

RAPPORT FINAL

IMPLANTATION D'UNE TECHNOLOGIE INEXPLOITÉE DANS NOTRE RÉGION : « CULTURE SUR BILLONS EN RÉGIE BIOLOGIQUE »

Dans le cadre du
Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique

Par
Jean-Pierre Hivon, agr. responsable,
Murielle Bournival et
Céline Ferron, collaboratrices

Groupe Envir-Eau-Sol inc
20 décembre 2007

IMPLANTATION D'UNE TECHNOLOGIE INEXPLOITÉE DANS NOTRE RÉGION :
« CULTURE SUR BILLONS EN RÉGIE BIOLOGIQUE ».
¹Hivon, J.-P., agr., responsable, ¹Ferron, C. et ¹Bournival, M., collaboratrices

Table des matières

Table des matières	i
Titre du projet	1
Numéro du projet.....	1
Date de fin du projet.....	1
Partenaires financiers.....	1
Brève description du projet	1
Déroulement des travaux - résultats obtenus - biens livrés - difficultés rencontrées	1
1. Essai 1 : Soutien technique aux producteurs qui veulent modifier et/ou acheter des équipements pour la culture sur billons en régie biologique	2
1.1 Planteur à maïs	2
1.2 Houe rotative	3
1.3 Sarcler lourd	4
1.4 Batteuse	5
2. Essai 2 : Formation de billons au printemps et à l'automne 2007.....	6
3. Essai 3: Semis sur billons au printemps 2007	10
4. Essai 4: Sarclage	11
5. Essai 5: Budget	12
5.1 Principaux critères pris en considération à la réalisation de ce budget	12
5.2 Budgets d'exploitation en production biologique	16
5.3 Le système de production sur billons permet de retirer un meilleur bénéfice net que le système de production conventionnel.....	20
5.4 Les ressources requises (équipement, temps et carburant) pour les opérations culturales en système sur billons sont inférieures à celles requises pour la régie conventionnelle	22
5.5 Les coûts de production partiels pour la production de soya et de maïs-grain sont inférieurs en régie sur billons qu'en régie conventionnelle des cultures.....	25
5.6 Le retour sur l'investissement en machinerie est favorable à la régie sur billons	26
6. Essai 6: Essai des engrais verts et de différentes stratégies d'épandage	26
7. Journée d'information et de formation de la culture sur billons en régie biologique pour les membres, les conseillers, les autres intervenants et tous les producteurs intéressés.....	29
Annexe.....	30
Bibliographie	31

¹Groupe Envir-Eau-Sol, club conseil en agroenvironnement

RAPPORT FINAL

Titre du projet: Implantation d'une technologie inexploitée dans notre région : « Culture sur billons en régie biologique ».

Numéro du projet : 06-BIO-05

Date de fin du projet: 31 décembre 2007

Nom de l'organisme requérant : Groupe Envir-Eau-Sol inc.

Partenaires financiers : Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique.

Brève description du projet

À travers ce projet, nous voulions acquérir de connaissances adéquates afin supporter les entreprises dans leur transfert en régie biologique. Ainsi, nous nous sommes assurés que les producteurs qui utiliseront la technique sur billons puissent obtenir de l'information pertinente et le soutien approprié. Pour répondre à ces objectifs, nous avons assisté à des journées de formation et nous avons réalisé des essais chez des producteurs. Ces essais nous ont permis d'évaluer les diverses opérations reliées au système sur billons. Les opérations auxquelles nous avons pris part étaient la formation des billons, le sarclage, le semis sur billons, le semis d'engrais vert, la fertilisation sans compter une étude économique partielle. Aussi, nous avons donné du soutien technique aux producteurs dans l'achat ou modification des équipements pour la culture sur billons et dans la réalisation des travaux au champ. Les informations et l'expérience acquises ont été mises en mots et en images dans un CD qui deviendra accessible à tous les intéressés.

Déroulement des travaux - résultats obtenus - biens livrés - difficultés rencontrées

Chacun des points qui suivent comprend tout d'abord les grands principes qui nous ont servi de base comparative dans la réalisation de ces essais. Ensuite, les résultats, les biens livrés, et ainsi que les difficultés rencontrées, s'il y en a eues, sont inclus dans chacune des 6 sections suivantes. Il est à noter que les biens livrés sont sous la forme de conseils ou de recommandations à la suite de ce que nous avons appris et aux résultats d'essais.

Note : Pour les biens de ce rapport, nous avons donné des noms fictifs aux entreprises agricoles.

1. Essai 1 : Soutien technique aux producteurs qui veulent modifier et/ou acheter des équipements pour la culture sur billons en régie biologique

La régie sur billons exige des changements au niveau des pratiques culturales ainsi que certaines modifications en ce qui a trait aux appareils agricoles. Par exemple, sous cette régie, il n'y a pas de passage de la charrue, de vibroculteur, ni du peigne. De plus, certains appareils tels que le planteur, le sarcler lourd, la houe et la batteuse doivent être spécifiquement conçus ou adaptés pour le billon. Les producteurs qui s'orientent vers ce type de régie doivent par conséquent s'assurer que leurs investissements soient justifiables et surtout rentables. Au cours de la dernière saison, nous avons donné du soutien à certains producteurs qui voulaient modifier et/ou acheter des équipements pour la culture sur billons en régie biologique. Les équipements visés étaient principalement le planteur, la houe, le sarcler, l'épandeur et la batteuse. Nous avons eu la chance de participer à l'achat et à la modification de plusieurs appareils agricoles destinés à la régie sur billons en culture biologique. Voici la description de ce qui a été fait chez les producteurs, à commencer par les planteurs à maïs.

1.1 Planteur à maïs

Les planteurs à maïs adaptés pour la culture sur billons que l'on retrouve sur le marché aujourd'hui proviennent de la première vague de cette pratique dans les années 70-80. De ces derniers, il n'existe plus qu'une principale marque de planteur : le Buffalo. Donc, pour aller vers la régie sur billons, certains producteurs vont acheter ce type de machinerie que l'on retrouve aujourd'hui dans l'usagée. Par contre, d'autres producteurs optent pour la modification d'un planteur en vue de l'adapter pour la culture sur billons. Lors de nos essais, nous avons été en mesure de comparer le planteur Buffalo usagé de la ferme C avec un planteur modifié de la ferme M. Aussi, nous avons été à même d'évaluer les avantages et les désavantages de chacun.

Premièrement, chez le planteur Buffalo, le décapeur et le semoir sont situés sur la même unité. Donc, la profondeur du semis va varier selon les obstacles à la surface des billons, tels que

l'uniformité des billons et la présence de résidus. De plus, étant donné que l'on ne retrouve plus ce type d'appareil au Québec, lorsqu'une pièce vient qu'à briser, les producteurs n'ont pas d'autres choix que de la faire fabriquer.

Du côté de la ferme M, le propriétaire a choisi d'adapter un planteur conventionnel pour le rendre utilisable sous une régie sur billons. L'idée lui est venue suite à certaines formations sur le billon données entre autres par Simon Audette et Thomas Dewavrin, producteurs de référence en matière de billons au Québec. Il s'est donc inspiré du modèle de planteur Buffalo et a ajouté certaines modifications en vue d'améliorer la qualité du semis. Enfin de pouvoir semer sur le billon, le producteur a utilisé un semoir conventionnel sur lequel il a fixé un décapeur. La particularité de son planteur est qu'il est muni de deux parallélogrammes qui font fonctionner le planteur et le décapeur indépendamment l'un de l'autre. Cette caractéristique a pour effet de rendre le semis plus uniforme. Aussi, grâce à ce système, les couteaux (coutres) servant à décaper le billon au printemps s'usent beaucoup moins vite augmentant ainsi la longévité de la machine. De plus, les ressorts, qui sont situés sur les unités du planteur, sont plus forts par rapport à un planteur conventionnel, ce qui stabilise encore plus l'appareil lors du semis. Ces ressorts exercent une pression plus élevée sur les unités de semis permettant ainsi de conserver une constance au niveau de la profondeur du semis même lorsque le sol est plus dur, comme c'est le cas en régie sur billons (en comparaison au semis sur sol travaillé).

Les planteurs de marque Buffalo que l'on retrouve en vente aujourd'hui se détaillent autour de 12000 \$. De son côté, le planteur modifié de la ferme M a fait l'objet d'un projet de R&D (Recherche scientifique et développement expérimental). Ce programme finance environ 85% du temps consacré à l'invention de l'équipement. On estime donc le coût et le temps reliés à la modification du planteur de la ferme M d'environ 8 000\$ en pièces et 250 heures pour la fabrication.

1.2 Houe rotative

En régie sur billons, la houe rotative est utilisée en prélevée ou en post-levée hâtive pour supprimer les mauvaises herbes au stade fils blancs, jeunes plantules ou avant qu'elles ne germent. Elle a aussi les rôles secondaires d'ameublir le sol croûté et de contribuer au

réchauffement du sol avant le semis. Une houe rotative conventionnelle ne peut être utilisée sur sa pleine largeur en régie sur billons à cause de la dimension des billons au champ qui sont généralement 20 à 25 cm de haut et de 75 cm d'espacement entre chacun. Il est donc impératif d'adapter la houe pour la culture sur billons. De plus, étant donné que le pourcentage de résidus en régie sur billons est souvent plus élevé, la houe doit être conçue pour dégager le maximum de résidus au sommet des billons, sans toute fois qu'il se produise de bourrage.

À la ferme M, une houe conventionnelle a été modifiée afin qu'elle puisse être utilisée sur la surface des billons, c'est-à-dire, sur les rangs. On a ajouté à la houe du producteur, d'une largeur de 20 pieds, une seconde section de roulettes parallèle à celle déjà existante soutenue par un châssis. De plus, des roulettes ont été supprimées afin de laisser seulement des sections composées de trois roulettes. Ces dernières sont ajustées de façon à être localisées sur les rangs. Le fait d'avoir deux rangées de roulettes rend l'appareil beaucoup plus agressif. Donc, son efficacité face aux mauvaises herbes se trouve supérieure.

La fabrication de cette houe a pris environ une quarantaine d'heures. Les pièces totalisent approximativement 5500\$, soit 2400 pour la houe usagée et le reste de la somme correspond aux nouvelles pièces ajoutées.

1.3 Sarcleur lourd

Cet appareil est approprié lorsque le taux de résidus au sol est important, comme c'est le cas dans les cultures sur billons ou en semis-direct. Par contre, cela demande une puissance motrice supplémentaire, soit entre 20 et 50% de plus qu'un sarclage en culture conventionnelle où le sol est presque dépourvu en résidus.

Dans une régie conventionnelle, l'article du sarcleur lourd qui contribue à sarcler est une patte d'oie qui est situé au niveau de l'entre rangs. Seulement, en régie sur billons, des ailerons sont fixés à l'arrière des pattes d'oie afin de permettre d'une part, la formation des billons qui sont nécessaires pour le semis de l'année suivante et d'autre part, de déplacer le plus de terre possible sur les mauvaises herbes situées sur le rang lors du premier passage.

Parmi les producteurs aspirants vers les productions biologiques, plusieurs d'entre eux ont fait appel aux conseils au Groupe Envir-Eau-Sol pour l'achat ou la modification d'un sarcleur lourd. Un de ces producteurs avait, dans un de ses champs de maïs, une pression énorme en mauvaises herbes. Étant donné qu'il possédait déjà un sarcleur lourd 4 rangs, il a d'abord tenté d'effectuer un passage dans le champ de maïs. Cependant, l'appareil ne projetait pas suffisamment de terre sur les rangs et par conséquent, les adventives n'étaient pas suffisamment enterrées. Nous lui avons alors conseillé d'installer des ailerons à l'extrémité des pattes d'oie de son sarcleur. Le producteur a tout d'abord emprunté l'équipement d'un autre producteur pour sarcler ses champs de maïs. Puis, voyant que le résultat sur la répression des mauvaises herbes était satisfaisant, il a terminé son travail au champ avec des ailerons qu'il s'est acheté. Le coût relié à cet investissement a été de 2 500\$ pour les cinq unités de son sarcleur lourd (500\$/ailerons).

Nous avons aussi donné des conseils pour des aspects similaires à ceux mentionnés dans le précédent paragraphe, mais cette fois-ci à un autre producteur. Ce dernier avait une importante banque de mauvaises herbes dans ses champs de soya et ne possédait aucun appareil agricole pour supprimer ces dernières. Alors, nous lui avons déniché un sarcleur lourd usagé et déjà modifié; les ailerons étaient déjà posés sur les pattes d'oie du sarcleur.

Une autre modification importante a aussi été faite sur les sarcleurs appartenant aux fermes C et M. La modification qui a été faite sur tous ces sarcleurs est la pose de marqueurs dans le but de toujours conserver une distance égale entre les billons et ce, à chaque passage de machinerie. Afin de réaliser cette modification, une pièce a été conçue et posée sur le sarcleur. Cette pièce est un carré de métal qui sert de structure de soutien aux marqueurs. Puis, deux marqueurs ont été fixés de chaque côté du sarcleur. Dans les deux cas, les propriétaires de ces entreprises ont réutilisé des marqueurs usagés qu'ils possédaient déjà. Hors, le coût relié à cette modification s'estime à 2000\$ pour les deux marqueurs.

1.4 Batteuse

L'ajustement qui se fait sur la batteuse est la modification des roues. La batteuse ne doit pas écraser les billons lors de la récolte. Alors, les roues de la batteuse doivent être adaptées en fonction de la largeur des billons, de sorte qu'elles ne circulent que dans les sillons de ces

derniers. Les changements qui se font normalement sur l'appareil de récolte sont la diminution de la largeur des roues. De plus, certains producteurs vont mettre un essieu plus grand en fonction de poser des roues doubles et espacées selon la largeur des rangs. Aussi, un des aspects importants à considérer est que la moissonneuse-batteuse doit posséder la même largeur que les autres appareils utilisés dans la régie sur billons comme le sarcler-billonneur, la houe et le planteur. Parmi ces derniers, le sarcler-billonneur est le principal instrument agricole visé puisque c'est lui qui dicte la distance entre chaque billon. En effet, entre chaque série de billons qui est formée par le passage du sarcler-billonneur, la distance, qui sépare les billons aux extrémités de ces séries, peut varier comparativement à celle des billons à l'intérieur d'un passage. Par conséquent, une moissonneuse-batteuse, qui possède une largeur est différente, risque d'écraser des billons par le fait que les rangs décalent légèrement suite au passage du billonneur. Cependant, l'utilisation de GPS pourrait minimiser l'effet minimiser l'écart des variations entre la largeur des rangs entre chaque passage. Le coût de la modification de la moissonneuse-batteuse est estimé à 25 000\$, ce qui comprend les pneus à remplacer et les « chymes » de roues.

2. Essai 2 : Formation de billons au printemps et à l'automne 2007

La qualité du billon est primordiale pour avoir un bon semis. La stratégie recommandée dans le *Guide des Pratiques de conservation en grandes cultures* pour la formation des billons est de les faire de préférence à l'automne précédant le premier semis sur billons ou lors du dernier sarclage dans les cultures de maïs et de soya. Il est cependant plus facile de billonner dans une culture de maïs que dans une culture de soya, à cause de la dimension et du port de ces plants. En effet, avec sa tige principale sans ramification, le maïs ne souffre pas de se faire butter par de la terre à sa base. Mentionnons aussi que le buttage dans le maïs ajoute un support mécanique à la plante et favorise le maintien des tiges grâce aux racines d'encrage, ce qui minimise la verse. Par contre, on ne peut pas aller chercher ces avantages chez le soya, étant donné qu'il possède un port plutôt arbustif et la position de ses gousses. Il est donc plus difficile d'effectuer un billonnage à cause des gousses situées à la base des plants. Ces dernières peuvent être enterrées par cette opération culturale. Toute fois, selon les producteurs qui utilisent cette technique, si le buttage est effectué assez tôt en saison, le plant de soya aura tendance à faire ses premières gousses plus hautes sur la tige.

Le billonnage en régie biologique des cultures constitue la stratégie de contrôle des adventices, puisqu'il n'y a aucune possibilité de remédier à la présence de mauvaises herbes avec des herbicides. Afin d'assurer une répression adéquate des mauvaises herbes en système sur billons, on doit considérer plusieurs facteurs, à commencer par les opérations culturales. Tout d'abord, l'opération de décapage au printemps des billons contribue au contrôle des mauvaises herbes sur le rang, favorisant ainsi une germination adéquate de la culture en lui évitant toute compétition. Dans la même ligne de pensée, les deux passages du sarcléur lourd ainsi que le passage du sarcléur-billonnage effectués dans les cultures de maïs et soya sont indispensables pour maintenir le contrôle des adventices sur les rangs en enterrant ces dernières. Ensuite, la forme des billons est aussi un important aspect à prendre en considération. Une attention particulière doit être accordée à la largeur des billons, surtout qu'en régie biologique. Effectivement, plus la largeur décapée est grande, plus on diminuera la banque de semences de mauvaises herbes sur le rang et plus les disques pourront facilement couper les bords du billon lors du premier sarclage.

Au cours de ce projet, nous avons encadré quelques producteurs pour la formation des billons à l'automne 2007 et lors de la culture courante. De plus, chez un de ces producteurs, nous avons eu la chance d'observer les résultats de billons formés à l'automne 2006. Les données recueillies sur chacune des fermes vont nous permettre d'évaluer les caractéristiques essentielles à la formation des billons, telles que la hauteur et la largeur optimale des billons et l'efficacité des billonneurs à faire les billons et à contrôler les mauvaises herbes.

Formation des billons à l'été 2007 :

Au cours de la saison, la formation des billons dans les champs de maïs-grain c'est très bien déroulé. Sur une base d'observations visuelles, la dimension et la forme des billons nous ont semblées répondre à nos objectifs. Cependant, c'est avec le semis et les opérations de sarclage au cours de la saison prochaine que nous allons vraiment constater la qualité des billons.

Formation des billons à l'automne 2006 :

À la ferme M, les billons ont été formés suite à un engrais vert à l'automne 2006. Le billonneur était ajusté un peu trop ouvert ce qui rendait son travail plus agressif. Par

conséquent, cet ajustement a donné des billons plutôt étroits et très pointus. À la formation des billons, le sol avait tendance à bourrer entre les billonneurs. La principale conséquence associée à la forme de ces billons, nous l'avons observé ce printemps. En effet, pour réussir à décaper le dessus du billon sur une largeur suffisante, dans le but de rejeter l'épaisseur de terre contenant la majorité des semences de mauvaises herbes, le producteur n'a eu d'autre choix que de supprimer plus de la moitié de la hauteur du billon. Donc, le semis s'est effectué sur un sol plus froid et moins structuré. Cela a rendu la levée des jeunes plantules de maïs inégale ce qui a compliqué les opérations de sarclages plus tard dans la saison. De plus, la technique de billonnage utilisée chez ce même producteur consistait en un chevauchement sur 4 rangs avec un billonneur 8 rangs. Encore une fois, cette technique s'est avérée non concluante, car nous avons constaté que quatre rangs sur les huit formés étaient légèrement décentrés. L'impact causé par les billons décentrés a été en premier lieu que le semis n'était pas centré au sommet de la moitié des billons. En second lieu, lors du premier sarclage, les adventices qui se situaient sur le bord du billon ont été difficiles à enlever avec les coutres puisqu'ils étaient trop près de la culture. En définitive, il ne faut pas chevaucher les rangs lors de la formation des billons. De plus, si la crête des billons est trop pointue, il est conseillé de passer le rouleau sur les billons.

Formation des billons à l'automne 2007 :

En septembre 2007, nous sommes allés observer le billonnage d'automne à la ferme G. Le billonnage s'est effectué après une culture de blé. Le sarcler lourd utilisé est un Hiniker 6 rangs avec un ajustement des ailettes avec une ouverture de 21 pouces et une profondeur de travail d'environ 6 pouces. Dans un de ces champs, le producteur a effectué un passage de roulette avant le billonnage. Malgré cela, certaines unités du billonneur bourraient. Le bourrage débutait sur le nez des couteaux. Puis, les résidus allaient jusqu'à se comprimer sur le disque fendeur. Pour corriger cela, nous avons descendu les disques plus bas. Cet ajustement a rendu le bourrage un peu moins fréquent, mais ce dernier reprenait aux 100 mètres environ. Dans un autre champ, monsieur G de la ferme G a effectué des billons sur un sol non travaillé. Malgré un chaume assez haut et dense, le sarcler ne bourrait pas lors du sarclage. Par contre, étant donné que le sarclage a été réalisé près d'un mois après le battage, les semences, provenant des résidus de récolte de blé, avaient eu le temps de germer et de repousser. Le blé

avait une hauteur d'environ 5''. Lors du billonnage, les zones recouvertes par le blé ne restaient pas en place sur le billon. À ces endroits, le billon ne restait pas en place. Les grosses masses de chaumes tombaient en bordure du billon. La qualité des billons s'en trouvait affectée dans ces endroits. Dans les endroits, où il y avait des résidus de battage (paille et blé vert), les billons étaient moins denses et moins uniformes. Afin de contrer cette problématique, nous avons fait les ajustements suivants :

- Abaissement des disques trancheurs au niveau de la pointe des couteaux;
- Ouverture des ailettes du sarcleur Hiniker au minimum;
- Profondeur des couteaux à environ 3 pouces;
- Angle du billonneur légèrement vers l'avant de façon à faire ressortir légèrement l'arrière des couteaux.

Après deux passages au champ avec le billonneur, la forme des billons obtenus avait répondu à nos objectifs. Ils étaient larges et ils étaient d'une hauteur de 6 à 7 pouces en forme de M très peu prononcé. L'appareil de billonnage ne bourrait plus et la force requise par le tracteur pour ce travail était beaucoup moins élevée. Toutefois, nous pensons qu'il serait mieux de faire les billons dans un court délai après le battage du blé, afin de faire l'opération de billonnage à un moment où le chaume de céréales n'a pas repoussé.

Ainsi à travers ces observations et essais, nous savons maintenant que les billons doivent être d'une hauteur variant de 20 et 25 cm. De plus, les billons doivent être plats et surtout, aussi larges que possible.

Nous avons aussi rencontré une autre problématique chez tous les producteurs au moment du billonnage. Effectivement, lors des passages du sarcleur-billonneur, il est très important de respecter la distance entre les rangs et surtout entre chaque aller-retour de la machinerie. L'espacement entre les rangs est déterminant afin de réaliser un semis centré au sommet des billons, de ne pas abîmer la culture lors des opérations subséquentes et surtout, de procurer une répression efficace des adventices. Pour s'assurer de cette précision, les producteurs ont installé deux marqueurs sur leur sarcleur. Cependant, une fois dans le champ, il devenait très difficile pour les producteurs de suivre les traces laissées par le marqueur puisqu'elles étaient très difficiles à voir, tout particulièrement sur un chaume de blé dont le refus est devenu à un

certaine hauteur. Il y a seulement à la ferme Mylamy qu'on a réussi à faire ces billons en utilisant le marqueur installé sur le billonneur. De ce fait, les autres fermes, tel que la ferme F, la ferme C et la ferme G, ont été obligés d'installer les marqueurs sur le tracteur. Ainsi, les producteurs semblaient en mesure de respecter la distance entre les billons. Le principe de ces marqueurs consiste en deux tiges installées à l'avant du tracteur qui peuvent s'ajuster en distance. Ainsi, lors des passages du billonneur, ces producteurs étaient en mesure d'enligner le marqueur et de conserver la distance appropriée entre les billons. Par contre, ce n'est qu'au moment du semis de l'année prochain, que nous allons pouvoir évaluer la qualité réelle de ces billons, car pour l'instant ils nous semblent conformes.

3. Essai 3: Semis sur billons au printemps 2007

L'objectif en culture sur billons est d'obtenir un semis d'une profondeur uniforme. En premier lieu, signalons que l'uniformité et la qualité du semis sont relatives à la forme du billon établie. En effet, si la forme des billons n'est pas égale et continue, le décapeur ne pourra pas effectuer son travail correctement. Il y aura des différences au niveau de l'épaisseur de la couche de terre décapée. Le fait de ne pas enlever une couche suffisante de terre aura pour effet de laisser une banque de mauvaises herbes considérable sur le rang, ce qui rend les opérations de désherbage difficiles par la suite. Dans le cas contraire, si l'épaisseur de terre décapée est trop importante, dû à la forme du billon qui est trop pointue et mince en largeur, le semis sera trop profond et risque d'être fait dans un sol trop humide. En second lieu, il est important d'ajuster la profondeur du semis selon les paramètres suivants : le type de sol, la température et le taux d'humidité dans le sol au moment du semis. En effet, lorsque le sol est très humide, le semis idéal sera plus en surface enfin d'éviter des problèmes tels que la fonte des semis ou la pourriture des semences. À l'inverse, si le sol est trop sec lors du semis, les semences seront alors déposées dans une couche plus profonde dans le sol pour prévenir une levée inégale des plants.

Lors du semis du maïs à la ferme M, plusieurs des contraintes mentionnées ci-dessus sont survenues. À ce niveau, il est important de mentionner que les champs où les billons ont été formés l'automne précédent contiennent un sol de type argile lourde, qui se travaille difficilement au printemps. Les billons avaient une dimension moyenne de 8'' de haut par 20''

de large sur leur base et 4'' de large à leur sommet. De plus, l'angle de ces derniers était très aigu. À cause de l'inégalité en surface et de la forme des billons et de l'état plutôt sec du sol en surface, le décapeur a été ajusté à 4 pouces de profond. Cependant, à cette profondeur, les semis étaient déposés sur un matériel dur et froid occasionné par la sécheresse. Cela a entraîné, en plus des mauvaises herbes sur le rang, une levée inégale du maïs. Après quatre semaines, la hauteur du maïs variait de 1' à 4'. La solution éventuelle afin d'éviter cette situation est, avant tout, de mettre l'emphase sur la formation des billons. Ajoutons que le semis devrait s'effectuer à une profondeur de 2'', car en dessous de cette profondeur, le risque de travailler dans sol collant est plus grand.

4. Essais 4: Sarclage

Les appareils de sarclage utilisés dans le système sur billons sont essentiellement la houe rotative et le sarcleur lourd. La houe rotative est utilisée au stade prélevé ou au stade post-levée hâtif des cultures pour supprimer les mauvaises herbes au stade fils blancs, jeunes plantules ou avant qu'elles ne germent. Cet appareil contribue aussi à réchauffement le sol avant le semis et à casser la croûte formée suite à une période de pluie. Le sarcleur lourd, quant à lui, est utilisé à la formation des billons, mais aussi il sert d'appareil de sarclage dans les cultures de maïs et de soya lorsque les mauvaises herbes sont à des stades plus avancés.

Nous avons assisté la ferme M, lors du passage de la houe rotative dans la culture de maïs. Le résultat de ce passage était relativement satisfaisant. À une vitesse variant de 6 à 7 miles à l'heure, on obtenait une bonne répression des mauvaises herbes. Ces dernières se déracinaient plutôt facilement sans nuire à la culture. Par contre, lorsque le producteur dépassait cette vitesse, plusieurs plants de maïs se déracinaient ou étaient coupés.

Au niveau du sarcleur lourd, nous avons assisté la ferme M dans la culture de maïs et la ferme C, dans la culture de soya. Tel que mentionné au point deux, dans le champ de maïs de la ferme M, le premier sarclage été très difficile à effectuer, puisque la forme des billons était inadéquate. Étant donné que le dessus des billons n'a pas été décapé sur une largeur suffisante, on s'est retrouvé avec une présence de mauvaises herbes trop près de la culture. Ces adventices ont été difficiles à enlever avec les coutres puisqu'ils étaient trop près de la culture. Les coutres ne pouvaient pas trop approcher la culture sans quoi ils risquaient d'abîmer les

racines des plants de maïs. Il en est résulté d'une importante compétition entre les mauvaises herbes et la culture hôte. Le constat que nous avons fait suite à ces observations revêt encore une fois de l'importance reliée à la formation des billons. Au niveau du champ de soya de la ferme C, le sarclage s'est effectué dans les règles de l'art. Il n'a pas été trop agressif. Les gousses situées à la base des plants n'ont pas été enterrées suite au passage du sarcleur. Aussi, la couche de terre envoyée sur les mauvaises herbes a été adéquate, ce qui a permis à la culture de soya de croître suffisamment pour prendre le dessus sur les adventices.

5. Essais 5: Budget

Avant de s'orienter vers ce type de pratiques culturales et d'investir des capitaux pour de la nouvelle machinerie, il est important d'évaluer si la régie sur billons est économiquement rentable par rapport aux méthodes conventionnelles, et ce, en régie biologique. Dans cette partie du rapport, nous avons élaboré un budget partiel comparant le billon avec la méthode conventionnelle sur le plan économique à partir d'une ferme fictive, Ferme Fictive, qui envisage de faire la transition vers le système sur billons.

Ce budget vise à comparer le système conventionnel et le système sur billons en régie biologique. Cette comparaison sera faite dans la culture de maïs et de soya, car c'est au niveau de ces productions dont la régie sur billons fait une différence au niveau du rendement et des coûts de production. Dans le cas de productions comme les cultures céréalières, qu'elle que soit la régie de production, les produits et les charges ne varient pratiquement pas. En effet, afin de cultiver et de faciliter la récolte des céréales, on laisse les billons s'affaisser suite à une culture de soya. Le travail au sol est donc le même qu'en régie conventionnelle.

Nous nous sommes basés sur des modèles de budgets de culture montés par l'équipe du *Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec* et par Guy Beauregard, agr., M.Sc., MAPAQ pour réaliser ce budget.

5.1 Principaux critères pris en considération à la réalisation de ce budget

Unité de production

L'unité de production dans ce budget est le nombre d'hectares en culture.

Rotation

La rotation s'effectuera sur une durée de trois ans : 1/3 maïs-grain – 1/3 soya – 1/3 céréales. Les objectifs poursuivis par cette rotation sont basés surtout d'après des critères agronomiques. Ainsi, le maïs est au début de la rotation, car c'est la culture la plus exigeante en minéraux. Le soya vient entre le maïs-grain et les céréales afin d'apporter de l'azote au sol, de contribuer à l'amélioration de la structure du sol et de couper le cycle des maladies. De plus, en l'absence de fertilisants de synthèse et de pesticides en régie biologique, la rotation des cultures devient essentielle. Ainsi, elle permet d'améliorer la fertilité du sol et le contrôle des mauvaises herbes. Toutefois, sur le plan économique, cette rotation comprend des cultures dont la rentabilité est plus élevée que d'autres telles que le maïs et le soya. Ces cultures seront fertilisées avec du fumier de volaille. Le fumier de volaille sera apporté en majeure partie à l'automne sur les céréales avant la formation des billons avec semis d'engrais vert pour le maïs et aussi au printemps suivant dans la culture de maïs.

Rendements

Habituellement, dans le cadre d'un budget servant à la prise d'une décision à court terme, on se sert des rendements actuels ou prévus lorsque ces derniers sont très stables. En revanche, il est conseillé de prendre les rendements moyens des 3 à 5 dernières années, lorsque le budget est fait en fonction de changements majeurs au sein d'une entreprise, comme c'est le cas à la ferme Fictive. Étant donné qu'il n'y a pas encore de producteurs établis sur le billon dans la région de la Mauricie, le rendement retenu dans chaque culture se trouve à être une estimation (Tableau 1). Ces rendements sont basés en fonction des moyennes de rendements rapportés à la Financière agricole et des rendements envisagés d'après des fermes qui sont en régie biologique et en système sur billons depuis une année, dans la région de la Mauricie. L'historique des rendements dans le conventionnel non biologique est aussi entré en ligne de compte dans ce raisonnement. On estime un écart de rendement approximatif de 0,4 tonne et de 0,5 tonne à l'hectare en faveur du système sur billons dans la culture de soya et de maïs-grain respectivement.

Tableau 1 Rendements retenus dans les productions biologiques de maïs-grain et de soya.

Culture	Rendements		
	Financière agricole (kg/ha)	Régie biologique	
		Billons (kg/ha)	Conventionnel (kg/ha)
Maïs-grain	6908	7000	6500
Soya	2352	2400	2000

Produits

Le montant obtenu par produits devrait être choisi avec les mêmes paramètres que pour le rendement. Afin de déterminer les prix relatifs aux produits, je me suis servie des données provenant de différentes sources. Dans le cas du maïs-grain biologique, les prix ont varié de 250\$/tonne en 2001 à 348\$/tonne en 2004. Selon les prévisions 2007 du SPGBQ (Syndicat des producteurs de grains biologiques du Québec), le montant accordé à la tonne pour le maïs-grain va être de 340\$. Du côté du soya, la moyenne des prix entre 2001 et 2004 a été d'environ 650\$. Par contre, ce prix est pour du soya d'alimentation humaine et dans le cas de la production de soya de la ferme Fictive, le soya sera destiné à l'alimentation animale. Le prix estimé en 2007 par le SPGBQ est de 600\$/tonne pour le soya d'alimentation humaine et de 540\$/tonne pour l'alimentation animale. À la lumière de ces données, le montant obtenu dans le soya ne varie pas vraiment. Donc, pour les besoins de ce budget, les montants retenus seront les mêmes que ceux estimés par le SPGBQ, soit 340\$ et 540\$ pour le maïs-grain et le soya respectivement.

Un autre montant entre dans les produits de ce budget. En effet, selon les années, les producteurs reçoivent une compensation relative aux rendements estimés et aux prix du marché. Ce montant, accordé aux producteurs agricoles, provient de l'assurance stabilisation des rendements agricoles (ASRA). Pour la saison 2007-2008, la compensation prévue par l'ASRA est de 230,13\$ par hectare dans le maïs-grain et le rendement modèle est de 7,9 tonnes/ha. Du côté du soya, il n'est pas prévu que cette culture soit compensée, car le revenu stabilisé est inférieur au prix du marché.

Coûts variables

Il s'agit de coûts qui sont encourus lorsqu'il y a une production. Ils varient selon l'unité de production et ont une influence sur le bénéfice net de l'entreprise. Dans un budget, il est subdivisé en trois ou quatre volets. Premièrement, il y a les coûts de l'approvisionnement. Cela comprend entre autres les semences, la chaux et le fumier. Deuxièmement, il y a les coûts reliés aux opérations culturales qui impliquent chaque appareil agricole nécessaire à la production de la culture ainsi que le nombre de passages au champ requis. Ensuite, la mise en marché constitue le troisième aspect qui entre dans les charges variables. Les coûts de séchages, d'entreposage, de transport des grains et du plan conjoint font partie de cette section. Finalement, il y a les autres coûts qui sont plus variables d'une entreprise à l'autre : la main d'œuvre salariée, l'assurance récolte, la cotisation de l'ASRA, l'entretien de fond de terre, les taxes foncières, la location de terre et l'intérêt à court terme.

La plupart de ces données économiques proviennent des grilles de références économiques publiées par le CRAAQ et des budgets 2007 produit par Guy Beauregard (M.Sc., agronome au MAPAQ situé au Centre du Québec). Par contre, pour ce qui est des quantités par hectare nécessaires dans les divers volets ci-dessus, comme le nombre de passages requis par exemple, les données proviennent d'échange avec des producteurs et de leur agronome, Jean-Pierre Hivon et de la littérature. Aussi, la densité à l'hectare de maïs-grain et de soya a été basée en fonction de ce qui se fait sur le billon.

5.2 Budgets d'exploitation en production biologique

Tableau 2 Budget à l'hectare du maïs-grain en production biologique en régie sur billons.

BUDGET MAÏS-GRAIN SUR BILLON L' HECTARE						
ITEM	QTÉ	PRIX	UNITÉ	COÛTS TOTAUX	DÉBOURS	LE VÔTRE
A- PRODUITS						
Grain 86 % m.s. (kg)	7000	340,00 \$	1000	2 380,00 \$	2 380,00 \$	2 380,00 \$
Comp. ASRA estimée 2006	7900	29,13 \$	1000	230,13 \$	230,13 \$	230,13 \$
Total		369,13 \$		2 610,13 \$	2 610,13 \$	2 610,13 \$
B- DÉBOURS						
1- APPROVISIONNEMENTS:						
Semences non traitées	80000	150,00 \$	80000	150,00 \$	150,00 \$	150,00 \$
Fumier de volaille	5	10,00 \$		45,62 \$	45,62 \$	45,62 \$
Pierre à chaux	0,5	29,00 \$	1	14,50 \$	14,50 \$	- \$
Total				210,12 \$	210,12 \$	195,62 \$
2- OPÉRATIONS CULTURALES						
			Passages	À FORFAIT	Coûts variables	
Épandage fumier de poulet (t)				46,51 \$	10,64 \$	46,51 \$
Chargement fumier (t)				33,49 \$	7,66 \$	33,49 \$
Semoir 6 rangs sans boîte à engrais		1		41,30 \$	6,38 \$	41,30 \$
Houe rotative		1		15,63 \$	3,09 \$	15,63 \$
Sarcleur -billoneur		1		31,74 \$	5,56 \$	31,74 \$
Sarclage lourd (6 rangs)		1		31,74 \$	5,56 \$	31,74 \$
Batteuse 8 rangs				74,50 \$	21,81 \$	74,50 \$
Transport ferme				25,10 \$	8,33 \$	25,10 \$
Total				300,01 \$	69,02 \$	300,01 \$
Total majoré						345,01 \$
3- ENTREPOSAGE- MARKETING						
Séchage (30 à 14 %)	7000	23,74 \$	1000	207,06 \$	166,18 \$	207,06 \$
Entrep.-aér. 505 t	7000	1,30 \$	1000	43,82 \$	9,10 \$	43,82 \$
Transport hors ferme à forfait	7000	9,50 \$	1000	85,50 \$	66,50 \$	- \$
Plan conjoint	7000	1,30 \$	1000	9,10 \$	9,10 \$	9,10 \$
Total				345,48 \$	250,88 \$	259,98 \$
4- AUTRES FRAIS						
Assur-récolte 85 %	7000	174,00 \$	3,28%	33,96 \$	33,96 \$	33,96 \$
Contribution ASRA estimée 2006				102,06 \$	102,06 \$	102,06 \$
Main-d'œuvre salariée	5	15,00 \$	1	- \$	75,00 \$	75,00 \$
Location et paiements de terres (\$)		240,00 \$	58,44%	140,27 \$	- \$	140,27 \$
Entretien de la terre + taxes foncières nettes				74,00 \$	74,00 \$	74,00 \$
Intérêts marge crédit	1340,66	7,50%	9	75,41 \$	75,41 \$	75,41 \$
Total			mois	425,69 \$	360,43 \$	500,69 \$
TOTAL DÉBOURS				1 281,30 \$	890,45 \$	1 256,30 \$
						1 301,30 \$
C- MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS (A - B)				1 328,83 \$	1 719,68 \$	1 353,83 \$
						1 308,83 \$

Tableau 3 Budget à l'hectare du maïs-grain en production biologique en régie conventionnelle.

BUDGET MAÏS-GRAIN CONVENTIONNEL À L' HECTARE						
ITEM	QTÉ	PRIX	UNITÉ	COÛTS TOTAUX	DÉBOURS	LE VÔTRE
A- PRODUITS						
Grain 86 % m.s. (kg)	6500	340,00 \$	1000	2 210,00 \$	2 210,00 \$	2 210,00 \$
Comp. ASRA estimée 2006	7900	29,13 \$	1000	230,13 \$	230,13 \$	230,13 \$
Total		369,13 \$		2 440,13 \$	2 440,13 \$	2 440,13 \$
B- DÉBOURS						
1- APPROVISIONNEMENTS:						
Semences non traitées	80000	150,00 \$	80000	150,00 \$	150,00 \$	150,00 \$
Fumier de volaille	5	10,00 \$		45,62 \$	45,62 \$	45,62 \$
Pierre à chaux	0,5	29,00 \$	1	14,50 \$	14,50 \$	- \$
Total				210,12 \$	210,12 \$	195,62 \$
2- OPÉRATIONS CULTURALES						
			Passages	À FORFAIT	Coûts variables	
Charrue 6 versoirs				78,91 \$	31,18 \$	78,91 \$
Épandage fumier de poulet (t)				46,51 \$	10,64 \$	46,51 \$
Chargement fumier (t)				33,49 \$	7,66 \$	33,49 \$
Semoir 6 rangs sans boîte à engrais			1	41,30 \$	6,38 \$	41,30 \$
Vibroculteur 4,6 m			2	33,54 \$	10,40 \$	33,54 \$
Peigne			2	41,98 \$	7,68 \$	41,98 \$
Houe rotative			1	15,63 \$	3,09 \$	15,63 \$
Sarclage lourd (6 rangs)			2	63,48 \$	11,12 \$	63,48 \$
Batteuse 12 rangs				74,50 \$	21,81 \$	74,50 \$
Transport ferme				25,10 \$	8,33 \$	25,10 \$
Total				454,44 \$	118,28 \$	454,44 \$
Total majoré						522,60 \$
3- ENTREPOSAGE- MARKETING						
Séchage (30 à 14 %)	6500	23,74 \$	1000	192,27 \$	154,31 \$	192,27 \$
Entrep.-aér. 505 t	6500	1,30 \$	1000	40,69 \$	8,45 \$	40,69 \$
Transport hors ferme à forfait	6500	9,50 \$	1000	85,50 \$	61,75 \$	- \$
Plan conjoint	6500	1,30 \$	1000	8,45 \$	8,45 \$	8,45 \$
Total				326,91 \$	232,96 \$	241,41 \$
4- AUTRES FRAIS						
Assur-récolte 85 %	6500	174,00 \$	3,28%	31,53 \$	31,53 \$	31,53 \$
Contribution ASRA estimée 2006				102,06 \$	102,06 \$	102,06 \$
Main-d'œuvre salariée	5	15,00 \$	1	- \$	75,00 \$	75,00 \$
Location et paiements de terres (\$)		240,00 \$	58,44%	140,27 \$	- \$	140,27 \$
Entretien de la terre + taxes foncières nettes				74,00 \$	74,00 \$	74,00 \$
Intérêts marge crédit	1340,66	7,50%	9	75,41 \$	75,41 \$	75,41 \$
Total			mois	423,27 \$	358,00 \$	498,27 \$
TOTAL DÉBOURS				1 414,73 \$	919,37 \$	1 389,73 \$
						1 457,90 \$
C- MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS (A - B)				1 025,40 \$	1 520,76 \$	1 050,40 \$
						982,23 \$

Tableau 4 Budget à l'hectare du soya en production biologique en régie sur billons.

BUDGET SOYA SUR BILLONS À L'HECTARE						
ITEM	QTÉ	PRIX	UNITÉ	COÛTS TOTAUX	DÉBOURS	LE VÔTRE
A- PRODUITS						
Grain 88 % m.s. (kg)	2400	540,00 \$	1000	1 296,00 \$	1 296,00 \$	1 296,00 \$
Comp. ASRA prév. 2006	2700	- \$	1000	- \$	- \$	- \$
Paille non récoltée 84,5 % (kg)	0	34,00 \$	1000	- \$	- \$	- \$
Total		540,00 \$		1 296,00 \$	1 296,00 \$	1 296,00 \$
B- DÉBOURS						
1- APPROVISIONNEMENTS:						
Semence non traitée	85	24,00 \$	22,7	89,87 \$	89,87 \$	89,87 \$
Inoculant (enveloppe)	85	111,00 \$	681	13,85 \$	13,85 \$	13,85 \$
Pierre à chaux	0,2	29,00 \$	1	5,80 \$	5,80 \$	5,80 \$
Total				109,52 \$	109,52 \$	109,52 \$
2- OPÉRATIONS CULTURALES						
		Passage		À FORFAIT	Coûts variables	
Semoir 6 rangs sans boîte à engrais				41,30 \$	6,38 \$	41,30 \$
Houe rotative		1		15,63 \$	3,09 \$	15,63 \$
Sarcler -billonneur		1		31,74 \$	5,56 \$	31,74 \$
Sarclage lourd (6 rangs)		1		31,74 \$	5,56 \$	31,74 \$
Batteuse 7,60 mètres				96,29 \$	21,81 \$	96,29 \$
Transport ferme				12,95 \$	4,04 \$	12,95 \$
Total				229,65 \$	46,44 \$	229,65 \$
Total majoré						264,10 \$
3- ENTREPOSAGE- MARKETING						
Ventilation à la ferme	2400	1,27 \$	1000	3,05 \$	3,05 \$	3,05 \$
Entreposage 277 t	2400	1,53 \$	1000	17,47 \$	3,67 \$	17,47 \$
Transport au point de vente	2400	9,50 \$	1000	25,83 \$	22,80 \$	- \$
Total				46,35 \$	29,52 \$	20,52 \$
4- AUTRES FRAIS						
Assur-récolte 85 %	2400	317,00 \$	2,18%	14,10 \$	14,10 \$	14,10 \$
Contribution ASRA pré. 2006				20,48 \$	20,48 \$	20,48 \$
Plan conjoint	2400	1,40 \$	1000	3,36 \$	3,36 \$	3,36 \$
Main-d'œuvre salariée	5	15,00 \$	1	- \$	75,00 \$	75,00 \$
Location et paiements de terres (\$)		240,00 \$	58,44%	140,27 \$	- \$	140,27 \$
Entretien de la terre + taxes foncières nettes				74,00 \$	74,00 \$	74,00 \$
Intérêts marge crédit	664,30	7,50%	9	37,37 \$	37,37 \$	37,37 \$
Total			mois	289,57 \$	224,30 \$	364,57 \$
TOTAL DÉBOURS				675,09 \$	409,79 \$	724,26 \$
						758,71 \$
C- MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS (A - B)				620,91 \$	886,21 \$	571,74 \$
						537,29 \$

Tableau 5 Budget à l'hectare du soya en production biologique en régie conventionnelle.

BUDGET SOYA CONVENTIONNEL À L'HECTARE						
ITEM	QTÉ	PRIX	UNITÉ	COÛTS TOTAUX	DÉBOURS	LE VÔTRE
A- PRODUITS						
Grain 88 % m.s. (kg)	2100	540,00 \$	1000	1 134,00 \$	1 134,00 \$	1 134,00 \$
Comp. ASRA prév. 2006	2700	- \$	1000	- \$	- \$	- \$
Paille non récoltée 84,5 % (kg)	0	34,00 \$	1000	- \$	- \$	- \$
Total		540,00 \$		1 134,00 \$	1 134,00 \$	1 134,00 \$
B- DÉBOURS						
1- APPROVISIONNEMENTS:						
Semence non traitée	85	24,00 \$	22,7	89,87 \$	89,87 \$	89,87 \$
Inoculant (enveloppe)	85	111,00 \$	681	13,85 \$	13,85 \$	13,85 \$
Pierre à chaux	0,2	29,00 \$	1	5,80 \$	5,80 \$	5,80 \$
Total				109,52 \$	109,52 \$	109,52 \$
2- OPÉRATIONS CULTURALES						
				À FORFAIT	Coûts variables	
Charrue 6 versoirs				78,91 \$	31,18 \$	78,91 \$
Semoir 6 rangs sans boîte à engrais		1		41,30 \$	6,38 \$	41,30 \$
Vibroculteur 4,6 m		2		33,54 \$	10,40 \$	33,54 \$
Peigne		2		41,98 \$	7,68 \$	41,98 \$
Houe rotative		1		15,63 \$	3,09 \$	15,63 \$
Sarclage lourd (6 rangs)		2		63,48 \$	11,12 \$	63,48 \$
Batteuse 7,60 mètres				96,29 \$	21,81 \$	96,29 \$
Transport ferme				12,95 \$	4,04 \$	12,95 \$
Total				384,08 \$	95,70 \$	384,08 \$
Total majoré						441,69 \$
3- ENTREPOSAGE- MARKETING						
Ventilation à la ferme	2100	1,27 \$	1000	2,67 \$	2,67 \$	2,67 \$
Entreposage 277 t	2100	1,53 \$	1000	15,29 \$	3,21 \$	15,29 \$
Transport au point de vente	2100	9,50 \$	1000	25,83 \$	19,95 \$	- \$
Total				43,79 \$	25,83 \$	17,96 \$
4- AUTRES FRAIS						
Assur-récolte 85 %	2100	317,00 \$	2,18%	12,34 \$	12,34 \$	12,34 \$
Contribution ASRA préel. 2006				20,48 \$	20,48 \$	20,48 \$
Plan conjoint	2100	1,40 \$	1000	2,94 \$	2,94 \$	2,94 \$
Main-d'œuvre salariée	5	15,00 \$	1	- \$	75,00 \$	75,00 \$
Location et paiements de terres (\$)		240,00 \$	58,44%	140,27 \$	- \$	140,27 \$
Entretien de la terre + taxes foncières nettes				74,00 \$	74,00 \$	74,00 \$
Intérêts marge crédit	664,30	7,50%	9	37,37 \$	37,37 \$	37,37 \$
Total			mois	287,39 \$	222,12 \$	362,39 \$
TOTAL DÉBOURS				824,78 \$	453,17 \$	873,95 \$
						931,56 \$
C- MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS (A - B)				309,22 \$	680,83 \$	260,05 \$
						202,44 \$

Sources : Références économiques : AGDEX 111.19/821, 2005, AGDEX 740/825, 2006, AGDEX 111/821b, 2006 et ADGEX 740/855, 1998, Beauregard, 2006, et 2007, Financière agricole, 2007 et NKCanada, 2007.

5.3 Le système de production sur billons permet de retirer un meilleur bénéfice net que le système de production conventionnel.

À la toute fin des budgets ci-dessus, il y a une marge sur les coûts variables à la superficie en production et une marge calculée à l'hectare (Tableaux 2 à 5). Normalement, ces marges servent à déterminer si une activité donnée rapporte suffisamment pour que le producteur rembourse ses charges fixes (salaire, intérêts, assurances, etc.) et afin qu'il retire un bénéfice de ses productions. Cependant, les marges calculées dans ces tableaux représentent le bénéfice net. Pour ce faire, au lieu de prendre les coûts variables reliés à chaque charge variable, je me suis servi des tarifs à forfait de Beaugard, 2007, et des coûts totaux des grilles de Référence économiques du CRAAQ. Dans les coûts variables, on retrouve les montants qui sont proportionnels à l'utilisation d'un bien : l'entretien et la réparation, les carburants et les lubrifiants. Les coûts totaux sont des tarifs que les forfaitaires chargent à leurs clients pour effectuer des travaux au champ. Ces coûts considèrent les coûts horaires d'opération et la capacité effective de l'appareil agricole. De plus, à ces montants forfaitaires, j'ai aussi ajouté 15% dans la section des opérations culturales. D'après les Références économiques du CRAAQ, il est conseillé de majorer de 10 à 15% au montant à forfait s'il est prévu que les machines soient sous-utilisées. Étant donné que la ferme Fictive ne fait pas de forfait, certains de ses appareils agricoles ne seront pas utilisés à leur entière capacité. Ainsi, en utilisant des tarifs à forfait, la marge obtenue donne une idée du bénéfice réel que le producteur obtient dans le cadre d'une production donnée.

Tableau 6 Marges sur les coûts variables/ha du maïs-grain et du soya en régie biologique.

Marges sur les coûts variables à l'hectare en régie biologique			
Maïs-grain		Soya	
Billons	Conventionnel	Billons	Conventionnel
1 308,82 \$	982,23 \$	537,29 \$	202,43 \$
Différence: - 326,60 \$/ha		- 334,85 \$/ha	

Sources : voir tableau 5.

D'après les marges obtenues, il apparaît significatif que la culture de maïs-grain et de soya sur billons soit plus bénéfique pour les producteurs que le mode de production conventionnel, tel que démontré dans le tableau 6. C'est donc à ce niveau que la production de grains biologiques prend du sens, surtout dans des régions où il est normalement désavantageux de produire des cultures comme le maïs-grain.

Par ailleurs, les données d'une enquête menée auprès de producteurs du Québec de 1998 à 2003, dans le cadre du projet dirigé par la section GRMax du MAPAQ de Saint-Hyacinthe, révèlent que le système sur billons retire une marge brute moyenne supérieure au système utilisant la charrue (tableau 7). Ce projet visait à sensibiliser les producteurs au travail réduit afin de diminuer les gaz à effet de serre provenant des travaux de sol. Par contre, au niveau des rendements, ce n'est qu'en texture équilibrée et dans la culture de maïs-grain, que le billon détient un avantage significatif par rapport à la charrue. Il faut cependant considérer que cette étude a été réalisée auprès de producteurs qui opèrent sous une régie conventionnelle de production et non en production biologique. Ce dernier aspect changerait possiblement les données à cause de l'efficacité de répression des mauvaises herbes supérieure en régie sur billons, tel que mentionné auparavant dans cette étude.

Tableau 7 Rendement et marge brute en kg/ha de la régie sur billons et avec charrue selon une texture du sol équilibrée et argileuse.

Culture	Année	Texture du sol							
		Équilibrée				Argileuse			
		Rendement (kg/ha)		Marge brute (kg/ha)		Rendement (kg/ha)		Marge brute (kg/ha)	
	Billons	Charrue	Billons	Charrue	Billons	Charrue	Billons	Charrue	
Maïs-grain	1998	10618	9927	649	447	8285	10012	402	434
	1999	11126	9614	646	335	9664	9808	358	354
	2000	7158	7022	125	-6	6675	7255	27	43
	2001	10695	9621	625	409	7886	8778	247	293
	2002	8243	7934	603	485	9785	9257	737	667
	2003	11239	8543	507	104	9304	11006	295	339
	Moyenne	9847	8777	526	296	8600	9353	344	355
Soya	1998	3147	3370	577	547	3528	3722	701	476
	1999	3393	3529	584	474	3088	3480	444	651
	2000	2803	3108	475	411	2898	3072	379	398
	2001	2541	2789	366	355	2711	2653	439	291
	2002	3393	2805	778	500	nd	2768	nd	493
	Moyenne	3055	3120	556	457	3056	3139	491	462

Adapté de Ménard, 2007

Sommes toutes, en considérant que la ferme Fictive se dirige en production biologique, il est impératif que la régie sur billons offre plus d'avantages. En plus des aspects agronomiques, ce système permet de retirer un meilleur bénéfice net, autant pour la culture de soya que pour celle de maïs-grain.

5.4 Les ressources requises (équipement, temps et carburant) pour les opérations culturales en système sur billons sont inférieures à celles requises pour la régie conventionnelle

À la lumière des données des tableaux 8 et 9, il paraît évident que les ressources nécessaires à la régie sur billons sont inférieures à celles de la régie conventionnelle. En effet, si on se réfère aux données sur les investissements des appareils agricoles (tableau 8), il en coûte près de 200 000 \$ de plus pour travailler au champ sous une régie conventionnelle. Cette régie est exigeante du côté des investissements, mais aussi au niveau du temps et du carburant. Par exemple. En conventionnel, on doit posséder un tracteur en plus et avec des forces supérieures pour effectuer l'opération de labour. Le labour est en soi l'opération la plus dispendieuse dans le système conventionnel. En plus du labour, en système conventionnel, on ajoute des opérations de travail : en préparation du lit de semence avec un vibroculteur et au moment du sarclage avec un peigne. Par conséquent, ces interventions culturales exigent, de la part des producteurs, de passer plus de temps au champ. À cet effet, le tableau 11 démontre que la régie sur billons permet une économie de temps moyen de 150 heures. Aussi, les dépenses en carburant suivent la même voie que les investissements et le temps. Là encore, le billon permet une économie de carburant d'environ 40 litres à l'hectare. Le système sur billons permet sans contester de réaliser des économies temps et de machineries. Donc, la ferme Fictive, cette technique l'avantagerait surtout qu'il mentionne manquer de temps pour réaliser tous ces travaux de ferme.

Tableau 8 Coûts reliés à l'investissement d'appareils et de machineries selon un système conventionnel et sur billons en régie biologique

Investissements selon les différents travaux de sol	
Conventionnel	
Tracteur 4 x4 125 kW	154 400 \$
Tracteur 4 x4 110 kW	116 800 \$
Tracteur 4 x4 75 kW	90 800 \$
Tracteur 4 x4 60 kW avec chargeur frontal	69 600 \$
Charrue 6 versoirs	25 500 \$
Vibroculteur 4,6 m	15 500 \$
Sarcler lourd 4,57 m	25 000 \$
Peigne 4,57 m	9 000 \$
Houe rotative 4,50 m	6 445 \$
Semoir à maïs et soya 6 rangs	34 200 \$
Batteuse 8 rangs	373 000 \$

Total	765 845 \$
<hr/>	
Billons	
Tracteur 4 x4 110 kW	116 800 \$
Tracteur 4 x4 75 kW	90 800 \$
Tracteur 4 x4 60 kW avec chargeur frontal	69 600 \$
Sarcler-billonneur 6 rangs	15 675 \$
Semoir à maïs et soya 6 rangs avec décapeuse	45 950 \$
Houe rotative modifiée	9 045 \$
Batteuse 8 rangs	398 000 \$
Total	629 070 \$
Différence avec méthode conventionnelle	- 136 775 \$

Sources : AGDEX 740/825, septembre 2006 et ADGEX 740/855, mars 1998 des Références économiques du CRAAQ, Budget sur le billon de Guy Beauregard, M.Sc., agr. au MAPAQ, Nicolet, 29 novembre 2006, section Investissement et Enquêtes auprès de producteurs, août 2007.

* Le prix du sarcler-billonneur 6 rangs a été calculé à partir d'un sarcler qui a été modifié à l'été 2007 chez un producteur de Yamachiche. Ce producteur a investi 9 000\$ pour un sarcler usagé. Puis, il a ajouté à ce sarcler 9 ailettes, à 300\$ l'unité, servant au billonnage, pour un total de 11 700\$. Dans la section Machinerie (ADGEX 740/855) dans les grilles de références économiques du CRAAQ, le montant accordé au billonneur 6 rangs est de 14 800\$ en 1998. Et, dans le budget de Guy Beauregard du MAPAQ du 29 novembre 2006, il en coûte 20 900\$ pour un billonneur de 8 rangs. J'ai donc fait un produit croisé avec ce dernier prix afin d'obtenir un relativement prix représentatif.

Pour le planteur et la houe, j'ai procédé d'une manière semblable à celle du sarcler-billonneur. Toujours chez ce même producteur de Yamachiche, les modifications d'un planteur lui ont coûté 8 000\$ en pièces et 250 heures en temps. Le temps a été estimé à 15\$/heure. Donc, au montant de base de 34 200\$ (semoir conventionnel 6 rangs, AGDEX 740/825), j'ai ajouté le montant relatif aux modifications apportées par le producteur, soit 11 750\$, pour un total de 45 950\$. Du côté de la houe, le prix de l'appareil est réparti comme suit : 6 445\$ pour le prix de base, 600\$ pour les heures de travail et 2 000\$ en pièces. Finalement, le coût de la modification de la moissonneuse-batteuse est estimé à 25 000\$, ce qui comprend les pneus à remplacer et les « chimes » de roues.

Tableau 9 Estimation de la quantité de carburant et du nombre d'heures utilisées par les travaux du sol

Estimation des dépenses en régie biologique						
Conventionnel						
Maïs-grain			Soya			
Passage	Carburant (l/ha)	Utilisation (h/90,5 ha)	Passage	Carburant (l/ha)	Utilisation (h/90,5 ha)	
Charrue 6 versoirs (argile)	1	24,9	144	1	24,9	144
Épandage de fumier	1	0,4	83	1	0,0	83
Chargement fumier	1	0,3	67	1	0,0	67
Semoir à maïs-soya 6 rangs	1	4,7	69	1	4,7	69
Vibroculteur 4,6 m	2	9,4	37	2	9,4	37
Sarclage 6 rangs	2	7,0	68	2	7,0	68
Peigne	2	7,0	57	2	7,0	57
Houe rotative	1	2,5	38	1	2,5	38
Batteuse 8 rgs (m-g) / 7,6 m (soya)	1	15,0	52	1	13,5	59
Transport de la récolte	1	7,0	68	1	4,0	34
Total		78,2	682		73,0	656
Billons						
Maïs-grain			Soya			
Passage	Carburant (l/ha)	Utilisation (h/90,5 ha)	Passage	Carburant (l/ha)	Utilisation (h/90,5 ha)	
Semoir 6 rgs avec tasses résidus	1	6,0	144	1	6,0	144
Épandage de fumier	1	0,4	69	1	0,0	69
Chargement fumier	1	0,3	37	1	0,0	37
Sarclage 6 rangs	1	3,5	68	1	3,5	68
Houe rotative	1	2,5	57	1	2,5	57
Billonnage 6 rangs	1	3,7	38	1	3,7	38
Batteuse 8 rangs	1	15,0	52	1	13,5	59
Transport de la récolte	1	7,0	68	1	4,0	34
Total		38,4	532		33,2	506
Différence avec méthode conventionnelle		-39,80	-150		-39,80	-150

Sources : AGDEX 740/825 des Références économiques du CRAAQ, septembre 2006, Budget sur le billon de Guy Beauregard, M.Sc., agr. au MAPAQ, Nicolet, 29 novembre 2006, section Carburant et Jean-Pierre Hivon, agr., Groupe Envir-Eau-Sol, communications personnelles, août 2007.

5.5 Les coûts de production partiels pour la production de soya et de maïs-grain sont inférieurs en régie sur billons qu'en régie conventionnelle des cultures

Tableau 10 Coût de production partiel comparant la régie sur billons et conventionnelle dans la culture de maïs-grain et de soya

	Coût de production			
	Activités			
	Maïs-grain		Soya	
	Billons	Conventionnel	Billons	Conventionnel
Total des coûts variables	117 767,86 \$	131 940,06 \$	68 663,54 \$	84 306,67 \$
Moins:				
Compensation de l'ASRA	20 826,49 \$	20 826,49 \$	0,00 \$	0,00 \$
Total	20 826,49 \$	20 826,49 \$	0,00 \$	0,00 \$
Coût de production	96 941,37 \$	111 113,57 \$	68 663,54 \$	84 306,67 \$
Rendement en tonne	633,5	588,3	217,2	190,1
Coût de production à la tonne	153,03 \$	188,89 \$	316,13 \$	443,60 \$

Sources : AGDEX 740/825 des Références économiques du CRAAQ, septembre 2006, Financière agricole, 2007, Budget sur le billon, 29 novembre 2006 et budget de production, 4 juin 2007, de Guy Beauregard, M.Sc., agr. au MAPAQ, Nicolet.

Les données du tableau 10 démontrent bien que le coût de production partiel, pour les cultures de maïs-grain et de soya, accorde encore un avantage à la régie sur billons. Cet écart est proportionnel aux variations des charges variables de chaque régie. En ce sens, le système sur billons requiert beaucoup moins de machineries qu'en conventionnel. La différence des coûts de production donne un avantage à la culture de soya. Cette culture retire un montant plus élevé de l'écart entre les deux systèmes de production que le maïs-grain. Cela est dû au montant inférieur des charges variables de la culture de soya. En somme, l'hypothèse relatant que la régie sur billons résulte en des coûts partiels de production inférieurs à la régie conventionnelle s'avère véridique.

5.6 Le retour sur l'investissement en machinerie est favorable à la régie sur billons

Définitivement, même avec tous les changements qui doivent être apportés par la ferme Fictive lors de sa transition vers une régie sur billons, il est certain que le retour sur les investissements est plus favorable que sous des pratiques conventionnelles. Comme il est déjà démontré dans les sections précédentes, la régie sur billons permettra à la ferme Fictive de produire des cultures biologiques et d'obtenir des rendements équivalents ou supérieurs à ceux obtenus en régie conventionnelle. Ainsi, le retour sur l'investissement est non seulement sur le plan agronomique, avec une meilleure gestion du sol et des adventices. Aussi, le retour sur les investissements des machineries agricoles en régie sur billons s'évalue à près de 136 775\$ (voir tableau 8), puisque la culture sur billons exige beaucoup moins d'appareils de travail de sol et de forces de tracteur. Finalement, tel qu'indiqué dans le tableau 9, cette régie permettrait à la ferme Fictive de sauver un total de 52,72\$/ha avec l'économie de temps et de carburant pour chacune des deux cultures étudiées. En effet, si on estime le carburant à 0,70\$ le litre, les 39,8 litres/ha économisés, grâce aux billons, correspondraient à 27,86\$/ha. Pour ce qui est du temps, la somme épargnée serait de 24,86\$/ha avec un taux horaire estimé par Beauregard, 2007, à 15\$.

6. Essai 6: Essai des engrais verts et de différentes stratégies d'épandage

L'essai 6 renferme deux stratégies d'enrichissement du sol soit l'utilisation des engrais verts et d'amendements organiques comme les fumiers et les lisiers. La fertilisation organique exige une attention particulière au niveau des équipements d'épandage employés. De fait, nous avons constaté que l'utilisation de la citerne à lisier rend difficile la formation des billons. Cette situation est survenue à la ferme K. En effet, l'utilisation de la citerne pour l'épandage du lisier afin de fertiliser le maïs en post-levée a provoqué une compaction du sol qui a rendu difficile la formation des billons. Lors du billonnage, les couteaux du billonneur soulevaient et tassaient de gros cubes de terre vers les plants de maïs. Par conséquent, les plants se retrouvaient écrasés sous le poids de la terre. Donc, pour réaliser les billons, un passage de sous-soleuse a été requis afin de fractionner ces mottes et d'ameublir le sol.

Comme solution, nous proposons plutôt d'utiliser la citerne l'année précédente sur une céréale à l'automne et un engrais vert. Le lisier utilisé l'année même devrait être épandu avec un système d'irrigation afin de réduire au minimum les risques de compaction. À ce niveau, il faut mentionner qu'il pourrait être avantageux d'utiliser des fumiers solides dans un programme de fertilisation adapté pour les billons au printemps puisque les équipements utilisés pour ce type de fertilisation sont plus légers que les citernes.

Du côté des engrais verts, trois entreprises ont implanté dans leurs champs de maïs. La ferme M a semé de l'avoine avec un épandeur à engrais chimique après la récolte du blé et juste avant la formation des billons. Chez la ferme K, du Raygrass a été semé à l'aide d'une boîte Gandhi, dans les entre-rangs de maïs après le dernier sarclage. Nous avons aussi été voir un engrais vert de moutarde blanche chez un producteur situé à Saint-Barthélémy. Théoriquement, la qualité de ces engrais verts s'évalue en N-P₂O₅-K₂O à 30-7-45 pour l'avoine, à 23-5-36 pour le Raygrass et à 25-4-9 pour la moutarde blanche. De plus, ces engrais verts rapportent une moyenne de 2 à 5 tonnes/ha en biomasse. Afin d'évaluer l'apport réel en minéraux et en biomasse, nous avons prélevé des échantillons que nous avons faits séchés et que nous avons envoyés aux fins d'analyse. Les résultats obtenus sont indiqués dans les tableaux 11 et 12 ci-dessous. Il est à noter cependant qu'il n'y a pas de résultats réels pour le Raygrass dû à une erreur de manipulation de la part du laboratoire d'analyse. Étant donné la période de récolte de ces engrais verts, il nous était impossible de retourner aux champs pour reprendre d'autres échantillons de cet engrais vert.

Tableau 11 Résultats de l'analyse du laboratoire ainsi que les données théoriques correspondantes à la moutarde blanche et à l'avoine en engrais vert.

Engrais vert	Moutarde blanche	Avoine	
Analyse laboratoire			
Matière sèche	65,4%	72,8%	
Humidité	34,6%	27,2%	
Protéine brute	25,2%	7,9%	
Fibre ADF	29,7%	49,5%	
P total	0,46%	0,42%	
K total	5,78%	1,72%	
Ca total	1,79%	0,48%	
Mg total	0,29%	0,16%	
Données théoriques			
Biomasse aérienne (t/ha)	2 à 5	2 à 5	
Mobilisation/ 1000 kg	N	25	30
	P ₂ O ₅	4	7
	K ₂ O	29	45
Coefficients de minéralisation	N	0,6	
	P ₂ O ₅	0,65	
	K ₂ O	1	

Tableau 12 Rendements et valeurs théoriques et réelles fertilisantes des engrais verts (moutarde blanche et avoine).

Catégorie d'engrais vert	Rendement (kg/ha)		Valeur théorique			Valeur réelle			*Qté d'éléments disponibles (kg/ha)		
	Humide	Sec	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Moutarde blanche	9700	6344	159	25	184	256	29	367	153	19	367
Avoine	3167	2305	69	16	104	29	10	40	17	6	40

*Quantité obtenu moins le coefficient de miniéralisation

À la lumière de ces données, la moutarde blanche a obtenu un meilleur rendement de 6,3 t/ha, ce qui est supérieur à la valeur théorique du CPVQ de 6 t/ha. Par contre au niveau de l'avoine, le rendement de 2,3 t/ha est inférieur aux rendements théoriques qui se situent entre 3 à 5 tonnes à l'hectare. Cependant, il est important de mentionner que l'avoine a été semée très tard en saison, soit après le 5 septembre qui est la date buttoir pour obtenir des rendements maximaux avant les gelées automnales. Ces engrais verts permettront donc de fournir en fertilisant en N-P₂O₅-K₂O, lors de la prochaine saison de croissance, environ 17-6-40 pour l'avoine et 153-19-367 pour la moutarde blanche. Ainsi, ces engrais verts implantés sur les billons vont permettre, en plus de l'apport en éléments fertilisants, de recycler les reliquats de fertilisation, de minéralisation de la matière organique et des fumiers d'automne appliqués en automne. De plus, la contribution des engrais verts s'étend au-delà de la fertilisation en

améliorant la structure du sol, en fournissant de la nourriture abondante à la flore microbienne du sol ainsi qu'en diminuant l'érosion hydrique et éolienne parce que les sols ne sont jamais à nu avec cette régie.

Par ailleurs, il serait intéressant d'évaluer la contribution de d'autres variétés d'engrais vert telles que la vesce velue, le radis huileux et la phacélie qui ont un potentiel d'apport en azote supérieur à plusieurs autres cultures. Aussi, il faudrait refaire l'évaluation des engrais verts intercalaires.

7. Journée d'information et de formation de la culture sur billons en régie biologique pour les membres, les conseillers, les autres intervenants et tous les producteurs intéressés.

Le 14 mars 2007 dernier nous avons eu la chance d'accueillir un pionnier de la production biologique sur billons, pour une journée de formation et d'information donnée au Restaurant La Porte de la Mauricie. En effet, Thomas Dewavrin, de la ferme familiale Longprés, est producteur biologique en régie sur billons depuis 1997. Nous avons fait appel à monsieur Dewavrin, puisque son champ de compétence et son expertise sont, sans contredit, parmi les meilleurs au Québec. Cette formation a été offerte suite à l'intérêt grandissant de plusieurs producteurs de la MRC de Maskinongé pour la culture sur billons en régie biologique. Les objectifs de cette réunion informative étaient d'appuyer et guider ces producteurs et leurs conseillers devant les nombreuses facettes de ce système de production telles que les régies de production, les achats et les ajustements des équipements. Monsieur Dewavrin a débuté la formation par mentionner les points critiques à respecter dans la culture sur billons. Puis, il a dressé une liste des différents équipements requis ainsi que contexte dans lequel ils doivent être utilisés. Finalement, il a complété la journée avec les rotations à préconiser, la fertilisation et l'utilisation des engrais verts.

Annexe

Tableau 13 Évolution des superficies en culture sans intrants et biologique au Groupe Envir-Eau-Sol

Année	2004		2005		2006		2007		2008	
	Nb de producteurs	Nb d'hectare	Nb de producteurs	Nb d'hectare	Nb de producteurs	Nb d'hectare	Nb de producteurs	Nb d'hectare	Nb de producteurs	Nb d'hectare
Sans intrants	2	260	3	203	5	443	7	340	10	400
Biologiques ou transfert	1	27	2	277	8	287	13	1070	14	1150

Tableau 14 Superficies (ha) reliées aux fermes membres du Groupe Envir-Eau-Sol qui sont en réflexions, ou en transfert biologique.

Année	Superficie (ha)							
	Total/ferme	*Sans intrants			Biologique			
		2008	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	79,6		79,6	79,6	79,6	79,6	79,6	79,6
Ferme M	415			288	292	415	415	
Ferme K	36,7			7,3	7,3	36,7	36,7	
Ferme C	129			9,8	49,6	69,9	89	
Ferme F	270,2			16,3	177,8	270,2	270,2	
2	67,4			27,2	67,4	67,4	67,4	
3	36,1				36,1	36,1	36,1	
4	16,4				16,4	16,4	16,4	
5	45,2				45,2	45,2	45,2	
6	18,7				18,7	18,7	18,7	
7	85,7				32,7	56,9	56,2	
8	36					36	36	
9	186					18,6	25	
10	20					20	20	
11	116	116						
12	213	213						
13	50	50						
14	45	45						
Total biologique			80	375	432	823	1187	1212
Total biologique et billons			0	0	48	551	949	967
Total des fermes biologique et en transfert	1442							
Total ferme réflexion		424						

* Superficies en sans intrants dont les producteurs sont en réflexion pour le transfert en régie biologique

Bibliographie

Action Billon (2005) page consultée le 14 août 2007

Angers D. (2001) Évolution de la matière organique de l'activité biologique et de la structure du sol sous pratiques culturales de conservation. Dans colloque en agroenvironnement "l'agriculteur et l'environnement en harmonie" CRAAQ.

Beauregard G. et Bourgeault M. (2006) Billons-Rotation, *Agri-Réseau* Adresse URL: <http://www.agrireseau.qc.ca/>

Beauregard G. (2007) Budget maïs-grain, soya et blé 2007, *Agri-Réseau* Adresse URL: <http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/navigation.aspx?r=budget%20ma%efs&pid=0>

Burgess, M.S., G.R. Mehuys, C.A. Madramootoo (2000) Crop residue decomposition in grain corn : role of tillage system and residue characteristics. Macdonald Campus of McGill University. Ste-Anne-de-Bellevue.

Chervet A., Ramseier L., Sturny W. G. & Tschannen S., (2005) Comparaison du semis direct et du labour pendant 10 ans. *Revue suisse Agric.* 37 (6), 249-256.

Edwards, J.H., C.W. Wood, D.L. Thurlow, and M.E. Ruf. 1992. Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludult soil. *Soil Science Soc. Amer. J.* 56:1577-1582.

Frappier Marcel. (2007) Producteur agricole de la région de Saint-Barthélemy dans Lanaudière. Communication personnelle, vendredi le 5 octobre.

Hivon Jean-Pierre. (2007) Agronome. Groupe Envir-Eau-Sol inc. Yamachiche. Communication personnelle, mai à octobre 2007.

Inconnu (2005) L'agriculture en Mauricie : Portrait général, UPA Mauricie, 25 : 1-25

Leblanc, M.L. et Cloutier, D.C. (1996) Sarclage et sarcleurs. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Saint-Hyacinthe (Québec), Canada J2S 7B8.

Massicote D., Denis J. et Lammarre G. (2000) La culture sur billons, *Guide des pratiques de conservation en grandes cultures du CPVQ*, Module 2, feuillet 2-D, 19 : 1-2.

Ménard, Odette. (2007), Tableaux synthèses des suivi de travail de sol. Projet GRMax de 1997 à 2003, MAPAQ.

Référence Économiques (1998) ADGEX 111/821b. Prix de la machinerie agricole. CRAAQ.

Référence Économiques (2005) ADGEX 111.19/821. Entreprise céréalière biologique. CRAAQ.

- Référence Économiques (2006) ADGEX 111/821b. Maïs-grain Budget. CRAAQ.
- Référence Économiques (2006) ADGEX 141/821. Soya Budget. CRAAQ.
- Référence Économiques (2006) ADGEX 740/825. Machinerie-Coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés. CRAAQ
- Référence Économiques (2007) Outil d'encadrement à la budgétisation. CRAAQ. Page consultée le 25 septembre 2007. Adresse URL : <http://outilrefec.craaq.qc.ca/>
- Schaller, B., Nemecek, T., Streit, B., Zihlmann U., Chervet A. et Sturny W.G. (2007) Bilan écologique comparatif du semis direct et du labour. *Revue suisse Agric.* 19(4): 73-79
- Strip-tillage and Cover Crop Systems for Vegetable Production. John M. Luna and Tim O'Brien Department of Horticulture_Oregon State University_Corvallis, OR 97331
- Vyn, T.J., Groenevelt, P.H., Stone, J.A. and Martin, H.D. (1986) Ridge planting systems for clay soils - final report. Unpublished report to the Plant Industry Branch, Ontario Ministry of Agriculture and Food. Guelph, Ont.
- Yenish, J. P., J. D. Doll, and D. D. Buhler. 1992. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. *Weed Sci.* 40: 429-433.