



## Programme Agri-science – Volet des projets

### Rapport final sur le rendement

Ce gabarit comprend le rapport annuel sur le rendement pour la dernière année du projet et comprend deux questions supplémentaires pour le rapport final sur le rendement.

#### Section A: Rapport annuel sur le rendement

Cette section est la même que celle qui figure dans les rapports annuels précédents achevés à ce jour et vise à ne saisir que les résultats qui ont été obtenus au cours de la dernière année du projet.

<b>Nom du bénéficiaire :</b> Centre de Recherche Agroalimentaire de Mirabel (CRAM)	
<b>Titre du projet :</b> Alternatives pour la gestion des ennemis des cultures en horticulture	
<b>Numéro du projet :</b> ASP-009	<b>Dernière période visée par le rapport :</b> 2022-04-01 à 2023-03-31
<b>Date de début du projet :</b> 2018-04-30	<b>Date de fin du projet :</b> 2023-03-31



## Numéro de l'activité (EC) : 2

**Nom(s) de l'activité :** Amélioration l'utilisation des sphères rouges engluées dans les vergers de pommiers pour un meilleur contrôle de la mouche de la pomme

**Chercheur principal :** Caroline Provost

### Résumé de l'activité

Veillez fournir un résumé général de l'activité. Vous devez inclure une introduction, les objectifs, la méthode, les produits livrables, les résultats obtenus et une discussion. Vous pouvez utiliser un langage technique.

### Résumé

La mouche de la pomme est un ravageur important en verger de pommier et son contrôle requiert de multiples insecticides durant une saison de croissance. Depuis quelques années, le piège utilisé pour réaliser le dépistage de ce ravageur est de moins en moins efficace. Des modifications dans les variétés utilisées en vergers pourraient être une explication à ce manque d'efficacité du piège. Ainsi, l'objectif de l'activité est d'augmenter l'efficacité des sphères rouges engluées pour le dépistage de la mouche de la pomme, *Rhagoletis pomonella* (Walsh), en verger de pommier par l'acquisition de diverses connaissances. Des sphères rouges engluées ont été installées dans diverses variétés de pommes, traditionnelles et nouvelles, afin de vérifier l'attractivité du piège selon les variétés. Des suivis hebdomadaires de captures de la mouche de la pomme ont été effectués durant les saisons 2019, 2020 et 2021, les pommes tombées au sol, et les rendements à la récolte, ainsi que le taux de dommages des pommes, ont été collectés pour chacune des variétés évaluées. Les résultats obtenus démontrent qu'il y a peu d'effet de la bordure sur l'attraction des mouches de la pomme, mais un potentiel attractif différent selon les variétés de pommes, probablement attribuable à la couleur du fruit. En effet, les pommes de couleurs jaunes sont plus attractives que les pommes de couleurs rouges, où il y a moins de contrastes. Les rendements et le calibre des pommes sont davantage reliés aux propriétés de la variété qu'à la présence de la mouche de la pomme. Les essais se poursuivront et permettront de déterminer la meilleure façon d'utiliser les sphères rouges engluées pour le dépistage de la mouche de la pomme.

### Introduction

La mouche de la pomme *Rhagoletis pomonella* (Walsh) est un ravageur prépondérant des vergers de pommiers qui demandent des traitements insecticides d'été sur les adultes pour les réprimer. Pour une lutte efficace, des traitements insecticides rémanents sont utilisés en vergers commerciaux lorsque les seuils de captures sont atteints entre la fin juin et la fin août (Chouinard et al. 2009). Comme les traitements sont appliqués près de la récolte, ce sont les plus susceptibles à se retrouver sur le fruit cueilli et sont donc préjudiciables à la santé des consommateurs. Les traitements estivaux contre la mouche de la pomme peuvent aussi agir de façon négative sur la faune auxiliaire et les pollinisateurs naturels qui se retrouvent dans les vergers (Chouinard 2017). Les étés plus chauds que nous connaissons ces dernières décennies font augmenter la pression de ce ravageur qui se retrouve en plus grand nombre, mais aussi plus hâtivement dans les vergers du Québec. Pour lutter contre ce ravageur, la méthode de dépistage préconisée utilise la sphère rouge engluée pour attirer la femelle lorsqu'elle est prête à pondre. La méthode demande de placer 1 piège par section de 2 hectares de verger avec un minimum de 4 pièges par verger. Les pièges sont attachés sur une branche fruitière de pommiers de la deuxième rangée en périphérie du verger, de préférence près des boisés et dans des cultivars hâtifs (Chouinard, 1997). La sphère rouge attire les mouches de façon visuelle (Prokopy 1968), mais elle est aussi sensible aux stimuli



olfactifs (Aluja and Prokopy, 1993; Gendron, 2014; Prokopy et al. 1973). Dans les vergers avec une régie sans pesticide, des odeurs artificielles volatiles de fruits sont ajoutées sur la sphère pour attirer un plus grand nombre de mouches. Cette technique de piégeage massif se fait en bordure des vergers et connaît un succès lorsque les mouches sont peu nombreuses et les vergers petits (Chouinard et Morin, 2001). L'utilisation d'odeur artificielle a l'inconvénient d'attirer les mouches qui proviennent de l'extérieur du verger. Dans les deux dernières décennies, plusieurs nouvelles variétés de pommes ont été plantées dans les vergers du Québec. Dans cet essai, nous voulons mieux connaître le pouvoir attractif olfactif de ces nouvelles variétés (ex.: Honeycrisp, Prime Gold...) ainsi que pour les variétés traditionnelles (ex.: McIntosh, Cortland.) afin d'améliorer les captures de la mouche de la pomme. Cette méthode a longuement fait ses preuves, mais semble avoir quelques failles puisque certains conseillers en pomiculture ont fait mention lors de la saison 2017, avoir eu des cas de captures en dessous du seuil de traitement et des dommages retrouvés sur les fruits adjacents aux pièges. Ces échecs pourraient être attribuables à la présence de plusieurs nouveaux cultivars dont l'odeur attractive des fruits interfère avec l'attrait visuel de la sphère rouge. La méthode actuelle utilisant seulement le pouvoir visuel des sphères aurait avantage à se servir du potentiel de stimuli olfactif des différentes variétés de pommes sur les adultes de la mouche de la pomme. L'objectif général de ce projet est d'augmenter l'efficacité des sphères rouges engluées pour le dépistage de la mouche de la pomme, *Rhagoletis pomonella* (Walsh), en verger de pommier. Les objectifs spécifiques sont : 1) d'établir le pouvoir attractif des différentes variétés de pommiers sur la mouche de la pomme, 2) de vérifier l'efficacité des pièges en contour du verger (selon le modèle utilisé au Québec) par rapport à une méthode de piégeage par variété, 3) de trouver s'il existe d'autres facteurs qui interfèrent avec les pièges (pommes au sol, couleur des pommes adjacentes au piège, stress, etc.).

### **Méthodologie**

Cinq vergers commerciaux avec des antécédents de fortes populations de la mouche de la pomme et comportant plusieurs variétés de pommes, traditionnelles et nouvelles, ont été sélectionnés pour cette étude. Des sphères rouges engluées sans attractif synthétique ont été utilisées. Les pièges réguliers qui servent pour le dépistage de la mouche de la pomme ont été installés comme pour les années précédentes par des conseillers. Les sphères rouges ont été installées dans les deuxièmes rangées sur le pourtour des vergers, 1 piège par section de 2 hectares de verger avec un minimum de 4 pièges par verger (Chouinard 1997). Pour chacun des vergers de l'essai, quatre sphères rouges engluées ont été ajoutées dans des pommiers de différentes variétés présentes dans les rangées non périphériques des vergers. Ainsi, chacun des vergers comprenait 8 pièges par variété. Lors de la saison 2019, les variétés suivantes ont été suivies : variétés traditionnelles : Spartan, Empire, Cortland, McIntosh; et les variétés nouvelles : Honey Crisp, Delcorf, Ginger Gold, Sunrise, Gala, Fortune, Rosinette et Prime Gold. En 2020 et 2021, le protocole a été adapté pour avoir les mêmes variétés dans les cinq vergers et six variétés ont été suivies : variétés traditionnelles : Spartan, Empire, Cortland; et les variétés nouvelles : Honey Crisp, Delcorf et Primgold (Tab. I).

Prise de données pour chacune des variétés à l'étude.

*2019-2020-2021*

1) Suivi des populations de la mouche: une collecte des pièges a été effectuée une fois par semaine et un dénombrement des individus a été réalisé. Le suivi a débuté à partir de la mi-juin jusqu'à la première semaine de septembre.

*2019*



2) Évaluation des dommages: nombre de dommages de ponte sur chaque variété a été déterminé sur 50 pommes choisies aléatoirement sur 5 pommiers près de chaque piège (10 pommes par pommier) une semaine avant la récolte.

3) Développement des fruits et rendement: le diamètre moyen sur 50 pommes sur 5 pommiers a été noté à la récolte ainsi que la couleur des fruits. De plus, le rendement individuel des 5 pommiers a été établi.

#### 2020-2021

4) Couleur des fruits : une mesure de la couleur des fruits (par colorimétrie) a été prise tout au long de la saison sur 5 fruits, et sur les deux côtés de la pomme (exposé et non exposé).

#### 2019-2020-2021

5) Dénombrement du nombre de pommes se trouvant au sol sous les pommiers ayant des pièges a été effectué chaque semaine.

6) Date de récolte de chacune des variétés a été notée.

7) Autres: tout genre de stress sur les fruits ou les pommiers comme la grêle, dommages d'autres insectes, etc. a été noté.

Tableau I : Caractéristiques des variétés à l'étude.

variété	couleur	type de variété
Cortland	rouge	traditionnelle
Delcorf	jaune	nouvelle
Empire	rouge	traditionnelle
Honey crisp	orangé	Nouvelle
Primgold	jaune	Nouvelle
Spartan	rouge	traditionnelle

#### Analyses statistiques.

Des ANOVA, des tests de Wilcoxon t des analyses en modèles généralisés mixtes ont utilisé pour évaluer l'effet des variétés et des couleurs des pommes sur les différents paramètres observés. En présence d'une différence significative, des tests des comparaisons multiples ont été appliqués. De plus, des analyses de régression ont été effectuées afin de vérifier s'il y avait un lien entre les paramètres de la couleur des fruits et les captures de la mouche de la pomme.

#### Résultats et discussion

Le nombre moyen de captures de la mouche de la pomme a été affecté par la variété des fruits pour les trois années d'essais ( $p < 0,0001$ ) (Fig. 1). On note que les sphères rouges capturaient plus de mouches de la pomme dans les variétés Delcorf et Primegold pour les trois années. Les captures de la mouche de la pomme variait annuellement dans les variétés Spartan et Honey Crisp, tandis que les variétés Empire et Cortland étaient les variétés les moins attractives. En observant les captures de la mouche de la pomme tout au long de la saison, il n'est pas possible de dresser un portrait des variétés les plus attractives à l'arrivée du ravageur (mi-juillet) (Fig. 2). Au pic de population de la mouche de la pomme, la Delcorf et la Primegold sont les plus attractives, soit à la fin-juillet/ début-août (Fig. 2). Suite au pic de population du



début août, les captures de la mouche de la pomme sont similaires pour la fin de la saison.

Le nombre de captures de la mouche de la pomme a une tendance à être plus élevé en bordure qu'au centre du verger, mais cette différence est significative que pour 2021 (2020 :  $p = 0.0907$ ; 2021 :  $p = 0.0016$ ). Le patron de captures de la mouche de la pomme est similaire si on considère la position des pièges, soit en bordure du verger (extérieur) ou au centre du verger (intérieur) (bordure :  $p < 0.0001$ ; centre :  $p < 0.0001$ )(Fig. 3, 4). Les variétés les plus attractives sont Delcorf et Primgold, suivie de Spartan et Honey crisp, puis les moins attractives sont Cortland et Empire. Aucune variété, qu'elle soit placée en bordure du verger ou au centre, ne permet d'être une variété source (un incitateur) pour le début du dépistage de la mouche de la pomme (Fig. 4).

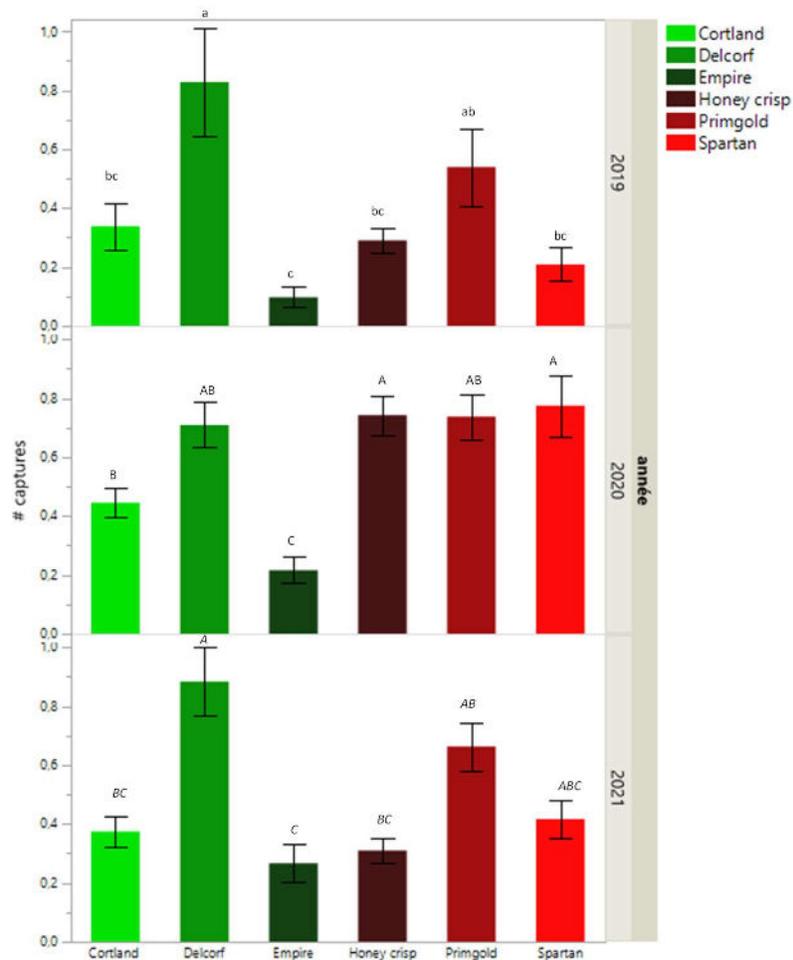


Figure 1 : Captures de la mouche de la pomme selon les variétés de pommes.

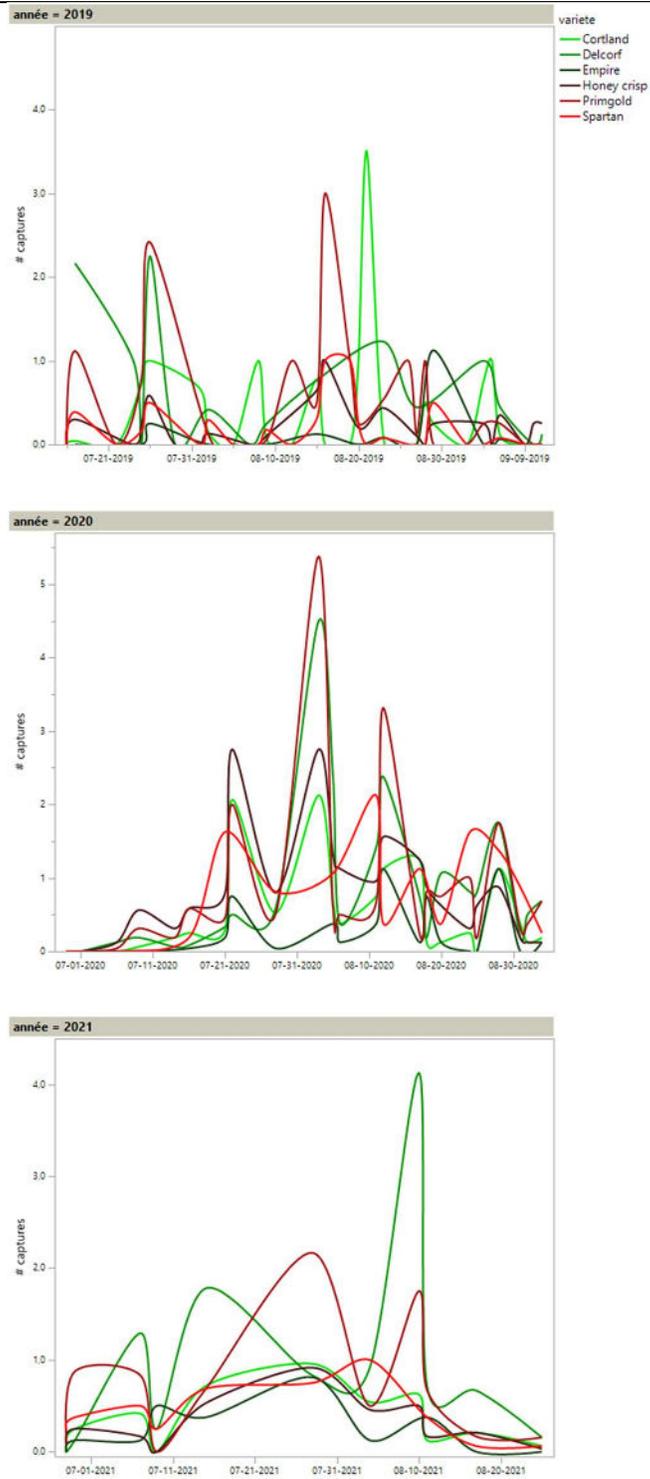


Figure 2 : Captures de la mouche de la pomme tout au long de la saison de croissance selon les variétés de pommes.

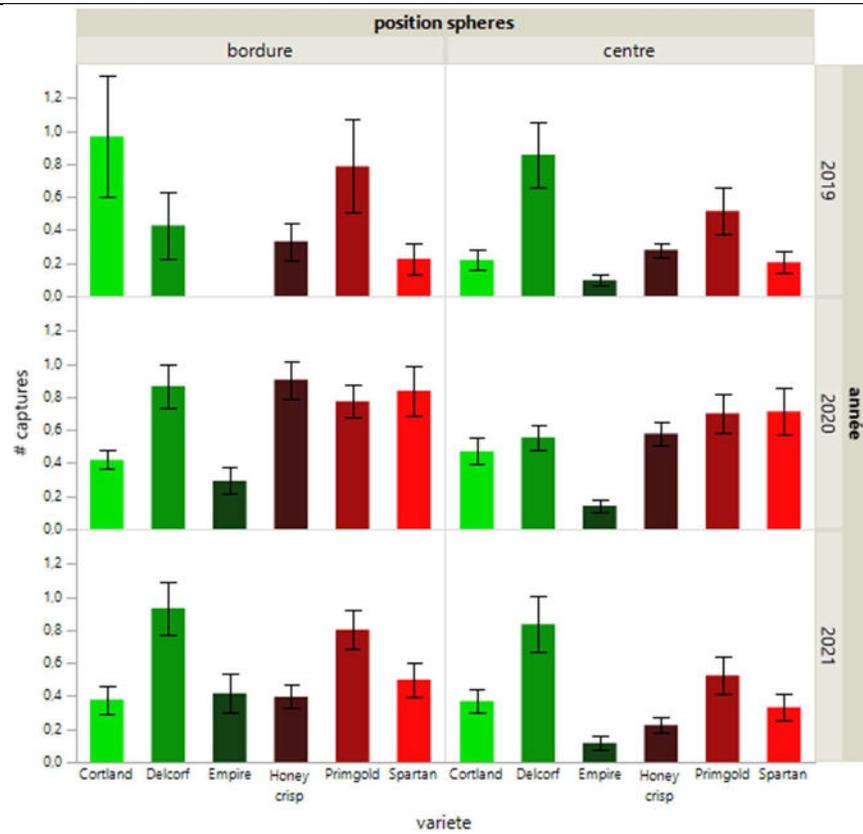


Figure 3 : Captures de la mouche de la pomme selon les variétés de pommes et l'emplacement du piège.

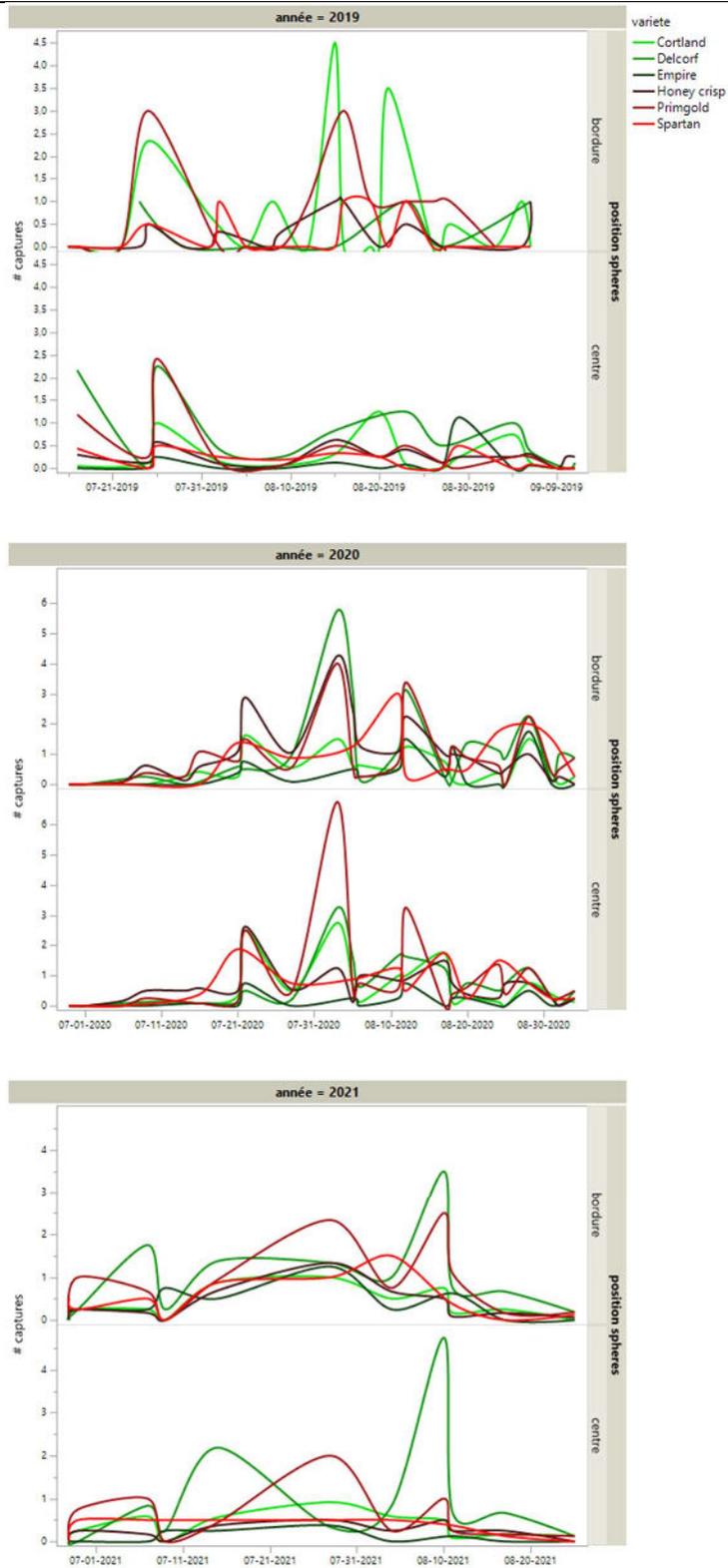


Figure 4 : Captures de la mouche de la pomme tout au long de la saison selon les variétés de pommes et l'emplacement du piège.



Le nombre moyen de captures de la mouche de la pomme sur les sphères rouges a été affecté par la couleur des fruits, et ce autant pour les pièges en bordure qu'au centre des parcelles ainsi que lors des trois années d'essais ( $p < 0.0001$ ) (Fig. 5, 6, 7). On note que les fruits ayant une coloration jaune puis dans une seconde importance orange (2020), permettent un nombre de captures de mouche de la pomme plus élevé sur les sphères rouges, et le plus faible taux de captures est observé pour les sphères dans les variétés de pommes rouges (Fig. 5). Les variétés de pommes jaunes (Delcorf et Primgold) dès le début de la saison et cette attractivité était maintenue durant la saison (Fig. 6). L'attrctivité des pommes jaunes pour la capture de la mouche de la pomme est observée autant en bordure du verger qu'au centre (Fig. 7).

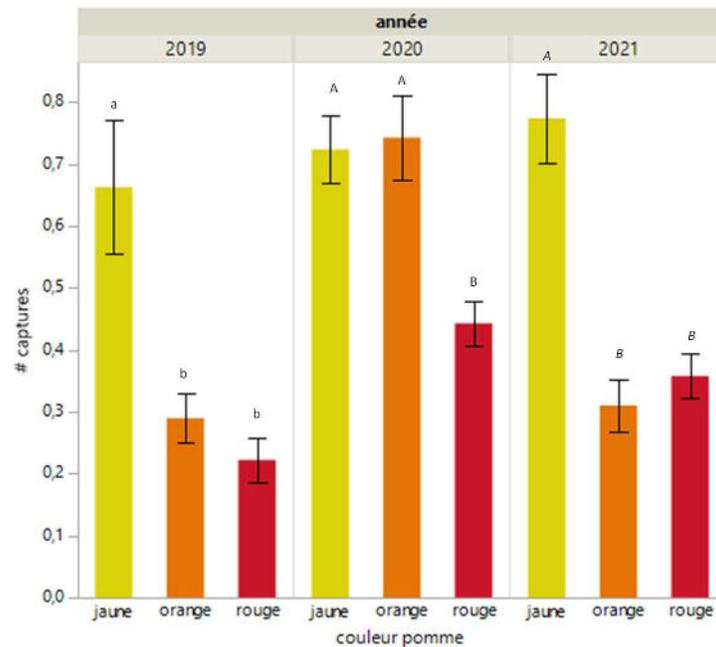


Figure 5 : Captures de la mouche de la pomme selon la couleur des pommes.

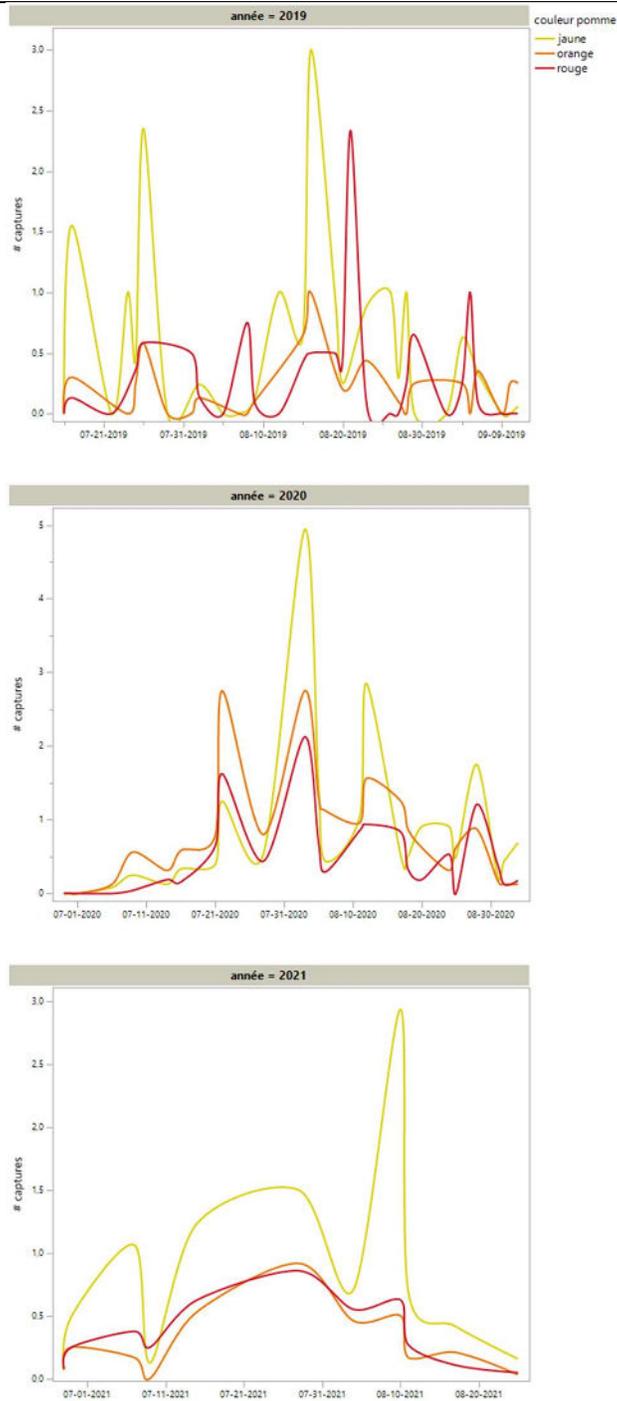


Figure 6 : Captures de la mouche de la pomme tout au long de la saison selon les variétés de pommes.

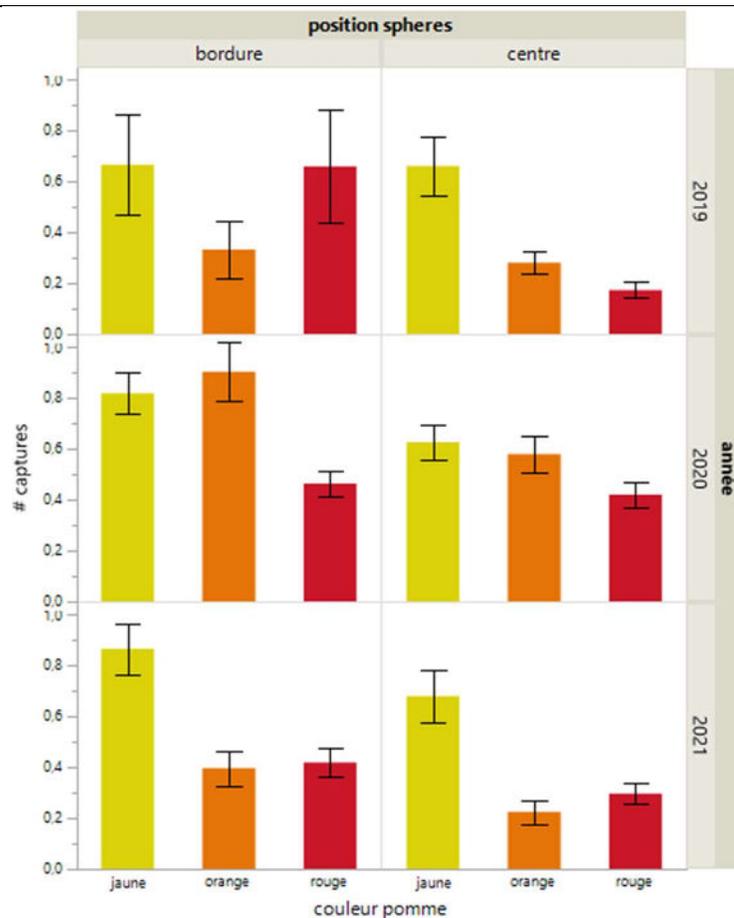


Figure 7 : Captures de la mouche de la pomme selon la couleur des fruits et l'emplacement du piège.

L'évaluation des paramètres de colorimétrie comprend trois paramètres : 1) L, correspond à la clarté ou luminosité, suivant une échelle psychométrique allant de 0 à 100; la valeur 100, localisée en haut de l'axe, représente le blanc ou la réflexion totale et la valeur 0, en bas, le noir ou l'absorption totale; 2) le rougissement ou le verdissement est exprimé par la valeur d'une coordonnée a, positive si rouge et négative si vert. Le jaunissement ou le bleuissement est, quant à lui, représenté par une coordonnée b, positive si jaune et négative si bleu. Les valeurs de luminosité sur la partie exposée des fruits démontrent que seule la variété Primgold ne subit pas une baisse de la luminosité avec l'avancement de la saison de croissance (Fig. 8A). La capture de la mouche de pomme a été influencée par la luminosité seulement pour la variété Honey crisp où une luminosité plus élevée permettait de capturer plus d'individus (Fig. 8B). La coloration rouge augmentait durant la saison pour toutes les variétés de pomme et seule la variété Honey crisp capturait moins de mouches de la pomme avec l'augmentation de la couleur rouge sur les fruits (Fig. 9). Donc plus les fruits de la variété Honey crisp mûrissent, plus ils prennent une coloration rouge et moins ils sont attractifs pour la mouche de la pomme. Ceci est aussi observé avec le patron de capture observé durant la saison de croissance où la Honey crisp est plus attractive au début de la saison, mais moins à partir du début août. La coloration jaune réduisant avec l'avancement de la saison pour toutes les variétés de pommes (Fig. 10A). Seule la variété Cortland avait un nombre de captures plus élevé lorsque la coloration jaune était plus importante sur les fruits (Fig. 10B).

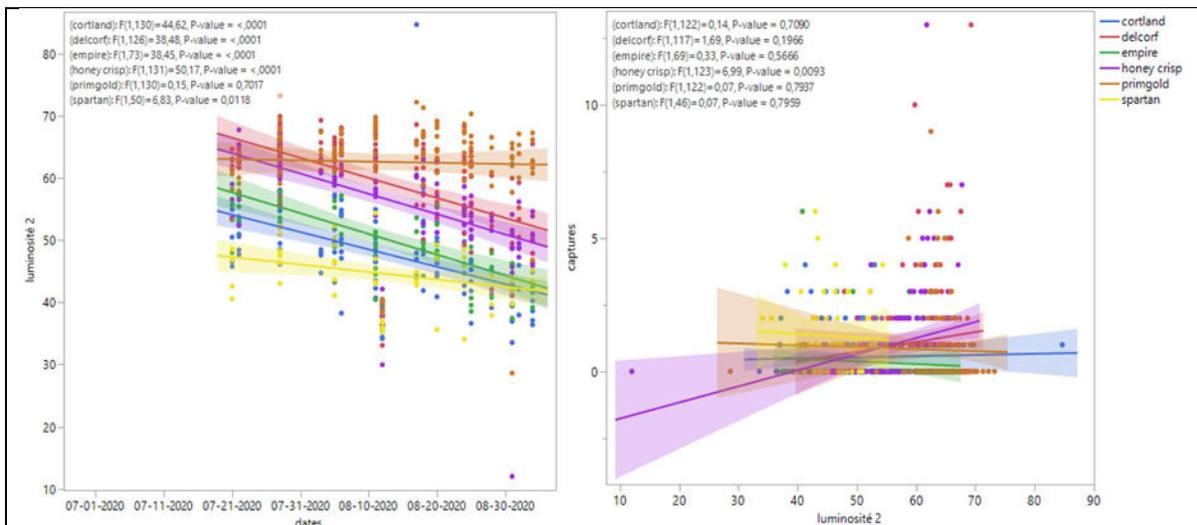


Figure 8 : Relation entre : A) la luminosité durant la saison de croissance selon les variétés; B) les captures de la mouche de la pomme selon la luminosité des fruits pour les différentes variétés de pommes.

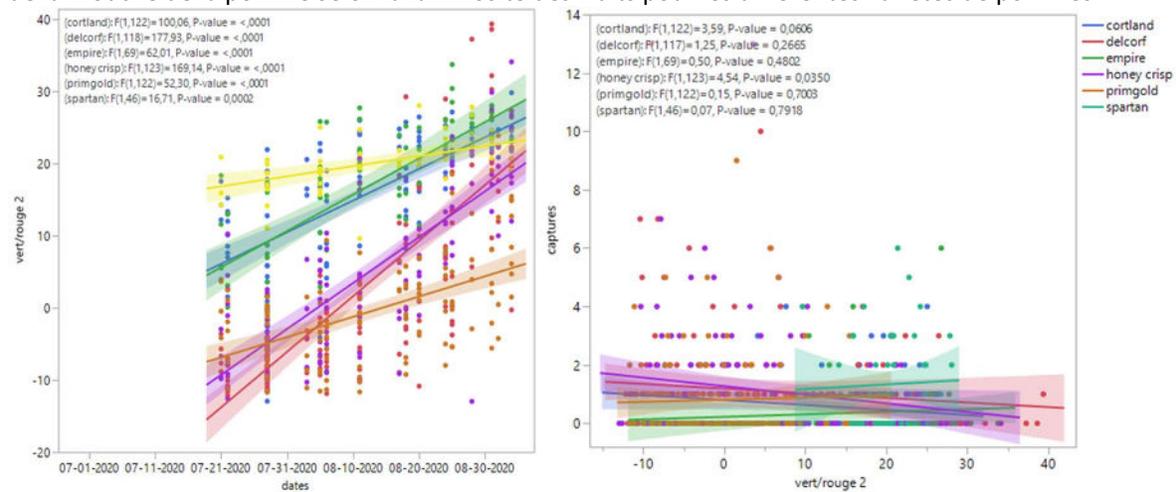


Figure 9 : Relation entre : A) la couleur vert/rouge durant la saison de croissance selon les variétés; B) les captures de la mouche de la pomme selon la couleur vert/rouge des fruits pour les différentes variétés de pommes.

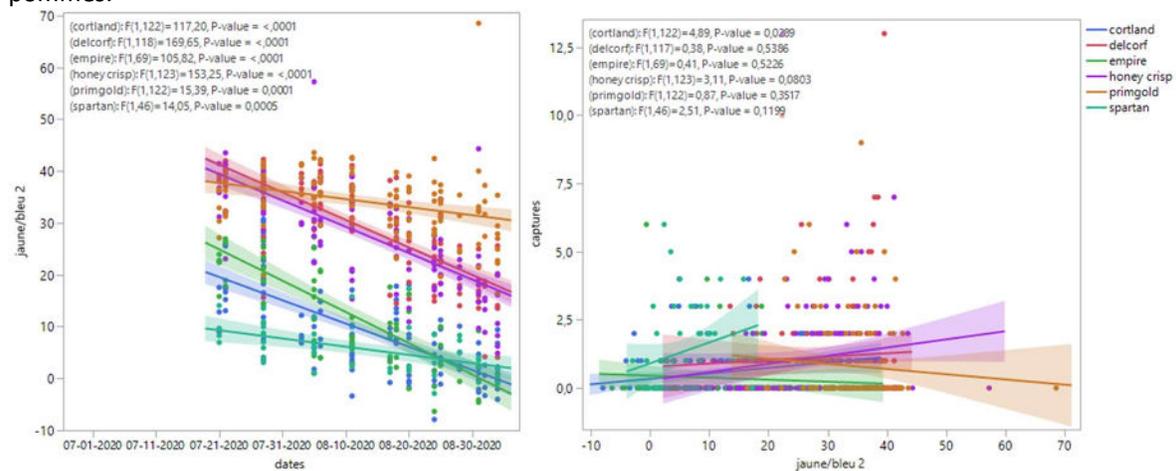


Figure 10 : Relation entre : A) la couleur jaune/bleu durant la saison de croissance selon les variétés; B) les captures de la mouche de la pomme selon la couleur jaune/bleu des fruits pour les différentes variétés de pommes.



## Discussion

Les variations dans les propriétés des variétés peuvent être utilisées afin de développer des stratégies de lutte intégrées pour contrôler divers ravageurs, dont *R. pomonella*. La préférence de certaines variétés par la mouche de la pomme peut affecter, entre autres, l'efficacité de la technique de capture en périphérie des vergers et la détermination du moment d'application d'un insecticide dans un verger comportant plusieurs variétés. Les essais réalisés dans le cadre de ce projet démontrent que certaines variétés ont un pouvoir attractif plus important sur *R. pomonella* mais les caractéristiques spécifiques qui sont responsables de cette attractivité ne sont pas bien définies. D'autres études ont aussi démontré que certaines variétés de pommes étaient plus attractives pour la mouche de la pomme, comme la Jersey Mac, Gala et Sunrise, tandis que d'autres le sont moins comme la Liberty et la Paulared (Rull & Prokopy, 2004; Leskey *et al*, 2009 ; Morel *et al*, 2013). Dans le présent essai, les variétés Delcorf et Primegold sont les variétés les plus attractives, tandis que les sphères rouges installées dans les variétés Empire et Cortland capturent moins de *R. pomonella*. Différents aspects ont été avancés dans plusieurs études afin d'expliquer ces différences d'attractivité, comme la couleur et la forme des fruits, la teneur en sucre, la pression du fruit, la période de maturité et l'émission de composés volatils, sans toutefois identifier un paramètre clé.

La couleur des pommes influence la sélection des fruits par la mouche de la pomme comme site de ponte. Nos résultats démontrent que les pommes de couleur jaune, puis orange, permettent un nombre de captures plus important que les pièges installés dans les variétés ayant des fruits rouges. Selon les essais réalisés par Prokopy (1968), un rectangle de couleur jaune et une sphère de 7.5 cm de couleur rouge sont les deux associations de formes et couleurs qui sont préférées par la mouche de la pomme, le premier identifiant une source de nourriture et le second un site de ponte. D'autres couleurs que le rouge attirent *R. pomonella*, soit des couleurs foncées comme le bleu, l'orange foncé, le violet et le noir, et le contraste qu'exerce le piège avec ce qu'il y a en arrière-plan aide celui-ci à le rendre plus perceptible par la mouche. Les essais de Prokopy (1972) ont démontré que la mouche de la pomme était davantage attirée par le jaune, qui émet un signal que le feuillage est une source de nourriture, dans les premières semaines de vie puis que les sphères rouges sont les plus attractives au cours de la saison de croissance. Selon l'étude de Rull et Prokopy (2003), lorsque les pommes sont immatures et vertes en début de saison, les sphères rouges attirent mieux les mouches que lorsqu'elles sont en présence de pommes rouges et mures en fin de saison, ce qui implique une compétition visuelle avec les sphères. Ainsi, deux aspects pourraient expliquer l'attractivité observée dans cet essai pour les pommes jaunes : 1) la couleur jaune qui émet un premier stimulus visuel et qui permet à *R. pomonella* de localiser un arbre (source de nourriture), puis le site de ponte ; et 2) le contraste que la couleur jaune apporte avec la sphère rouge dans l'arbre permettrait de localiser le piège plus rapidement. La diversité des essais effectués afin de comprendre les stimuli impliqués dans la sélection des fruits par *R. pomonella* a évolué et des paramètres autres que la couleur et la forme peuvent aussi être considérés.

Dans l'étude de Rull et Prokopy (2004), certaines variétés sont très attractives et acceptables pour la ponte (Jersey Mac, Gala), elles sont considérées comme étant les préférées des mouches tandis que d'autres sont hautement visitées par les mouches, mais inacceptables pour la ponte (Délicieuse rouge) et d'autres comme la McIntosh sont peu visitées, mais acceptables pour la ponte (elles sont modérément préférées). Puis il y a les variétés non attractives et non acceptables pour la ponte considérées comme étant peu sensibles (Paulared). L'attractivité de certains cultivars augmente avec le mûrissement des fruits et ce facteur peut être expliqué par diverses composantes, dont la teneur en composés de défense, tels les tannins et les phénols, le taux de sucre et la fermeté des pommes (Girolami, V. *et al*, 1986 ; Messina & Jones, 1990 ; Murphy *et al*, 1990). Murphy *et al*, (1990) ont aussi noté que la distribution de la mouche de



la pomme entre les variétés ayant des maturités hâtives, intermédiaires et tardives était concentrée sur les variétés hâtives au début de la saison, puis progressivement une distribution uniforme était observée plus la saison avançait. Girolami *et al*, (1986) ont observé que la teneur en sucre influençait l'acceptabilité comme site de ponte par *R. pomonella*, puis Messina et Jones (1990) ont relié la sélection de certaines variétés par la mouche de la pomme à la fermeté des fruits. Cependant, Rull et Prokopy (2004) n'ont pas observé de lien entre la préférence des variétés par *R. pomonella* relativement à leur période de maturité et proposent que l'attractivité soit reliée à des propriétés spécifiques, autres que la teneur en sucre et la fermeté du fruit. Les auteurs suggèrent que les stimuli olfactifs sont importants pour la mouche de la pomme lors du processus de localisation d'un hôte et les odeurs naturelles émises par les fruits ont un effet attractif puissant qui pourrait expliquer les préférences de certaines variétés en verger (Fein *et al*, 1982; Carle *et al*, 1987; Rull & Prokopy 2004). Dans le cadre de ce projet, les variétés jaunes étaient aussi des variétés hâtives, confondant ainsi les deux critères, et d'autres variétés hâtives n'ont pas démontré une attractivité plus élevée. Ainsi, les résultats pour ces deux paramètres (couleur et maturité) ne permettent pas d'identifier spécifiquement le paramètre déterminant dans l'attractivité des variétés. Donc, les résultats obtenus abondent dans le même sens que ces études où la couleur et la maturité ne semblent pas être les principaux facteurs attractifs et que d'autres propriétés des variétés affectent l'attractivité de certaines variétés de pommes. Toutefois, actuellement nous ne sommes pas en mesure d'identifier spécifiquement ces propriétés, car nous n'avons pas effectué d'essais en ce sens (par exemple, une analyse des composés volatils qui sont émis par les fruits). Enfin, les préférences des populations de mouches sont en lien avec les adaptations qui ont évolué à travers le temps (Linn *et al*, 2003), et ces dernières peuvent changer en quelques générations (Bernays & Graham, 1988).

Les pièges en périphérie du verger ont permis de capturer davantage de *R. pomonella* que les pièges installés au centre du verger, et ce durant toute la saison de croissance. Ces résultats concordent avec ce qui a été observé dans d'autres études et qui a permis de mettre en place une stratégie de lutte considérant la migration des adultes de la mouche de la pomme dans les vergers (Prokopy, 1975 ; Reissig *et al*, 1984; Trimble & Solymar, 1997 ; Bostanian *et al*, 1999 ; Trimble & Vickers, 2000; Bostanian & Racette, 2001). La méthode de piégeage massif en périphérie du verger et une application d'insecticides dans une zone périphérique ciblée tôt en saison (dès que le seuil est atteint) restent des aspects à considérer dans la lutte à *R. pomonella*.

### **Conclusion**

La composition en variétés d'un verger de pommiers se doit d'être considérée pour la mise en place d'une stratégie de lutte, car elle influence directement l'apparition de la mouche de la pomme, son abondance et sa distribution, ce qui affecte l'efficacité du piégeage et les dommages aux fruits. Dans notre étude, les variétés de pommes ont démontré des taux de capture de la mouche de la pomme différents et ce facteur est primordial pour mettre en place une méthode de dépistage efficace dans le contexte actuel avec de nouvelles variétés. Il est donc proposé d'ajuster l'espacement entre les pièges selon la susceptibilité des variétés de pommes aux dommages causés par *R. pomonella* ; on devrait retrouver des pièges à une distance moindre dans les variétés les plus sensibles. De plus, il est recommandé de réaliser des traitements ciblés dans les variétés les plus attractives et sensibles à *R. pomonella*. Enfin, dans le cas où il y a une plantation de nouvelles variétés, il est proposé de planter des variétés sensibles en périphérie du verger de façon à capturer les premiers individus de la mouche de la pomme plus rapidement et de cibler des traitements seulement en périphérie pour réduire les populations. Finalement, afin de déterminer les paramètres spécifiques impliqués dans l'attractivité des nouvelles variétés de pommes en vergers, des essais devront considérer l'analyse des composés volatils qui permettront de déterminer leur rôle dans la localisation et l'acceptabilité du site de ponte par la femelle *R. pomonella*.



## Références

- Aluja, R. M., Prokopy, R.J. (1993) Host odor and visual stimulus interaction during intra tree host finding behavior of *Rhagoletis pomonella* flies. *Journal of Chemical Ecology*, Volume 19, Issue 11, pp 2671–2696
- Bernays E., Graham M., 1988. On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. *Ecology*, 69, 886–892.
- Bostanian N.J., Racette G., 2001. Attract and kill, an effective technique to manage apple maggot, *Rhagoletis pomonella* [Diptera: Tephritidae] in high density Quebec apple orchards. *Phytoprotection*, 82, 25–34.
- Bostanian N.J., Vincent C., Chouinard G., Racette G., 1999. Managing apple maggot, *Rhagoletis pomonella* [Diptera : Tephritidae], by perimeter trapping. *Phytoprotection*, 80, 21–33.
- Carle S.A., Averill A.L., Rule G.S., Reissig W.H., Roelofs W.L., 1987. Variation in host fruit volatiles attractive to apple maggot fly, *Rhagoletis pomonella*. *Journal of Chemical Ecology*, 13, 795–805.
- Chouinard, G. (2017a). Avertissement du 5 juillet: mouche de la pomme, délais à la récolte – Irda <http://web2.irda.qc.ca/reseaupommier/?p=18934>
- Chouinard, G. (1997). Manuel de l'observateur : pommier. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec. P 29-32
- Chouinard G., Bellerose, S., Lamothe, S., Bourgeois, G. (2009) Effets des changements climatiques sur la pomiculture au Québec : Impacts sur la phénologie et ses principaux ravageurs. Agri-réseau 10p.
- Chouinard, G., Morin, Y. (2001). Guide de gestion intégrée des ennemis des pommiers. Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec. P 119-120.
- Fein B.L., Reissig W.H., Roelofs W.L., 1982. Identification of apple volatiles attractive to the apple maggot, *Rhagoletis pomonella*. *Journal of Chemical Ecology*, 8, 1473–1487.
- Gendron, F. (2015) Essai de sphères attractives contre la mouche de la pomme.  
([https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Activites/documents/JARIT%202015/5\\_fev\\_11h30-f\\_gendron.pdf](https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Activites/documents/JARIT%202015/5_fev_11h30-f_gendron.pdf))
- Girolami V., Starpazzon A., Pietra P., Crnjar R., Angioy A.M., Stoffolano J.G., Prokopy R.J., 1986. Behavior and sensory physiology of *Rhagoletis pomonella* in relation to oviposition stimulants and deterrents in fruit. In *Cavalloro, R. (Ed). Fruit Flies of Economic Importance.*, Rotterdam.183–190.
- Leskey T.C., Chouinard G., Vincent C., 2009. Monitoring and Management of the Apple Maggot Fly and the Plum Curculio: Honouring the Legacy of R.J. Prokopy. In *Biorational Tree-Fruit Pest Management*. CABI, Massachusetts, 110–143.
- Messina F.J., Jones V.P., 1990. Relationship between Fruit Phenology and Infestation by the Apple Maggot (Diptera: Tephritidae) in Utah. *Annals of the Entomological Society of America*, 83, 742–752.
- Morel M., Chouinard G., Bellerose S., 2013. Méthodes alternatives de protection des pommiers. Principales méthodes applicables pour le jardin domestique et la pomiculture commerciale. IRDA, Québec, 142p.
- Murphy B.C., Wilson L.T., Dowell R.V., 1990. Fruit Maturity Influences on Apple Maggot Capture and Optimum Between-Tree Trap Placement. *Apple Maggot in the West: History, Biology, and Control*, 3341, 79.
- Prokopy R.J., 1968. Visual responses of apple maggot flies, *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae): orchard studies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 11, 403–422.
- Prokopy R.J., 1972. Response of apple maggot flies to rectangles of different colors and shades. *Environmental Entomology*, 1, 720–726.



- Prokopy R.J., 1975. Apple maggot control by sticky red spheres. *Journal of Economic Entomology*, 68, 197–198.
- Prokopy, R.J., Moericke, V., Bush, G.L. (1973). Attraction of apple flies to odor of apples. *Environmental Entomology*, Volume 2, Issue 5, P 743-750.
- Reissig W.H., Weires R.W., Forshey C.G., Roelofs W.L., Lamb R.C., Aldwinckle H.S., Alm S.R., 1984. Management of the apple maggot, *Rhagoletis pomonella* (Walsh)(Diptera: Tephritidae), in disease-resistant dwarf and semi-dwarf apple trees. *Environmental entomology*, 13, 684–690.
- Trimble R.M., Solymar B., 1997. Modified summer programme using border sprays for managing codling moth, *Cydia pomonella* (L.) and apple maggot, *Rhagoletis pomonella* (Walsh) in Ontario apple orchards. *Crop Protection*, 16, 73–79.
- Trimble R.M., Vickers P.M., 2000. Evaluation of Border Sprays for Managing the Codling Moth (Tortricidae: Lepidoptera) and the Apple Maggot (Tephritidae: Diptera) in Ontario Apple Orchards. *Journal of Economic Entomology*, 93, 777–787.
- Rull J., Prokopy R.J., 2003. Trap position and fruit presence affect visual responses of apple maggot flies (Dipt., Tephritidae) to different trap types. *Journal of Applied Entomology*, 127, 85–90.
- Rull J., Prokopy R.J., 2004. Host-Finding and Ovipositional-Boring Responses of Apple Maggot (Diptera: Tephritidae) to Different Apple Genotypes. *Environmental Entomology*, 33, 1695–1702.

#### Problèmes

- Veuillez décrire les obstacles ou les problèmes dans la réalisation de cette activité durant la période visée par le rapport. Comment ont-ils été surmontés ou comment comptez-vous les surmonter?
- Veuillez décrire tout changement potentiel au plan de travail et au budget durant la période visée par le rapport. Comment ont-ils été gérés ou comment comptez-vous les gérer?

Aucun

#### Réalisations clé

Une réalisation clé est une importante réalisation ou un résultat concret que les agriculteurs, le secteur ou le milieu scientifique pourraient utiliser. Veuillez décrire des réalisations clé (un à trois paragraphes) qui répondent à l'un des critères suivants :

- 1) Le produit à un certain potentiel commercial (tous les essais sont terminés).
- 2) Le produit a été commercialisé.
- 3) Le produit a été adopté par le secteur.

Ce projet a permis d'identifier les variétés de pomme les plus attractives pour capturer la mouche de la pomme et de déterminer que les variétés avec les fruits jaunes permettaient une capture plus abondante de *R. pomonella*. Ces informations permettent de proposer une stratégie de dépistage pour augmenter l'efficacité du piégeage de ce ravageur. Ce projet a aussi permis d'identifier s'il y a d'autres stimuli qui peuvent affecter le pouvoir attractif actuel des pièges à sphère rouge.

La stratégie de dépistage suivante est proposée et a été communiquée aux producteurs de pommes et aux agronomes. Ainsi cette pratique a déjà été adoptée et le sera davantage dans les prochaines années. Enfin, une meilleure méthode de dépistage avec les nouvelles variétés en verger assurera un contrôle efficace du ravageur, une réduction des pertes résultant ainsi en une meilleure rentabilité de l'entreprise. La stratégie de lutte contre ce ravageur doit considérer les aspects suivants :



- La composition en variétés d'un verger de pommiers se doit d'être considérée pour la mise en place d'une stratégie de lutte, car elle influence directement l'apparition de la mouche de la pomme, son abondance et sa distribution, ce qui affecte l'efficacité du piégeage et les dommages aux fruits.
- Les variétés de pommes ont démontré des taux de capture de la mouche de la pomme différents et ce facteur est primordial pour mettre en place une méthode de dépistage efficace dans le contexte actuel avec de nouvelles variétés. Il est donc proposé d'ajuster l'espacement entre les pièges selon la susceptibilité des variétés de pommes aux dommages causés par *R. pomonella* ; on devrait retrouver des pièges à une distance moindre dans les variétés les plus sensibles.
- Il est recommandé de réaliser des traitements ciblés dans les variétés les plus attractives et sensibles à *R. pomonella*.
- Dans le cas où il y a une plantation de nouvelles variétés, il est proposé de planter des variétés sensibles en périphérie du verger de façon à capturer les premiers individus de la mouche de la pomme plus rapidement et de cibler des traitements seulement en périphérie pour réduire les populations.