



Titre du projet : Évaluation du potentiel du Bio-collector et de la brosse-rouleau pour lutter contre le doryphore de la pomme de terre en production biologique.

Numéro du projet : 1819-4051-015CN

Date de début : 11 juin 2018

Date de fin : 1^{er} février 2019

RAPPORT FINAL

Projet réalisé par : Eve Abel, agronome
Ferme Valupierre inc.

Rapport rédigé par : Eve Abel, agronome
William Laforge, étudiant
Paméla Magnan-Baril, étudiant

Ce projet de recherche a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région.

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

Numéro du projet : 1819-4051-015CN

1. Introduction

1.1 Mise en contexte

L'un des principaux défis en production de pomme de terre biologique est le contrôle du doryphore. Il existe actuellement une seule molécule insecticide disponible pour lutter contre le doryphore, soit le Spinosad. De plus, l'utilisation de ce biopesticide ne doit pas excéder deux applications par année pour éviter l'apparition de résistance. Dans les années 1990, avant l'apparition d'insecticides plus efficaces, les producteurs conventionnels se sont intéressés au développement et à l'utilisation de méthodes de luttes alternatives (physiques). L'une de ces méthodes est la soufflerie et la collecte des doryphores à l'aide d'une machinerie brevetée nommée Bio-collector (<http://www.infofarm.de/doc/bioco/doryphores.htm>). Un producteur de l'Île d'Orléans avait acquis cette machinerie à l'époque. Une étude européenne cite des taux de chute de 80% à 100 % pour les doryphores adultes et de 75% à 80% pour les larves. Sous des conditions commerciales au Québec, l'efficacité était plus variable et le taux de chute moyen était de 50% pour tous les stades morphologiques du ravageur ciblé. L'appareil disponible à l'Île d'Orléans a été modifié pour augmenter son efficacité. Il a été utilisé en contexte commercial pendant quelques années jusqu'à l'arrivée d'insecticides plus efficaces.

L'équipement est la propriété d'un ancien producteur de pommes de terre de l'Île d'Orléans et il est disponible pour des essais. Un des inconvénients de cet appareil, qui est importé d'Europe, est que les doryphores tombent dans des plateaux et que ceux-ci doivent être vidés très fréquemment. Aussi, les doryphores récoltés sont vivants et le producteur doit disposer de ceux-ci correctement, ce qui représente un défi. Il présente toutefois l'avantage de récolter les insectes sur quatre rangs à la fois, ce qui limite les risques de compaction du sol.

Monsieur Denis Giroux, agronome au Réseau de lutte intégrée Bellechasse (RLIB), a pour sa part à participer au développement d'un appareil léger et économique muni d'une brosse-rouleau qui permet de récolter, tout comme le Bio-collector, les doryphores dans les plateaux situés dans l'entre-rang (Figure 1). Ce prototype a été testé en obtenant un bon taux de réussite sur une ferme en production biologique. Cet essai n'avait toutefois pas fait l'objet d'analyse d'efficacité. Le présent projet vise à en évaluer son efficacité et à y ajouter des brûleurs au propane, semblables à ce qui est retrouvé sur les pyrodésherbeurs, pour éviter de récolter les doryphores une fois le passage de la machine effectuée. Le brûlage au propane aura également l'avantage de contrôler les mauvaises herbes. Si celui-ci s'avère efficace et économique, il sera possible de le fabriquer commercialement et de l'adapter pour récolter plus de deux rangs à la fois, comme c'est le cas présentement.



Figure 1. Prototype de brosse-rouleau développé par M. Denis Giroux du RLIB.

1.2 Description du site

Les essais ont été menés à la Ferme Valupierre inc. à Saint-Laurent-de-l'Île d'Orléans. Le sol des parcelles étudiées est un loam limono-argileux et le précédent cultural de ce champ est une prairie. La plantation a eu lieu le 3 juin 2019. Du lisier de vaches laitières a été appliqué en pré-plantation le 18 mai 2019 à raison de 50 m³/ha. Des applications de farine de plume ont été effectuées à la plantation et en post-levée. Le désherbage a été réalisé par un sarclage mécanique le 26 juin, le 7 juillet et le 13 juillet. Un renchaussage a également été fait le 24 juillet. Le contrôle des maladies fongiques a été réalisé préventivement à l'aide des produits Parasol et Serenade. Dans la section témoin du champ, soit à l'extérieur des parcelles, les doryphores ont été contrôlés par l'utilisation de l'insecticide Entrust et par divers traitements mécaniques à l'essai cette saison.

1.3 Objectifs

Évaluer l'efficacité d'appareils existants, soit le Bio-collector et la brosse-rouleau, pour diminuer la population des doryphores par une utilisation hebdomadaire. L'impact potentiel des appareils sur l'intégrité des plants a été évalué.

2. Méthodologie

2.1 Description des machineries utilisées et modifications apportées

2.1.1 Bio-collector

Le Bio-collector consiste en une soufflerie avec seize sorties d'air réparties en cinq unités qui couvrent un total de quatre rangs à la fois. Il s'agit d'un outil porté à l'avant du tracteur, c'est pourquoi un attelage a dû être fabriqué avant de pouvoir utiliser la machinerie (voir Figure 2). Des réparations diverses ont aussi dû être effectuées avant la remise en marche : réparation d'une unité de soufflerie et la révision du

fonctionnement de l'appareil). Comme la vocation initiale de l'outil a été conservée, aucune autre modification n'a été apportée. La vitesse de sortie d'air a été mesurée lors d'un déploiement et les résultats pour les seize sorties sont présentés dans le Tableau 1 ci-dessous.



Figure 2. Photos du Bio-collector prises lors des essais (Thibault, 2018).

Tableau 1. Vitesse de soufflerie des sorties d'air du Bio-collector.

| # sortie d'air* | Vitesse mesurée (km/h) | # sortie d'air* | Vitesse mesurée (km/h) |
|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| 1 | 49,63 | 9 | 58,38 |
| 2 | 50,47 | 10 | 53,56 |
| 3 | 50,32 | 11 | 53,29 |
| 4 | 51,74 | 12 | 54,64 |
| 5 | 50,8 | 13 | 54,3 |
| 6 | 49,59 | 14 | 53,89 |
| 7 | 50,16 | 15 | 53,68 |
| 8 | 55,83 | 16 | 56,34 |

* L'ordre des numéros est de la gauche de la machine vers la droite lorsque l'observateur se situe derrière celle-ci.

2.1.2 Brosse-rouleau

La brosse-rouleau a été développée pour agir contre plusieurs insectes dans plusieurs cultures maraîchères en première partie de saison. Le prototype couvre deux rangs et les brosses attitrées à chaque rang tournent dans des sens opposées de façon à ce que les insectes tombent dans l'entre-rang central (Figure 3). Le prototype disponible ne comportait pas de système de brûleur au propane, celui-ci a été ajouté en début de saison.



Figure 3. Photos du prototype de brosse-rouleau avec l'ajout d'un brûleur au propane à l'arrière (Thibault, 2018).

2.2 Protocole de travail adopté

Les modifications et réparations des machineries ont retardé le début de leur utilisation au champ. Il a donc été impossible de procéder à des traitements hebdomadaires tel que prévu puisque le stade optimal de passage de la brosse-rouleau était déjà dépassé. De plus, la population de doryphores en 2018 ne justifiait pas des traitements hebdomadaires. Par contre, le Bio-collector a été utilisé trois fois pendant la saison dont un passage en même temps que la brosse-rouleau. Cela a permis de récolter des données comparatives. Des observations ont aussi été faites lors des autres passages du Bio-collector.

Les parcelles ont été établies après la plantation et avant le premier traitement. Elles sont d'une longueur de six mètres et d'une largeur de quatre rangs. Dans chaque parcelle, une zone de prise de données de 1,5 mètre a été délimitée au hasard dans l'un des deux rangs centraux. C'est dans cette zone que les décomptes ont eu lieu. Un décompte était fait dans les zones de prise de données de chaque parcelle avant le passage de la machinerie. Les observations étaient quantifiées selon les catégories suivantes : masses d'œufs, larves de doryphores de stades 1 et 2, larves de doryphores de stades 3 et 4 et doryphores adultes. Immédiatement après le passage de la soufflerie, un décompte en utilisant les mêmes catégories était réalisé sur les plants, puis dans l'entre-rang. Les doryphores blessés ou morts trouvés dans l'entre-rang ont été aussi notés.

3. Résultats et discussion

3.1 Pourcentage de chute des doryphores¹

3.1.1 Bio-collector

Pour les larves de stades 1-2, le pourcentage de chute varie entre 0 et 16,7 % avec une moyenne de 5,5 %. Pour les larves de stades 3-4, le pourcentage de chute est plus élevé et homogène entre les parcelles pour une moyenne de chute de 66,16 %. Les essais menés avec une machinerie semblable (développée par M. Mohamed Khelifi, chercheur à l'Université Laval) montrent, eux aussi, un pourcentage de chute plus

¹ Le pourcentage de chute correspond au pourcentage de doryphores, présents sur le plant avant le passage de la machinerie, qui ont chuté en bas du plant après la machinerie.

faible pour les larves de stade 1-2, qui sont de petite taille. Il a été observé pendant les essais que les larves plus petites ne sont pas soufflées vers l'entre-rang, mais tombent plus bas sur le plant tout en y restant. Elles peuvent également tombées à la base du plant sur lequel elles peuvent remonter rapidement soit dans les minutes qui suivent le passage de la soufflerie.

3.1.2 Brosse-rouleau

Peu de doryphores adultes étaient présents au moment de l'essai, les données les concernant ne sont donc pas représentatives. Le pourcentage de chute pour les doryphores adultes est de 100 %. Ce nombre descend à 62% pour les larves de stades 1-2 et à 70% pour les larves de stades 3-4. Aucune conclusion ne peut être tirée des données concernant les doryphores adultes. Le taux de chute pour les larves de stades 3-4 est similaire à celui observé pour le Bio-collector. Par contre, le pourcentage de chute des larves de catégories 1-2 est supérieur à celui observé pour le Bio-collector. Ce dernier démontrait un taux de chute de 5,5 % et des résultats peu homogènes. La brosse-rouleau demeure l'outil qui a le mieux contrôlé les larves de stades 1-2 parmi tous les outils mis à l'essai sur l'entreprise. Comme la brosse-rouleau est conçue pour être utilisée en début de saison, elle offre un très bon potentiel pour contrôler la première cohorte de larves avant que ces dernières ne fassent trop de ravages.

3.2 Pourcentage de mortalité des doryphores

L'objectif du Bio-collector ne vise pas la mortalité des doryphores au champ. Pour ce qui est de la brosse-rouleau, l'ajustement des brûleurs n'a pas causé la mort de doryphores lors du passage dans les parcelles. Par contre, des tests de développement réalisés aux abords du champ ont permis de confirmer que les brûleurs peuvent être ajustés pour causer la mort des doryphores. La Figure 4 présente des doryphores morts par brûture lors de ces essais hors champ.



Figure 4. Essais d'ajustement des brûleurs au propane installés sur la brosse-rouleau dans le but de déterminer la configuration létale pour les doryphores (Abel, 2018).

3.3 Pourcentage de récupération des doryphores tombés (Bio-collector)

Le pourcentage de récupération des doryphores tombés a été calculé selon la formule suivante pour chacun des stades morphologique du doryphore :

$$\text{Nombre de doryphores tombés} = \left(\frac{\text{Nombre de doryphores sur le plant avant le passage}}{\text{Nombre de doryphores sur le plant après le passage}} \right)$$

$$\text{Pourcentage de récupération des doryphores tombés} = \frac{\text{Nombre de doryphores tombés}}{\text{Nombre de doryphores tombés}} - \left(\frac{\text{Nombre de doryphores vivants dans l'allée centrale}}{\text{Nombre de doryphores morts dans l'allée centrale}} + \frac{\text{Nombre de doryphores morts dans l'allée centrale}}{\text{Nombre de doryphores tombés}} \right)$$

Le pourcentage de récupération des doryphores tombés dans les bacs varie entre 6,25 et 100 % pour les stades larvaires 3-4. Les facteurs influençant l'efficacité de récupération n'ont pu être identifiés. Pour les larves de stades 1-2, qui sont plus petites, le pourcentage de chute diminue. Il y a donc moins de données disponibles au sujet des larves tombées de ces stades. Or, dans une des parcelles, un pourcentage de récupération de 0 % a été observé. Il a été observé au cours de l'utilisation des différentes souffleries que les larves de stades 1-2 tombent moins loin que les larves et les adultes. Elles ont été observées après le passage des souffleries plus bas sur les plants ou sur le pied des plants.

3.4 Évaluation des dommages après le passage

Suite au passage de la machinerie, les dommages causés aux plants étaient évalués. Ils étaient classés en trois catégories (Figure 5).



Figure 5. Évaluation des dommages : (A) Dommages pouvant entraîner la mort du plant (B) Dommages superficiels (C) Sans dommage (Abel, 2018).

3.4.1 Bio-collector

Les dommages observés étaient surtout des tiges ou des feuilles pliées et quelques fois cassées. Les dommages demeurent dans l'ensemble superficiels. Aucune mortalité n'a été observée. La Figure 6 montre l'aspect d'une parcelle après le passage du Bio-collector. Selon les observations faites en 2018, les dommages ne sont pas un frein à l'utilisation de cet outil.



Figure 6. Aspect visuel des parcelles après le passage du Bio-collector.

3.4.2 Brosse-rouleau

Les dommages observés étaient surtout des feuilles ou morceaux de feuilles cassées par le passage de la brosse. Dans les parcelles, aucun dommage dû aux flammes n'a été observé. Certains dommages dus aux flammes ont par contre été observés ailleurs au champ. Ils sont imputables à un mauvais ajustement. La Figure 7 démontre la présence de morceaux de feuilles dans les entre-rangs.



Figure 7. Aspect visuel des entre-rangs après le passage de la brosse-rouleau.

La parcelle d'essai pour la brosse-rouleau a volontairement été établie en zone compactée, là où le développement des plants était retardé par rapport au reste du champ. C'est ce qui a permis d'utiliser la brosse-rouleau dans des conditions similaires à celles pour lesquelles elle est dédiée. Au moment du passage, les plants étaient d'environ 30 cm de haut par rapport à la butte et les rangs n'étaient pas fermés. La brosse-rouleau a ensuite été essayée dans une section du champ où les plants étaient mieux développés (30 – 35 cm de haut par rapport à la butte) et des dommages plus importants ont été observés. Bien que ces dommages n'aient pas été évalués dans le cadre de l'essai, il est possible de noter un grand nombre de feuilles coupées, tombées au sol. Cela confirme donc que cet outil peut être pertinent surtout en début de saison.

3.5 Impact sur les autres insectes

Lors des essais en champs, l'impact que possèdent les deux machineries sur les autres insectes présents a également été observé. Une attention plus particulière était porté à la présence de cicadelles de la pomme de terre, un ravageur qui a eu un effet problématique dans cette culture en 2017 (Thibault, 2017). Cependant, la population de cicadelles en 2018 s'est avérée moins élevée et plus tardive que l'année précédente. Il n'a donc pas été possible d'en évaluer la pertinence de ces machines comme méthode de lutte contre la cicadelle de la pomme de terre.

3.6 Autres observations

3.6.1 Bio-collector

L'efficacité du Bio-collector pourrait être améliorée en modulant la poussée de ventilation en fonction de la hauteur des plants. Par exemple, lorsque les plants sont plus développés, la vitesse de soufflerie pourrait être augmentée. Du frottement entre les bacs installés sur la machinerie et les buttes de terre a été observé lorsque les plants sont de petites tailles. Ce frottement causait la formation d'un amas de terre dans les bacs. Cela rendait difficile la capture des doryphores. De plus, il a été observé que les doryphores étaient en mesure de s'échapper des bacs peu de temps après y avoir tombés. Des solutions telles que l'ajout d'un couvercle, une vidange fréquente des bacs ou l'utilisation d'une substance mortelle pour les doryphores placée dans le bac pourraient être envisagées. À la suite des essais, les plants d'une hauteur variant entre 20 et 50 cm semblaient être idéaux pour un passage efficace du Bio-collector. La hauteur de 50 cm des plants fait référence à la fermeture des rangs. L'utilisation du Bio-collector nécessite plusieurs passages de machinerie. Cela semble avoir eu pour conséquences d'augmenter la compaction au cours de la saison.

3.6.2 Brosse-rouleau

D'après les observations dans les parcelles, le stade optimal pour l'utilisation de la brosse-rouleau contre la présence des doryphores est lorsque le plant atteint une hauteur entre 20 et 25 cm. Ce prototype agit principalement sur les doryphores adultes. Tout comme le Bio-collector, l'utilisation de la brosse-rouleau semble avoir augmenté la compaction.

3.6.3 Influence de la température

Le passage des deux machineries à l'essai doit être réalisé lorsqu'il n'y a pas une trop forte présence de vent, de sorte que les doryphores tombent dans les bacs et non à l'extérieur. De surcroît, les plants de pomme de terre doivent être secs, éviter la présence de rosée. Une journée ensoleillée favorise un bonne efficacité de ces méthodes de lutte.

3.6.4 Rendements des parcelles

Malheureusement, cet aspect du projet n'a pas pu être réalisé. Le retard causé par les modifications et réparations apportées aux machineries en début de saison a rendu impossible d'estimer l'impact réel de celles-ci sur la population de doryphores. Si un projet similaire doit être réalisé dans le futur, il serait intéressant d'y inclure plus de répétitions des différentes parcelles, ainsi que de les comparer avec des parcelles témoins. La disposition de ces parcelles devra également porter une attention particulière, pour annuler « l'effet de terrain » entre elles. Par exemple, la présence des doryphores variait considérablement entre le nord-est et le sud-ouest du champ où les parcelles d'essais ont été établies. Le nord-est était l'emplacement du témoin (donc sans traitements mécaniques contre le doryphore) et le sud-ouest était où se situaient les parcelles d'essais pour les deux machineries.

3.6.5 Améliorations futures au projet

Plusieurs questions demeurent suite au projet. Il serait intéressant d'étudier jusqu'à quel stade de développement de la culture chaque équipement peut être utilisé sans trop endommager les plants. Par souci d'efficacité pour le producteur, il serait intéressant d'augmenter la largeur des équipements. La brosse-rouleau ne couvre que deux rangs et la Bio-collector n'en couvre seulement quatre.

L'utilisation du Bio-collector permet de récolter et sortir du champ les doryphores. De cette action émerge un autre problème : comment tuer un nombre élevé d'insectes de manière efficace? Plusieurs options pourraient être envisagées : le broyage, la congélation, la noyade ou les écraser mécaniquement. Idéalement, la solution doit être applicable au champ car il n'est pas conseillé de transporter ses ravageurs sur la ferme (risque de dissémination). La force de soufflerie du Bio-collector pourrait également être revue à la hausse. Cela permettrait de déloger davantage de doryphores. D'autres modifications pourraient également être réalisées dans le but d'augmenter la vitesse d'avancement puisque les superficies à couvrir sont grandes.

4. Conclusion

Les deux outils ont le potentiel d'être efficaces et pourraient être complémentaires. La brosse-rouleau est le seul outil à être efficace sur les petites larves (stades larvaires 1 et 2) alors que le Bio-collector s'est montré efficace sur les larves plus développées ainsi que sur les adultes au cours de la saison. La brosse-rouleau doit encore être ajustée pour causer la mort des doryphores tombés dans l'entre-rang. Ces ajustements peuvent être réalisés en début de saison directement au champ. Quant au Bio-collector, la soufflerie pourrait être améliorée pour augmenter le pourcentage de chute. La collecte des doryphores pourrait également être revue pour augmenter le pourcentage de récupération des doryphores tombés dans les plateaux.

La combinaison de ces deux machineries semble être une avenue intéressante. En effet, la brosse-rouleau démontre une bonne efficacité pour éliminer les doryphores en bordure des champs (en début de saison hauteur des plants d'environ 20 cm) tandis que l'utilisation du Bio-collector est efficace au moment où les plants de pomme de terre atteignent une hauteur entre 20 à 50 cm. Leur combinaison permettrait également de réduire les risques de blessures aux plants (voir la section *évaluation des dommages après le passage*).

En terminant, la journée de démonstration prévue en début de saison 2018 n'a pas pu être réalisée en raison du délai pour la réception du Bio-collector et les réparations effectuées sur la brosse-rouleau. Celle-ci est toutefois remise en fin juin 2019. Une vidéo de démonstration sera faite pour présenter le fonctionnement des deux machineries à l'essai.

5. Références

Thibault, P. (2017), *Avertissement : Pomme de Terre*, Réseau d'avertissement phytosanitaires (RAP), N°9
7 juillet 2017. 4 pages.