

Grappe agro-scientifique canadienne pour l'horticulture 3



Mise à jour de l'industrie

Rapport semi-annuel – Automne 2021

Titre de l'activité :

Activité 10 – Élaboration de stratégies régionales de gestion et d'outils d'aide à la décision pour lutter contre le doryphore de la pomme de terre

Nom du chercheur principal :

Chandra Moffat et Ian Scott, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Noms des collaborateurs et des établissements :

Cam Donly, AAC; Jessica Vickruck, AAC; Jean-Philippe Parent, AAC; Pier Morin, Université de Moncton; Sheldon Hann, AAC; Richard Hardin, AAC; Lorraine MacKinnon, Province de l'Île-du-Prince-Édouard; Ryan Barrett, PEI Potato Board; Newton Yorinori, Cavendish Farms; Yves Leclerc, McCain Foods Canada; Mathuresh Singh, Services de certification agricole inc.; Marie-Pascale Beaudoin, MAPAQ; Pierre Lafontaine, CIEL; Jean-Philippe Légaré, MAPAQ; Dennis Van Dyk, MAAARO; Tracy Shinnars-Carnelley, Peak of the Market; Shelley Barkley, Alberta Agriculture and Forestry.

Objectifs de l'activité (selon le plan de travail approuvé) :

OBJECTIFS : Notre objectif global est de réduire les pertes économiques de la pomme de terre dans les régions de culture canadiennes en raison de l'herbivorie causées par le doryphore de la pomme de terre. Plus précisément, nous visons à déterminer la susceptibilité locale des populations de doryphore à plusieurs classes d'insecticides via un réseau national de surveillance de la résistance, à améliorer la gestion de la résistance, à mieux caractériser la base moléculaire du développement de la résistance et à développer de nouveaux outils de vulgarisation pour améliorer les pratiques de gestion. Pour ce faire, les livrables sont divisés en quatre objectifs :

1. Déterminer la sensibilité des populations de doryphores de la pomme de terre à plusieurs classes d'insecticides dans différentes régions productrices de pommes de terre au Canada;
2. Développer un outil de cartographie interactif en ligne pour permettre aux producteurs d'accéder aux résultats des enquêtes sur la sensibilité afin d'améliorer la prise de décision locale en vue d'une sélection optimale des insecticides;
3. Identifier les signatures moléculaires de la résistance aux insecticides qui peuvent être utilisées pour surveiller l'apparition et la propagation de la résistance dans les populations régionales de doryphores et identifier de nouvelles cibles en matière de contrôle des parasites;
4. Développer un nouvel outil de surveillance de la résistance pour les laboratoires de vulgarisation et de diagnostic en tant qu'outil décisionnel au cours d'une saison, basé sur les signatures moléculaires de la résistance en développement.

Progrès de la recherche à ce jour (en langage simple, au plus 500 mots) :

Nous avons fait de très bons progrès sur le projet et atteint la majorité de nos jalons, malgré les difficultés rencontrées pour obtenir des échantillons et effectuer des travaux de laboratoire. Nous avons veillé à assurer une communication ouverte et fréquente avec nos partenaires de projet, en particulier avec les spécialistes de la vulgarisation de chaque région, et nous avons ajouté de nouveaux insecticides à notre sélection cette année en réponse à l'intérêt des producteurs. Nous avons également travaillé en étroite collaboration avec la direction d'AAC afin d'assurer un accès

aussi large que possible aux laboratoires, compte tenu des restrictions en vigueur, et nous avons réussi à établir des priorités dans le dépistage des populations de doryphores de la pomme de terre les plus utiles au projet.

Objectif 1 :

Chaque année, notre but est d'obtenir un minimum de 25 populations de doryphores de la pomme de terre provenant de diverses régions productrices de pommes de terre au Canada afin de réaliser un dépistage de la résistance aux insecticides. Nous avons dépassé le nombre de populations visé la plupart des années. En 2021, nous avons maintenu un nombre élevé de populations/échantillons pour le dépistage de la résistance, malgré les impacts de la COVID-19. I. Scott et J. Vickruck ont effectué le dépistage de la résistance sur un total de 34 populations de doryphores : AB (4), MB (6) ON (7), QUE (6), NB (3), PEI (8). Des tests ont été effectués pour sept insecticides, Actara, Delegate, Entrust, Exirel, Harvanta, Titan et Vayego. Les concentrations diagnostiques LC90 pour trois insecticides diamides, Exirel, Harvanta et Vayego (les 2 derniers sont nouveaux cette année) ont été développées cette année et utilisées dans l'enquête de sensibilité.

Objectif 2 :

Nous avons fait d'excellents progrès sur l'outil de cartographie interactive, S. Hann travaillant en étroite collaboration avec l'équipe Agrogéomatique d'AAC. Nous avons présenté un aperçu des capacités de l'outil lors du récent webinaire Spud Smart. Les prochaines étapes consistent à déterminer la meilleure méthode pour rendre les données anonymes et montrer les tendances régionales sous forme de grille, de trame ou de carte thermique, de sorte que les emplacements soient masqués. Nous sommes intéressés par d'autres contributions de nos parties prenantes sur le développement de l'outil de cartographie.

Objectifs 3/4 : Les progrès en matière de diagnostic moléculaire de la résistance dans les doryphores ont très bien progressé. Donly (AAC) et Morin (Université de Moncton) ont étudié l'expression des cibles de transcription de l'ARN en rapport avec la réponse et/ou la résistance aux insecticides mesurée dans les doryphores, en évaluant différentes cibles et en utilisant différentes techniques expérimentales. La majorité des travaux empiriques réalisés à ce jour ont utilisé des échantillons de 2018-2020 provenant du dépistage de la résistance, et les résultats les plus pertinents du dépistage de la résistance pour 2021 seront ajoutés cette année. Les restrictions dans les centres de recherche ont quelque peu affecté notre capacité à maintenir le rythme des progrès que nous avons prévus pour atteindre les objectifs du projet. Ainsi, nous avons quelques répercussions sur les diagnostics moléculaires et nous devons malheureusement reporter le développement de l'outil de dépistage de la résistance génétique moléculaire (Objectif 4). Cependant, les nouveaux développements sur la signature moléculaire de la résistance aux insecticides et l'application de la technologie RNAi pour améliorer la sensibilité des coléoptères aux insecticides (soumis par Bouafoura et al.) constituent un nouveau développement prometteur et ont le potentiel d'être développés en un nouvel outil de gestion..

Activités de prolongation (présentations aux producteurs, articles, présentations sur affiches, etc.) :

Webinaires/Présentations

Chandra Moffat, Ian Scott, Jess Vickruck, Cam Donly, Sheldon Hann, Pamela MacKinley, Sophie Krolikowski et Pier J. Morin. *Controlling Colorado potato beetles on your farm*. Webinaire Spud Smart, 30 novembre 2021. 71 participants, 151 inscriptions (qui peuvent regarder la vestion sur youtube) <https://spudsmart.com/controlling-colorado-potato-beetles-on-your-farm-a-spud-smart-roundtable-webinar-podcast/>

Ian Scott, Chandra Moffat. *Presentation to Manitoba potato growers* (incluait personnel de Peak of the Market, Simplot, Keystone Potato Producers et McCain's) sur la résultats relatifs à la résistance aux insecticides des années 1-3. 10 mai 2021.

Articles publiés/Entrevues

Chandra Moffat, Ian Scott. *Colorado Potato Beetles are a Mile-High Headache*. Article imprimé, 9 août 2021. <https://spudsmart.com/colorado-potato-beetles-are-a-mile-high-headache/>

Entrevue – Doug Ferguson – Western Producer

Soumissions de manuscrits

Mariem Ben Youssef, Brigitte Christelle Ouédraogo, Pierre Bastarache, Pascal Dumas, **Chandra E. Moffat, Jessica L. Vickruck et Pier Jr Morin**. *Modulation of small non-coding RNA-associated transcripts in response to temperatures or insecticide exposure in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata**. Journal of Insect Science (soumis en septembre 2021).

Raed Bouafoura, Pierre Bastarache, Brigitte Christelle Ouédraogo, Pascal Dumas, **Chandra E. Moffat, Jessica L. Vickruck et Pier Jr Morin**. *Characterization of insecticide response-associated transcripts in the Colorado potato beetle: relevance of select cytochrome P450s and clothianidin*. Pest Management Science (soumis en octobre 2021).

Présentations sur affiches

Ben Youssef, M, Ouedraogo, C, Bastarache, P, Dumas, P, Vickruck, J et Morin, P, Jr., 1^{er} Mai 2021 en ligne. *Expression status of targets involved in the synthesis of small non-coding RNAs in Colorado potato beetles exposed to heat, cold and insecticides*. 60^e Assemblée annuelle de la Société Canadienne de zoologie.

Défis liés à la COVID-19 :

AAC : Notre projet a pu se dérouler assez bien, mais nous vivons encore des impacts. La capacité réduite observée à l'été et à l'automne 2020 signifie que nous n'avons pas été en mesure de recevoir ou de dépister autant de populations de coléoptères provenant de toutes les régions productrices de pommes de terre au Canada. Les restrictions imposées aux activités de laboratoire, particulièrement en 2020 et au début de 2021, ont fait en sorte qu'une quantité beaucoup plus limitée de travaux de diagnostic moléculaire a pu être effectuée par rapport aux étapes prévues de notre projet. Les chercheurs et les techniciens d'AAC ont pu se concentrer sur des analyses plus approfondies des données génétiques moléculaires à la fin de 2020 et au début de 2021, au lieu d'effectuer un plus grand nombre de travaux de laboratoire. Bien que nous ayons fait des progrès considérables, les répercussions en cascade de l'accès restreint aux laboratoires font que nous ne prévoyons pas être en mesure d'atteindre les jalons de l'objectif 4. Nous demandons le report de l'objectif 4 au-delà des échéances du projet, et le développement d'un outil de génétique moléculaire pour le dépistage de la résistance serait modifié et reporté à un projet ultérieur, sous réserve de l'obtention d'un financement.

Université de Moncton : Le laboratoire de recherche de Moncton a été en grande partie fonctionnel au cours de la première moitié de l'exercice financier. Néanmoins, des difficultés ont été rencontrées concernant l'approvisionnement en insectes auprès des collaborateurs du Centre de recherche et de développement de Fredericton au début de l'été 2021. Le nombre d'insectes vivants sur lesquels on peut effectuer la validation fonctionnelle des cibles d'intérêt a donc été limité en raison des restrictions liées à la COVID. Le nombre limité d'insectes sur lesquels travailler a eu un impact sur les dépenses budgétaires initialement prévues pour cette année, notamment en ce qui concerne les réactifs et l'embauche de personnel. Ces contraintes devraient s'atténuer au fur et à mesure que nous avançons dans la seconde moitié de cet exercice financier.

Message(s) clé(s) :

Le réseau national de surveillance de la résistance aux insecticides du doryphore de la pomme de terre est florissant dans les provinces partenaires (AB, MB, ON, QC, PEI). Nous avons établi d'excellentes relations avec les intervenants impliqués dans différents aspects de la production de pommes de terre et de la lutte antiparasitaire, et nous espérons poursuivre le travail de surveillance de la résistance au-delà de 2023. Le développement de l'outil interactif de cartographie en ligne se déroule très bien et est sur le point d'être prêt à recevoir les commentaires des intervenants. Nos recherches ont suscité un vif intérêt, comme en témoignent les entrevues réalisées pour le *Western Producer* et *Spud Smart*, ainsi que le récent webinaire *Spud Smart*.

L'identification de signatures génétiques moléculaires de la résistance aux insecticides a été obtenue chez des insectes traités avec divers insecticides ou chez des insectes présentant une résistance confirmée à certains composés. Des travaux ultérieurs sont prévus pour évaluer la pertinence de la modulation de ces transcriptions en ce qui concerne la réponse aux insecticides chez le doryphore de la pomme de terre, et l'utilisation de la technologie RNAi pour augmenter

la sensibilité aux insecticides est prometteuse. Ces travaux s'inscrivent parfaitement dans l'objectif général d'identification de nouvelles cibles de contrôle qui sous-tendent la résistance de cet insecte nuisible.

Nous sommes convaincus que nous atteindrons les résultats attendus en 2021-2022 pour les objectifs 1, 2 et 3. En raison des impacts en cascade de la COVID-19, nous demandons le report de l'avancement de l'objectif 4 à la prochaine itération du projet (après 2023).

Ce projet est généreusement financé par la Grappe agro-scientifique pour l'horticulture 3, en coopération avec le Programme Agri-science d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, une initiative du Partenariat canadien pour l'agriculture, le Conseil canadien de l'horticulture, et des collaborateurs de l'industrie.



Grappe agro-scientifique canadienne pour l'horticulture 3



Mise à jour de l'industrie

Rapport semi-annuel – Printemps 2022

Titre de l'activité :

Activité 10 – Élaboration de stratégies régionales de gestion et d'outils d'aide à la décision pour lutter contre le doryphore de la pomme de terre

Nom du chercheur principal :

Chandra Moffat et Ian Scott, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Noms des collaborateurs et des établissements :

Cam Donly, AAC; Jessica Vickruck, AAC; Jean-Philippe Parent, AAC; Pier Morin, Université de Moncton; Sheldon Hann, AAC; Richard Hardin, AAC; Sebastian Ibarra, Province de l'Île-du-Prince-Édouard; Lorraine MacKinnon, Province de l'Île-du-Prince-Édouard; Ryan Barrett, PEI Potato Board; Newton Yorinori, Cavendish Farms; Yves Leclerc, McCain Foods Canada; Mathuresh Singh, Services de certification agricole inc.; Marie-Pascale Beaudoin, MAPAQ; Pierre Lafontaine, CIEL; Jean-Philippe Légaré, MAPAQ; Dennis Van Dyk, MAAARO; Tracy Shinnners-Carnelley, Peak of the Market; Scott Meers, Shelley Barkley, Gouvernement de l'Alberta.

Objectifs de l'activité (selon le plan de travail approuvé) :

OBJECTIFS : Notre objectif global est de réduire les pertes économiques de la pomme de terre dans les régions de culture canadiennes en raison de l'herbivorie causées par le doryphore de la pomme de terre. Plus précisément, nous visons à déterminer la susceptibilité locale des populations de doryphore à plusieurs classes d'insecticides via un réseau national de surveillance de la résistance, à améliorer la gestion de la résistance, à mieux caractériser la base moléculaire du développement de la résistance et à développer de nouveaux outils de vulgarisation pour améliorer les pratiques de gestion. Pour ce faire, les livrables sont divisés en trois objectifs :

1. Déterminer la sensibilité des populations de doryphores de la pomme de terre à plusieurs classes d'insecticides dans différentes régions productrices de pommes de terre au Canada;
2. Développer un outil de cartographie interactif en ligne pour permettre aux producteurs d'accéder aux résultats des enquêtes sur la sensibilité afin d'améliorer la prise de décision locale en vue d'une sélection optimale des insecticides;
3. Identifier les signatures moléculaires de la résistance aux insecticides qui peuvent être utilisées pour surveiller l'apparition et la propagation de la résistance dans les populations régionales de doryphores et identifier de nouvelles cibles en matière de contrôle des parasites.

Progrès de la recherche à ce jour (en langage simple, au plus 500 mots) :

L'un des points forts de ce projet a été l'établissement continu de relations entre l'équipe de projet d'AAC et nos partenaires de projet, impliqués dans la vulgarisation et la production de pommes de terre à travers le Canada. En 2021, nous avons rencontré virtuellement nos partenaires du Manitoba et du Québec, en plus de communiquer par courriel et par téléphone avec des partenaires des cinq provinces participantes. À l'écoute des priorités changeantes des producteurs de chaque région, en 2021, nous avons ajusté la composition des insecticides examinés pour nous assurer de fournir les résultats les plus pertinents aux producteurs que nous desservons.

Objectif 1 :

Au cours de la saison 2021, un total de 31 populations de doryphores de la pomme de terre (DPT) ont été obtenues : PEI (8), Québec (6), Ontario (7), Manitoba (6) et Alberta (4). Six insecticides de trois classes différentes, dont les néonicotinoïdes (Titan), les spinosynes (Delegate et Entrust) et les diamides anthraniliques (Exirel, Vayego et Harvanta) ont été testés. Au MB, les populations ont montré une sensibilité réduite à au moins un produit des classes d'insecticides diamide et spinosyn, 5 sur 6 étaient résistantes à Titan (néonique) et 2 étaient résistantes aux spinosynes (Entrust et Delegate). Le Harvanta (diamide) était le seul produit pour lequel 4 des 6 populations restaient sensibles. En ON, 2 des 7 populations étaient résistantes à Titan (néonique), tandis qu'une était résistante à Entrust (spinosyn), et une seule des 2 populations échantillonnées à nouveau est restée résistante aux néonicotinoïdes. Dans 6 des 7 populations, un ou plusieurs produits de 2 classes (diamides et spinosynes) ont montré une sensibilité réduite. Le Harvanta, le Vayego ou les deux (diamides) sont restés sensibles dans 6 des 7 populations. En AB, les 4 populations testées sont restées sensibles aux insecticides des 3 classes. Deux colonies de l'est du Canada ont présenté une résistance à Delegate (une à l'Î.-P.-É. et une au Québec) et la plupart des populations testées ont montré une sensibilité réduite à plusieurs autres produits chimiques. Une enquête sur l'utilisation des insecticides a également été réalisée auprès des producteurs afin de fournir des informations supplémentaires sur la pression exercée par les doryphores et l'exposition aux insecticides à chaque endroit.

Objectif 2 :

Nous sommes sur le point de terminer l'outil de cartographie en ligne avant son lancement. Au cours de l'année écoulée, nous avons travaillé à l'intégration des ensembles de données des dernières années dans la base de données cartographiques et au raffinement de la projection des cartes en collaboration avec l'équipe d'AgriGéomatiques. Nous avons fourni une version préliminaire de cet outil lors de notre récent webinaire SpudSmart. Nous utiliserons la dernière année du projet pour travailler en étroite collaboration avec l'équipe d'AAC chargée de la géomatique agricole afin de fournir aux producteurs et à l'industrie un accès à l'outil de cartographie en ligne par le biais de l'environnement ArcGIS Online.

Objectif 3 :

Les travaux antérieurs portant sur cet objectif ont permis d'identifier sept gènes candidats potentiellement impliqués dans la résistance aux insecticides diamide et spinosyn dans les échantillons obtenus par sondage. Les progrès réalisés au cours de l'année dernière se sont concentrés sur 4 domaines : la détermination des niveaux relatifs d'ARNm des sept gènes cibles dans les populations disponibles en 2021, le développement d'outils pour les tests d'interférence ARN afin de montrer les effets des gènes cibles sur la résistance, les bioessais pour déterminer les doses létales de l'insecticide Entrust dans une population résistante à Entrust provenant du CQ, et les tests d'interférence ARN sur une population de coléoptères du CQ utilisant Entrust.

Activités de prolongation (présentations aux producteurs, articles, présentations sur affiches, etc.) :

Présentations

1. Vickruck, J., Scott, I., Donly, C., Hann, S., MacKinley, P., Krolikowski, S., Morin, P.J., et C.E. Moffat. 2021. *Regional variation of insecticide resistance in the Colorado Potato beetle, Leptinotarsa decemlineata*. The Northeast Potato Technology Forum (virtuel), 16-17 mars 2022.

Articles de magazines

1. Bacque, T., C. Moffat, I. Scott. *Colorado Potato Beetles are a Mile-High Headache*. SpudSmart Magazine. 9 août 2021. <https://spudsmart.com/colorado-potato-beetles-are-a-mile-high-headache/>
2. MacKinnon. L. 2021. *Colorado Potato Beetle Insecticide Resistance Monitoring Results*. Mise à jour du ministère de l'Agriculture de l'Île-du-Prince-Édouard pour la revue Prince Edward Island Potato News. Janvier/février 2022. Volume 23, Édition 1. <https://peipotatoagronomy.com/wp-content/uploads/2022/02/pnv23n1.pdf>
3. Moffat, C., I. Scott, D. Sjolie. 2022. *Regional management strategies for Colorado potato beetle*. Webcast Tuber Talk, 16 mai 2022. [Regional management strategies for Colorado potato beetle - Potatoes in CanadaPotatoes in Canada](#)

Webinaires

1. Moffat, C., I. Scott, S. Hann. 2021. *Controlling Colorado Potato Beetles*. SpudSmart Innovation Webinar Series, 30 novembre 2021. <https://spudsmart.com/controlling-colorado-potato-beetles-on-your-farm-a-spud-smart-roundtable-webinar-podcast/>

Autres entrevues :

The Western Producer 4 juillet 2021)

Magazine Idées fraîches (12 janvier 2022)

Articles examinés par les pairs

1. Ben Youssef, M., Christelle Ouédraogo, B., Bastarache, P., Dumas, P., Moffat, C. E., Vickruck, J. L., et Morin, P. J. (2022). *Exposure to Temperature and Insecticides Modulates the Expression of Small Noncoding RNA-Associated Transcripts in the Colorado Potato Beetle, Leptinotarsa decemlineata (Coleoptera: Chrysomelidae)*. *Journal of Insect Science*, 22(1), 23.
2. Bouafoura, R., Youssef, M. B., & Morin Jr, P. (2022). *Silencing of Molecular Targets with Relevance to Insecticide Resistance in Colorado Potato Beetle Using dsRNA*. Dans *RNAi Strategies for Pest Management* (pp. 49-58). Humana, New York, NY.

Défis liés à la COVID-19 :

Dans l'ensemble, les progrès ont de nouveau été légèrement retardés par les restrictions liées à la pandémie, principalement en raison des limites d'accès aux installations. Les restrictions d'accès aux laboratoires ont principalement eu un impact sur le nombre de populations testées ainsi que sur les progrès en matière de diagnostics moléculaires.

Nous sommes en bonne voie pour franchir avec succès les étapes associées aux objectifs 1, 2 et 3 d'ici la fin de 2023.

Message(s) clé(s) :



En préparation de l'enquête sur les insecticides de la dernière année (2022-2023) du projet, les représentants des producteurs, le personnel de vulgarisation et d'autres collaborateurs ont été contactés dans les 5 provinces participantes pour demander leur avis sur les produits insecticides qui devraient être inclus dans les tests. Sur la base des commentaires reçus, un nouveau produit, l'abamectine, sera inclus cette année, ainsi que des produits représentatifs des classes néonicotinoïdes, spinosyn et diamides.

Malgré les défis, les retards et les modifications du plan de travail qui en ont résulté en raison de la COVID-19, nous avons fait de très bons progrès en 2021 dans le cadre de tous les objectifs du projet prévus pour 2021-2022. Notre succès continu est largement dû à la participation des partenaires du projet dans toutes les régions canadiennes de culture de la pomme de terre et à notre fantastique personnel technique et nos étudiants. Nous continuons de surveiller la résistance aux insecticides du doryphore de la pomme de terre, à travailler à la réalisation de chaque livrable du projet dans les délais et à fournir des mises à jour à l'industrie. Nous sommes toujours heureux d'être contactés pour discuter davantage des besoins des intervenants régionaux et de la façon dont nos plans de travail peuvent être adaptés à l'évolution des pratiques de gestion ou pour discuter de nouvelles itérations du projet pour les années à venir.

Ce projet est généreusement financé par la Grappe agro-scientifique pour l'horticulture 3, en coopération avec le Programme Agri-science d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, une initiative du Partenariat canadien pour l'agriculture, le Conseil canadien de l'horticulture, et des collaborateurs de l'industrie.