

PROGRAMME D'APPUI AU DÉVELOPPEMENT DE
L'AGRICULTURE ET DE L'AGROALIMENTAIRE
EN RÉGION 2014-2015

**Développement d'un équipement pour permettre d'appliquer des engrais en
bande en production horticole en rang**

Rapport final - Saison 2015

Daniel Bergeron, agr., Msc.
Jocelyn Marceau, ing.

Direction régionale de la Capitale-Nationale

Mai 2016

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 

INFORMATIONS SUR LE REQUÉRANT :

DENIS THIVIERGE MARAÎCHER INC.
1580 A, Côte Thivierge
Saint-Laurent, Île d'Orléans (Québec)
G0A 3Z0

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Martin Thivierge, ferme Denis Thivierge maraîcher
Daniel Bergeron, agr., Msc., MAPAQ
Jocelyn Marceau, ing., MAPAQ
Jules Roberge, Atelier d'usinage Jules Roberge inc.

Mise en contexte

Les productions horticoles, tels les légumes et les petits fruits, bénéficient d'apports de fertilisants effectués en début et en cours de saison. La façon traditionnelle d'appliquer les engrais avant le semis ou la plantation est à la volée. Cela permet une application rapide et facile, mais comme les cultures concernées sont principalement en rangs, une partie des fertilisants est peu ou pas utilisée par les plants. Les quantités appliquées dépassent donc souvent les besoins des plantes, ce qui représente une dépense inutile et une source potentielle de pollution diffuse. Des essais de fertilisation menés au Québec au début des années 2000 sur certaines cultures en rang ont d'ailleurs démontré que les doses pouvaient être diminuées lorsque les fertilisants sont appliqués en bande. Dans la culture du chou par exemple, les nouvelles grilles de fertilisation recommandent, pour un sol pauvre, des doses de phosphore et de potassium de 150 kg/ha et 120 kg/ha respectivement alors qu'antérieurement, les recommandations pour un tel cas étaient de 240 kg/ha de phosphore et de 230 kg/ha de potassium pour une application à la volée (CRAAQ, 2003 et CRAAQ 2010). Ces nouvelles recommandations sont malheureusement très peu appliquées car les producteurs n'ont pas les équipements pour effectuer de façon pratique et économique les applications en bande avant ou lors de la plantation.

Objectif du projet

Le projet avait pour objectif de développer un équipement peu dispendieux et facile d'utilisation qui permettrait d'appliquer en bande des fertilisants pour les cultures maraîchères et de petits fruits. L'équipement développé devrait permettre de s'adapter facilement aux planteurs et aux sarcleurs afin de faciliter l'application tant à la plantation que plus tard en saison lors du fractionnement.

Description du projet

Le projet s'est déroulé en deux étapes : conception de l'instrument et essai au champ.

La conception a été effectuée par l'entreprise Atelier d'usinage Jules Roberge inc. de l'Île d'Orléans. Monsieur Roberge a d'abord fabriqué un prototype en métal et effectué de nombreux essais pour que l'application soit facile et précise. Un équipement a finalement été réalisé afin de répondre aux objectifs établis.

Concernant l'essai au champ, le requérant a procédé, dans deux champs de choux, à l'application du fertilisant en bande à la plantation et au fractionnement et a comparé, dans un autre champ, l'application de deux doses de fertilisants en bande. De plus, des essais de calibration ont été effectués et comparés entre les quatre boîtes d'application.

Résultats et discussion

Conception de l'appareil

L'appareil qui a été développé s'adapte facilement et rapidement à un planteur ou un sarclieur. Il suffit d'installer un support en métal sur ces deux équipements pour permettre de recevoir la boîte et son dispositif, qui peuvent être installés en bloc et en quelques minutes (Figure 1). À vide, son poids léger permet de transférer facilement chacune des boîtes d'un appareil à l'autre et de relier l'arbre de rotation s'il y a plus d'une boîte. Autrement, le moteur/transmission est attaché directement à l'axe de rotation de la première boîte.



Figure 1 : Applicateur d'engrais en bande développé dans le cadre du projet

Trémie de l'engrais

Toutes les surfaces en contact avec l'engrais sont résistantes à la corrosion. L'outil développé est muni d'une boîte en acier inoxydable avec une partie conique d'une capacité de 65 l à laquelle est boulonnée une section rectangulaire de 740 x 470 x 150 mm de hauteur qui permet de loger 53 l additionnels. Cette configuration de 118 l peut contenir 175 kg d'engrais granulaire ou l'équivalent de 7 sacs de 25 kg. Selon les besoins, la section rectangulaire peut être de hauteur variable pour contenir plus ou moins d'engrais.

Entraînement de l'engrais

La partie inférieure du cône contient le mécanisme de distribution de l'engrais. Il est constitué d'un rouleau de plastique (type Téflon résistant à l'usure) perforé de canules de forme sphérique qui tourne sous l'action d'un moteur/transmission électrique, ce qui entraîne ainsi le fertilisant par gravité, via un tuyau vers le sol

(Figure 2). La combinaison acier inoxydable et plastique de type teflon est intéressante pour moins de friction, l'usure et l'absence de corrosion par rapport à d'autres matériaux. Le rouleau de plastique dispose d'un certain nombre de canules offrant un volume déterminé correspondant à la gamme de taux d'épandage. Au besoin, la distribution et les dimensions des canules peuvent être ajustées selon les taux d'application qui pourraient être différents lorsque la variabilité de la vitesse du moteur ne permet pas de couvrir certaines gammes. En effet, la vitesse de rotation du moteur doit demeurer dans une plage intermédiaire (ex. : 30 à 80 %) pour que l'application soit précise; sans quoi il faut, dans le cas d'une vitesse trop grande, augmenter le nombre ou le volume des canules ou, dans le cas inverse, augmenter la vitesse d'avancement. La précision de la vitesse du rouleau de même que la qualité de construction du cylindre dans le lequel tourne ce rouleau assurent une application régulière.

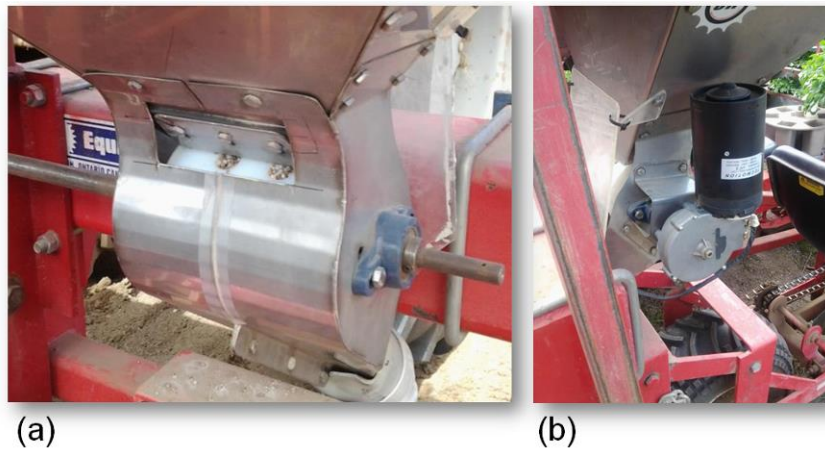


Figure 2 : Rouleau perforé (a) et moteur/transmission d'entraînement électrique (b)

Le système de descente du fertilisant peut facilement être modifié selon le besoin. À la plantation, il peut s'agir d'un seul tuyau par boîte permettant de laisser tomber l'engrais sur la largeur du rang tandis que deux tuyaux plus petits peuvent être installés au fractionnement pour appliquer l'engrais de chaque côté du rang (Figure 3).



Figure 3 : Exemple de dispositif de placement de l'engrais : tuyau simple utilisé à la plantation (a) deux tuyaux permettant de fractionner de chaque côté du rang (b).

Contrôle de l'application

À noter que sur le modèle développé, un seul moteur/transmission permet d'actionner sans difficulté le rouleau de deux boîtes à la fois. L'équipement réalisé dans le cadre de ce projet comprend quatre boîtes et deux moteurs. Ces moteurs sont reliés et contrôlés par un système GPS de précision qui évite l'usage d'une roue d'entraînement ou tout autre dispositif qui pourrait se salir et nuire au bon fonctionnement.

Le système de contrôle GPS n'a pas eu à être développé. Il était déjà disponible au Québec et utilisé en production agricole. Le fabricant a donc intégré ce dispositif à l'équipement développé. De marque Delimbe, il intègre l'information d'un capteur GPS 'Puck' placé sur le tracteur et le contrôleur module la vitesse de rotation du moteur proportionnellement à la vitesse d'avancement. Le système de contrôle est branché à l'alimentation électrique 12 V du tracteur et est placé dans la cabine du tracteur pour un meilleur suivi (Figure 4).



Figure 4 : Système de contrôle utilisé pour le contrôle de semoir pneumatique (www.delimbe.com)

Une calibration est nécessaire avant l'utilisation de tout type d'engrais. Il suffit de disposer une certaine quantité de celui-ci dans la boîte et, au moyen du module de contrôle, d'actionner la fonction calibration qui s'active pendant deux minutes. La quantité qui ressort de chacune des boîtes est ensuite pesée et sa valeur inscrite au module, ainsi que la largeur d'application de l'appareil. Ensuite, il suffit d'indiquer au module de contrôle la dose désirée (exemple en kg/ha) (Figure 5).

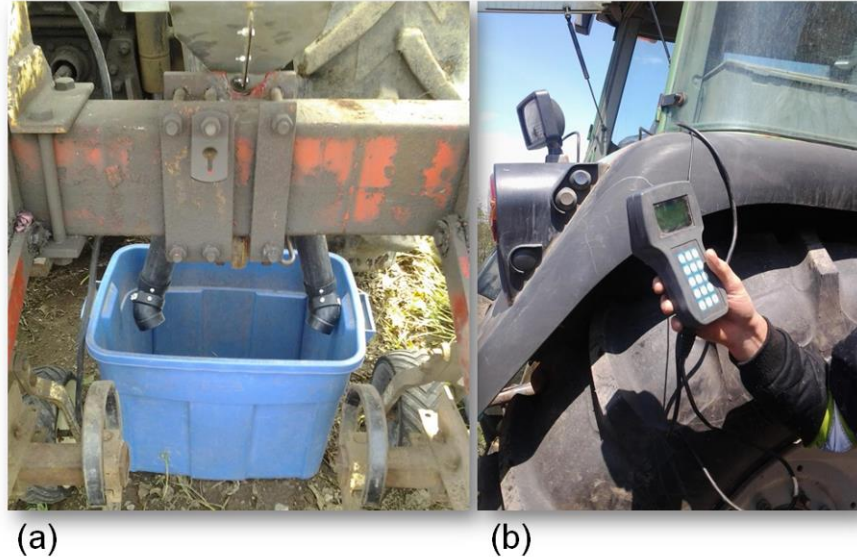


Figure 5 : Calibration de l'équipement : bac pour recueillir l'engrais (a) et le module de contrôle (b)

Le système est alors prêt à fonctionner. Au début du rang, il s'agit d'appuyer sur la touche de départ et l'écoulement de l'engrais sera quasi immédiat.

Évaluation de la précision

Plusieurs mesures de calibration ont été effectuées avec l'instrument développé. Pour un engrais donné, les résultats d'une calibration sont présentés à la figure 6.

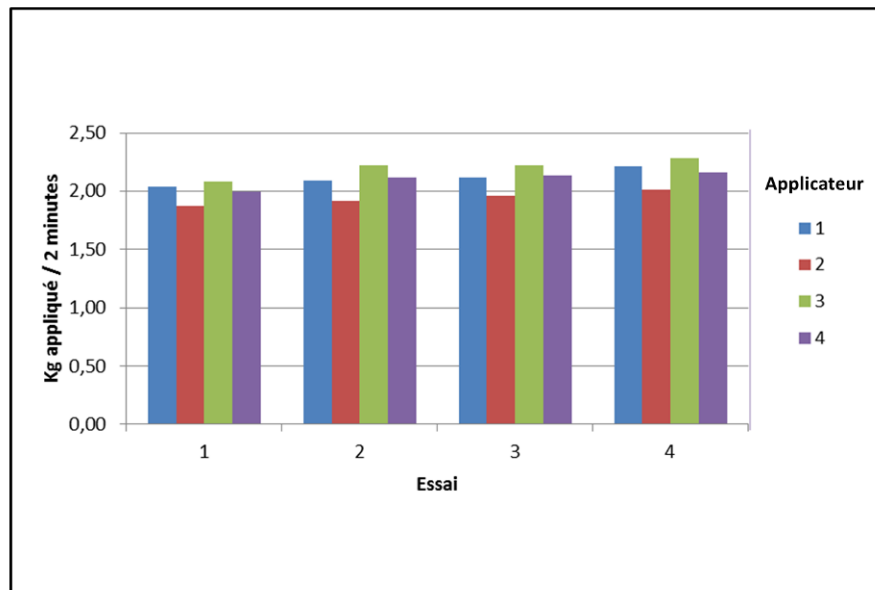


Figure 6 : Quantité de fertilisant recueilli pour chacun des quatre applicateurs lors de quatre essais

Quatre calibrations effectuées au moyen d'un même fertilisant ont démontré une variation moyenne des quantités entre les essais de 5,2 % et de 3,4 % entre les applicateurs (Figure 7). Les essais ont été réalisés sur des périodes de 2 minutes. La variation observée entre les applicateurs a été quant à elle très faible et répétitive possiblement due à une légère variation de construction entre les modules. Ces variations sont tout à fait acceptables dans un contexte d'utilisation de fertilisants. Par mesure de sécurité et en fonction de la précision à atteindre, il est recommandé d'effectuer plus d'une calibration avant l'application d'un nouveau fertilisant.

Répétition	Quantité d'engrais recueillie après 2 minutes (kg) Applicateur				Moyenne	Écart-type	Var. entre les applicateurs (%)
	1	2	3	4			
1	2,04	2,09	2,11	2,22	2,11	0,08	3,6 %
2	1,88	1,92	1,96	2,01	1,94	0,06	3,1 %
3	2,08	2,22	2,23	2,28	2,20	0,09	3,9 %
4	2,00	2,12	2,13	2,16	2,10	0,07	3,4 %
Moyenne	2,00	2,09	2,11	2,17	2,09	0,07	3,4 %
Écart-type	0,09	0,13	0,11	0,11	0,11		
Var. entre essais (%)	4,4 %	6,1 %	5,2 %	5,3 %	5,2 %		

Figure 7 : Analyse de précision des unités d'application en fonction de la quantité de fertilisant recueillie pour chacun des quatre applicateurs lors de quatre essais

Impact économique

L'entreprise qui fabrique l'équipement indique que le coût de base d'une unité (trémie) avec un moteur/transmission et un moniteur se chiffre à environ 3500 \$. Pour l'ajout d'une deuxième unité reliée au même moteur et contrôlée par le même moniteur, il faut compter environ 1500 \$. À cela s'ajoute le support de métal à mettre en place sur la machine (ex. : sarcler ou planteur) pour recevoir l'équipement. Pour un planteur à deux rangs par exemple, il en coûtera donc environ 5500 \$ au total. En considérant une vie économique de 10 ans, le coût annuel de possession (DIRTA pour dépréciation, intérêt, réparation, taxe et assurance) s'établit à 13,93 % du coût de remplacement (CRAAQ, 2015). Ainsi, le loyer annuel total sera de 766 \$.

L'impact économique sera différent selon les entreprises. Uniquement sur la base de l'économie d'engrais associée à la fertilisation en bande, il est possible de calculer le retour sur l'investissement. Ainsi, en considérant par exemple un coût d'engrais de l'ordre de 750 \$ par tonne d'engrais composé (CRAAQ, 2016), le coût annuel de possession de l'applicateur d'engrais représente donc, dans ce cas-ci, le coût d'environ une tonne de fertilisant. Pour chaque tonne additionnelle économisée, l'investissement devient rentable. Pour l'entreprise requérante, des changements ont été apportés à la fertilisation en pré-plantation et sont toujours en cours de validation. Pour une culture de choux d'entreposage, un exemple de modification qui a donné des résultats comparables à la fertilisation conventionnelle est présenté à la

Figure 8. Pour l'exemple donné, qui s'applique à un champ spécifique, la fertilisation adaptée représente maintenant des baisses de l'ordre 22 % des engrais appliqués. Il est important de noter qu'il ne s'agit pas d'une recommandation pouvant s'appliquer à toute situation. Des essais à la ferme établis à partir des recommandations du CRAAQ doivent servir de base à l'élaboration de cette nouvelle façon de faire.

Engrais de pré-plantation pour un champ donné:	
Auparavant:	
	À la volée : 785 kg /ha de 10-14-8 = 79 N/ha
Maintenant:	
	À la volée : 340 kg /ha de 10-14-8 = 34 N/ha
Plus:	En bande : 280 kg /ha de 10-14-8 = 28 N/ha
	Total: 62 N/ha

Figure 8 : Exemple de modification de fertilisation apportée à la ferme requérante
(N.B. : ceci n'est pas une recommandation)

Il faut aussi considérer que de par sa versatilité, l'équipement peut remplacer des dispositifs que l'on retrouve habituellement sur deux machineries distinctes (semis ou plantation et fractionnement), limitant ainsi l'investissement total à effectuer. L'application d'engrais en bande permet aussi de s'assurer que les plants disposés aux extrémités et aux abords des champs reçoivent la quantité de fertilisants prescrite, ce qui n'est pas toujours le cas avec l'application à la volée. La croissance est ainsi optimisée sur l'ensemble du champ, à la limite des autres facteurs de production.

Conclusion

Le prototype qui a été mis à l'essai à la ferme Thivierge a été utilisé à maintes reprises au cours de l'été 2015. Monsieur Martin Thivierge se dit très satisfait de son usage. Pour lui, la facilité de programmation du contrôleur, la concordance entre le taux d'application et la quantité réelle d'engrais utilisé, tout comme l'adaptation facile des boîtes sur un planteur et un sarcler s'avèrent des avantages importants.

Certains éléments de la machine seront améliorés dans les prochaines versions : 1- La paroi entre le rotor de téflon représente une zone de friction importante. Une bande de caoutchouc a été utilisée avec une relative satisfaction en 2015. Une configuration différente de cette paroi pourrait diminuer la friction et donc réduire l'usure à ce point. 2- Initialement, la vidange de l'engrais à la fin de l'utilisation était un processus lent, même si le moteur révolutionnait à son maximum. Les nouvelles versions sont maintenant munies d'une trappe de décharge qui permet d'accélérer ce processus.

Ce projet a permis d'améliorer significativement le mode d'application en bande par :

1. La conception d'une trémie inoxydable;
2. Une trémie avec un volume ajustable selon l'usage;
3. Un système d'entraînement de l'engrais efficace et inoxydable, qui engendre peu de friction, qui, par conséquent, serait résistant à l'usure (Téflon);
4. Une programmation simple et un contrôle précis et facile d'application;
5. Un mode d'attache simple sur un porte-outil;
6. Un contrôleur GPS efficace et facile à programmer;
7. Pas de roue d'entraînement ou autre mécanisme qui serait nuisible ou qui risquerait de glisser et d'affecter le taux d'application.

Remerciements

Ce projet a été rendu possible grâce à M. Jules Roberge et M. Martin Thivierge qui ont permis de développer un concept intéressant d'application d'engrais en bande et une adaptation simple sur porte-outil. Le MAPAQ a supporté ce projet via le Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région 2014-2015.

Références

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2003. Guide de référence en fertilisation, 1^{ère} édition. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire, 294 p.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2010. Guide de référence en fertilisation, 2^e édition. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire, 473 p.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2015. Références économiques, Loyer annuel. AGDEX 824 / 825a. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire, 2 p.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2016. Références économiques, Fertilisants et amendements. AGDEX 540 / 855. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire, 1 p.