

PROGRAMME D'APPUI AU DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE
L'AGROALIMENTAIRE EN RÉGION

**Développement d'un équipement permettant l'application d'un amendement
organique en bande en production horticole biologique**

Rapport final – Saison 2018

Yves Auger, agr.
Sam Chauvette, agr., M.Sc.
Laurence Gendron, agr., M.Sc.

Avec la collaboration de
Valérie Desormeaux, agr. (Les Jardins Barry inc.)

Direction régionale de la Mauricie

Octobre 2019

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES.....	I
LISTE DES FIGURES	II
LISTE DES TABLEAUX	III
AVANT-PROPOS.....	IV
1. MISE EN CONTEXTE	1
1.1 DESCRIPTION DE L'ENTREPRISE	1
1.2 OBJECTIF	2
1.3 MODIFICATION DE L'ÉQUIPEMENT	2
2. ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE TECHNIQUE DE L'ÉPANDEUR D'ENGRAIS	5
2.1 ÉVALUATION VISUELLE.....	5
2.2 ÉVALUATION DE LA CALIBRATION DE L'APPAREIL.....	6
3. ÉVALUATION DE L'INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DE L'ÉPANDEUR D'ENGRAIS.....	8
3.1 SITUATION INITIALE.....	8
3.1.1 <i>Description</i>	8
3.1.2 <i>Chronologie des opérations culturales</i>	8
3.1.3 <i>Avantage</i>	9
3.1.4 <i>Inconvénient</i>	9
3.2 SITUATION FINALE	10
3.2.1 <i>Description</i>	10
3.2.2 <i>Chronologie des opérations culturales</i>	10
3.2.3 <i>Avantages</i>	11
3.2.4 <i>Inconvénients</i>	12
3.3 COMPARAISON ENTRE LES SITUATIONS INITIALE ET FINALE.....	14
3.3.1 <i>Bénéfices potentiels</i>	14
3.3.2 <i>Coûts</i>	16
3.3.3 <i>En résumé</i>	18
3.3.4 <i>Calcul de la rentabilité de l'investissement : cas du chou</i>	19
4. CONCLUSION.....	21
5. RÉFÉRENCES	22

Liste des figures

Figure 1. Parcelle de chou frisé en saison de croissance	1
Figure 2. Croquis des modifications apportées à l'épandeur par Conception Duquette ..	4
Figure 3. Épandeur au champ vu de profil	4
Figure 4. Épandeur en opération avec l'application près de la culture	5
Figure 5. Montage permettant de récupérer les engrais lors de l'évaluation de la calibration de l'appareil.....	6
Figure 6. Schéma de plantation d'un champ chez Les Jardins Barry inc.	11
Figure 7. Schéma ¹ présentant le nombre de passages nécessaires pour épandre l'engrais à la volée et en bande sur un champ d'une largeur de 75 pieds et d'une superficie moyenne de 1 ha.	12

Liste des tableaux

Tableau 1. Données de calibration au champ.....	7
Tableau 2. Étapes de préparation, de fertilisation et d'implantation de la culture chez les Jardins Barry inc. en situation initiale	8
Tableau 3. Étapes de préparation, de fertilisation et d'implantation de la culture chez les Jardins Barry inc. en situation finale	10
Tableau 4. Nombre de passages nécessaires pour fertiliser la culture du chou sur un champ d'une largeur de 75 pieds (20 billons) et d'une superficie d'environ 1 ha, selon que l'application est faite à la volée ou en bande.	13
Tableau 5. Coût de la modification de l'épandeur et transport jusqu'à la ferme ¹	16
Tableau 6. Charges variables par événement d'épandage de l'engrais	17
Tableau 7. Gain de rendement nécessaire pour rentabiliser l'investissement	20

Avant-propos

Le présent rapport a été rédigé dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région (PADAAR), volet Innovation et essai. Le projet « Développement d'un équipement permettant l'application d'un amendement organique (Acti-sol®) en bande en production horticole biologique » a été conduit en 2018. **Celui-ci visait plus particulièrement une culture maraîchère exigeante du point de vue de la fertilisation : le chou.**

Les informations présentées proviennent des déclarations du requérant (Les Jardins Barry inc., représenté alors par M^{me} Valérie Desormeaux, agronome) et des validations terrain faites par l'équipe du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ).

Le lecteur doit faire preuve de prudence dans l'utilisation et l'interprétation des résultats. Des études plus poussées devraient être réalisées afin de dégager des conclusions pouvant s'appliquer à un plus grand nombre d'entreprises.

1. Mise en contexte

1.1 Description de l'entreprise

Les Jardins Barry inc. est une entreprise agricole maraîchère située à Sainte-Anne-de-La-Pérade, en Mauricie. Elle produit diverses cultures maraîchères sous régie biologique telles que les laitues, les choux (rouges et verts), le chou frisé¹, la bette à carde, le persil en champ et les tomates en serre. Considérant les surfaces consacrées aux prairies et à la culture de céréales et considérant les champs en préparation, la superficie totale exploitée par l'entreprise est d'environ 60 hectares. La **Figure 1** montre une des parcelles de chou frisé de l'entreprise en 2018.



Figure 1. Parcelle de chou frisé en saison de croissance

L'entreprise utilise principalement l'engrais Acti-sol® (fumier de poule pondeuse séché granulé). Celui-ci est normalement épandu à la volée à l'aide d'un épandeur à chaux et d'un tracteur de 135 HP. L'épandeur permet d'appliquer la dose de fertilisant sur une largeur d'environ 40 pieds (12 mètres)². La largeur des champs de la ferme est d'environ 75 pieds (23 mètres). Pour couvrir un champ, deux passages de l'épandeur à la volée

¹ Aussi appelé « chou kale ».

² Pour que l'épandeur à chaux épande sur une largeur d'environ 40 pieds, il faut que le régime du moteur oscille entre 250 et 350 tours par minute. La largeur d'épandage pourrait être plus grande avec un régime moteur plus élevé (autour de 540 tours par minute). Or, le requérant n'utilise pas ce potentiel, car cela projette de l'engrais dans les fossés.

sont donc nécessaires, et un léger chevauchement sur une largeur de 5 à 10 pieds est noté.

Chaque champ compte 20 billons espacés d'un mètre chacun. Excepté pour l'épandage de fertilisants, l'entreprise utilise des équipements permettant de couvrir quatre billons par passage. L'équipement d'épandage est facile d'utilisation, mais il ne permet pas une grande flexibilité dans l'optique où l'entreprise cultive plusieurs cultures dans un même champ et que celles-ci sont implantées à des dates différentes.

Notons par ailleurs que chaque champ a une superficie de 0,8 ha à 1,2 ha. Pour les besoins du présent rapport, nous retenons une superficie moyenne de 1,0 ha par champ.

C'est dans un souci économique et agroenvironnemental et dans le but d'optimiser ses pratiques que l'entreprise a entrepris le projet de développer un équipement d'application en bande des fertilisants organiques.

1.2 Objectif

De façon concrète, le projet a pour objectif de développer un équipement peu dispendieux et facile d'utilisation qui permet d'appliquer en bande un amendement organique solide (> 90 % M.S.) dans les cultures maraîchères en rangs. L'équipement développé doit s'adapter facilement aux cultures et permettre de gérer le bon volume de fertilisant (\approx 4 tonnes), ce qui facilite l'application dans un temps raisonnable tant à la plantation qu'en saison de croissance.

1.3 Modification de l'équipement

Initialement, un épandeur à chaux (DECE-600LF-02; Després, Val-Alain, Québec) est utilisé sur l'entreprise pour épandre l'engrais organique (Acti-sol®, Acti-Sol inc., Notre-Dame-du-Bon-Conseil, Québec).

L'épandeur initial est composé de :

- un réservoir;
- un socle trainé;
- un convoyeur actionné par le mouvement d'une roue d'avancement apportant l'amendement vers l'arrière;
- une porte ajustable;
- une toupie actionnée par la prise de force du tracteur et projetant le matériel sur une largeur d'environ 40 pieds (12 mètres).

Les Jardins Barry inc. souhaitent que l'équipement permette d'appliquer les amendements sur le rang, de façon plus précise qu'à la volée. L'équipement doit ainsi permettre d'effectuer différents types d'application de fertilisants :

- 1) Sur le billon (en l'absence de plants);
- 2) De chaque côté du billon ou « à l'épaule » (en présence de plants);
- 3) Dans l'entre-rang.

Notons par ailleurs que l'inversion du convoyeur qui permet d'appliquer les amendements au-devant de l'appareil et non à l'arrière facilite l'observation du travail par l'opérateur.

En fonction de ces critères, l'équipement a été modifié comme suit :

- Inversion du mécanisme du convoyeur au fond de la cuve afin d'apporter le matériel de l'arrière vers l'avant;
- Ajout d'une porte amovible à l'avant du réservoir avec des séparations divisant l'Acti-sol® dans 4 vis d'entraînement;
- Ajout de 4 vis de 6 pouces de diamètre entraînées par moteur hydraulique;
- Ajout d'un support en fer permettant de supporter les vis, les embouts et les peignes;
- Ajout des embouts *Quick Attach* pour les différentes applications;
- Ajout de 5 peignes et 4 rouleaux amovibles favorisant le contact entre l'amendement et le sol;
- Ajout d'un escalier à l'arrière facilitant l'accès au réservoir et à son remplissage.

L'entreprise Conception Duquette, à Waterville en Estrie, a été mandatée pour la conception et la modification de l'équipement. La **Figure 2** illustre les modifications apportées à l'épandeur par l'équipe de conception.

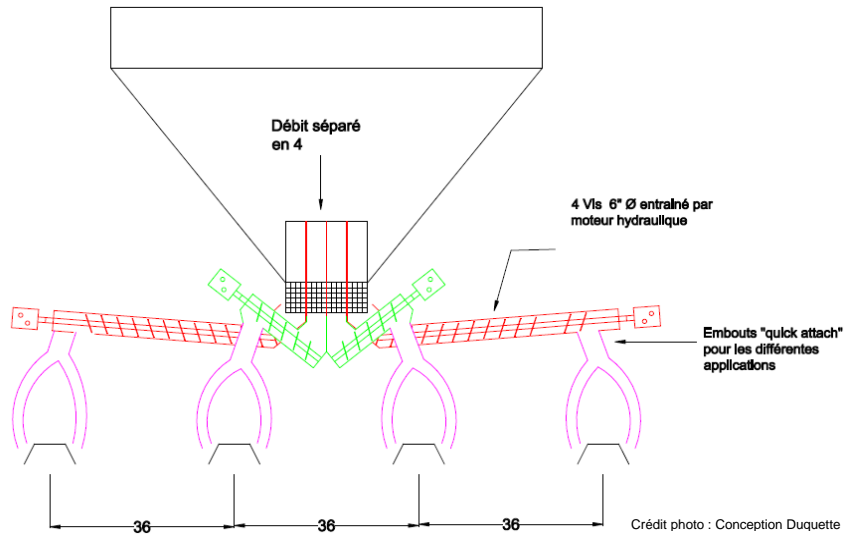


Figure 2. Croquis des modifications apportées à l'épandeur par Conception Duquette

La **Figure 3** montre le résultat final de la modification de l'équipement. L'escalier à l'arrière ainsi que le système d'application de précision amovible à l'avant sont visibles.



Figure 3. Épandeur au champ vu de profil

2. Évaluation de la performance technique de l'épandeur d'engrais

2.1 Évaluation visuelle

Dans ce type de projet, l'observation de l'équipement au champ doit être faite afin de constater le potentiel de l'appareil modifié. La **Figure 4** montre l'épandeur en action. Au moment de prendre la photo, le persil venait d'être transplanté (quelques jours auparavant).

Lors du passage, l'engrais est apporté et le peigne permet de sarcler l'entre-rang au même moment. Le peigne ne peut pas passer directement sur la culture, car elle est trop fragile, à ce stade, pour résister à un tel sarclage.



Figure 4. Épandeur en opération avec l'application près de la culture

Lors de la visite, il a été possible de constater la capacité de l'appareil à déposer l'engrais directement sur les billons près de la culture. Le système hydraulique facilite l'activation des vis ainsi que le redressement et l'abaissement de l'appareil optimisant les opérations. La porte amovible à l'avant du réservoir est stable lors des opérations et peut être ajustée pour varier la dose d'application.

2.2 Évaluation de la calibration de l'appareil

La calibration de l'appareil a été évaluée par l'équipe du MAPAQ. Pour ajuster ou modifier le taux d'application, il suffit d'ouvrir ou de fermer l'ouverture joignant le réservoir d'engrais aux vis. Le fonctionnement du convoyeur est actionné par le mouvement des roues, ce qui permet une certaine uniformité d'application, peu importe la vitesse d'avancement du tracteur. Les vis fonctionnent via des pompes hydrauliques qui opèrent plus rapidement que le débit d'écoulement de l'engrais dans le système.

Pour évaluer le taux d'application de l'engrais, un dispositif avec quatre sacs résistants qui permettent de récupérer l'engrais directement à la sortie des tuyaux a été mis en place (**Figure 5**).



Figure 5. Montage permettant de récupérer les engrais lors de l'évaluation de la calibration de l'appareil

Trois prises de données d'épandage ont été effectuées. Les prélèvements ont été réalisés sur une distance de 50 m, puis convertis en tonne par hectare afin de voir si l'application réelle correspondait à la prévision ou à la calibration faite par le requérant. Ce dernier avait calibré l'équipement à 2,5 t/ha en début de saison. Le **Tableau 1** présente les données recueillies.

Tableau 1. Données de calibration au champ

Calibration	Dose (tonne/ha)
1	2,65
2	2,97
3	2,57
Moyenne	2,75

La prise de données indique une dose moyenne plus élevée que celle mesurée initialement par le requérant (2,75 t/ha contre 2,5 t/ha). Cette différence peut s'expliquer de différentes façons : le tracteur utilisé pour la calibration initiale n'était pas le même que lors de la présente calibration, le fait que l'épandeur ait été utilisé tout au long de la saison a pu faire varier l'ouverture de la porte et donc, la dose d'application.

Dans l'ensemble, la calibration se situe dans les limites acceptables ($\pm 10\%$). Des travaux d'étalonnage plus poussés pourraient permettre d'atteindre une précision plus grande.

En conclusion, l'épandeur est relativement précis, ajustable et pratique; la dose d'application pouvant être corrigée afin d'optimiser la fertilisation et de répondre aux besoins des différentes cultures tout au long de la saison de croissance.

3. Évaluation de l'intérêt économique de l'épandeur d'engrais

La présente section vise à évaluer l'accessibilité de l'épandeur modifié d'un point de vue économique. Le jeu en vaut-il la chandelle? Pour chiffrer la rentabilité potentielle de l'équipement modifié, les paramètres qui varient entre la situation initiale et la situation finale seront analysés.

3.1 Situation initiale

3.1.1 Description

L'épandeur à chaux (à la volée) est utilisé pour appliquer les amendements organiques. Deux passages d'épandeur (un aller-retour) permettent de couvrir chaque parcelle d'une largeur de 75 pieds et d'une superficie d'environ 1 ha (**Figure 7**).

3.1.2 Chronologie des opérations culturales

Au cours de la saison, une seule application d'engrais est faite par parcelle. Le **Tableau 2** présente la chronologie des opérations culturales sur la ferme en situation initiale.

Tableau 2. Étapes de préparation, de fertilisation et d'implantation de la culture chez les Jardins Barry inc. en situation initiale

Préparation du sol
<ol style="list-style-type: none">1. Passage du chisel (objectif : sortir les roches et aérer le sol);2. Retrait des roches;3. Passage du vibroculteur (objectif : détruire les mauvaises herbes et aérer le sol);4. Passage d'un rotoculteur (rotoherse).
Culture (formation des billons, fertilisation, implantation, sarclage)
<ol style="list-style-type: none">5. Épandage de l'engrais à la volée;6. Formation des billons;7. Transplantation de la ou des culture(s);8. Premier passage du sarcloir Éco multi-rangs (7 à 10 jours après la transplantation);9. Sarclage sur le rang à la main (pioche);10. Deuxième passage du sarcloir Éco multi-rangs (facultatif; selon l'état du champ);11. Passage de la billonneuse (objectif : ramener la terre sur le billon).

3.1.3 Avantage

Le fait que le requérant n'ait à appliquer l'engrais qu'une seule fois par année par parcelle rend cette pratique simple.

3.1.4 Inconvénient

La fertilisation en azote du chou devrait être de 150 à 230 kg/ha, selon le Guide de référence en fertilisation du CRAAQ (2013), et cet apport devrait être fractionné à raison de :

- 1) 80 kg N/ha en bande à la transplantation;
- 2) 50 % de la dose résiduelle, en bande, deux semaines après la transplantation;
- 3) Le reste, toujours en bande, quatre à cinq semaines après la transplantation.

L'épandage à la volée ne permet pas le fractionnement de l'amendement en cours de saison. Cela constitue un inconvénient de cette pratique.

3.2 Situation finale

3.2.1 Description

Le requérant applique l'engrais en bande à l'aide de l'épandeur à chaux modifié (**Figure 7**).

3.2.2 Chronologie des opérations culturales

Plus d'une application d'engrais est nécessaire par parcelle dans cette situation. Le **Tableau 3** présente la chronologie des opérations culturales sur la ferme en situation finale.

Tableau 3. Étapes de préparation, de fertilisation et d'implantation de la culture chez les Jardins Barry inc. en situation finale

Préparation du sol
<ol style="list-style-type: none">1. Passage du chisel (objectif : sortir les roches et aérer le sol);2. Retrait des roches;3. Passage du vibroculteur (objectif : détruire les mauvaises herbes et aérer le sol);4. Passage d'un rotoculteur (rotoherse).
Culture (formation des billons, fertilisation, implantation, sarclage)
<ol style="list-style-type: none">5. Formation des billons;6. Application de la première dose d'engrais sur le billon;7. Transplantation de la culture;8. Premier passage du sarcloir Éco multi-rangs (7 à 10 jours après la transplantation);9. Deuxième dose d'engrais sur le billon (14 à 18 jours après la plantation);10. Sarclage sur le rang à la main (pioche);11. Deuxième passage du sarcloir Éco multi-rangs (facultatif; selon l'état du champ). <p><i>Dépendamment de la culture :</i></p> <ol style="list-style-type: none">12. Troisième dose d'engrais dans l'entre-rang;13. Passage de la billonneuse (objectif : ramener l'engrais sur le billon)¹.

¹ Cette étape peut être faite après les points 9, 10, 11 ou 12, dépendamment de la situation.

À la lumière du **Tableau 2** et du **Tableau 3**, on constate que les étapes de préparation du sol sont similaires entre les situations initiale et finale. Une différence réside dans le fait qu'en situation finale, en raison du fractionnement de la fertilisation, une deuxième voire une troisième dose d'engrais doit être appliquée (en gras dans le **Tableau 3**). Dans la culture du chou, en 2018, trois applications d'engrais ont été faites.

3.2.3 Avantages

Selon les informations disponibles, les avantages de cette pratique résident dans sa précision (avantage agronomique) et dans sa flexibilité (avantage de gestion) :

- La précision (application près des plants) minimise les pertes de fertilisant hors du système de culture.
- La plus grande flexibilité permet de gérer plus efficacement la fertilisation à l'étape de la transplantation et de fractionner les applications d'engrais.

La **Figure 6** illustre l'organisation des champs qu'il est possible d'adopter avec un tel épandeur.

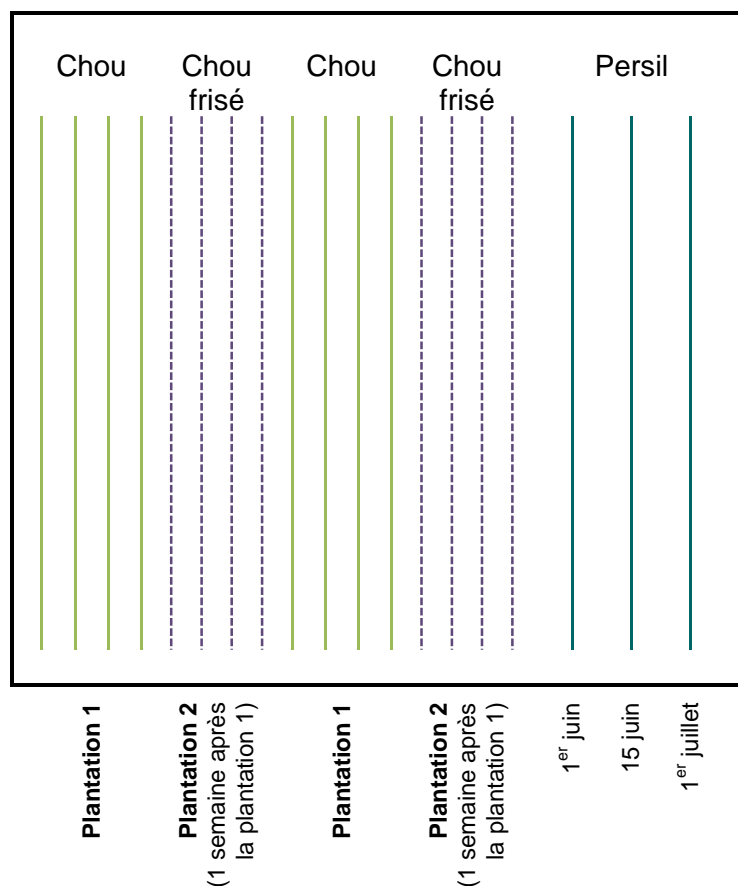


Figure 6. Schéma de plantation d'un champ chez Les Jardins Barry inc.

La plantation se fait à divers moments durant la saison en fonction de la culture, de la stratégie de récolte, des dates de récolte prévues et de la prévision de vente des produits en cours de saison. L'épandeur modifié peut ainsi fertiliser séparément la première plantation de choux de la deuxième, située dans le même champ. Il est aussi possible de fertiliser le persil seulement en juillet lors de sa transplantation.

3.2.4 Inconvénients

Les inconvénients de cette pratique résident dans les coûts associés à la modification de l'épandeur et dans le plus grand nombre de passages nécessaires pour fertiliser une même surface. La **Figure 7** illustre le cas de la culture du chou chez le requérant.

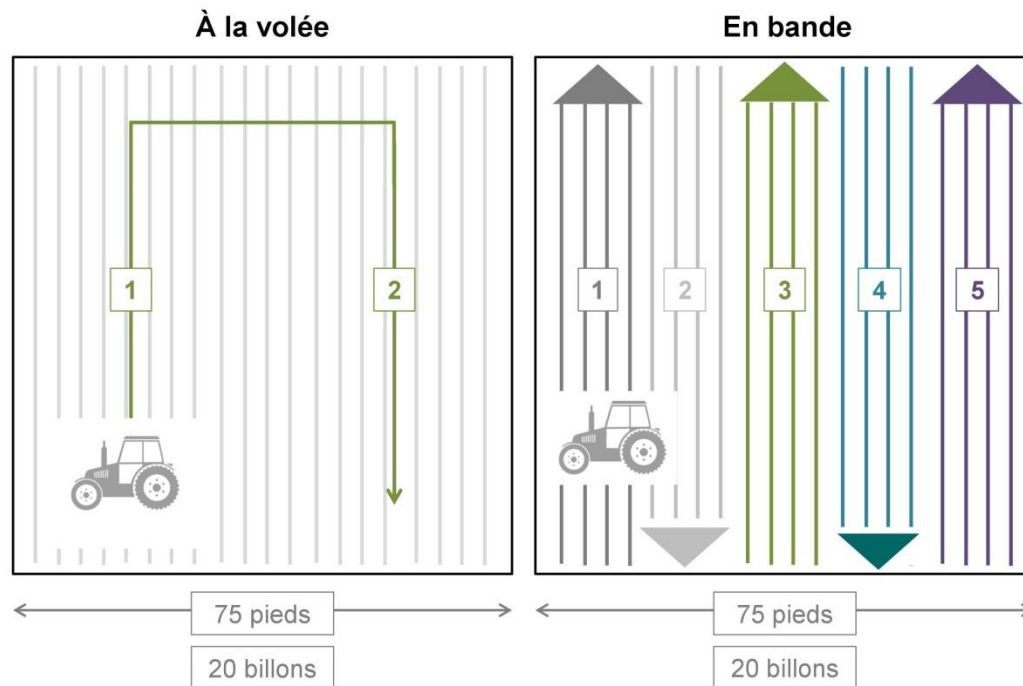


Figure 7. Schéma¹ présentant le nombre de passages nécessaires pour épandre l'engrais à la volée et en bande sur un champ d'une largeur de 75 pieds et d'une superficie moyenne de 1 ha.

¹Adapté de : Valérie Desormeaux, 2019.

Le fait que l'épandeur modifié épande l'engrais sur une moins grande largeur que l'épandeur à la volée entraîne un plus grand nombre de passages au champ par application (5 contre 2 pour l'épandeur à la volée). De même, la fertilisation est fractionnée en plusieurs applications avec l'épandeur modifié. Cela représente des charges variables supplémentaires à supporter par l'entreprise (carburant, entretien de la machinerie, etc.).

Pour les fins de la présente analyse, nous étudierons le cas de parcelles cultivées en chou. Celles-ci sont fertilisées en trois applications chez le requérant (**Tableau 4**).

Tableau 4. Nombre de passages nécessaires pour fertiliser la culture du chou sur un champ d'une largeur de 75 pieds (20 billons) et d'une superficie d'environ 1 ha, selon que l'application est faite à la volée ou en bande.

Nombre de passages	Champ (1 ha)		Différence
	Épandeur initial (<i>application à la volée</i>)	Épandeur modifié (application en bande)	
Première dose	2	5	3
Deuxième dose	S.O. ¹	5	5
Troisième dose	S.O. ¹	5	5
Total	2	15	13

¹ S.O. : sans objet. Il n'y a pas de 2^e et de 3^e dose dans le scénario avec utilisation de l'épandeur à la volée.

Dans les parcelles cultivées en chou, l'utilisation de l'épandeur à engrais modifié nécessite **13 passages de plus par hectare** que l'utilisation de l'épandeur à la volée.

3.3 Comparaison entre les situations initiale et finale

3.3.1 Bénéfices potentiels

D'un point de vue monétaire, les avantages de l'épandeur modifié sont aujourd'hui difficilement chiffrables. Les sous-sections suivantes en expliquent quelques-uns.

Rendements et utilisation d'engrais

On peut penser qu'en raison de sa précision et du fait qu'elle permette une fertilisation fractionnée, l'application en bande résulte en de meilleurs rendements, voire en une réduction annuelle d'utilisation des fertilisants. C'est d'ailleurs ce que le requérant affirme avoir observé sur sa ferme : une économie d'engrais (absence d'une « double fertilisation » sur une largeur de 5 à 10 pieds par champ, voir p.1; aucun engrais projeté dans le fossé) et une augmentation de rendement à l'hectare (par exemple, de plus de 30 % dans la culture du chou frisé)³.

Des essais ont été menés en ce sens par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) en 2018 et 2019 dans la culture du chou biologique. Deux des objectifs du projet étaient, avec la méthode d'application en bande, d'abaisser les quantités d'engrais apportées par rapport à l'application à la volée et de produire des rendements égaux, sinon plus élevés avec cette méthode. Les résultats, qui seront présentés en mars 2020, seront donc à surveiller pour éclaircir la question⁴.

Lutte aux mauvaises herbes

Selon le requérant, l'application en bande, du fait qu'elle soit directe et fractionnée, permettrait une croissance plus rapide des plants, ce qui les rendrait plus compétitifs face aux mauvaises herbes. Cela aurait occasionné une économie de coûts de main-d'œuvre liés au sarclage dans la culture du chou en 2018 (première année de l'utilisation de l'épandeur modifié) par rapport à 2017. Deux épisodes de sarclage ont été nécessaires en 2018 par rapport à cinq en 2017.

³ Communication personnelle, V. Desormeaux, 2019.

⁴ Titre du projet : « Évaluation d'une régie d'application en bande fractionnée de fientes granulées de poules dans le chou en production maraîchère biologique ». Plus d'informations à l'adresse suivante : <https://www.irda.qc.ca/fr/projets-recherche/fientes-granulees-de-poules-chou-biologique/>.

Diminution des pertes de légumes

Avec la méthode initiale (à la volée), une application d'engrais en saison de croissance, afin de pallier les besoins de la culture, est plus difficile à réaliser. Le requérant affirme avoir dû jeter, à la fin de la saison 2017, l'équivalent de 0,1 ha de chou, car une part de l'engrais ainsi épandu s'était retrouvée entre les feuilles de chou jusqu'à la récolte. À un rendement d'environ 30 900 kg/ha en moyenne⁵ et considérant un prix de 0,9944 \$/kg⁶, cela représente une perte brute potentielle de l'ordre de 3 100 \$ environ.

Le fait d'utiliser un épandeur modifié permettant de placer l'engrais au bon endroit a le potentiel d'éliminer ce genre de perte.

⁵ Chou vert et chou rouge (V. Desormeaux, communication personnelle, 2019).

⁶ Incluant 4 % de frais de vente (V. Desormeaux, communication personnelle, 2019).

3.3.2 Coûts

Les coûts additionnels sont quant à eux plus faciles à chiffrer.

Coût de la modification

Le **Tableau 5** présente le coût de la modification de l'épandeur et du transport de l'épandeur modifié. Le coût initial de l'épandeur lui-même n'est pas inclus dans le calcul, car l'entreprise le possédait avant la modification. Seules les « nouvelles charges » associées au projet sont considérées.

Basé sur une durée de vie utile de 10 ans (GROUPE AGÉCO, 2016), les coûts annuels de possession supplémentaires de l'épandeur sont évalués à 15,07 %⁷ du coût total des modifications et du transport, soit 2 488 \$/année.

Sur la base d'un hectare, les coûts annuels de possession sont de **67 \$/ha** (2 488 \$ / 37 ha⁸).

Tableau 5. Coût de la modification de l'épandeur et transport jusqu'à la ferme¹

Détail	Coût (\$)
Modification de l'épandeur pour l'application d'engrais en bande	11 775
Ajout d'un escalier et d'une passerelle avec garde-corps	2 200
Ajout de bras et de dents pour l'incorporation de l'engrais	1 300
Transport aller-retour	1 233
COÛT TOTAL	16 508
Coût annuel de possession (15,07 %)	2 488
Coût annuel de possession <u>par hectare</u>	67

¹ Basé sur les factures fournies par l'entreprise, Les Jardins Barry inc. (2018). Montant avant taxes.

⁷ Les coûts annuels de possession sont déterminés à l'aide du DIRT (« D » pour dépréciation, « I » pour intérêt ou rémunération du capital investi, « R » pour réparations, « T » pour taxes et « A » pour assurance). Le DIRT est un pourcentage qui est multiplié par la valeur à neuf du bien pour donner une idée du coût annuel de possession de ce dernier (CRAAQ, 2015).

⁸ Superficie totale dédiée aux cultures maraîchères chez le requérant, en 2018 : 37,06 ha. Nous supposons que l'épandeur modifié est utilisé dans toutes les parcelles de cultures maraîchères.

Passages supplémentaires

Le **Tableau 6** présente les coûts variables⁹ associés à des passages supplémentaires au champ pour l'application d'engrais. Seules les dépenses en carburant et en entretien de la machinerie sont considérées. Il est assumé qu'il n'y a pas de coûts de main-d'œuvre supplémentaires à avoir un épandeur modifié, car l'opérateur de la machine accomplirait d'autres tâches au sein de l'entreprise s'il n'avait pas les passages additionnels à faire avec l'épandeur modifié.

Tableau 6. Charges variables par événement d'épandage de l'engrais

Opération	Coût par passage (\$/ha)
Épandage de l'engrais	4,61 ^{1,2}

¹ À défaut d'avoir les coûts d'utilisation propres à l'épandeur à chaux modifié, les coûts variables d'un épandeur à engrais minéral « 6 t – Non fourni » ont été utilisés (CRAAQ, 2018). Un épandeur à chaux tel que celui utilisé par l'entreprise a une capacité d'environ 6 t. Les coûts variables de son utilisation sont ainsi présumés similaires.

² Les mêmes coûts variables sont présumés s'appliquer à l'épandeur à la volée et à l'épandeur modifié (il s'agit à la base du même équipement).

Pour la culture du chou précisément, les coûts variables des passages supplémentaires sont de **60 \$/ha** (4,61 \$/passage × 13 passages supplémentaires par hectare).

Main-d'œuvre

Selon le requérant, il a fallu deux jours (environ 8 heures par jour) à deux personnes pour faire l'ajustement de départ de la machine. À un taux horaire moyen de 19 \$/h pour un ouvrier agricole¹⁰, cela représente des frais totaux de l'ordre de 608 \$.

Pour les fins d'analyse du présent projet, ces coûts de main-d'œuvre ne sont pas considérés comme des charges additionnelles associées au projet. Il est assumé que les employés ayant contribué à l'ajustement de l'équipement auraient de toute façon travaillé dans l'entreprise si ce n'avait pas été pour faire l'ajustement de l'épandeur modifié.

⁹ Charges dont le montant varie en fonction du volume de production (Levallois, 2010).

¹⁰ Incluant les avantages sociaux, CRAAQ (2018).

3.3.3 En résumé

Nous notons des coûts additionnels associés à l'adoption d'un épandeur à chaux modifié pour l'application d'engrais en bande : coût de la modification de l'épandeur et coûts variables pour les passages au champ supplémentaires lors de l'application d'engrais. Pour la culture du chou en particulier, cela représente des coûts annuels additionnels de l'ordre d'environ 127 \$/ha (67 \$/ha + 60 \$/ha).

Plutôt que d'utiliser les bénéfices dits « potentiels » dans le calcul de la rentabilité, nous avons choisi de chiffrer le gain de rendement minimal en chou nécessaire pour rentabiliser l'investissement (section suivante).

3.3.4 Calcul de la rentabilité de l'investissement : cas du chou

Hypothèses de calcul

Le prix moyen reçu par le producteur est de 0,9944 dollars par kilogramme de chou vert ou rouge (V. Desormeaux, communication personnelle, 2019).

Chaque kilogramme de chou produit étant associé à des coûts variables, nous supposons que la marge sur coûts variables¹¹ dans la production de chou est de 32,2 % des revenus bruts (CRAAQ, 2005), soit 0,32 \$/kg. Cela signifie qu'une fois les choux produits et vendus, il reste 0,32 \$/kg au producteur pour payer les autres coûts (par exemple, les coûts fixes) inhérents à l'entreprise, qui doivent être en partie supportés par toutes les cultures.

Gain de rendement nécessaire pour rentabiliser l'investissement

Avec une marge sur coûts variables dans la culture du chou de 0,32 \$/kg et des coûts additionnels associés au projet de l'ordre de 127 \$/ha pour cette culture, cela signifie que l'épandeur modifié doit permettre de générer un gain de rendement de chou d'environ 400 kg/ha pour permettre de payer l'investissement à l'intérieur de sa durée de vie utile.

Considérant un rendement moyen en choux de 30 900 kg/ha, bon an, mal an, cela représente un gain de rendement de l'ordre de 1,3 %. Un gain de rendement plus élevé permettrait de rentabiliser l'investissement dans un délai plus court, et d'ainsi créer de la plus-value au sein de l'entreprise.

¹¹ Prix de vente par unité moins coûts variables par unité.

Analyse de sensibilité

Puisque la marge sur coûts variables varie d'une année à l'autre et d'une entreprise à l'autre et sachant qu'il en est de même pour les prix, nous avons calculé le gain de rendement nécessaire pour rentabiliser l'investissement en fonction de diverses marges sur charges variables et de différents prix du chou (**Tableau 7**).

En fonction de ces variations, le gain de rendement nécessaire pour rentabiliser l'investissement attribué au chou oscille entre 316 et 706 kg/ha. Considérant un rendement moyen de 30 900 kg/ha, cela représente un grain de rendement de l'ordre de 1,0 % à 2,3 %.

Tableau 7. Gain de rendement nécessaire pour rentabiliser l'investissement

		Marge sur coûts variables ¹							
		20 %	22 %	24 %	26 %	28 %	30 %	32 %	35 %
Prix du chou (\$/kg)	0,90	706	642	589	543	504	471	441	404
	0,95	669	608	558	515	478	446	418	382
	1,00	636	578	530	489	454	424	397	363
	1,05	605	550	504	466	432	404	378	346
	1,10	578	525	482	445	413	385	361	330
	1,15	553	502	461	425	395	368	345	316

¹ En pourcentage des revenus bruts. Prix de vente au grossiste.

En somme, la rentabilité de la modification et de l'utilisation de l'épandeur apparaît accessible dans la culture du chou en fonction des hypothèses retenues. Les gains de rendement à rencontrer sont faibles par rapport au rendement moyen du requérant, ce qui laisse croire qu'ils sont atteignables dans la réalité.

Notons toutefois que l'épandeur modifié est utilisé pour fertiliser d'autres cultures maraîchères (chou frisé, persil, etc.) et qu'ainsi, un calcul de rentabilité devrait être effectué pour chacune de ces cultures afin de pouvoir juger de la rentabilité du projet à l'échelle de la ferme. On peut par exemple penser que les coûts additionnels seront similaires d'une culture à l'autre. Il resterait donc à chiffrer le gain de rendement minimum nécessaire pour rentabiliser l'investissement en fonction de la marge sur coûts variables de chaque culture. Le gain obtenu apparaît-il accessible?

Si des gains de rendement ou des économies d'engrais sont réellement rencontrés sur le terrain, il serait bien sûr intéressant de les chiffrer. Cela permettrait de préciser l'analyse de la rentabilité du projet.

4. Conclusion

Le présent rapport a permis de démontrer que la modification de l'épandeur à chaux permet une application des amendements sur le rang, de façon plus précise qu'à la volée. Techniquement, l'épandeur modifié répond aux besoins dans le sens où son taux d'application est relativement précis. Il s'agit d'un équipement facile d'emploi et utilisable dans différentes cultures.

D'un point de vue économique, la rentabilité de l'investissement apparaît accessible dans la culture du chou. L'exercice démontre que, si l'équipement permet d'engendrer une augmentation de rendement de l'ordre de 1,0 % à 2,3 % (316 à 706 kg/ha), cela est suffisant pour rentabiliser l'investissement à l'intérieur de sa durée de vie utile. De tels gains sont faibles par rapport au rendement moyen du requérant, ce qui laisse croire qu'ils sont atteignables dans la réalité. La culture du chou représentait en 2018 près de 25 % des superficies totales en cultures maraîchères chez le requérant.

La rentabilité de l'investissement dans les autres cultures maraîchères que le chou n'étant pas connue, **il est impossible de statuer sur la rentabilité de l'investissement à l'échelle de la ferme.**

Par ailleurs, si de futurs travaux démontrent que les bénéfices potentiels décrits dans le présent rapport sont certainement attribuables à l'utilisation de l'épandeur modifié, ceux-ci contribueraient à assurer la rentabilité de l'investissement dans un délai rapide à l'échelle de la ferme.

Les résultats des travaux de l'IRDA visant à mesurer l'impact de ce mode d'application d'engrais en bande sur l'utilisation des fientes granulées de poule et sur les rendements du chou biologique seront à surveiller, de même que l'analyse économique qui en découlera.

5. Références

- CRAAQ (2018). « Machinerie: coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés », *Références économiques*, AGDEX 740/825.
- CRAAQ (2015). « Loyer annuel – Fonds de terre, bâtiments, machinerie et équipement », *Références économiques*, AGDEX 824/825a.
- CRAAQ (2013). *Guide de référence en fertilisation*, 2^e édition, CRAAQ, Québec. 479 p.
- CRAAQ (2005). « Chou vert biologique », *Références économiques*, AGDEX 252.19/821b.
- GROUPE AGÉCO (2016). *Mise à jour de la durée de vie utile des actifs amortissables utilisés dans les études de coûts de production : Sommaire*, 5 p.
- LEVALLOIS, R. (2010). *Gestion de l'entreprise agricole : de la théorie à la pratique*. Québec, Canada : Les Presses de l'Université Laval, 363 p.