respectif de ces deux produits. Dans ce contexte et sur la base des résultats agronomiques et des hypothèses utilisées, le fongicide Prosaro semble offrir de meilleurs résultats pour protéger le rendement de blé contre les attaques de fusariose. Dans le cas de l'orge, un rendement supérieur était aussi associé à tous les traitements fongicides, comparativement au témoin. Mais tout comme dans l'avoine, aucun des traitements n'avaient fait chuter le niveau de DON sous 2,00 ppm. En conséquence, les revenus sont ici limités à environ 50,00 \$/ha (Proline et Prosaro) et les MCV sont négatives pour tous les traitements, sauf le Stratego. Concernant le Prosaro la MCV est pratiquement nulle.

Tableau III.2. Marge sur coûts variables pour l'avoine (cv.Robust)

			Témoin	Folicur	Headline	Pivot	Proline	Prosaro	Quilt	Stratego
Rendements (kg MS/ha)			3 376	3 686	3 701	3 569	3 745	3 701	3 628	3 678
DON (ppm)			4,20	3,50	5,00	4,30	3,00	3,20	4,30	4,30
Différence de rendement par rapport témoin (kg MS/ha)			0	310	325	193	369	325	252	302
Revenus additionnels										
	≤ 2 ppm	> 2 ppm								
Vente d'avoine (\$/ha)	175 \$/t	100 \$/t	0	31,00	32,50	19,30	36,90	32,50	25,20	30,20
Compensation totale ajustée (\$/ha)		87,88 \$/t	0	27,24	28,56	16,96	32,43	28,56	22,15	26,54
Total des revenus (\$/ha)			0	58,24	61,06	36,26	69,33	61,06	47,35	56,74
Coûts variables										
<i>Approvisionnement fongicides</i>										
FOLICUR EW (\$/ha)	0,500 L/ha	575,33 \$/ 4,73 L	0	60,82						
HEADLINE EC (\$/ha)	0,400 L/ha	786,98 \$/ 6,5 L	0		48,43					
PIVOT 418 EC (\$/ha)	0,300 L/ha	409,00 \$/ 4,8 L	0			25,56				
PROLINE 480 SC (\$/ha)	0,420 L/ha	1027,77 \$/ 5,1 L	0				84,64			
PROSARO 250 EC (\$/ha)	0,800 L/ha	372,22 \$/ 6,5 L	0					45,81		
QUILT (\$/ha)	0,750 L/ha	387,54 \$/ 10,13 L	0						28,69	
STRATEGO 250 EC (\$/ha)	0,500 L/ha	446,23 \$/ 8,1 L	0							27,55
<i>Opérations culturales</i>										
Pulvérisation de pesticides (\$/ha)	Nbre de fois									
	1	5,20 \$/ha	0	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20
<i>Autres coûts</i>										
Plan conjoint (\$/ha)		2,10 \$/t	0	0,65	0,68	0,41	0,77	0,68	0,53	0,63
Total des coûts variables (\$/ha)			0	66,67	54,31	31,17	90,61	51,69	34,42	33,38
Marge sur coûts variables (\$/ha)			0	(8,43)	6,75	5,09	(21,29)	9,37	12,92	23,36

Tableau III.3. Marge sur coûts variables pour le blé d'alimentation humaine (cv. Orléans)

			Témoin	Folicur	Headline	Pivot	Proline	Prosaro	Quilt	Stratego
Rendements (kg MS/ha)			2 885	3 367	3 267	3 098	3 403	3 415	3 196	3 113
DON (ppm)			3,70	2,60	3,80	3,80	2,10	1,90	4,30	3,50
Différence de rendement par rapport témoin (kg MS/ha)			0	482	382	213	518	530	311	228
Revenus additionnels										
	≤ 2 ppm	> 2 ppm								
Vente de blé d'alimentation humaine (\$/ha)	285 \$/t	215 \$/t	0	103,63	82,13	45,80	147,63 ³	151,05	66,87	49,02
Compensation totale ajustée (\$/ha)		17,59 \$/t	0	8,48	6,72	3,75	9,11	9,32	5,47	4,01
Total des revenus (\$/ha)			0	112,11	88,85	49,54	156,74	160,37	72,34	53,03
Coûts variables										
<i>Approvisionnement fongicides</i>										
FOLICUR EW (\$/ha)	0,500 L/ha	575,33 \$/ 4,73 L	0	60,82						
HEADLINE EC (\$/ha)	0,400 L/ha	786,98 \$/ 6,5 L	0		48,43					
PIVOT 418 EC (\$/ha)	0,300 L/ha	409,00 \$/ 4,8 L	0			25,56				
PROLINE 480 SC (\$/ha)	0,420 L/ha	1 027,77 \$/ 5,1 L	0				84,64			
PROSARO 250 EC (\$/ha)	0,800 L/ha	372,22 \$/ 6,5 L	0					45,81		
QUILT (\$/ha)	0,750 L/ha	387,54 \$/ 10,13 L	0						28,69	
STRATEGO 250 EC (\$/ha)	0,500 L/ha	446,23 \$/ 8,1 L	0							27,55
<i>Opérations culturales</i>										
	Nbre de fois									
Pulvérisation de pesticides (\$/ha)	1	5,20 \$/ha	0	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20
<i>Autres coûts</i>										
Plan conjoint (\$/ha)		2,10 \$/t	0	1,01	0,80	0,45	1,09	1,11	0,65	0,48
Total des coûts variables (\$/ha)			0	67,03	54,43	31,21	90,93	52,12	34,55	33,22
Marge sur coûts variables (\$/ha)			0	45,08	34,42	18,33	65,81	108,25	37,79	19,81

³ Comme le producteur n'est pas pénalisé, il aura 285 \$/tonne au lieu de 215 \$/tonne.

Tableau III.4. Marge sur coûts variables pour l'orge (cv.Paidia)

			Témoin	Folicur	Headline	Pivot	Proline	Prosaro	Quilt	Stratego
Rendements (kg MS/ha)			3 632	3 932	3 839	3 841	3 954	3 986	3 779	3 874
DON (ppm)			6,20	6,10	7,40	7,00	3,70	4,40	7,50	6,80
Différence de rendement par rapport témoin (kg MS/ha)			0	300	207	209	322	354	147	242
Revenus additionnels										
	≤ 2 ppm	> 2 ppm								
Vente d'orge (\$/ha)	175 \$/t	145 \$/t	0	43,50	30,02	30,31	46,69	51,33	21,32	35,09
Compensation totale ajustée (\$/ha)		0,83 \$/t	0	0,25	0,17	0,17	0,27	0,29	0,12	0,20
Total des revenus (\$/ha)			0	43,75	30,19	30,48	46,96	51,62	21,44	35,29
Coûts variables										
<i>Approvisionnement fongicides</i>										
FOLICUR EW (\$/ha)	0,500 L/ha	575,33 \$/4,73 L	0	60,82						
HEADLINE EC (\$/ha)	0,400 L/ha	786,98 \$/6,5 L	0		48,43					
PIVOT 418 EC (\$/ha)	0,300 L/ha	409,00 \$/4,8 L	0			25,56				
PROLINE 480 SC (\$/ha)	0,420 L/ha	1027,77 \$/5,1 L	0				84,64			
PROSARO 250 EC (\$/ha)	0,800 L/ha	372,22 \$/6,5 L	0					45,81		
QUILT (\$/ha)	0,750 L/ha	387,54 \$/10,13 L	0						28,69	
STRATEGO 250 EC (\$/ha)	0,500 L/ha	446,23 \$/8,1 L	0							27,55
<i>Opérations culturales</i>										
	Nbre de fois									
Pulvérisation de pesticides (\$/ha)	1	5,20 \$/ha	0	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20
<i>Autres coûts</i>										
Plan conjoint (\$/ha)		2,10 \$/t	0	0,63	0,43	0,44	0,68	0,74	0,31	0,51
Total des coûts variables (\$/ha)			0	66,65	54,06	31,20	90,52	51,76	34,20	33,25
Marge sur coûts variables (\$/ha)			0	(22,90)	(23,88)	(0,72)	(43,56)	(0,13)	(12,76)	2,04

Il faut souligner enfin que la rentabilité potentielle des traitements fongicides contre la fusariose du blé dépend de façon importante du niveau de prix du blé et de l'escompte de prix qui peut être anticipée par rapport à la teneur en DON une année donnée. À l'annexe 3, une série de tables de sensibilité est présentée et ce, en fonction de différents gains de rendements et de prix obtenus par le producteur. Si l'on prend pour exemple les traitements qui semblent les plus efficaces en général, soit Proline et Prosaro, on remarque dans les Tableau VIII.4 et Tableau VIII.5 que les points d'équilibre se situent dans le blé à des gains de rendement de 300 kg/ha au prix de 285 \$/tonne (Proline) et de 200 kg/ha au prix de 245 \$/tonne (Prosaro). Dans le cas de l'orge et pour les mêmes produits fongicides, aux Tableau VIII.11 et Tableau VIII.12, ces mêmes point d'équilibre sont à des gains de rendements de 500 kg/ha au prix de 190 \$/ha (Proline) et de 300 kg/ha au prix de 175 \$/tonne (Prosaro). Finalement pour l'avoine, les Tableau VIII.18 et Tableau VIII.19 montrent que ces mêmes seuils sont de 300 kg/ha de gain de rendement au prix de 220 \$/tonne (Proline) et de 200 kg/ha au prix de 175 \$/tonne (Prosaro).

IV. Effet des engrais verts et de leur période d'enfouissement sur la nutrition azotée et les rendements du blé (Verville, 2014)

A. Complément économique

Rentabilité de l'utilisation des engrais verts dans les cultures de blé et de maïs.

B. Objectifs

- i) Mesurer la rentabilité de l'utilisation de 5 types d'engrais verts (trèfle, radis huileux, pois fourrager, moutarde blanche et avoine) selon deux temps d'incorporation et en considérant le coût des intrants, des opérations culturales et le coût d'opportunité.
- ii) Établir des seuils de rentabilité par une analyse de sensibilité prévoyant différents prix d'intrants et des grains.

C. Approche d'analyse

Tout comme dans le projet sur les traitements fongicides contre la fusariose, celui sur les essais de différents engrais verts (EV) a consisté à évaluer la marge sur coût variable pour chacun de ces EV dans la culture du blé d'alimentation humaine (cv. Fuzion). Les traitements ont été mis à l'essai sur deux sites, soit Normandin et Saint-Augustin-de-Desmaures, et ils comptaient l'avoine (AV), la moutarde blanche (MB), le pois fourrager (PF), le radis huileux (RH) et le trèfle rouge et blanc (TR).

Au chapitre des coûts d'implantation des différents EV, les principaux postes étaient les approvisionnements (ex. : semence) en plus des opérations culturales. Certains coûts liés à la mise en marché, qui varient donc selon le volume récolté, ont aussi été pris en compte. Notons qu'il n'était pas nécessaire de considérer des coûts de fertilisation puisque les essais n'ont fait l'objet d'aucune fertilisation. Du côté des revenus, l'analyse a été plus simple que dans le projet sur les traitements fongicides puisqu'à la base, les EV ne changent pas le prix obtenus mais plutôt leur

rendement seulement. Cela dit, une analyse de sensibilité a aussi été menée, à la fois sur le rendement et le prix des grains.

Hypothèses

- Pour les rendements du blé et de la paille, les données retenues sont celles de l'année 2012-2013 du projet.
- Le nombre de balles de paille à vendre a été calculé pour un format de petites balles de paille de 20 kg.
- Le prix de vente du blé est le prix du marché 2012-2013 indiqué dans le document de la Financière agricole du Québec (FADQ, 2014f).
- Le prix de la paille est tiré du site de la FPCCQ⁴ et au moment de le consulter à l'été 2014, le prix moyen était de 2,50 \$/balle (125 \$/tonne).
- Pour les semences, le taux de semis est celui utilisé lors du projet de recherche, soit 160 kg/ha pour le blé Fuzion, 130 kg/ha pour l'avoine, 15 kg/ha pour la moutarde blanche, 130 kg/ha pour le pois fourrager, 10 kg/ha pour le radis huileux et finalement, 4 kg/ha pour le trèfle rouge tout comme le trèfle blanc. Concernant l'inoculant dans le pois fourrager, un sachet de 1,2 kg permet de traiter 600 kg de semence, ce qui revient à environ 0,26 kg/ha pour un taux de semis de 130 kg/ha de pois fourrager.
- Les prix de semences sont tels que publiés par CRAAQ (2014a), sauf pour les engrais verts suivants : l'avoine (avoine criblée), la moutarde blanche et le pois fourrager. Les prix utilisés pour ces derniers ont été obtenus de quatre fournisseurs de différentes régions du Québec. Pour l'inoculant dans le pois fourrager, le prix moyen provient aussi de quatre fournisseurs de différentes régions du Québec.
- Les *Références économiques* du CRAAQ (2012) ont été utilisées pour le coût des opérations culturales.
- Le coût pour la ficelle utilisée pour faire des balles de paille est le prix moyen de fournisseurs et de producteurs de régions différentes.

D. Résultats

Dans ce projet, les MCV ont été calculées pour tous les EV, sur les deux sites d'essai et ce, comparativement au témoin. Le lecteur retrouvera aux tableaux IX.1 et IX.2 le détail du calcul des coûts variables qu'impliquent la pratique et ce, en utilisant les résultats de rendement de la deuxième année pour les deux sites. Le calcul concerne les opérations culturales et les approvisionnements en semence et en inoculant, lorsque nécessaire, pour l'implantation de chaque EV. Au sujet des opérations culturales, celles-ci diffèrent quelque peu entre les deux sites lors de l'année d'implantation des engrais verts. Il y a utilisation du vibroculteur au site de St-Augustin-de-Desmaures et utilisation de la herse rotative au site de Normandin. Certaines différences au chapitre des opérations culturales sont aussi dues à des travaux primaires et secondaires du sol propres à chaque site. Les résultats de MCV relatifs à tous les EV sont résumés aux tableaux IV.1 à IV.4 ci-dessous et ce, pour les deux années d'essai et sur les deux sites.

⁴ <http://www.fpccq.qc.ca/articles/services-dinformation-sur-les-marches/autres/la-paille-annoncee.aspx> (édition du 17 juillet 2014)

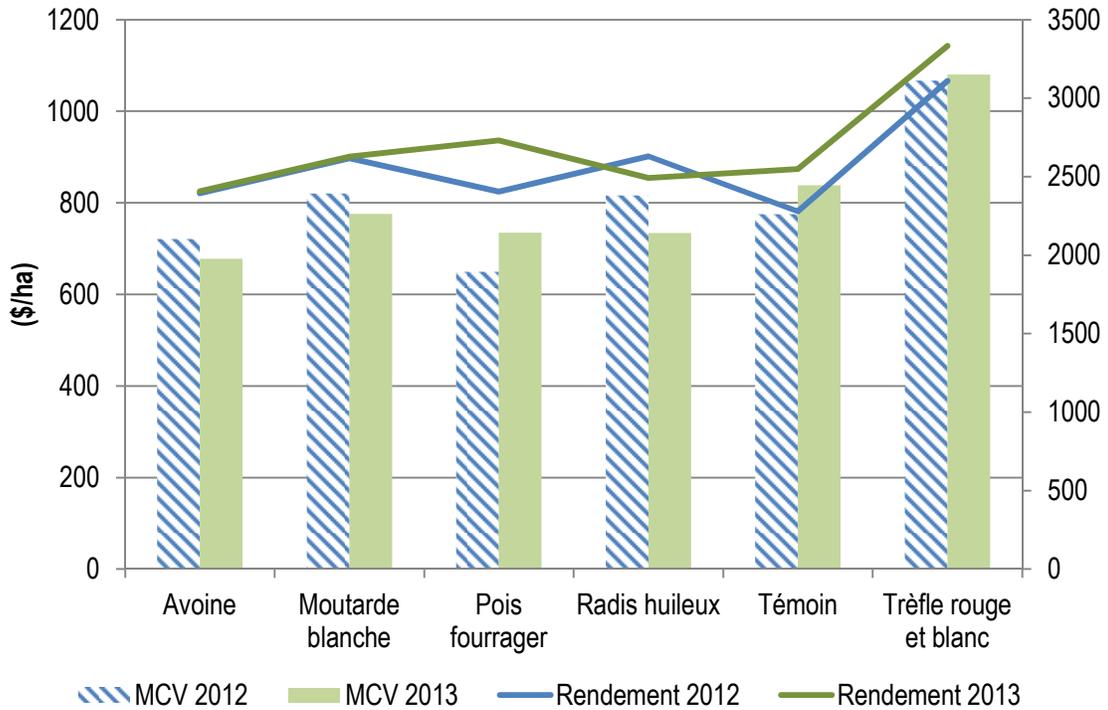


Figure IV.I. Marge sur coûts variables (MCV) de l'utilisation des EV au site de Saint-Augustin-de-Desmaures

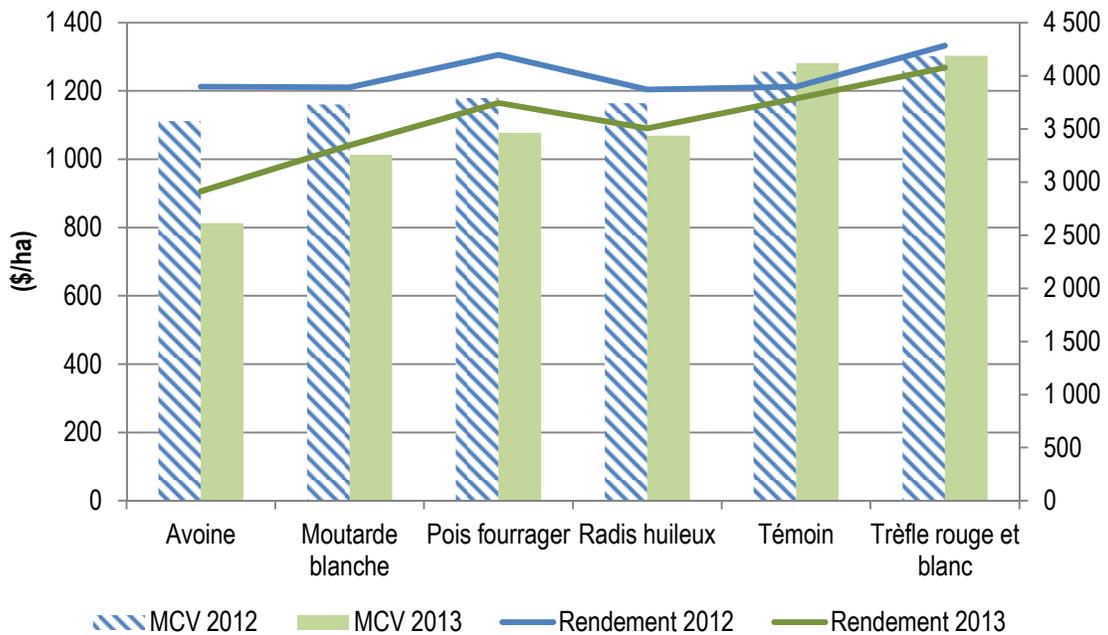


Figure IV.II. Marge sur coûts variables (MCV) de l'utilisation des EV au site de Normandin

Au site de Saint-Augustin-de-Desmaures, le trèfle⁵ a procuré les meilleures MCV lors des deux années, soit 1 067 \$/ha à la première année et 1 080 \$/ha à la deuxième année. La moutarde blanche procurait le deuxième meilleur résultat, à l'exception de la deuxième année où l'essai témoin surpassait cet EV en termes de MCV. Pour ce qui est des trois autres EV, les résultats de MCV ne permettent pas de tirer un constat clair concernant le site de Saint-Augustin.

À Normandin, l'EV de trèfle offre aussi les meilleures perspectives de rentabilité avec des montants de MCV quasiment identiques lors des deux années, soit un peu plus de 1 300 \$/ha. Sur ce site, la moutarde blanche n'occupait pas la deuxième place et en fait, aucun autre EV ne dépassait la MCV du témoin, quelle que soit l'année.

Il faut souligner qu'en général, les résultats obtenus étaient supérieurs sur le site de Normandin que sur celui de Saint-Augustin. À cet effet, on peut remarquer que les rendements de blé d'alimentation humaine, en grain comme en paille, étaient généralement supérieurs à Normandin. C'est donc au niveau des revenus que la différence est la plus marquée entre les deux sites, alors que les coûts variables n'affichent pas de différences importantes entre les traitements d'EV comme il peut être aperçu l'annexe 4.

L'EV de trèfle présente donc définitivement les meilleures perspectives de rentabilité, parmi les EV mis à l'essai. Aussi, le trèfle se démarque bien davantage par le rendement de blé supérieur qu'il procure et, par conséquent, au revenu supérieur enregistré. Au chapitre des coûts variables, le trèfle n'est pas forcément la meilleure option en regard des autres EV, quel que soit le site d'essai, malgré l'opération de semis d'EV qui est épargné dans ce cas. En fait, au regard des coûts variables, c'est le coût de la semence qui a le plus d'impact. D'ailleurs, il est intéressant de remarquer que malgré son coût de semence le plus élevé de tous les EV, le pois fourrager se situe tout de même en milieu de peloton à l'égard des MCV, peu importe le site et l'année. Cela signifie donc qu'à un coût de semence comparable aux autres EV, le pois fourrager pourrait représenter une option intéressante, en particulier à Normandin. Enfin, l'avoine est probablement l'EV le moins performant en général alors qu'il a toujours fini en dernière place au regard de la MCV, sauf à Saint-Augustin la première année, où cet EV occupait l'avant-dernière place.

Finalement, le lecteur trouvera aux tableaux IX.3 à IX.12 de l'annexe 4 un ensemble de tables de sensibilité où les résultats de MCV fluctuent en fonction de différents prix de marché et différents rendement et ce, pour tous les EV et sur les deux sites d'essai.

⁵ Pour le reste du texte, le terme trèfle inclut autant le trèfle blanc que le trèfle rouge.

V. Ray-grass intercalaire : essai de variétés et de semis à différents stades du maïs fourrager (Breune et al., 2013)⁶

A. Complément économique

Rentabilité sur la culture subséquente de l'implantation du ray-grass en culture intercalaire dans le maïs-fourrager.

B. Objectifs

- i) Évaluer la rentabilité de l'implantation du ray-grass en culture intercalaire dans la culture du maïs et ce, en termes de gain de rendement nécessaire l'année suivante dans la culture du soya ou d'une céréale à paille.
- ii) Réaliser une analyse de sensibilité selon différents prix de la semence de ray-grass et de la culture l'année subséquente et en tenant compte des différentes pratiques de phytoprotection et de travail du sol.

C. Approche d'analyse

Des essais ont été initiés depuis quelques années en Estrie pour évaluer l'implantation du ray-grass comme culture intercalaire dans le maïs fourrager. L'effet sur le rendement du soya ou de céréales à paille cultivées l'année suivante compte parmi les résultats rapportés. D'autres résultats relatifs aux intrants et aux opérations culturales sont disponibles ou peuvent être faciles à mettre en hypothèse.

L'analyse consiste tout d'abord à établir un budget partiel sur les coûts d'implantation du ray-grass et ce, pour trois scénarios : 1) semis du ray-grass à la volée avec un épandeur à engrais minéral, 2) semis du ray-grass à la volée avec un épandeur à haute précision (style Kuhn ou Kverneland) et 3) semis à forfait. Au chapitre du coût des intrants, l'approvisionnement en semence de ray-grass est la principale composante. Le coût de la semence peut en effet varier considérablement selon différents types et variétés de ray-grass implantés (anglais vs italien, alternatif vs non-alternatif, diploïde vs tétraploïde). Au sujet des opérations culturales, leur coût est influencé par le fait que le semis de ray-grass est jumelé avec l'épandage de l'engrais. Alors, puisqu'il faut chevaucher les passages pour avoir un semis uniforme, cela entraîne une augmentation du coût des opérations culturales.

Concernant les coûts d'herbicide et de fertilisant, l'implantation du ray-grass n'entraîne pas de changement. Pour ce qui est du désherbage, le type de semence choisi ainsi que les pratiques de travail du sol adoptées détermineront si certains travaux de désherbage sont nécessaires, dans l'éventualité d'une germination au champ l'année suivant l'implantation. Dans la même veine, d'autres opérations culturales sont considérées. Par exemple, un brûlage chimique peut être considéré sur certaines fermes et l'opération de semis coûtera plus ou moins cher selon que cette opération est combinée à une autre déjà existante ou bien que le semis est fait expressément.

⁶ Il s'agit du cinquième projet ajouté en cours de route.

Une fois les différents coûts évalués, un seuil de rentabilité est déterminé en termes de gain de rendements à obtenir selon que la culture subséquente sera du soya ou une céréale à paille. Une analyse de sensibilité est réalisée en fonction de différents prix des grains et de la semence de ray-grass.

Hypothèses

- Le taux de semis retenu est celui de l'expérience, soit 15 kg/ha.
- Le prix de semence du ray-grass retenu provient des données fournies par différents fournisseurs des régions de la Montérégie et de l'Estrie. Le prix moyen retenu est de 3,37 \$/kg pour tous les types de ray-grass confondus (ray-grass italien, Westerwood ou ordinaire n°1).
- Les coûts des opérations culturales sont principalement de deux types :
 - semis à la volée avec un épandeur d'engrais minéral non fourni (largeur de travail 12 m);
 - semis à la volée avec un épandeur haute précision (largeur de travail de 9 m, 12 m et 15 m).
- Le semis avec un épandeur à engrais minéral non fourni est tiré du CRAAQ (2014b) plus une marge bénéficiaire de 10 % pour prévoir les frais de gestion, la sous-utilisation de l'équipement, le temps de déplacement et perte de temps dû au chargement ainsi que les bris accidentels de l'équipement.
- Pour les autres semis à la volée le coût a été calculé avec le calculateur de l'IRDA (Pelletier, 2014) :
- L'utilisation d'herbicide n'est pas considérée mais plutôt que le ray-grass est détruit naturellement durant l'hiver.
- Le prix des grains utilisés est 200 \$/t pour l'avoine, 250 \$/t pour le blé d'alimentation humaine, 165 \$/t pour l'orge et 400 \$/t pour le soya.

D. Résultats

Tel que mentionné ci-dessus, le coût d'implantation du ray-grass a été calculé et ce coût se compose essentiellement du coût de la semence et de l'opération de semis pour implanter la plante. Le calcul de ces coûts est présenté au Coûts d'implantation du ray-grass intercalaire selon trois façons Tableau V.1 et à l'annexe 5, le détail du calcul de l'opération de semis est présenté selon les quatre scénarios. Selon les paramètres de base retenus, le coût d'implantation du ray-grass ne fluctue que légèrement. En effet, celui-ci varie entre 60,00 et 70,00 \$/ha. L'opération de semis la plus dispendieuse est celle associée à l'utilisation d'un épandeur à haute précision d'une largeur de travail de 9 mètres (m), à 17,43 \$/ha, tandis que lorsque le même équipement est utilisée, mais avec une largeur de travail de 15 m, le coût est réduit au minimum à 10,46 \$/ha.

Tableau V.1. Coûts d'implantation du ray-grass intercalaire selon trois façons

			Scénario 1	Scénario 2a	Scénario 2b	Scénario 2c
Largeur du travail (m)			12	9	12	15
Dépenses						
<i>Approvisionnement</i>	Quantité	Prix				
Semences Ray-grass (\$/ha)	15 kg/ha	3,37 \$/kg	51	51	51	51
<i>Opérations culturales (\$/ha)</i>	Nombre de fois	Coûts				
Semis à la volée – épandeur à engrais minéral non fourni	1	14,00 \$/ha	14			
Semis à la volée – épandeur à haute précision	1	17,43 \$/ha ⁷		17		
Semis à la volée – épandeur à haute précision	1	13,29 \$/ha ⁷			13	
Semis à la volée – épandeur à haute précision	1	10,46 \$/ha ⁷				10
Total des dépenses (\$/ha)			65	68	64	61
Différence avec épandeur engrais minéral (\$/ha)			0	(3)	1	4

La plus grosse partie du coût d'implantation se rapporte donc au coût de la semence utilisée. Dans la présente analyse, ce coût est de 51,00 \$/ha. Or, il existe une multitude de types de semences de ray-grass et tel qu'il est démontré au Tableau V.2, le coût de celles-ci peut varier considérablement selon le type utilisé. En fait, cette variation peut être du simple au double, soit de 40,00 à 82,00 \$/ha. Il importe donc de porter une attention toute particulière sur le type de semence selon le contexte de chaque entreprise et des essais qui pourraient y avoir été faits préalablement.

Tableau V.2. Impact de la variation du prix de la semence sur le coût d'implantation du ray-grass en intercalaire

	Prix de la semence du ray-grass (\$/kg)					
	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
Scénario 1 (\$/ha)	44	52	59	67	74	82
Scénario 2a (\$/ha)	47	55	62	70	77	85
Scénario 2b (\$/ha)	43	51	58	66	73	81
Scénario 2c (\$/ha)	40	48	55	63	70	78

Il est possible de transposer les coûts d'implantation du ray-grass en intercalaire en équivalent de gain de rendement de la culture de l'année suivante. C'est ce qui a été fait en supposant que du soya ou une céréale à paille suivrait la culture du maïs-fourragère. Dans les tableaux V.3 à V.6, ces gains de rendements sont présentés en fonction de différents niveaux de coût d'implantation du ray-grass. Ces résultats représentent le seuil de rentabilité attribuable à chaque culture subséquente.

Dans le cas de l'avoine et du blé d'alimentation humaine, les gains de rendements nécessaires sont assez comparables. Ils varient entre 175 et 425 kg/ha pour ce qui est de l'avoine et entre 140 et 340 kg/ha concernant le blé. Pour ce qui est de l'orge, le même résultat varie dans un intervalle

⁷ Voir l'annexe 2 pour les détails sur les données pour déterminer le coût à l'hectare d'un épandeur à haute précision

un peu plus élevé, soit entre 212 et 515 kg/ha. Finalement, dans le cas du soya, des gains de rendement variant entre 88 et 213 kg/ha seraient nécessaires pour récupérer le coût d'implantation du ray-grass en intercalaire.

Ces résultats en termes absolus ne permettent pas de faire une interprétation suffisamment précise et il est préférable de les mettre en rapport avec les rendements observés dans la région de l'Estrie. En 2014, ces rendements étaient de 2,07, 3,12, 2,75 et 2,13 t/ha pour l'avoine, le blé, l'orge et le soya respectivement. En utilisant un coût d'implantation du ray-grass de 65 \$/ha, les gains de rendement nécessaires sont, en termes relatifs, de 16 % pour l'avoine, 8 % dans le blé, 14 % dans l'orge et 8 % pour le soya. Il semble donc que les cultures de blé et de soya seraient celles présentant les meilleures perspectives de rentabilité à la suite de l'utilisation du ray-grass en intercalaire dans la culture du maïs-fourrager. Or, justement parce que le précédent cultural est le maïs-fourrager, une plante pouvant représenter un inoculum important de *Fusarium graminearum*, il serait probablement préférable, autant sur le plan économique qu'agronomique et dans le contexte de la présente analyse, de cultiver le soya plutôt que le blé d'alimentation humaine dans l'année suivante

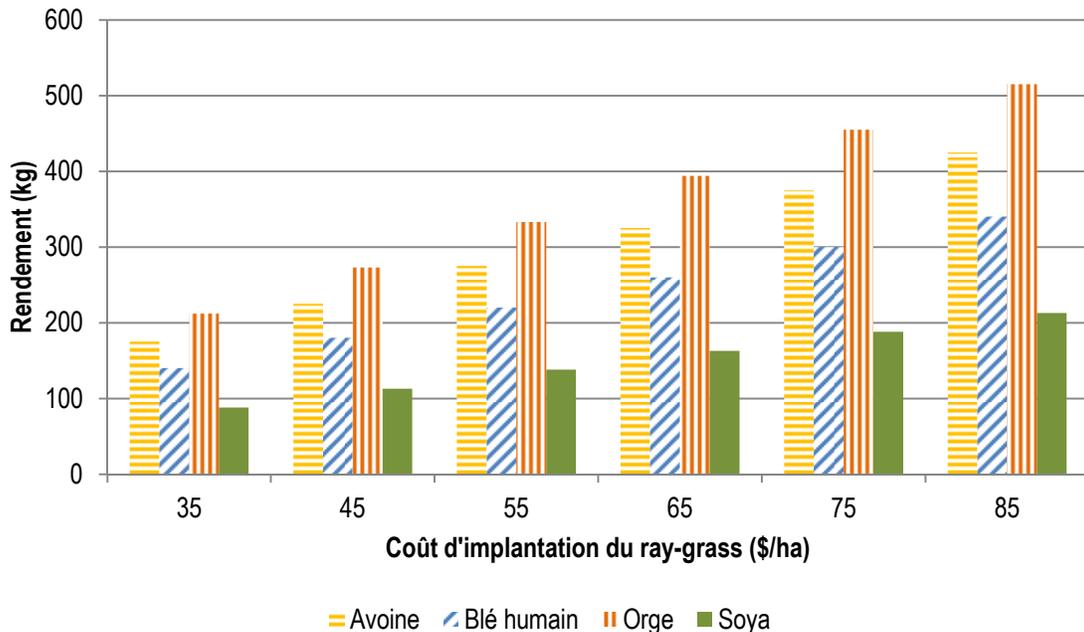


Figure V.I. Gain de rendement à obtenir pour diverses cultures après une protection du sol avec le ray-grass

Discussion et conclusion

Dans ce rapport, des compléments d'analyse économiques ont été apportés à cinq projets de recherche de nature agronomique en grandes cultures qui ont été terminés dans les dernières

années. Ces compléments permettent d'évaluer la faisabilité de différentes pratiques agronomiques et agroenvironnementales qui touchent autant la qualité des sols, la phytoprotection que les cultures de couverture et la régie. Plus précisément, les projets initiaux inclus dans l'analyse concernaient le sous-solage, l'utilisation des bandes alternées, l'utilisation des fongicides dans les céréales à paille, les engrais verts de même que le ray-grass implanté en intercalaire dans le maïs-fourrager.

Au regard du sous-solage, il fut démontré que les coûts associés à cette pratique peuvent être importants quand on les transpose en gain de rendement à obtenir l'année suivante. Ces gains de rendement variaient entre 600-700 kg/ha pour les céréales à paille et entre 200 et 300 kg/ha dans le cas du soya. Dans le contexte des rendements moyens qui peuvent être généralement observés dans ces différentes cultures, la culture du soya semble donc être celle offrant les meilleures perspectives de rentabilité. Toutefois, il faut souligner que le sous-solage n'est pas une opération récurrente et l'analyse doit alors porter sur plus d'une année de culture. Dans la présente analyse, le calcul de la récupération des coûts de sous-solage ont été effectués en supposant une période de trois ans de récupération et en fonction de deux séquences différentes de la rotation maïs-soya-blé. L'analyse démontrait qu'il serait probablement préférable de cultiver du maïs-grain suite au sous-solage. Or, tout dépend du niveau de prix des différentes grandes cultures et du rendement potentiel de chacune selon l'entreprise. Aussi, les contraintes opérationnelles liées au sous-solage sont un facteur incontournable et dans ce contexte, les cultures de maïs-grain ou de soya pourraient être les plus favorables à cultiver suite au sous-solage.

Dans Lucas et al. (2012), la production de grandes cultures en bandes alternées était mise à l'essai. L'analyse économique y était plus difficile à réaliser à cause d'une incertitude relativement plus grande au regard des hypothèses de travail, comparativement aux autres projets initiaux. Toutefois, il fut possible de développer une nouvelle approche d'analyse concernant le concept, agronomique par nature, du *Land Equivalent Ratio* (LER). En effet, dans le calcul de cet indicateur de performance agronomique, à la base, la pondération pour chaque culture incluse dans la régie était effectuée en fonction des MCV plutôt que des rendements agronomiques. Il en résultait alors la notion de LER économique. Sans être définitifs dans l'analyse des résultats, ceux-ci permettaient tout de même de constater que l'évaluation de la performance des différents traitements peut différer selon que les LER agronomiques ou économiques sont analysés. Quoiqu'il en soit, l'analyse menait au constat qu'il serait intéressant, dans des travaux futurs, de calculer et d'analyser à la fois les deux concepts de LER.

Dans l'analyse au regard de l'utilisation des fongicides pour lutter contre la fusariose dans les céréales à paille, les résultats économiques correspondaient généralement aux résultats agronomiques. Ainsi, peu de traitement offraient des perspectives de rentabilité intéressante et généralement, les produits Proline et Prosaro étaient les plus performants. Toutefois, à l'instar des conclusions de nature agronomiques, les résultats économiques démontraient que seuls les traitements fongicides ne suffisaient pas à lutter efficacement contre la fusariose dans les céréales à paille, particulièrement dans la culture d'orge ou aucun traitement n'offrait de perspective de rentabilité. Dans l'exercice d'analyse, la dynamique des prix et des escomptes de prix a été incluse et ce faisant, l'importance des conditions de marché anticipées, à une année de production donnée, était mise en relief. Ces anticipations de marché sont difficiles à accomplir pour un producteur ou son conseiller en gestion mais il serait défavorable de les négliger, ne serait-ce que sur le plan qualitatif. Lors d'un début d'année de production, il est possible d'avoir déjà une

évaluation des stocks de report des grains et dans le contexte de rendements moyens, en fonction des superficies ensemencées, une certaine appréhension de l'offre et de la demande, plus tard dans l'année de commercialisation. Si les perspectives d'offre semblent alors particulièrement limitées par rapport aux perspectives de demande, il est alors probable que le niveau d'escompte soit relativement faible et que les traitements fongicides, particulièrement difficiles à rentabiliser. Par conséquent, et dans ce contexte particulier, en mettant en œuvre tous les autres moyens de lutte contre la fusariose (ex. : utilisation de cultivars résistants, rotation appropriée, conditionnement du grain après récolte, etc.), il est probable qu'un producteur pourrait éviter des traitements fongicides sans risquer de pertes inacceptables.

Dans le projet initial de l'utilisation des engrais verts précédant une culture de blé, il est ressorti clairement que le trèfle présente les meilleures perspectives de rentabilité. La semence de cette légumineuse est offerte à un prix relativement abordable et quand elle peut être implantée en même temps que la culture précédente, le coût des opérations culturales peut être limité. L'utilisation de la moutarde blanche semblait offrir des perspectives de rentabilité d'un bon potentiel, mais des travaux supplémentaires sont nécessaires pour améliorer la performance de cet engrais vert. De plus, le pois fourrager aidait à augmenter le rendement du blé dans l'année suivante, mais le coût de la semence de cet engrais vert réduisait très considérablement la faisabilité. Concernant les deux sites d'essai, les performances étaient généralement meilleures à Normandin qu'à Saint-Augustin-de-Desmaures. Sans égard à ces deux sites particulièrement, ce résultat montre que le facteur géographique est aussi important. Dans ce contexte et dans celui de chaque entreprise agricole, il est fort probablement préférable que des essais soient réalisés à la ferme sur des superficies limitées afin de bien évaluer la meilleure plante à utiliser comme engrais vert. Il est aussi important de considérer le fait que l'analyse économique a porté dans ce cas que sur une seule année suivant l'implantation de l'engrais vert. Or, il est reconnu par les agronomes que cette pratique peut comporter des bénéfices sur plus d'une année de production suivant l'implantation d'un engrais vert. Alors, dans les analyses économiques futures, il sera important de pouvoir considérer ce point. Il sera aussi important de développer une approche d'analyse pour estimer la valeur économique de l'azote disponible à la culture principale qui est pourvu par l'engrais vert.

Finalement, un cinquième projet initial a pu être ajouté dans le présent projet en cours de route. Celui-ci touchait l'implantation du ray-grass en culture intercalaire dans le maïs fourrager. Le coût d'implantation de cette pratique a été évalué et il en ressort que le coût de la semence est le facteur le plus important à considérer. Cet élément est crucial à l'analyse, d'autant plus qu'il existe un grand nombre de type de semences de ray-grass sur le marché. De plus, différentes techniques de semis étaient incluses dans les scénarios et leur coût, bien que variable, ne représentait en général que 16 à 25 % du coût d'implantation. Ce coût a ensuite été transposé en équivalent de gains de rendement nécessaires dans la culture de l'année suivante et ce, pour les trois céréales à paille et le soya. Pour ce qui est des céréales à pailles, les gains de rendement variaient autour de 300 kg/ha et pour ce qui est du soya, les gains à réaliser tournaient plutôt autour de 200 kg/ha. Dans le contexte des rendements moyens des grandes cultures observés en Estrie en 2014, la culture du soya serait la plus performante suivant l'implantation du ray-grass en intercalaire. Évidemment, la réussite de cette pratique dépend aussi du contexte géographique et des rotations de cultures typiques de chaque région. Par ailleurs, il est important de mentionner que la valeur économique de l'érosion évitée n'a pas été incluse dans l'analyse. Bien que possible, l'estimation de cette valeur devrait cependant être réalisée dans d'autres travaux de recherche, spécialisés en

économie cette fois et en pouvant reposer sur une force statistique suffisante. Ces travaux sont prévus dans le programme de l'équipe d'économie de l'agroenvironnement de l'IRDA, dans la mesure qu'une banque de données de qualité et de dimension satisfaisante pourrait être exploitée.

Références

Breune, I., S. Durand, M.-A. Audet et G. Parent. 2014. *Ray-grass intercalaire : essai de variétés et de semis à différents stades du maïs fourrager*. Club agroenvironnemental de l'Estrie. 49 pages.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) :

2005. *Entreprise céréalière biologique – Budget incluant les productions de maïs-grain, soya, avoine et blé d'alimentation humaine AGDEX 111.19/821*. CRAAQ. 9 pages.

2008. *Machinerie – Données techniques AGDEX 740*. CRAAQ. 21 pages.

2009. *Grains de semences – Prix AGDEX 100.45/855*. CRAAQ. 2 pages.

2010a. *Blé d'alimentation humaine – Budget à l'hectare AGDEX 112/821c*. CRAAQ, 6 pages.

2010b. *Soya – Budget à l'hectare AGDEX 141/821*. CRAAQ. 6 pages.

2010c. *Maïs-grain – Budget à l'hectare AGDEX 111/821b*. CRAAQ. 6 pages.

2011. *Grains de semences – Prix AGDEX 100.45/855*. CRAAQ. 2 pages.

2012. *Machinerie – Coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés AGDEX 740/825*. CRAAQ. 25 pages.

2013. *Blé – Rendements AGDEX 112/854*. CRAAQ. 5 pages.

2014a. *Grains de semences – Prix AGDEX 100.45/855*. CRAAQ. 2 pages.

2014b. *Machinerie – Coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés AGDEX 740/855*. CRAAQ. 25 pages.

2014c. *Pesticides - Prix moyens ADGEX 605/855*. CRAAQ. 9 pages.

Financière agricole du Québec (FADQ) :

2014a. *Historique du maïs (MGR) – Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA)*. 6 pages

2014b. *Historique du soya (SOY) – Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA)*. 4 pages.

2014c. *Historique du blé d'alimentation humaine (BAH-BPH) – Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA)*. 4 pages.

2014d. *Historique de l'orge (OPA) – Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA)*. 5 pages.

2014e. *Historique de l'avoine (APA) – Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA)*. 5 pages.

2014f. *Tableau résumé d'informations administratives et économiques – Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA) – Productions végétales Blé d'alimentation humaine (BAH+BPH)*. 1 page.

2014g. *Programme assurance-récolte, Taux de base nouvel assuré (option 80 %), Protection système individuel, communication personnelle (Michel Malo)*.

Gasser, M.-O. M.-H. Perron et M. Grenier. 2012. Effets bénéfiques combinés du sous-solage et des cultures à racines profondes pour décompacter le sol et améliorer la productivité des cultures.

Rapport final. Projet CDAQ 6309 Défi-solution financé dans le cadre du PASCAA d'AAC. Québec. 60 p. + annexes.

Gasser, M-O, L. Robert., M.-H. Perron, S. Martel et M. Grenier. 2015. *Améliorer la productivité des sols par le sous-solage pour réduire les émissions de gaz à effet de serre*. Projet Prime Vert. Volet 8.4. (Rapport en attente - non déposé).

Gasser, M.-O., IRDA. 2015. Communication personnelle.

Lucas, E., G. Labrie et Marilou Goyer. 2012. *Effet des bandes alternées sur la dynamique des insectes ravageurs du blé et de leurs ennemis naturels sous régie biologique - PSDAB 08-BIO-28*. Rapport final déposé le 24 février 2012 dans le cadre du Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 15 pages.

Pelletier F., 2014. *Calculateur du coût des opérations culturales*. Institut de recherche en agroenvironnement (IRDA). Communication personnelle.

Rioux, S., D. Pageau, A. Vanasse, Y. Dion et B. Blackwell. 2012. *Évaluation de fongicides dans les cultures de céréale à paille en stations expérimentales*. Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, sous-volet 11.1 – Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture. 7 pages.

Statistiques Canada. 2014 Base de données de CANSIM, tableau 328-0015, trimestre 1.

Verville, F. 2014. *Effet des engrais verts et de leur période d'enfouissement sur la nutrition azotée et les rendements du blé*. Mémoire déposé dans le cadre de la maîtrise en biologie végétale. Université Laval. 102 p.

VI. Annexe 1.

Tableau VI.1. Donnée de référence servant au calcul de sous-solage sur sept sites d'essai au Québec en 2013

Données des entreprises										
	Sites							Minimum	Maximum	Moyenne
	1	2	3	4	5	6	7			
Type de sol	Argile	Loam	Loam	Loam-argileux	Loam	Loam				
Type de sous-soleuse (nombre de dents)	5	3	3	4	3	3	8	3	8	4
Tracteur (kW)	112	149	186	134	317	153	179	112	317	180
Profondeur (cm)	35	50 à 71	66	60	71 à 74	43 à 56	50,8	35	74	56
Calculateur IRDA										
Vitesse de travail (km/h)	3,1	2,7	4,1	2,8	4,9	7,1	2,5	2,5	7,1	3,9
Efficacité au champ (%)	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Capacité effective (ha/h)	0,80	0,69	1,17	0,70	1,00	0,91	1,13	0,69	1,17	0,91
Consommation (L/h)	19,9	24,9	38,0	26,3	55,5	31,6	26,9	19,9	55,5	31,9
Utilisation annuelle (heure)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Coûts totaux du sous-solage (\$/ha)	113,09	153,40	120,09	147,70	190,93	112,42	116,87	112,42	190,93	136,36
Donnée Références économiques du CRAAQ ^a										
Type de sol	Argile	Loam	Loam	Loam-argileux	Loam	Loam	Loam			
Type de sous-soleuse (nombre de dents)	5	3	3	4 ^b	3	3	8 ^c	3	5	3
Tracteur (kW)	216	114	114	N/A	162	114	N/A	144	216	144
Profondeur (cm)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Vitesse de travail (km/h)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Efficacité effective (%)	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Capacité effective (ha/h)	1,70	1,28	1,28	N/A	1,28	1,28	N/A	1,28	1,70	1,36
Consommation (L/h)	71,5	37,7	37,7	N/A	53,6	37,7	N/A	37,7	71,5	47,6
Utilisation annuelle (heure)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Coûts totaux du sous-solage^d (\$/ha)	122,35	97,97	97,97	124,00	125,66	97,97	96,72	96,72	125,66	108,95

a. Les données proviennent des documents des Références économiques du (CRAAQ): Machinerie – Coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés AGDEX 740/825 Août 2014 et Machinerie – Données techniques AGDEX 740 Septembre 2008.

b. Il n'y a pas de données pour une sous-soleuse 4 dents, c'est la moyenne des coûts totaux à forfait des sous-soleuses 3 et 5 dents qui furent retenues.

c. Il n'y a pas de données pour une sous-soleuse 8 dents, c'est la moyenne des coûts totaux à forfait des sous-soleuses 3 et 5 dents qui furent retenues.

d. Les coûts totaux à forfait du sous-solage des Références économiques ont été majorés d'une marge bénéficiaire de 15 % pour couvrir les coûts d'administration, la rémunération de la gestion, les coûts de déplacements et les bris accidentels.

Tableau VI.2. Analyse de sensibilité - Gains de rendement à obtenir selon différents coûts du sous-solage pour deux séquences de rotation.

Coûts (\$/ha)	Sous-solage					
	100	115	130	145	160	200
Rotation 1						
Maïs-grain (kg)	250	288	325	363	400	500
Soya (kg)	75	86	98	109	120	150
Blé (kg)	80	92	104	116	128	160
Rotation 2						
Blé (kg)	200	230	260	290	320	400
Maïs-grain (kg)	150	173	195	218	240	300
Soya (kg)	50	58	65	73	80	100

VII. Annexe 2.

Tableau VII.1. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de maïs-grain en 2007

Année 2007			Grands blocs 180 m	Bandes alternées 18 m	Bandes alternées 36 m
Rendement maïs-grain (t/ha)			9,55	8,95	7,28
Superficie (ha)			18	18	18
CULTURE MAÏS-GRAIN					
Revenus					
Vente de maïs-grain (\$)	Quantité	Prix			
		195,58 \$	33 620	31 508	25 629
Total des revenus maïs-grain (\$)			33 620	31 508	25 629
Dépenses					
<i>Approvisionnement</i>					
Semence maïs-grain (\$)	80 000 grains/ha	173,88 \$/80 000 gr.	3 130	3 130	3 130
<i>Opérations culturales</i>					
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192	192
Houe rotative (\$)	18 ha	4,05 \$/ha	73	73	73
Semoir à maïs (\$)	18 ha	19,69 \$/ha	354	354	354
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	38,30 \$/ha	689	689	689
Wagon à grain – maïs (\$)	18 ha	13,75 \$/ha	248	248	248
<i>Mise en marché</i>					
Séchage à la ferme (30 % à 14 %) (\$)		18,85 \$/t	3 240	3 036	2 470
Entreposage et aération (\$)		1,16 \$/t	199	187	152
Transport au point de vente (\$)		9,42 \$/t	1 620	1 518	1 235
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	361	338	275
<i>Autres coûts</i>					
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux				
	2,48 %	174,00 \$/t	593	556	452
Total des dépenses (\$)			10 899	10 521	9 470
Marge sur coûts variables maïs-grain (\$)			22 721	20 987	16 159
Marge sur coûts variables maïs-grain (\$/ha)			1 262	1 166	898

Tableau VII.2. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de soya en 2007

<i>Année 2007</i>		<i>Grands blocs 180 m</i>	<i>Bandes alternées 18 m</i>	<i>Bandes alternées 36 m</i>	
Rendement soya (t/ha)		2,63	2,26	2,36	
Superficie (ha)		18	18	18	
CULTURE SOYA					
Revenus					
Vente de soya (\$)	Quantité	Prix 369,47 \$/t	17 491	15 030	15 695
Total des revenus (\$)			17 491	15 030	15 695
Dépenses					
<i>Approvisionnement</i>					
Semence de soya (\$)	110 kg/ha	33,52 \$/25 kg	2 655	2 655	2 655
<i>Opérations culturales</i>					
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192	192
Rouleau (\$)	18 ha	5,70 \$/ha	103	103	103
Houe rotative (\$)	18 ha	4,05 \$/ha	73	73	73
Semoir (\$)	18 ha	19,69 \$/ha	354	354	354
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	45,95 \$/ha	827	827	827
Wagon à grain – soya (\$)	18 ha	4,10 \$/ha	74	74	74
<i>Mise en marché</i>					
Séchage à la ferme (18 à 13,5 %) (\$)		1,59 \$/t	75	65	68
Entreposage et aération (\$)		1,28 \$/t	61	52	54
Transport au point de vente (\$)		9,42 \$/t	446	383	400
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	99	85	89
<i>Autres coûts</i>					
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux 1,76 %	317,00 \$/t	211	182	190
Total des dépenses (\$)			5 370	5 245	5 279
Marge sur coûts variables soya (\$)			12 121	9 785	10 416
Marge sur coûts variables soya (\$/ha)			673	544	579

Tableau VII.3. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture du blé d'alimentation humaine en 2007

<i>Année 2007</i>		<i>Grands blocs 180 m</i>	<i>Bandes alternées 18 m</i>	<i>Bandes alternées 36 m</i>
Rendement blé d'alimentation humaine (t/ha)		3,45	2,24	2,77
Superficie (ha)		18	18	18
CULTURES BLÉ D'ALIMENTATION HUMAINE				
Revenus				
	Quantité	Prix		
Vente de blé d'alimentation humaine (\$)		307,74 \$/t	19 111	15 344
Compensation totale ajustée blé (\$)		35,85 \$/t	2 226	1 787
Total des revenus (\$)			21 337	17 131
Dépenses				
<i>Approvisionnements</i>				
Semence blé (\$)	200 kg/ ha	27,33 \$/25 kg	3 936	3 936
Achat de fumier de poulet (28-23-18) (\$)	15 m ³	10,40 \$/m ³	2 809	2 809
<i>Opérations culturales</i>				
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage	18 ha	10,66 \$/ha	192	192
Épandage du fumier de poulet (\$)	15 m ³	1,66 \$/m ³	448	448
Tracteur (chargeur frontal et fourche à fumier) (\$)	15 m ³	1,25 \$/m ³	338	338
Peigne (\$)	18 ha	5,00 \$/ha	90	90
Semoir en ligne (\$)	18 ha	19,05 \$/ha	343	343
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	38,22 \$/ha	688	688
Wagon à grain – blé (\$)	18 ha	5,31 \$/ha	96	96
<i>Mise en marché</i>				
Séchage à la ferme (18 à 14 %) (\$)		5,06 \$/t	314	252
Entreposage et aération (\$)		2,03 \$/t	126	101
Transport au point de vente (\$)		9,42 \$/t	585	470
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	130	105
<i>Autres coûts</i>				
Assurance-récolte blé (couverture 80 %) (\$)	Taux			
	2,68 %	226,00 \$/t	301	242
Total des dépenses (\$)			10 596	10 086
Marge sur coûts variables blé d'alimentation humaine (\$)			10 741	6 821
Marge sur coûts variables blé d'alimentation humaine (\$/ha)			597	379

Tableau VII.4. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de maïs-grain en 2008

<i>Année 2008</i>			<i>Grands blocs 180 m</i>	<i>Bandes alternées 18 m</i>	<i>Bandes alternées 36 m</i>
Rendement maïs-grain (t/ha)			8,4	8,15	7,41
Superficie (ha)			18	18	18
CULTURE MAÏS-GRAÏN					
Revenus					
Vente de maïs-grain (\$)	Quantité	Prix			
		196,21 \$/t	29 667	28 784	26 170
Total des revenus maïs-grain (\$)			29 667	28 784	26 170
Dépenses					
<i>Approvisionnement</i>					
Semence maïs-grain (\$)	80 000 grains/ha	177,36 \$/ 80 000 gr.	3 192	3 192	3 192
<i>Opérations culturales</i>					
Déchaumage (automne (\$))	18 ha	11,12 \$/ha	200	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192	192
Houe rotative (\$)	18 ha	4,05 \$/ha	73	73	73
Semoir à maïs (\$)	18 ha	19,69 \$/ha	354	354	354
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	38,30 \$/ha	689	689	689
Wagon à grain – maïs (\$)	18 ha	13,75 \$/ha	248	248	248
<i>Mise en marché</i>					
Séchage à la ferme (30 % à 14 %) (\$)		19,22 \$/t	2 907	2 820	2 564
Entreposage et aération (\$)		1,18 \$/t	179	173	158
Transport au point de vente (\$)		9,61 \$/t	1 453	1 410	1 282
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	318	308	280
<i>Autres coûts</i>					
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux				
	2,48 %	182,00 \$/t	546	530	482
Total des dépenses (\$)			10 351	10 189	9 174
Marge sur coûts variables maïs-grain (\$)			19 316	18 595	16 456
Marge sur coûts variables maïs-grain (\$/ha)			1 073	1 033	914

Tableau VII.5. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de soya en 2008

Année 2008		Grands blocs 180 m	Bandes alternées 18 m	Bandes alternées 36 m
Rendement soya (t/ha)		2,93	3,04	3,53
Superficie (ha)		18	18	18
CULTURE SOYA				
Revenus	Quantité	Prix		
Vente de soya (\$)		435,91 \$/t	22 990	23 853
Total des revenus soya (\$)			22 990	23 853
Dépenses				
<i>Approvisionnement</i>				
Semence soya (\$)	110 kg/ha	34,19 \$/25 kg	2 708	2 708
<i>Opérations culturales</i>				
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192
Rouleau (\$)	18 ha	5,70 \$/ha	103	103
Houe rotative (\$)	18 ha	4,05 \$/ha	73	73
Semoir (\$)	18 ha	19,69 \$/ha	354	354
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	45,95 \$/ha	827	827
Wagon à grain – soya (\$)	18 ha	4,10 \$/ha	74	74
<i>Mise en marché</i>				
Séchage à la ferme (18 à 13,5 %) (\$)		1,62 \$/t	86	89
Entreposage et aération (\$)		1,31 \$/t	69	72
Transport au point de vente (\$)		9,61 \$/t	507	523
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	111	115
<i>Autres coûts</i>				
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux 1,88 %	319,00 \$/t	253	263
Total des dépenses (\$)			5 557	5 593
Marge sur coûts variables soya (\$)			17 433	18 260
Marge sur coûts variables soya (\$/ha)			969	1 014

Tableau VII.6. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture du blé d'alimentation humaine en 2008

<i>Année 2008</i>			<i>Grands blocs 180 m</i>	<i>Bandes alternées 18 m</i>	<i>Bandes alternées 36 m</i>
Rendement blé d'alimentation humaine (t/ha)			4,08	3,68	4,07
Superficie (ha)			18	18	18
CULTURE BLÉ D'ALIMENTATION HUMAINE					
Revenus	Quantité	Prix			
Vente de blé d'alimentation humaine (\$)		269,76 \$/t	19 811	17 869	19 763
Compensation totale ajustée blé (\$)		64,54 \$/t	4 740	4 275	4 728
Total des revenus blé (\$)			24 551	22 144	24 491
Dépenses					
<i>Approvisionnement</i>					
Semence blé (\$)	200 kg/ ha	27,88 \$/25 kg	4 015	4 015	4 015
Achat de fumier de poulet (28-23-18) (\$)	15 m ³	10,61 \$/m ³	2 865	2 865	2 865
<i>Opérations culturales</i>					
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192	192
Épandage fumier de poulet (\$)	15 m ³	1,66 \$/m ³	448	448	448
Tracteur (chargeur frontal et fourche à fumier) (\$)	15 m ³	1,25 \$/m ³	338	338	338
Peigne (\$)	18 ha	5,00 \$/ha	90	90	90
Semoir en ligne (\$)	18 ha	19,05 \$/ha	343	343	343
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	38,22 \$/ha	688	688	688
Wagon à grain – blé (\$)	18 ha	5,31 \$/ha	96	96	96
<i>Mise en marché</i>					
Séchage à la ferme (18 à 14 %) (\$)		5,16 \$/t	379	342	378
Entreposage et aération (\$)		2,07 \$/t	152	137	151
Transport au point de vente (\$)		9,61 \$/t	706	637	704
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	154	139	154
<i>Autres coûts</i>					
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux 2,68 %	288,00 \$/t	453	409	452
Total des dépenses (\$)			11 119	10 939	11 114
Marge sur coût variables blé d'alimentation humaine (\$)			13 432	11 205	13 377
Marge sur coût variables blé d'alimentation humaine (\$/ha)			746	623	743

Tableau VII.7. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de maïs-grain en 2009

Année 2009			Grands blocs 180 m	Bandes alternées 18 m	Bandes alternées 36 m
Rendement maïs-grain (t/ha)			7,03	8,05	7,98
Superficie (ha)			18	18	18
<hr/>					
CULTURE MAÏS-GRAIN					
<i>Revenus</i>	Quantité	Prix			
Vente de maïs-grain (\$)		173,07 \$/t	21 900	25 078	24 860
Compensation totale ajustée maïs (\$)		34,91 \$/t	245	281	279
Total des revenus			22 145	25 359	25 139
<i>Dépenses</i>					
<i>Approvisionnement</i>					
Semence maïs-grain (\$)	80 000 grains/ha	312,70 \$/80 000 gr.	3 847	3 847	3 847
<i>Opérations culturales</i>					
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192	192
Houe rotative (\$)	18 ha	4,05 \$/ha	73	73	73
Semoir à maïs (\$)	18 ha	19,69 \$/ha	354	354	354
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	38,30 \$/ha	689	689	689
Wagon à grain – maïs (\$)	18 ha	13,75 \$/ha	248	248	248
<i>Mise en marché</i>					
Séchage à la ferme (30% à 14 \$) (\$)		19,61 \$/t	2 481	2 841	2 816
Entreposage et aération (\$)		1,21 \$/t	153	175	173
Transport au point de vente (\$)		9,80 \$/t	1 241	1 421	1 408
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	266	304	302
<i>Autres coûts</i>					
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux 2,48 %	207,00 \$/t	520	595	590
Total des dépenses maïs-grain (\$)			10 264	10 939	10 892
Marge sur coûts variables maïs-grain (\$)			11 881	14 420	14 247
Marge sur coûts variables maïs-grain (\$/ha)			660	801	792

Tableau VII.8. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de soya en 2009

Année 2009		Grands blocs 180 m	Bandes alternées 18 m	Bandes alternées 36 m
Rendement soya (t/ha)		2,86	2,85	2,77
Superficie (ha)		18	18	18
CULTURE SOYA				
Revenus	Quantité	Prix		
Vente de soya (\$)		423,04 \$/t	21 778	21 702
Total des revenus soya (\$)			21 778	21 702
Dépenses				
<i>Approvisionnement</i>				
Semence soya (\$)	110 kg/ha	47,43 \$/25 kg	3 756	3 756
<i>Opérations culturales</i>				
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192
Rouleau (\$)	18 ha	5,70 \$/ha	103	103
Houe rotative (\$)	18 ha	4,05 \$/ha	73	73
Semoir (\$)	18 ha	19,69 \$/ha	354	354
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	45,95 \$/ha	827	827
Wagon à grain – soya (\$)	18 ha	4,10 \$/ha	74	74
<i>Mise en marché</i>				
Séchage à la ferme (18 à 13,5 %) (\$)		1,66 \$/t	85	85
Entreposage et aération (\$)		1,33 \$/t	69	68
Transport au point de vente (\$)		9,80 \$/t	505	503
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	108	108
<i>Autres coûts</i>				
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux 1,88 %	363,00 \$/t	281	280
Total des dépenses (\$)			6 627	6 623
Marge sur coûts variables soya (\$)			15 151	15 078
Marge sur coûts variables soya (\$/ha)			842	838

Tableau VII.9. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture du blé d'alimentation humaine en 2009

<i>Année 2009</i>			<i>Grands blocs 180 m</i>	<i>Bandes alternées 18 m</i>	<i>Bandes alternées 36 m</i>
Rendement blé d'alimentation humaine (t/ha)			3,33	3,65	3,54
Superficie (ha)			18	18	18
CULTURE BLÉ D'ALIMENTATION HUMAINE					
Revenus					
	Quantité	Prix			
Vente de blé d'alimentation humaine (\$)		252,51 \$/t	15 135	16 590	16 090
Compensation totale ajustée blé (\$)		119,14 \$/t	7 141	7 827	7 592
Total des revenus (\$)			22 276	24 417	23 682
Dépenses					
<i>Approvisionnement</i>					
Semence blé (\$)	200 kg/ha	35,51 \$/25 kg	5 113	5 113	5 113
Achat fumier de poulet (28-23-18) (\$)	15 m ³	10,82 \$/m ³	2 923	2 923	2 923
<i>Opérations culturales</i>					
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192	192
Épandage fumier de poulet (\$)	15 m ³	1,66 \$/m ³	448	448	448
Tracteur (chargeur frontal et fourche à fumier) (\$)	15 m ³	1,25 \$/m ³	338	338	338
Peigne (\$)	18 ha	5,00 \$/ha	90	90	90
Semoir en ligne (\$)	18 ha	19,05 \$/ha	343	343	343
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	38,22 \$/ha	688	688	688
Wagon à grain – blé (\$)	18 ha	5,31 \$/ha	96	96	96
<i>Mise en marché</i>					
Séchage à la ferme (18 à 14 %) (\$)		5,26 \$/t	316	346	335
Entreposage et aération (\$)		2,11 \$/t	126	138	134
Transport au point de vente (\$)		9,80 \$/t	588	644	625
Plan conjoint (4)		2,10 \$/t	126	138	134
<i>Autres coûts</i>					
	Taux				
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	2,68 %	340,00 \$/t	437	479	464
Total des dépenses (\$)			12 023	12 176	12 123
Marge sur coûts variables blé d'alimentation humaine (\$)			10 254	12 242	11 559
Marge sur coûts variables blé d'alimentation humaine (\$/ha)			570	680	642

Tableau VII.10. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de maïs-grain en 2010

Année 2010		Grands blocs 180 m	Bandes alternées 18 m	Bandes alternées 36 m
Rendement maïs-grain (\$/t)		7,76	7,56	7,59
Superficie (ha)		18	18	18
CULTURE MAÏS-GRAIN				
Revenus	Quantité	Prix		
Vente de maïs-grain (\$)		231,36 \$/t	32 316	31 483
Total des revenus (\$)			32 316	31 483
Dépenses				
<i>Approvisionnement</i>				
Semence maïs-grain (\$)	80 000 grains/ha	231,26 \$/ 80 000 gr.	4 163	4 163
<i>Opérations culturales</i>				
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192
Houe rotative (\$)	18 ha	4,05 \$/ha	73	73
Semoir à maïs (\$)	18 ha	19,69 \$/ha	354	354
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	38,30 \$/ha	689	689
Wagon à grain – maïs (\$)	18 ha	13,75 \$/ha	248	248
<i>Mise en marché</i>				
Séchage à la ferme (30 % à 14 %) (\$)		20,00 \$/t	2 794	2 722
Entreposage et aération (\$)		1,23 \$/t	172	167
Transport au point de vente (\$)		10,00 \$/t	1 397	1 361
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	293	286
<i>Autres coûts</i>				
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux 2,76 %	198,00 \$/t	611	595
Total des dépenses (\$)			11 186	11 050
Marge sur coûts variables maïs-grain (\$)			21 130	20 433
Marge sur coûts variables maïs-grain (\$/ha)			1 174	1 141

Tableau VII.11. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture de soya en 2010

Année 2010		Grands blocs 180 m	Bandes alternées 18 m	Bandes alternées 36 m
Rendement soya (t/ha)		2,83	2,97	3,12
Superficie (ha)		18	18	18
CULTURE SOYA				
Revenus	Quantité	Prix		
Vente de soya (\$)		438,46 \$/t	22 335	23 440
Total des revenus (\$)			22 335	23 440
Dépenses				
<i>Approvisionnement</i>				
Semence soya (\$)	110 kg/ha	58,37 \$/25 kg	4 623	4 623
<i>Opérations culturales</i>				
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192
Rouleau (\$)	18 ha	5,70 \$/ha	103	103
Houe rotative (\$)	18 ha	4,05 \$/ha	73	73
Semoir (\$)	18 ha	19,69 \$/ha	354	354
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	45,95 \$/ha	827	827
Wagon à grain – soya (\$)	18 ha	4,10 \$/ha	74	74
<i>Mise en marché</i>				
Séchage à la ferme (18 à 13,5 %) (\$)		1,69 \$/t	86	90
Entreposage et aération (\$)		1,36 \$/t	69	76
Transport au point de vente (\$)		10,00 \$/t	509	535
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	107	112
<i>Autres coûts</i>				
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux 2,34 %	356,00 \$/t	339	356
Total des dépenses (\$)			7 557	7 612
Marge sur coûts variables soya (\$)			14 778	15 828
Marge sur coûts variables soya (\$/ha)			821	879

Tableau VII.12. Calcul détaillé des marges sur coûts variables de l'utilisation des bandes alternées dans la culture du blé d'alimentation humaine en 2010

<i>Année 2010</i>		<i>Grands blocs 180 m</i>	<i>Bandes alternées 18 m</i>	<i>Bandes alternées 36 m</i>
Rendement blé d'alimentation humaine (t/ha)		3,27	3,01	3,2
Superficie (ha)		18	18	18
CULTURE BLÉ D'ALIMENTATION HUMAINE				
Revenus	Quantité	Prix		
Vente de blé d'alimentation humaine (\$)		255,10 \$/t	15 015	14 694
Compensation totale ajustée blé (\$/t)		73,05 \$/t	4 300	4 208
Total des revenus (\$)			19 315	18 901
Dépenses				
<i>Approvisionnement</i>				
Semence blé d'alimentation humaine (\$)	200 kg/ha	34,41 \$/ 25 kg	3 097	3 097
Achat de fumier de poulet (28-23-18) (\$)	15 m3	11,04 \$/m3	2 981	2 981
<i>Opérations culturales</i>				
Déchaumage (automne) (\$)	18 ha	11,12 \$/ha	200	200
Cultivateur 1 ^{er} passage (\$)	18 ha	10,66 \$/ha	192	192
Épandage fumier de poulet (\$)	15 m3	1,66 \$/m3	448	448
Tracteur (chargeur frontal et fourche à fumier) (\$)	15 m3	1,25 \$/m3	338	338
Peigne (\$)	18 ha	5,00 \$/ha	90	90
Semoir en ligne (\$)	18 ha	19,05 \$/ha	343	343
Moissonneuse-batteuse (\$)	18 ha	38,22 \$/ha	688	688
Wagon à grain – blé (\$)	18 ha	5,31 \$/ha	96	96
<i>Mise en marché</i>				
Séchage à la ferme (18 à 14 %) (\$)		5,37 \$/t	316	291
Entreposage et aération (\$)		2,15 \$/t	127	124
Transport au point de vente		10,00 \$/t	589	576
Plan conjoint (\$)		2,10 \$/t	124	121
<i>Autres coûts</i>				
Assurance-récolte (couverture 80 %) (\$)	Taux 3,56 %	306,00 \$/t	513	472
Total des dépenses (\$)			10 142	10 008
Marge sur coûts variables blé d'alimentation humaine (\$)			9 173	8 796
Marge sur coûts variables blé d'alimentation humaine (\$/ha)			510	489

VIII. Annexe 3.

Tableau VIII.1. Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Folicur

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305
100	(42,97)	(41,97)	(40,97)	(39,97)	(38,97)	(37,92)	(36,97)	(35,97)	(34,97)	(33,97)
200	(19,92)	(17,92)	(15,92)	(13,92)	(11,92)	(9,92)	(7,92)	(5,92)	(3,92)	(1,92)
300	3,13	6,13	9,13	12,13	15,13	18,13	21,13	24,13	27,13	30,13
400	26,18	30,18	34,18	38,18	42,18	46,28	50,18	54,18	58,18	62,18
500	49,23	54,23	59,23	64,23	69,23	74,23	79,23	84,23	89,23	94,23
600	72,28	78,28	84,28	90,28	96,28	102,28	108,28	114,28	120,28	126,28
700	95,33	102,33	109,33	116,33	123,33	130,33	137,33	144,33	151,33	158,33
800	118,38	126,38	134,38	142,38	150,38	158,38	166,38	174,38	182,38	190,38
900	141,43	150,43	159,43	168,43	177,43	186,43	195,43	204,43	213,43	222,43
1000	164,48	174,48	184,48	194,48	204,48	214,48	224,48	234,48	244,48	254,48

Tableau VIII.2 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Headline

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305
100	(30,58)	(29,58)	(28,58)	(27,58)	(26,58)	(25,58)	(24,58)	(23,58)	(22,58)	(21,58)
200	(7,53)	(5,53)	(3,53)	(1,53)	0,47	2,47	4,47	6,47	8,47	10,47
300	15,52	18,52	21,52	24,52	27,52	30,52	33,52	36,52	39,52	42,52
400	38,57	42,57	46,57	50,57	54,57	58,57	62,57	66,57	70,57	74,57
500	61,62	66,62	71,62	76,62	81,62	86,62	91,62	96,62	101,62	106,62
600	84,67	90,67	96,67	102,67	108,67	114,67	120,67	126,67	132,67	138,67
700	107,72	114,72	121,72	128,72	135,72	142,72	149,72	156,72	163,72	170,72
800	130,77	138,77	146,77	154,77	162,77	170,77	178,77	186,77	194,77	202,77
900	153,82	162,82	171,82	180,82	189,82	198,82	207,82	216,8	225,82	234,82
1000	176,87	186,87	196,87	206,87	216,87	226,87	236,87	246,87	256,87	266,87

Tableau VIII.3 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Pivot

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305
100	(7,71)	(6,71)	(5,71)	(4,71)	(3,71)	(2,71)	(1,71)	(0,71)	0,29	1,29
200	15,34	17,34	19,34	21,34	23,34	25,34	27,34	29,34	31,34	33,34
300	38,38	41,38	44,38	47,38	50,38	53,38	56,38	59,38	62,38	65,38
400	61,43	65,43	69,43	73,43	77,43	81,43	85,43	89,43	93,43	97,43
500	84,48	89,48	94,48	99,48	104,48	109,48	114,48	119,48	124,48	129,48
600	107,53	113,53	119,53	125,53	131,53	137,53	143,53	149,53	155,53	161,53
700	130,58	137,58	144,58	151,58	158,58	165,58	172,58	179,58	186,58	193,58
800	153,63	161,63	169,63	177,63	185,63	193,63	201,63	209,63	217,63	225,63
900	176,68	185,68	194,68	203,68	212,68	221,68	230,68	239,68	248,68	257,68
1000	199,73	209,73	219,73	229,73	239,73	249,73	259,73	269,73	279,73	289,73

Tableau VIII.4 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Proline

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305
100	(66,79)	(65,79)	(64,79)	(63,79)	(62,79)	(61,79)	(60,79)	(59,79)	(58,79)	(57,79)
200	(43,74)	(41,74)	(39,74)	(37,74)	(35,74)	(33,74)	(31,74)	(29,74)	(27,74)	(25,74)
300	(20,69)	(17,69)	(14,69)	(11,69)	(8,69)	(5,69)	(2,69)	0,31	3,31	6,31
400	2,36	6,36	10,36	14,36	18,36	22,36	26,36	30,36	34,36	38,36
500	25,41	30,41	35,41	40,41	45,41	50,41	55,41	60,41	65,41	70,41
600	48,46	54,46	60,46	66,46	72,46	78,46	84,46	90,46	96,46	102,46
700	71,51	78,51	85,51	92,51	99,51	106,51	113,51	120,51	127,51	134,51
800	94,56	102,56	110,56	118,56	126,56	134,56	142,56	150,56	158,56	166,56
900	117,61	126,61	135,61	144,61	153,61	162,61	171,61	180,61	189,61	198,61
1000	140,66	150,66	160,66	170,66	180,66	190,66	200,66	210,66	220,66	230,66

Tableau VIII.5 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Prosaro

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305
100	(27,96)	(26,96)	(25,96)	(24,96)	(23,96)	(22,96)	(21,96)	(20,96)	(19,96)	(18,96)
200	(4,91)	(2,91)	(0,91)	1,09	3,09	5,09	7,09	9,09	11,09	13,09
300	18,14	21,14	24,14	27,14	30,14	33,14	36,14	39,14	42,14	45,14
400	41,19	45,19	49,19	53,19	57,19	61,19	65,19	69,19	73,19	77,19
500	64,24	69,24	74,24	79,24	84,24	89,24	94,24	99,24	104,24	109,24
600	87,29	93,29	99,29	105,29	111,29	117,29	123,29	129,29	135,29	141,29
700	110,34	117,34	124,34	131,34	138,34	145,34	152,34	159,34	166,34	173,34
800	133,39	141,39	149,39	157,39	165,39	173,39	181,39	189,39	197,39	205,39
900	156,44	165,44	174,44	183,44	192,44	201,44	210,44	219,44	228,44	237,44
1000	179,49	189,49	199,49	209,49	219,49	229,49	239,49	249,49	259,49	269,49

Tableau VIII.6 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Quilt

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305
100	(10,84)	(9,84)	(8,84)	(7,84)	(6,84)	(5,84)	(4,84)	(3,84)	(2,84)	(1,84)
200	12,21	14,21	16,21	18,21	20,21	22,21	24,21	26,21	28,21	30,21
300	35,26	38,26	41,26	44,26	47,26	50,26	53,26	56,26	59,26	62,26
400	58,31	62,31	66,31	70,31	74,31	78,31	82,31	86,31	90,31	94,31
500	81,36	86,36	91,36	96,36	101,36	106,36	111,36	116,36	121,36	126,36
600	104,41	110,41	116,41	122,41	128,41	134,41	140,41	146,41	152,41	158,41
700	127,46	134,46	141,46	148,46	155,46	162,46	169,46	176,46	183,46	190,46
800	150,51	158,51	166,51	174,51	182,51	190,51	198,51	206,51	214,51	222,51
900	173,56	182,56	191,56	200,56	209,56	218,56	227,56	236,56	245,56	254,56
1000	196,61	206,61	216,61	226,61	236,61	246,61	256,61	266,61	276,61	286,61

Tableau VIII.7 Variation du rendement en blé d'alimentation humaine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Stratego

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305
100	(9,70)	(8,70)	(7,70)	(6,70)	(5,70)	(4,70)	(3,70)	(2,70)	(1,70)	(0,70)
200	13,35	15,35	17,35	19,35	21,35	23,35	25,35	27,35	29,35	31,35
300	36,40	39,40	42,40	45,40	48,40	51,40	54,40	57,40	60,40	63,40
400	59,45	63,45	67,45	71,45	75,45	79,45	83,45	87,45	91,45	95,45
500	82,50	87,50	92,50	97,50	102,50	107,50	112,50	117,50	122,50	127,50
600	105,55	111,55	117,55	123,55	129,55	135,55	141,55	147,55	153,55	159,55
700	128,60	135,60	142,60	149,60	156,60	163,60	170,60	177,60	184,60	191,60
800	151,65	159,65	167,65	175,65	183,65	191,65	199,65	207,65	215,65	223,65
900	174,70	183,70	192,70	201,70	210,70	219,70	228,70	237,70	246,70	255,70
1000	197,75	207,75	217,75	227,75	237,75	247,75	257,75	267,75	277,75	287,75

Tableau VIII.8 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Folicur

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	115	130	145	160	175	190	205	220	235	250
100	(54,64)	(53,14)	(51,64)	(50,14)	(48,64)	(47,14)	(45,64)	(44,14)	(42,64)	(41,14)
200	(43,27)	(40,27)	(37,27)	(34,27)	(31,27)	(28,27)	(25,27)	(22,27)	(19,27)	(16,27)
300	(31,90)	(27,40)	(22,90)	(18,40)	(13,90)	(9,40)	(4,90)	(0,40)	4,10	8,60
400	(20,53)	(14,53)	(8,53)	(2,53)	3,47	9,47	15,47	21,47	27,47	33,47
500	(9,15)	(1,65)	5,85	13,35	20,85	28,35	35,85	43,35	50,85	58,35
600	2,22	11,22	20,22	29,22	38,22	47,22	56,22	65,22	74,22	83,22
700	13,59	24,09	34,59	45,09	55,59	66,09	76,59	87,09	97,59	108,09
800	24,97	36,97	48,97	60,97	72,97	84,97	96,97	108,97	120,97	132,97
900	36,34	49,84	63,34	76,84	90,34	103,84	117,34	130,84	144,34	157,84
1000	47,71	62,71	77,71	92,71	107,71	122,71	137,71	152,71	167,71	182,71

Tableau VIII.9 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Headline

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	115	130	145	160	175	190	205	220	235	250
100	(42,26)	(40,76)	(39,26)	(37,76)	(36,26)	(34,76)	(33,26)	(31,76)	(30,26)	(28,76)
200	(30,88)	(27,88)	(24,88)	(21,88)	(18,88)	(14,88)	(12,88)	(9,88)	(6,88)	(3,88)
300	(19,51)	(15,01)	(10,51)	(6,01)	(1,51)	4,99	7,49	11,99	16,49	20,99
400	(8,14)	(2,14)	3,86	9,86	15,86	24,86	27,86	33,86	39,86	45,86
500	3,24	10,74	18,24	25,74	33,24	44,74	48,24	55,74	63,24	70,74
600	14,61	23,61	32,61	41,61	50,61	64,61	68,61	77,61	86,61	95,61
700	25,98	36,48	46,98	57,48	67,98	84,48	88,98	99,48	109,98	120,48
800	37,35	49,35	61,35	73,35	85,35	104,35	109,35	121,35	133,35	145,35
900	48,73	62,23	75,73	89,23	102,73	124,23	129,73	143,23	156,73	170,23
1000	60,10	75,10	90,10	105,10	120,10	144,10	150,10	165,10	180,10	195,10

Tableau VIII.10 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Pivot

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	115	130	145	160	175	190	205	220	235	250
100	(19,39)	(17,89)	(16,39)	(14,89)	(13,39)	(11,89)	(10,39)	(8,89)	(7,39)	(5,89)
200	(8,02)	(5,02)	(2,02)	0,98	3,98	6,98	9,98	12,98	15,98	18,98
300	3,36	7,86	12,36	16,86	21,36	25,86	30,36	34,86	39,36	43,86
400	14,73	20,73	26,73	32,73	38,73	44,73	50,73	56,73	62,73	68,73
500	26,10	33,60	41,10	48,60	56,10	63,60	71,10	78,60	86,10	93,60
600	37,48	46,48	55,48	64,48	73,48	82,48	91,48	100,48	109,48	118,48
700	48,85	59,35	69,85	80,35	90,85	101,35	111,85	122,35	132,85	143,35
800	60,22	72,22	84,22	96,22	108,22	120,22	132,22	144,22	156,22	168,22
900	71,59	85,09	98,59	112,09	125,59	139,09	152,59	166,09	179,59	193,09
1000	82,97	97,97	112,97	127,97	142,97	157,97	172,97	187,97	202,97	217,97

Tableau VIII.11 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Proline

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	115	130	145	160	175	190	205	220	235	250
100	(78,47)	(76,97)	(75,47)	(73,97)	(72,47)	(70,97)	(69,47)	(67,97)	(66,47)	(64,97)
200	(67,09)	(64,09)	(61,09)	(58,09)	(55,09)	(51,09)	(49,09)	(46,09)	(43,09)	(40,09)
300	(55,72)	(51,22)	(46,72)	(42,22)	(37,72)	(31,22)	(28,72)	(24,22)	(19,72)	(15,22)
400	(44,35)	(38,35)	(32,35)	(26,35)	(20,35)	(11,35)	(8,35)	(2,35)	3,65	9,65
500	(32,97)	(25,47)	(17,97)	(10,47)	(2,97)	8,53	12,03	19,53	27,03	34,53
600	(21,60)	(12,60)	(3,60)	5,40	14,40	28,40	32,40	41,40	50,40	59,40
700	(10,23)	0,27	10,77	21,27	31,77	48,27	52,77	63,27	73,77	84,27
800	1,14	13,14	25,14	37,14	49,14	68,14	73,14	85,14	97,14	109,14
900	12,52	26,02	39,52	53,02	66,52	88,02	93,52	107,02	120,52	134,02
1000	23,89	38,89	53,89	68,89	83,89	107,89	113,89	128,89	143,89	158,89

Tableau VIII.12 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Prosaro

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	115	130	145	160	175	190	205	220	235	250
100	(39,64)	(38,14)	(36,64)	(35,14)	(33,64)	(32,14)	(30,64)	(29,14)	(27,64)	(26,14)
200	(28,27)	(25,27)	(22,27)	(19,27)	(16,27)	(12,27)	(10,27)	(7,27)	(4,27)	(1,27)
300	(16,89)	(12,39)	(7,89)	(3,39)	1,11	7,61	10,11	14,61	19,11	23,61
400	(5,52)	0,48	6,48	12,48	18,48	27,48	30,48	36,48	42,48	48,48
500	5,85	13,35	20,85	28,35	35,85	47,35	50,85	58,35	65,85	73,35
600	17,23	26,23	35,23	44,23	53,23	67,23	71,23	80,23	89,23	98,23
700	28,60	39,10	49,60	60,10	70,60	87,10	91,60	102,10	112,60	123,10
800	39,97	51,97	63,97	75,97	87,97	106,97	111,97	123,97	135,97	147,97
900	51,35	64,85	78,35	91,85	105,35	126,85	132,35	145,85	159,35	172,85
1000	62,72	77,72	92,72	107,72	122,72	146,72	152,72	167,72	182,72	197,72

Tableau VIII.13 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Quilt

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	115	130	145	160	175	190	205	220	235	250
100	(22,52)	(21,02)	(19,52)	(18,02)	(16,52)	(15,02)	(13,52)	(12,02)	(10,52)	(9,02)
200	(11,15)	(8,15)	(5,15)	(2,15)	0,85	4,85	6,85	9,85	12,85	15,85
300	0,23	4,73	9,23	13,73	18,23	24,73	27,23	31,73	36,23	40,73
400	11,60	17,60	23,60	29,60	35,60	44,60	47,60	53,60	59,60	65,60
500	22,97	30,47	37,97	45,47	52,97	64,47	67,97	75,47	82,97	90,47
600	34,35	43,35	52,35	61,35	70,35	84,35	88,35	97,35	106,35	115,35
700	45,72	56,22	66,72	77,22	87,72	104,22	108,72	119,22	129,72	140,22
800	57,09	69,09	81,09	93,09	105,09	124,09	129,09	141,09	153,09	165,09
900	68,46	81,96	95,46	108,96	122,46	143,96	149,46	162,96	176,46	189,96
1000	79,84	94,84	109,84	124,84	139,84	163,84	169,84	184,84	199,84	214,84

Tableau VIII.14 Variation du rendement en orge et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Stratego

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	115	130	145	160	175	190	205	220	235	250
100	(21,37)	(19,87)	(18,37)	(16,87)	(15,37)	(13,87)	(12,37)	(10,87)	(9,37)	(7,87)
200	(10,00)	(7,00)	(4,00)	(1,00)	2,00	6,00	8,00	11,00	14,00	17,00
300	1,37	5,87	10,37	14,87	19,37	25,87	28,37	32,87	37,37	41,87
400	12,75	18,75	24,75	30,75	36,75	45,75	48,75	54,75	60,75	66,75
500	24,12	31,62	39,12	46,62	54,12	65,62	69,12	76,62	84,12	91,62
600	35,49	44,49	53,49	62,49	71,49	85,49	89,49	98,49	107,49	116,49
700	46,87	57,37	67,87	78,37	88,87	105,37	109,87	120,37	130,87	141,37
800	58,24	70,24	82,24	94,24	106,24	125,24	130,24	142,24	154,24	166,24
900	69,61	83,11	96,61	110,11	123,61	145,11	150,61	164,11	177,61	191,11
1000	80,98	95,98	110,98	125,98	140,98	164,98	170,98	185,98	200,98	215,98

Tableau VIII.15 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Folicur

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235
100	(47,44)	(45,94)	(44,44)	(42,94)	(41,44)	(39,94)	(38,44)	(36,94)	(35,44)	(33,94)
200	(28,86)	(25,86)	(22,86)	(19,86)	(16,86)	(13,86)	(10,86)	(7,86)	(4,86)	(1,86)
300	(10,28)	(5,78)	(1,28)	3,22	7,72	12,22	16,72	21,22	25,72	30,22
400	8,29	14,29	20,29	26,29	32,29	38,29	44,29	50,29	56,29	62,29
500	26,87	34,37	41,87	49,37	56,87	64,37	71,87	79,37	86,87	94,37
600	45,45	54,45	63,45	72,45	81,45	90,45	99,45	108,45	117,45	126,45
700	64,03	74,53	85,03	95,53	106,03	116,53	127,03	137,53	148,03	158,53
800	82,61	94,61	106,61	118,61	130,61	142,61	154,61	166,61	178,61	190,61
900	101,18	114,68	128,18	141,68	155,18	168,68	182,18	195,68	209,18	222,68
1000	119,76	134,76	149,76	164,76	179,76	194,76	209,76	224,76	239,76	254,76

Tableau VIII.16 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Headline

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235
100	(35,05)	(33,55)	(32,05)	(30,55)	(29,05)	(27,55)	(26,05)	(24,55)	(23,05)	(21,55)
200	(16,47)	(13,47)	(10,47)	(7,47)	(4,47)	(1,47)	1,53	4,53	7,53	10,53
300	2,10	6,60	11,10	15,60	20,10	24,60	29,10	33,60	38,10	42,60
400	20,68	26,68	32,68	38,68	44,68	50,68	56,68	62,68	68,68	74,68
500	39,26	46,76	54,26	61,76	69,26	76,76	84,26	91,76	99,26	106,76
600	57,84	66,84	75,84	84,84	93,84	102,84	111,84	120,84	129,84	138,84
700	76,42	86,92	97,42	107,92	118,42	128,92	139,42	149,92	160,42	170,92
800	94,99	106,99	118,99	130,99	142,99	154,99	166,99	178,99	190,99	202,99
900	113,57	127,07	140,57	154,07	167,57	181,07	194,57	208,07	221,57	235,07
1000	132,15	147,15	162,15	177,15	192,15	207,15	222,15	237,15	252,15	267,15

Tableau VIII.17 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Pivot

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235
100	(12,18)	(10,68)	(9,18)	(7,68)	(6,18)	(4,68)	(3,18)	(1,68)	(0,18)	1,32
200	6,39	9,39	12,39	15,39	18,39	21,39	24,39	27,39	30,39	33,39
300	24,97	29,47	33,97	38,47	42,97	47,47	51,97	56,47	60,97	65,47
400	43,55	49,55	55,55	61,55	67,55	73,55	79,55	85,55	91,55	97,55
500	62,13	69,63	77,13	84,63	92,13	99,63	107,13	114,63	122,13	129,63
600	80,71	89,71	98,71	107,71	116,71	125,71	134,71	143,71	152,71	161,71
700	99,28	109,78	120,28	130,78	141,28	151,78	162,28	172,78	183,28	193,78
800	117,86	129,86	141,86	153,86	165,86	177,86	189,86	201,86	213,86	225,86
900	136,44	149,94	163,44	176,94	190,44	203,94	217,44	230,94	244,44	257,94
1000	155,02	170,02	185,02	200,02	215,02	230,02	245,02	260,02	275,02	290,02

Tableau VIII.18 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Proline

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235
100	(71,26)	(69,76)	(68,26)	(66,76)	(65,26)	(63,76)	(62,26)	(60,76)	(59,26)	(57,76)
200	(52,68)	(49,68)	(46,68)	(43,68)	(40,68)	(37,68)	(34,68)	(31,68)	(28,68)	(25,68)
300	(34,11)	(29,61)	(25,11)	(20,61)	(16,11)	(11,61)	(7,11)	(2,61)	1,89	6,39
400	(15,53)	(9,53)	(3,53)	2,47	8,47	14,47	20,47	26,47	32,47	38,47
500	3,05	10,55	18,05	25,55	33,05	40,55	48,05	55,55	63,05	70,55
600	21,63	30,63	39,63	48,63	57,63	66,63	75,63	84,63	93,63	102,63
700	40,21	50,71	61,21	71,71	82,21	92,71	103,21	113,71	124,21	134,71
800	58,78	70,78	82,78	94,78	106,78	118,78	130,78	142,78	154,78	166,78
900	77,36	90,86	104,36	117,86	131,36	144,86	158,36	171,86	185,36	198,86
1000	95,94	110,94	125,94	140,94	155,94	170,94	185,94	200,94	215,94	230,94

Tableau VIII.19 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Prosaro

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235
100	(32,43)	(30,93)	(29,43)	(27,93)	(26,43)	(24,93)	(23,43)	(21,93)	(20,43)	(18,93)
200	(13,86)	(10,86)	(7,86)	(4,86)	(1,86)	1,14	4,14	7,14	10,14	13,14
300	4,72	9,22	13,72	18,22	22,72	27,22	31,72	36,22	40,72	45,22
400	23,30	29,30	35,30	41,30	47,30	53,30	59,30	65,30	71,30	77,30
500	41,88	49,38	56,88	64,38	71,88	79,38	86,88	94,38	101,88	109,38
600	60,46	69,46	78,46	87,46	96,46	105,46	114,46	123,46	132,46	141,46
700	79,03	89,53	100,03	110,53	121,03	131,53	142,03	152,53	163,03	173,53
800	97,61	109,61	121,61	133,61	145,61	157,61	169,61	181,61	193,61	205,61
900	116,19	129,69	143,19	156,69	170,19	183,69	197,19	210,69	224,19	237,69
1000	134,77	149,77	164,77	179,77	194,77	209,77	224,77	239,77	254,77	269,77

Tableau VIII.20 Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Quilt

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235
100	(15,31)	(13,81)	(12,31)	(10,81)	(9,31)	(7,81)	(6,31)	(4,81)	(3,31)	(1,81)
200	3,26	6,26	9,26	12,26	15,26	18,26	21,26	24,26	27,26	30,26
300	21,84	26,34	30,84	35,34	39,84	44,34	48,84	53,34	57,84	62,34
400	40,42	46,42	52,42	58,42	64,42	70,42	76,42	82,42	88,42	94,42
500	59,00	66,50	74,00	81,50	89,00	96,50	104,00	111,50	119,00	126,50
600	77,58	86,58	95,58	104,58	113,58	122,58	131,58	140,58	149,58	158,58
700	96,15	106,65	117,15	127,65	138,15	148,65	159,15	169,65	180,15	190,65
800	114,73	126,73	138,73	150,73	162,73	174,73	186,73	198,73	210,73	222,73
900	133,31	146,81	160,31	173,81	187,31	200,81	214,31	227,81	241,31	254,81
1000	151,89	166,89	181,89	196,89	211,89	226,89	241,89	256,89	271,89	286,89

Tableau VIII.21. Variation du rendement de l'avoine et du prix du marché pour l'utilisation du fongicide Stratego

Variation de rendement kg /MS ha	Prix du marché (\$/t)									
	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235
100	(14,17)	(12,67)	(11,17)	(9,67)	(8,17)	(6,67)	(5,17)	(3,67)	(2,17)	(0,67)
200	4,41	7,41	10,41	13,41	16,41	19,41	22,41	25,41	28,41	31,41
300	22,99	27,49	31,99	36,49	40,99	45,49	49,99	54,49	58,99	63,49
400	41,57	47,57	53,57	59,57	65,57	71,57	77,57	83,57	89,57	95,57
500	60,14	67,64	75,14	82,64	90,14	97,64	105,14	112,64	120,14	127,64
600	78,72	87,72	96,72	105,72	114,72	123,72	132,72	141,72	150,72	159,72
700	97,30	107,80	118,30	128,80	139,30	149,80	160,30	170,80	181,30	191,80
800	115,88	127,88	139,88	151,88	163,88	175,88	187,88	199,88	211,88	223,88
900	134,46	147,96	161,46	174,96	188,46	201,96	215,46	228,96	242,46	255,96
1000	153,03	168,03	183,03	198,03	213,03	228,03	243,03	258,03	273,03	288,03

IX. Annexe 4.

Tableau IX.1. Coûts d'utilisation d'engrais verts au site de St-Augustin-de-Desmaures, année 2013

		T0	AV	MB	PF	RH	TR
Rendement en blé d'alimentation humaine (kg/ha)		2 548,05	2 405,6	2 626,61	2 730,74	2 492,04	3 331,77
Différence de rendement avec le témoin T0 (kg/ha)		0,00	(142,45)	78,56	182,69	(56,01)	783,72
Rendement en paille (kg/ha)		3 518,32	3 415,51	3 515,94	3 750,95	3 621,41	4 168,16
Nombre de balles par ha (balles de 20 kg)		172	167	172	184	177	204
Revenus							
	Prix						
Vente de blé d'alimentation humaine (\$/ha)	321,24 \$/t	819	773	844	877	801	1 070
Compensation ASRA (\$/ha)		0	0	0	0	0	0
Paille (\$/ha)	2,50 \$/balle	430	418	430	460	443	510
Total des revenus (\$/ha)		1 249	1 191	1 274	1 337	1 244	1 580
Dépenses							
<i>Approvisionnement</i>							
<i>Semences</i>							
	Quantité	Prix					
Blé Fuzion (\$/ha)	160 kg/ha	24,14 \$/ 25 kg	154	154	154	154	154
Engrais verts Avoine (\$/ha)	130 kg/ha	14,32 \$/ 25 kg	0	74	0	0	0
Engrais verts Moutarde blanche (\$/ha)	15 kg/ha	94,00 \$/ 25 kg	0	0	56	0	0
Engrais verts Pois fourrager (\$/ha)	130 kg/ha	27,22 \$/ 25 kg	0	0	0	142	0
Inoculant Pois fourrager (\$/ha)	0,26 kg/ha	57,58 \$/ kg	0	0	0	15	0
Engrais verts Radis huileux (\$/ha)	10 kg/ha	170,00 \$/ 25 kg	0	0	0	0	68
Engrais verts Trèfle blanc (\$/ha)	4 kg/ha	225,09 \$/ 25 kg	0	0	0	0	36
Engrais verts Trèfle rouge (\$/ha)	4 kg/ha	209,14 \$/ 25 kg	0	0	0	0	33
<i>Fertilisation</i>							
Aucune fertilisation (\$/ha)			0	0	0	0	0
<i>Pesticides</i>							
Aucun							
<i>Opérations culturales</i>							
<i>Année implantation engrais verts et enfouissement</i>							
		Nbre de passage par ha					
Vibroculteur (\$/ha)		2	45	45	45	45	45
		1					

		T0	AV	MB	PF	RH	TR
Semis Trèfle rouge et blanc ⁸ (\$/ha)	1	0	0	0	0	0	0
Semis autres engrais verts ⁹ (\$/ha)	1	0	19	19	19	19	0
Labour (loam)(\$/ha)	1	49	49	49	49	49	49
<i>Année implantation du blé et récolte</i>							
Herse à disque ¹⁰ (loam) (\$/ha)	2	11	22	22	22	22	22
Vibroculteur (\$/ha)	2	45	45	45	45	45	45
Semis blé Fuzion (semoir en ligne) (\$/ha)	1	19	19	19	19	19	19
Récolte blé (\$/ha)							
Moissonneuse-batteuse (\$/ha)	1	33	33	33	33	33	33
Wagons à gains (\$/ha)	1	5	5	5	5	5	5
Pressage de la paille (\$/ha)	0,10 \$/balle	17	17	17	18	18	20
Transport de la paille – Wagons avec plateforme et ridelle (\$/ha)	0,08 \$/balle	14	13	14	15	14	16
<i>Autres coûts</i>							
Plan conjoint (\$/ha)	2,10 \$/tonne	5	5	6	6	5	7
Ficelle pour paille (\$/ha)	0,08 \$/balle	14	13	14	15	14	16
Total des dépenses (\$/ha)		411	513	498	602	510	500
Marge sur coûts variables (\$/ha)		838	678	776	735	734	1 080
Différence de la marge sur coûts variables par rapport au témoin (\$/ha)		0	(160)	(62)	(103)	(104)	242

Constats : L'engrais vert trèfle rouge et blanc a la meilleure marge sur coûts variables (1 080 \$/ha), soit 242 \$/ha de plus que le témoin.

⁸ Le trèfle rouge et blanc sont semés l'automne précédent avec la céréale.

⁹ C'est un semoir en ligne qui est utilisé pour le semis des autres engrais verts.

¹⁰ Dans la parcelle témoin (T0) la herse est passée une fois pour les autres engrais verts il y a 2 passages.

Tableau IX.2 Coûts d'utilisation d'engrais verts au site de Normandin, année 2013

		T0	AV	MB	PF	RH	TR
Rendement en blé d'alimentation humaine (kg/ha)		3 784,76	2 912,19	3 347,48	3 743,23	3 504,80	4 078,03
Différence de rendement avec le témoin T0 (kg/ha)		0,00	(872,57)	(437,28)	(41,53)	(279,96)	293,27
Rendement en paille (kg/ha)		4 010,46	3 229,68	3 607,14	3 998,00	3 770,23	4 092,00
Nombre de balles par ha (balles de 20 kg)		196	158	177	196	185	200
Revenus							
	Prix						
Vente de blé d'alimentation humaine (\$/ha)	321,24 \$/t	1 216	936	1 075	1 202	1 126	1 310
Compensation ASRA (\$/ha)		0	0	0	0	0	0
Paille (\$/ha)	2,50 \$/balle	490	395	443	490	463	500
Total des revenus (\$/ha)		1 706	1 331	1 518	1 692	1 589	1 810
Dépenses							
<i>Approvisionnement</i>							
<i>Semences</i>							
	Quantité	Prix					
Blé Fuzion (\$/ha)	160 kg/ha	24,14 \$/ 25 kg	154	154	154	154	154
Engrais verts Avoine (\$/ha)	130 kg/ha	14,32 \$/ 25 kg	0	74	0	0	0
Engrais verts Moutarde blanche (\$/ha)	15 kg/ha	94,00 \$/ 25 kg	0	0	56	0	0
Engrais verts Pois fourrager (\$/ha)	130 kg/ha	27,22 \$/ 25 kg	0	0	0	142	0
Inoculant Pois fourrager (\$/ha)	0,26 kg/ha	57,58 \$/ kg	0	0	0	15	0
Engrais verts Radis huileux (\$/ha)	10 kg/ha	170,00 \$/ 25 kg	0	0	0	0	68
Engrais verts Trèfle blanc (\$/ha)	4 kg/ha	225,09 \$/ 25 kg	0	0	0	0	0
Engrais verts Trèfle rouge (\$/ha)	4 kg/ha	209,14 \$/ 25 kg	0	0	0	0	0
<i>Fertilisation</i>							
Aucune fertilisation (\$/ha)			0	0	0	0	0
<i>Pesticides</i>							
Aucun							
<i>Opérations culturales</i>							
<i>Année implantation engrais verts et enfouissement</i>							
Machio/herse rotative (\$/ha)		2	33	33	33	33	33
Semis Trèfle rouge et blanc (semoir en ligne) (\$/ha)		1	0	0	0	0	0
Semis autres engrais verts (semoir Brillon) (\$/ha)		1	0	19	19	19	19
Labour (argile) (\$/ha)		1	59	59	59	59	59
<i>Année implantation du blé et récolte</i>							
Herse à disque (1 passage T0 et 2 passages autres engrais - argile) (\$/ha)		2	12	24	24	24	24
Vibroculteur (argile) (\$/ha)		2	50	50	50	50	50
Semis blé Fuzion (semoir en ligne) (\$/ha)		1	19	19	19	19	19
Récolte blé (\$/ha)							
Moissonneuse-batteuse (\$/ha)		1	33	33	33	33	33
Wagons à gains (\$/ha)		1	5	5	5	5	5
Pressage de la paille (\$/ha)	0,10 \$/balle	20	16	18	20	19	20
Transport de la paille – Wagons avec plateforme et ridelle (\$/ha)	0,08 \$/balle	16	13	14	16	15	16

		T0	AV	MB	PF	RH	TR
<i>Autres coûts</i>							
Plan conjoint (\$/ha)	2,10 \$/tonne	8	6	7	8	7	9
Ficelle pour paille (\$/ha)	0,08 \$/balle	16	13	14	16	15	16
Total des dépenses (\$/ha)		425	518	505	613	520	507
Marge sur coûts variables (\$/ha)		1 281	813	1 013	1 079	1 069	1 303
Différence de la marge sur coûts variables par rapport au témoin (\$/ha)			0	(468)	(268)	(202)	(212)

Tableau IX.3. Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert d'avoine – Site de St-Augustin-de-Desmaures

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	321,10	381,10	441,10	501,10	561,10
2 500	351,85	414,35	476,85	539,35	601,85
2 600	384,84	449,84	514,84	579,84	644,84
2 700	417,83	485,33	552,83	620,33	687,83
2 800	450,82	520,82	590,82	660,82	730,82
2 900	483,81	556,31	628,81	701,31	773,81
3 000	516,80	591,80	666,80	741,80	816,80
3 100	549,79	627,29	704,79	782,29	859,79
3 200	582,78	662,78	742,78	822,78	902,78
3 300	615,77	698,27	780,77	863,27	945,77
3 400	648,76	733,76	818,76	903,76	988,76
3 500	679,51	767,01	854,51	942,01	1 029,51
3 600	712,50	802,50	892,50	982,50	1 072,50
3 700	745,49	837,99	930,49	1 022,99	1 115,49
3 800	778,48	873,48	968,48	1 063,48	1 158,48
3 900	811,47	908,97	1 006,47	1 103,97	1 201,47
4 000	844,46	944,46	1 044,46	1 144,46	1 244,46

Tableau IX.4 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de moutarde blanche – Site St-Augustin-de-Desmaures

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	339,21	399,21	459,21	519,21	579,21
2 500	369,87	432,37	494,87	557,37	619,87
2 600	402,87	467,87	532,87	597,87	662,87
2 700	435,87	503,37	570,87	638,37	705,87
2 800	468,87	538,87	608,87	678,87	748,87
2 900	501,87	574,37	646,87	719,37	791,87
3 000	534,87	609,87	684,87	759,87	834,87
3 100	567,87	645,37	722,87	800,37	877,87
3 200	600,87	680,87	760,87	840,87	920,87
3 300	633,87	716,37	798,87	881,37	963,87
3 400	666,87	751,87	836,87	921,87	1 006,87
3 500	697,53	785,03	872,53	960,03	1 047,53
3 600	730,53	820,53	910,53	1 000,53	1 090,53
3 700	763,53	856,03	948,53	1 041,03	1 133,53
3 800	796,53	891,53	986,53	1 081,53	1 176,53
3 900	829,53	927,03	1 024,53	1 122,03	1 219,53
4 000	862,53	962,53	1 062,53	1 162,53	1 262,53

Tableau IX.5 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de pois fourrager – Site de St-Augustin-de-Desmaures

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	239,05	299,05	359,05	419,05	479,05
2 500	269,80	332,30	394,80	457,30	519,80
2 600	302,79	367,79	432,79	497,79	562,79
2 700	335,78	403,28	470,78	538,28	605,78
2 800	368,77	438,77	508,77	578,77	648,77
2 900	401,76	474,26	546,76	619,26	691,76
3 000	434,75	509,75	584,75	659,75	734,75
3 100	467,74	545,24	622,74	700,24	777,74
3 200	500,73	580,73	660,73	740,73	820,73
3 300	533,72	616,22	698,72	781,22	863,72
3 400	566,71	651,71	736,71	821,71	906,71
3 500	597,46	684,96	772,46	859,96	947,46
3 600	630,45	720,45	810,45	900,45	990,45
3 700	663,44	755,94	848,44	940,94	1 033,44
3 800	696,43	791,43	886,43	981,43	1 076,43
3 900	729,42	826,92	924,42	1 021,92	1 119,42
4 000	762,41	862,41	962,41	1 062,41	1 162,41

Tableau IX.6 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de radis huileux – Site de St-Augustin-de-Desmaures

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	327,61	387,61	447,61	507,61	567,61
2 500	358,27	420,77	483,27	545,77	608,27
2 600	391,27	456,27	521,27	586,27	651,27
2 700	424,27	491,77	559,27	626,77	694,27
2 800	457,27	527,27	597,27	667,27	737,27
2 900	490,27	562,77	635,27	707,77	780,27
3 000	523,27	598,27	673,27	748,27	823,27
3 100	556,27	633,77	711,27	788,77	866,27
3 200	589,27	669,27	749,27	829,27	909,27
3 300	622,27	704,77	787,27	869,77	952,27
3 400	655,27	740,27	825,27	910,27	995,27
3 500	685,93	773,43	860,93	948,43	1 035,93
3 600	718,93	808,93	898,93	988,93	1 078,93
3 700	751,93	844,43	936,93	1 029,43	1 121,93
3 800	784,93	879,93	974,93	1 069,93	1 164,93
3 900	817,93	915,43	1 012,93	1 110,43	1 207,93
4 000	850,93	950,93	1 050,93	1 150,93	1 250,93

Tableau IX.7 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de trèfle rouge et le trèfle blanc – Site de St-Augustin-de-Desmaures

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	345,18	405,18	465,18	525,18	585,18
2 500	375,84	438,34	500,84	563,34	625,84
2 600	408,84	473,84	538,84	603,84	668,84
2 700	441,84	509,34	576,84	644,34	711,84
2 800	474,84	544,84	614,84	684,84	754,84
2 900	507,84	580,34	652,84	725,34	797,84
3 000	540,84	615,84	690,84	765,84	840,84
3 100	573,84	651,34	728,84	806,34	883,84
3 200	606,84	686,84	766,84	846,84	926,84
3 300	639,84	722,34	804,84	887,34	969,84
3 400	672,84	757,84	842,84	927,84	1 012,84
3 500	703,50	791,00	878,50	966,00	1 053,50
3 600	736,50	826,50	916,50	1 006,50	1 096,50
3 700	769,50	862,00	954,50	1 047,00	1 139,50
3 800	802,50	897,50	992,50	1 087,50	1 182,50
3 900	835,50	933,00	1 030,50	1 128,00	1 225,50
4 000	868,50	968,50	1 068,50	1 168,50	1 268,50

Tableau IX.8 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert d'avoine – Site de Normandin

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	315,54	375,54	435,54	495,54	555,54
2 500	346,29	408,79	471,29	533,79	596,29
2 600	379,28	444,28	509,28	574,28	639,28
2 700	412,27	479,77	547,27	614,77	682,27
2 800	445,26	515,26	585,26	655,26	725,26
2 900	478,25	550,75	623,25	695,75	768,25
3 000	511,24	586,24	661,24	736,24	811,24
3 100	544,23	621,73	699,23	776,73	854,23
3 200	577,22	657,22	737,22	817,22	897,22
3 300	610,21	692,71	775,21	857,71	940,21
3 400	643,20	728,20	813,20	898,20	983,20
3 500	673,95	761,45	848,95	936,45	1 023,95
3 600	706,94	796,94	886,94	976,94	1 066,94
3 700	739,93	832,43	924,93	1 017,43	1 109,93
3 800	772,92	867,92	962,92	1 057,92	1 152,92
3 900	805,91	903,41	1 000,91	1 098,41	1 195,91
4 000	838,90	938,90	1 038,90	1 138,90	1 238,90

Tableau IX.9 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de moutarde blanche – Site de Normandin

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	333,60	393,60	453,60	513,60	573,60
2 500	364,35	426,85	489,35	551,85	614,35
2 600	397,34	462,34	527,34	592,34	657,34
2 700	430,33	497,83	565,33	632,83	700,33
2 800	463,32	533,32	603,32	673,32	743,32
2 900	496,31	568,81	641,31	713,81	786,31
3 000	529,30	604,30	679,30	754,30	829,30
3 100	562,29	639,79	717,29	794,79	872,29
3 200	595,28	675,28	755,28	835,28	915,28
3 300	628,27	710,77	793,27	875,77	958,27
3 400	661,26	746,26	831,26	916,26	1 001,26
3 500	692,01	779,51	867,01	954,51	1 042,01
3 600	725,00	815,00	905,00	995,00	1 085,00
3 700	757,99	850,49	942,99	1 035,49	1 127,99
3 800	790,98	885,98	980,98	1 075,98	1 170,98
3 900	823,97	921,47	1 018,97	1 116,47	1 213,97
4 000	856,96	956,96	1 056,96	1 156,96	1 256,96

Tableau IX.10 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de pois fourrager – Site de Normandin

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	233,49	293,49	353,49	413,49	473,49
2 500	264,24	326,74	389,24	451,74	514,24
2 600	297,23	362,23	427,23	492,23	557,23
2 700	330,22	397,72	465,22	532,72	600,22
2 800	363,21	433,21	503,21	573,21	643,21
2 900	396,20	468,70	541,20	613,70	686,20
3 000	429,19	504,19	579,19	654,19	729,19
3 100	462,18	539,68	617,18	694,68	772,18
3 200	495,17	575,17	655,17	735,17	815,17
3 300	528,16	610,66	693,16	775,66	858,16
3 400	561,15	646,15	731,15	816,15	901,15
3 500	591,90	679,40	766,90	854,40	941,90
3 600	624,89	714,89	804,89	894,89	984,89
3 700	657,88	750,38	842,88	935,38	1 027,88
3 800	690,87	785,87	880,87	975,87	1 070,87
3 900	723,86	821,36	918,86	1 016,36	1 113,86
4 000	756,85	856,85	956,85	1 056,85	1 156,85

Tableau IX.11 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de radis huileux – Site de Normandin

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	322,00	382,00	442,00	502,00	562,00
2 500	352,75	415,25	477,75	540,25	602,75
2 600	385,74	450,74	515,74	580,74	645,74
2 700	418,73	486,23	553,73	621,23	688,73
2 800	451,72	521,72	591,72	661,72	731,72
2 900	484,71	557,21	629,71	702,21	774,71
3 000	517,70	592,70	667,70	742,70	817,70
3 100	550,69	628,19	705,69	783,19	860,69
3 200	583,68	663,68	743,68	823,68	903,68
3 300	616,67	699,17	781,67	864,17	946,67
3 400	649,66	734,66	819,66	904,66	989,66
3 500	680,41	767,91	855,41	942,91	1 030,41
3 600	713,40	803,40	893,40	983,40	1 073,40
3 700	746,39	838,89	931,39	1 023,89	1 116,39
3 800	779,38	874,38	969,38	1 064,38	1 159,38
3 900	812,37	909,87	1 007,37	1 104,87	1 202,37
4 000	845,36	945,36	1 045,36	1 145,36	1 245,36

Tableau IX.12 Résultats de MCV selon différents rendements du blé d'alimentation humaine et de prix de marché, avec un engrais vert de trèfle rouge et de trèfle blanc – Site de Normandin

Rendements (kg/ha)	Prix de vente (\$/t)				
	220	245	270	295	320
2 400	339,58	399,58	459,58	519,58	579,58
2 500	370,33	432,83	495,33	557,83	620,33
2 600	403,32	468,32	533,32	598,32	663,32
2 700	436,31	503,81	571,31	638,81	706,31
2 800	469,30	539,30	609,30	679,30	749,30
2 900	502,29	574,79	647,29	719,79	792,29
3 000	535,28	610,28	685,28	760,28	835,28
3 100	568,27	645,77	723,27	800,77	878,27
3 200	601,26	681,26	761,26	841,26	921,26
3 300	634,25	716,75	799,25	881,75	964,25
3 400	667,24	752,24	837,24	922,24	1 007,24
3 500	697,99	785,49	872,99	960,49	1 047,99
3 600	730,98	820,98	910,98	1 000,98	1 090,98
3 700	763,97	856,47	948,97	1 041,47	1 133,97
3 800	796,96	891,96	986,96	1 081,96	1 176,96
3 900	829,95	927,45	1 024,95	1 122,45	1 219,95
4 000	862,94	962,94	1 062,94	1 162,94	1 262,94

X. Annexe 5

Tableau X.1. Coût d'un épandeur à haute précision comparativement à un épandeur à engrais minéral

Type d'épandeur (volume en L ou t)	Semis à la volée avec un épandeur à haute précision			Semis à la volée avec un épandeur à engrais minéral (CRAAQ, 2014b)
	Haute précision 4000 L	Haute précision 4000 L	Haute précision 4000 L	Épandeur engrais minéral 4 tonnes
Largeur du travail (m)	9,15	12	15,25	12
Vitesse de travail (km/h)	10	10	10	10
Efficacité au champ (%)	70	70	70	70
Capacité effective (ha/h)	6,41	8,40	10,68	8,40
Consommation (L/h)	7,51	7,51	7,51	15,2
Utilisation annuelle (heure)	100	100	100	100
Tracteur (kW)	46	46	46	46
Utilisation tracteur (heure)	500	500	500	500
Coûts totaux du semis à la volée (\$/ha)	17,43	13,29	10,46	12,91