

Étude du lien entre les populations de drosophiles à ailes tachetées et les dommages et pertes de rendement à la culture

IRDA-1-14-1710

DURÉE DU PROJET : JANVIER 2016 / MARS 2018

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Annabelle Firlej, Ph.D., IRDA
Christian Lacroix, agr., MBA, MAPAQ
Elisabeth Lefrançois, agr, M.Sc., MAPAQ
Michèle Grenier, M.Sc., IRDA

DATE
23 mars 2018

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.

Étude du lien entre les populations de drosophiles à ailes tachetées et les dommages et pertes de rendement à la culture

IRDA-1-14-1710

RÉSUMÉ DU PROJET

La drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii* Matsumura) provoque des dommages significatifs aux cultures de bleuets en corymbe, fraises et framboises. La pulvérisation d'insecticide est recommandée en période de récolte afin de contrôler les populations et réduire la quantité de larves dans les fruits. En présence de fruits mûrs ou en mûrissement, le seuil d'intervention actuel est d'un seul adulte capturé par site de piégeage. Cependant, le lien entre les captures dans les pièges, les dommages aux fruits et les pertes économiques demeure peu documenté. Ce projet a permis d'acquérir les connaissances nécessaires pour déterminer si les captures dans les pièges peuvent prédire les niveaux de dommages (nombre de larves ou adultes présents dans les fruits infestés) et les pertes de rendement au champ. Le dépistage, les dommages et les rendements ont été évalués dans des champs de framboises d'été et framboises d'automne sur cinq fermes situées dans trois régions au Québec. Les résultats de 2016 et 2017 montrent que peu importe la distance entre le prélèvement des fruits et le piège, celle-ci n'influence pas le nombre de larves observées dans les fruits avec un test de sel. Également, nos résultats montrent que la corrélation la plus significative existe entre le nombre de femelles de *D. suzukii* capturées dans les pièges et les larves observées dans les fruits avec un test de sel lorsque les fruits sont cueillis la même journée que le dépistage du piège. Les modèles linéaires mettant en relation le nombre de femelles dépistées et les nombres de larves/100 fruits et les pertes de rendement donnent des équations prédictives avec des R carrés supérieurs à 69%.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif général était d'acquérir des connaissances sur le terrain concernant le lien entre les captures de *D. suzukii*, les dommages et les pertes de rendement dans la culture de la framboise. Cinq fermes possédant des champs de framboises d'été et d'automne en régie conventionnelle ont été sélectionnées dans les régions de Chaudières-Appalaches, Lanaudière et Montérégie. Dans ces fermes, six pièges JP-Trap appâtés à l'aide d'une solution à base de levure ont été placés dans un champ de framboises d'été pour dépister les adultes de *D. suzukii* une fois par semaine (3 pièges en bordure + 3 au centre du champ) (Annexe 1). Dès la 1^{re} capture de *D. suzukii*, des récoltes de fruits ont été réalisées pour prendre différentes mesures à raison de deux récoltes par semaine. Afin de déterminer s'il y a une influence des pièges sur les nombres de larves dans les fruits récoltés à proximité, nous avons prélevé à chaque récolte 40 fruits entre 0-2, 2-4 m et 4-6 m de distance du piège que nous avons ensuite analysé par un test de sel pour déterminer le nombre de larves sur 100 fruits (Annexe 2). Dans chaque champ, 120 fruits ont aussi été prélevés à chaque récolte et placés individuellement en godet pour incubation pendant 15 jours pour déterminer la proportion de fruits infectés individuellement par la *D. suzukii* (Annexe 2). Enfin, sur 2 mètres linéaires d'un rang placé au milieu de la parcelle, tous les fruits ont été prélevés à chaque récolte pour évaluer le rendement et le calibre des fruits. Le dispositif expérimental a été déplacé dans le champ de framboises d'automne à leur mûrissement vers le début du mois d'août, permettant d'obtenir 6 semaines de récoltes continues. Le nombre de larves/100 fruits a été comparé selon les distances avec le piège (0-2, 2-4 et 4-6 m) (PROC MIXED, SAS Institute). Le nombre d'adultes observés dans les pièges a été corrélé aux

infestations des fruits récoltés le même jour que le dépistage ou 3 jours plus tard selon la méthode du test de sel ou d'incubation des fruits (PROC CORR, SAS Institute) pour déterminer les variables importantes à tenir compte lors de l'établissement des équations de modèles décrivant le lien entre le dépistage et les dommages/pertes de rendement.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

1. Effet de la distance de prélèvement des fruits par rapport à un piège attractif

L'hypothèse était que plus les fruits sont prélevés à proximité d'un piège, plus ils seraient infectés de *D. suzukii* dû à l'effet attractif du piège sur les adultes. Les résultats montrent qu'en 2016 et 2017, peu importe la zone de prélèvement des framboises à 2, 4 ou 6 mètres du piège attractif, elles ne seront pas plus infestées de larves ($p > 0,05$) (Tableau 1). Le nombre d'adultes ressortant des pièges (car non tombés dans l'attractif) n'augmentent pas significativement le nombre d'œufs pondus dans les fruits adjacents au piège.

Tableau 1 : Résultats des analyses statistiques (PROC MIXED) mesurant s'il y a un effet de la proximité du piège attractif sur l'infestation des framboises par des *D. suzukii*. Test de F de l'effet de la distance et probabilité associée.

CHAMPS	2016 Framboises d'automne		2017 Framboises d'été	
	F=	P=	F=	P=
Chaudières-Appalaches	0,55	0,5929	2,01	0,1814
Dunham	1,35	0,3034	0,36	0,7084
Laval	1,12	0,3615	0,39	0,6904
Lavaltrie	1,34	0,3075	1,49	0,2734
Salaberry-de-Valleyfield	4,35	0,0453	0,75	0,4968

2. Quel est le lien entre les captures d'adultes dans les pièges attractifs et les fruits infestés?

2.1. Infestation des fruits mesurée par test de sel

En 2016 et 2017, le nombre d'adultes capturés dans les pièges était significativement corrélé au nombre de larves dans les fruits identifiés par test de sel pour des fruits qui ont été récoltés le même jour qu'a été fait le dépistage ou pour des fruits récoltés trois jours plus tard (Annexe 3 et 4). Les coefficients de corrélation (r) variaient de 39% à 96% dans ces deux cas et étaient souvent meilleurs avec le dénombrement des femelles de *D. suzukii* capturées qu'avec le dénombrement des mâles ou la somme des deux sexes (les femelles pouvant être facilement distinguées par observation visuelle à la loupe binoculaire). Dans 4 cas sur 5, les corrélations étaient plus fortes pour les fruits ramassés la journée même du dépistage plutôt que trois jours plus tard. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les femelles adultes capturées dans les pièges sont des femelles pouvant avoir vécu dans les sept jours précédant leur capture et dont la progéniture est présente dans les fruits récoltés le jour du dépistage.

2.2. Infestation des fruits mesurée par incubation

En 2016 et 2017, le nombre d'adultes capturés dans les pièges était significativement corrélé au nombre d'adultes émergeant des fruits par incubation pour des fruits qui ont été récoltés le même jour qu'a été fait le dépistage ou pour des fruits récoltés trois jours plus tard (Annexe 5 et 6). Cependant, cette méthode d'incubation obtient des résultats significatifs plus variables qu'avec la méthode du test de sel (9 cas sur 30 non significatifs en 2016 et 6 cas sur 30 en 2017). L'incubation ne semble pas être une mesure de l'infestation des fruits adéquate à mettre en relation avec le dépistage.

Actuellement, l'utilisation de six pièges pour chaque ferme augmente les chances de montrer un effet significatif, car cela représente six données prises au sein d'une même population locale. Nous avons donc réalisé les mêmes analyses de corrélation, mais avec deux pièges

(un en bordure B2 et un dans le centre C2, Annexe 1) tels que recommandé par le réseau d'avertissements phytosanitaire (RAP). Les corrélations sont encore très significatives quand les données pour tous les types de framboises et les toutes les fermes sont regroupées (Tableau 2, colonne surlignée orange).

Tableau 2 : Résultats des corrélations de Spearman entre les décomptes de *D. suzukii* et les fruits infestés mesurés par test de sel ou incubation pour toutes les fermes et toutes les variétés de framboises confondues.

Journée de récolte		Test de sel pour 6 pièges		Test de sel pour 2 pièges		Fruits incubés	
		+ 0 jour	+ 3 jours	+ 0 jour	+ 3 jours	+ 0 jour	+ 3 jours
2016	Femelle	r=0,88391 p<0,0001	r=0,82372 p<0,0001	r=0,88158 p<0,0001	r=0,82713 p<0,0001	r=0,70946 p<0,0001	r=0,85450 p<0,0001
	Mâle	r=0,74095 p<0,0001	r=0,72533 p<0,0001	r=0,78276 p<0,0001	r=0,78990 p<0,0001	r=0,61502 p<0,0001	r=0,75883 p<0,0001
	Somme	r=0,86772 p<0,0001	r=0,79739 p<0,0001	r=0,88436 p<0,0001	r=0,82702 p<0,0001	r=0,71120 p<0,0001	r=0,86071 p<0,0001
2017	Femelle	r=0,87107 p<0,0001	r=0,86516 p<0,0001	r=0,86820 p<0,0001	r=0,87709 p<0,0001	r=0,86058 p<0,0001	r=0,85058 p<0,0001
	Mâle	r=0,82661 p<0,0001	r=0,84132 p<0,0001	r=0,81552 p<0,0001	r=0,81914 p<0,0001	r=0,81439 p<0,0001	r=0,84379 p<0,0001
	Somme	r=0,88186 p<0,0001	r=0,87091 p<0,0001	r=0,87045 p<0,0001	r=0,87078 p<0,0001	r=0,85380 p<0,0001	r=0,85729 p<0,0001

Les analyses de corrélation nous permettent de déterminer les facteurs importants à considérer pour établir une relation modélisable que l'on pourrait utiliser pour prédire le lien entre le dépistage et les dommages (ou nombre de larves dans les fruits). Suite à nos résultats, il apparaît que le dénombrement des femelles est le facteur à mettre en lien avec les dénombrements de larves dans les fruits récoltés le jour même par test de sel. Les figures 1 et 2 illustrent cette relation pour 2016 et 2017, toutes fermes et tous types de framboises confondues. Pour réaliser ces graphiques, seuls les décomptes de femelles dans deux pièges ont été sommés pour s'ajuster au nombre de pièges actuellement recommandés pour le dépistage. Les données ne suivant pas une loi normale, nous avons utilisé les données transformées en logarithme. Les deux modèles linéaires indiquent que le logarithme des captures des femelles peut prédire à 75% le logarithme des larves présentes dans 100 fruits. Sur la figure 1, les points dans le côté gauche en bas de la courbe (cercle en pointillé) suggèrent une difficulté à prédire les valeurs pour de petits dénombrements de femelles.

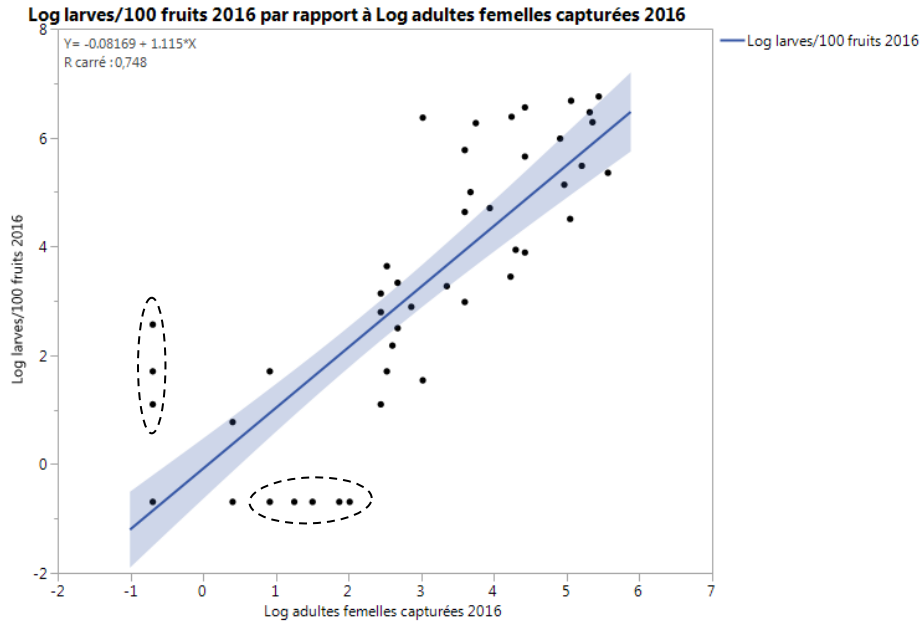


Figure 1 : Modèle linéaire décrivant le lien entre le logarithme des larves/100 fruits observés par test de sel dans les fruits ramassés le jour même et le logarithme des femelles capturées en 2016

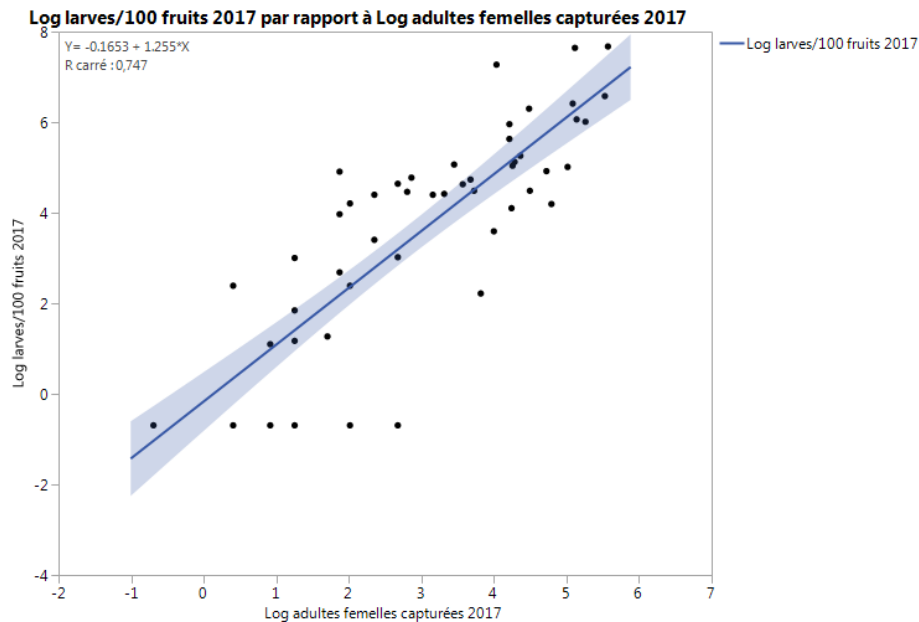


Figure 2 : Modèle linéaire décrivant le lien entre le logarithme des larves/100 fruits observés par test de sel dans les fruits ramassés le jour même et le logarithme des femelles capturées en 2017.

3. Quel est le lien entre les captures d'adultes dans les pièges attractifs et les rendements?

De manière similaire, nous avons mis en relation le nombre de femelles capturées (somme des deux pièges B2 et C2) avec la perte de rendement en fruits (gramme/2 mètres linéaires) récoltés le jour du dépistage. La perte de rendement en fruits a été évaluée grâce aux données de fruits incubés : dès qu'une drosophile émergeait d'une framboise, celle-ci était considérée comme un fruit perdu. Il est important de comprendre que ce critère n'est pas

forcément applicable en champs puisque les fruits sont cueillis et consommés avant qu'une drosophile n'émerge et donc la perte de rendement calculée ici est plus élevée que la réalité. Pour les données de 2016 et 2017, les données ont été transformées en logarithme + 1 et les modèles linéaires ont généré des droites de prédiction avec un R carré de 69% en 2016 et 71% en 2017 (Figures 3 et 4).

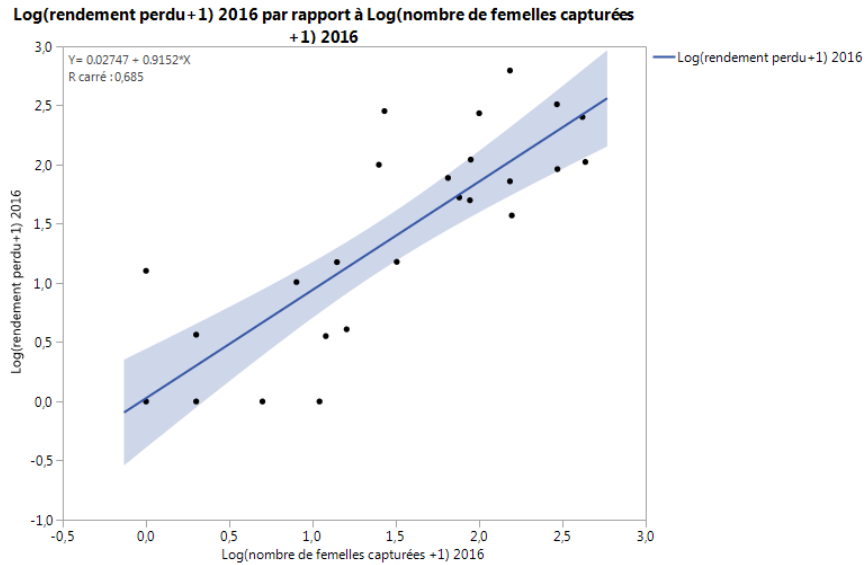


Figure 3 : Modèle linéaire décrivant le lien entre le logarithme du rendement perdu dans les fruits ramassés le jour du dépistage et le logarithme des femelles capturées en 2017.

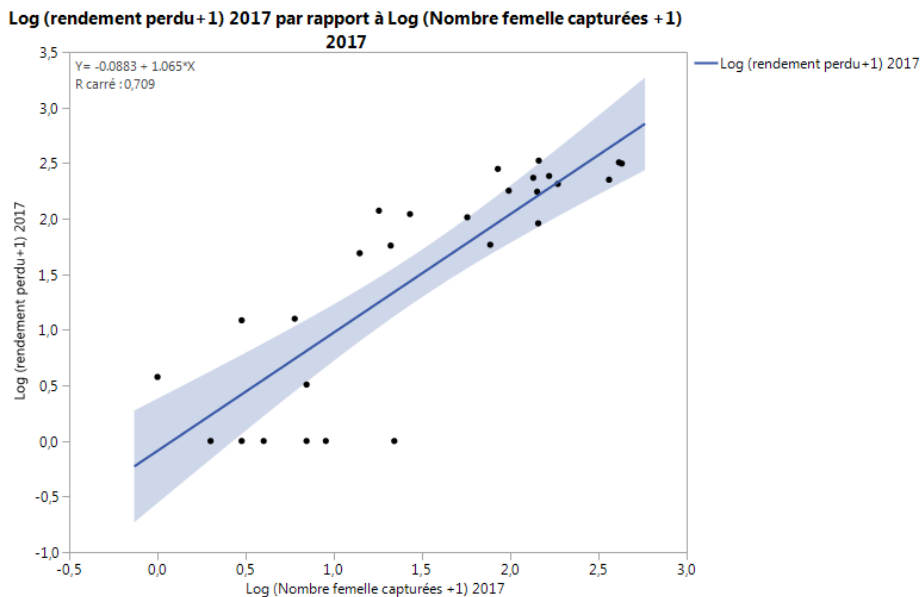


Figure 4 : Modèle linéaire décrivant le lien entre le logarithme du rendement perdu dans les fruits ramassés le jour du dépistage et le logarithme des femelles capturées en 2017.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les résultats de ce projet ont été diffusés à deux occasions :

Jollois, S., Firlej A., et Lacroix, C. 2017. Drosophiles à ailes tachetées : dépistage et dommage, y a-t-il un lien?. Réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec, Longueuil, Québec, Canada.

Firlej, A., Lacroix, C. et Lefrançois, E. 2017. The spotted wing drosophila: Does a correlation exist between monitoring and damage in raspberry in Quebec? Réunion conjointe Société d'Entomologie du Canada et du Manitoba. Winnipeg, Manitoba, Canada.

Le reste de la diffusion des résultats du projet est planifié dès l'accord du programme pour l'année 2018 et il comprendra les éléments suivants :

1. Mise en ligne du rapport sur le site web de l'IRDA;
2. Dépôt du rapport sur Agri-réseau section phytoprotection (3959 abonnés) et petits fruits (4059 abonnés);
3. Distribution du rapport au groupe d'expert RAP petits fruits;
4. Création d'une fiche synthèse IRDA en dépôt sur le site web de l'IRDA: Firlej, A., Lacroix, C. et Lefrançois, E. 2018. Lien entre le dépistage de la drosophile à ailes tachetées et les fruits infestés en framboisières.

Il est également prévu que les résultats des deux années de cette recherche soient présentés à la journée formation du RAP petits fruits le 28 mars 2018 (voir ordre du jour joint).

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Ce projet nous a permis d'obtenir les connaissances nécessaires de l'impact des captures de *D. suzukii* sur les niveaux de dommages et les pertes de rendement observables au champ au Québec. À plus long terme, les résultats de ce projet permettront de déterminer si des traitements phytosanitaires peuvent être épargnés au début des infestations de la *D. suzukii* dans la culture de framboise. Réduire le nombre de pesticides appliqués permet de diminuer l'impact sur l'environnement, la santé des employés de ferme et les risques pour les consommateurs. Les connaissances dégagées dans ce projet peuvent également mieux orienter les recommandations sur le dépistage et les mesures de diagnostic de la *D. suzukii* au champ ou juste confirmer leur bonne pratique :

1. Réaliser des tests de sel est une méthode adéquate pour évaluer les fruits infestés dans un champ de framboises et cette technique donne de meilleurs résultats que si les fruits étaient incubés pendant 15 jours en petits godets.
2. Il est mieux de prélever des fruits le jour même du dépistage.
3. Les fruits peuvent être prélevés dans les 6 mètres aux abords d'un piège attractif sans risque de fausser les résultats.
4. Avec un modèle linéaire simple, il est possible de prédire les nombres de larves/100 fruits et le rendement perdu en fonction des captures de femelles observées dans la même semaine (avec une certaine surestimation dans le cas du rendement).

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Annabelle Firlej, Ph.D. Entomologiste.

Téléphone : 450-653-7368 poste 363

Courriel : annabelle.firlej@irda.qc.ca

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

335, rang des Vingt-cinq Est,

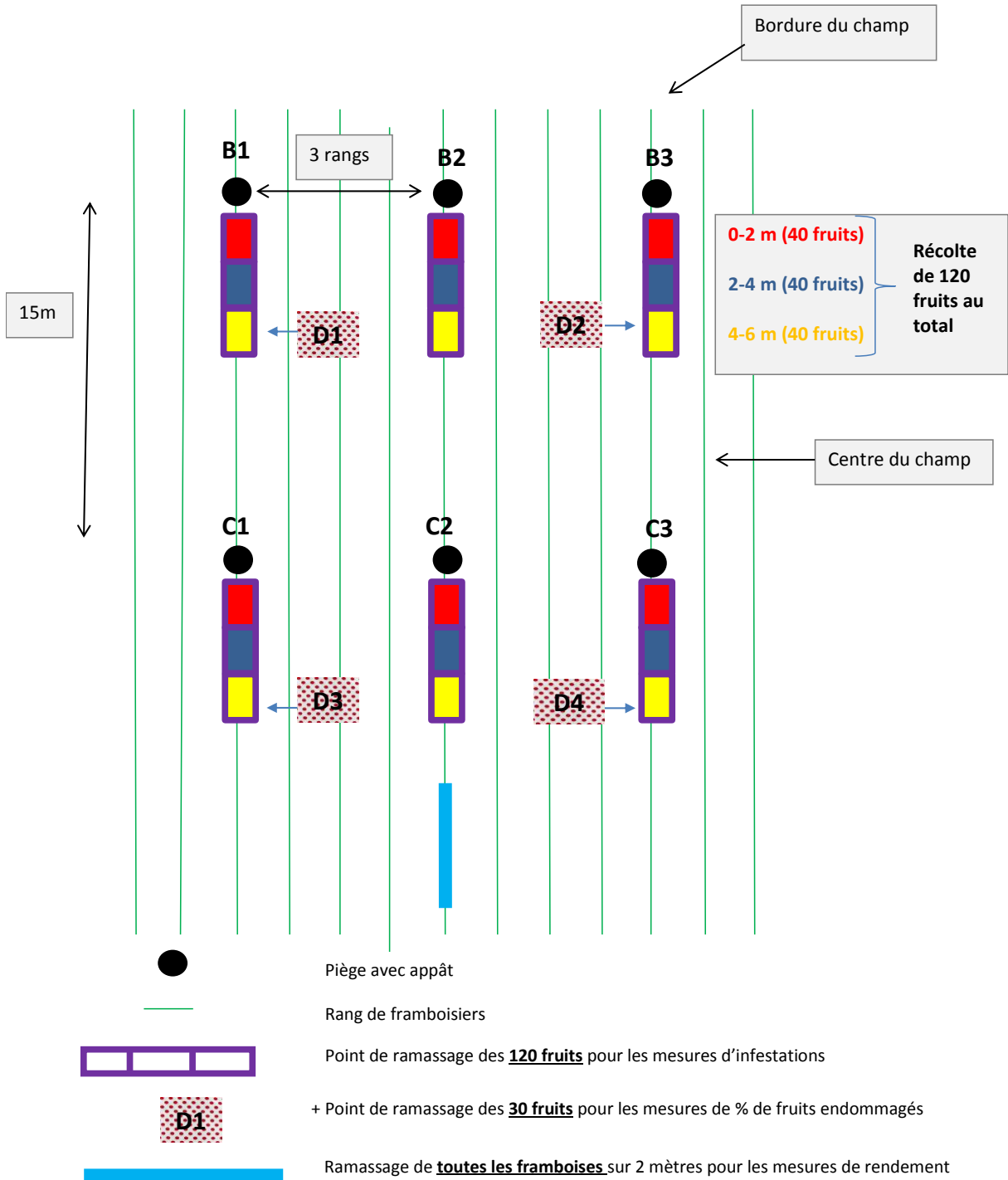
Saint-Bruno-de-Montarville (Québec) J3V 0G7

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé en vertu du sous-volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Nous tenons à remercier les producteurs ayant contribué au projet : Nathalie Bruneau, Martin Marineau, Alexandre Sauvé, Jonathan Rainville et Mario Nadeau et Chantal Labranche.

ANNEXE(S)

Annexe 1 : Schéma du dispositif expérimental appliqué dans les cinq fermes et dans chaque champ de framboise d'été et d'automne.

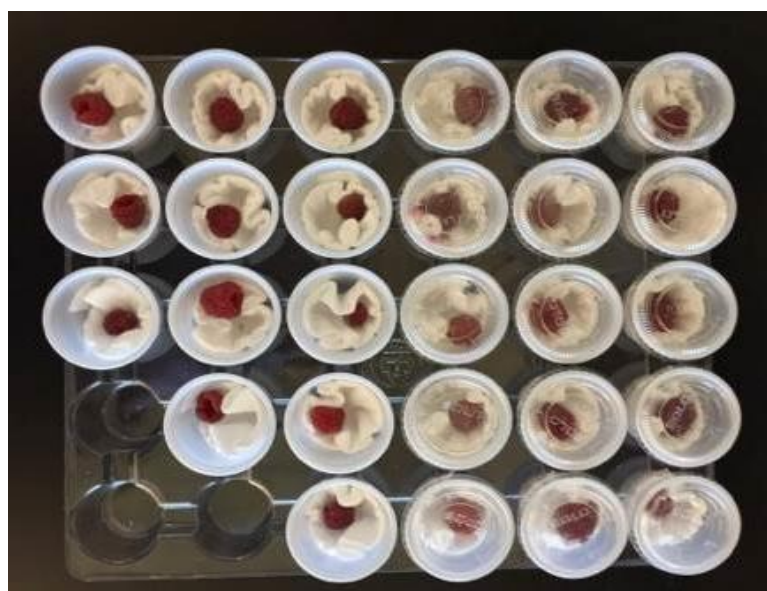


Annexe 2 : Photos illustrant A) la technique de diagnostic par test de sel et B) la technique d'incubation des framboises dans des godets.

A)



B)



Annexe 3: Corrélations de Spearman entre les captures d'adultes et les décomptes de larves observées avec un test de sel dans des fruits cueillis 0 ou 3 jours après le dépistage en 2016 (les résultats significatifs sont en gras).

2016	Test de sel					
Champs	Corrélation avec fruits + 0 jour			Corrélation avec fruits + 3 jours		
	mâle	femelle	somme	mâle	femelle	somme
Chaudières-Appalaches	r=0,70052 p<0,0001	r=0,77136 p<0,0001	r=0,76852 p<0,0001	r=0,91505 p<0,0001	r=0,83191 p<0,0001	r=0,82689 p<0,0001
Dunham	r=0,50768 p=0,0016	r=0,80027 p=<,0001	r=0,73371 p=<,0001	r=0,40953 p=0,0246	r=0,66711 p<0,0001	r=0,56230 p=0,0012
Laval	r=0,78731 p<0,0001	r=0,89814 p<0,0001	r=0,89412 p<0,0001	r=0,83784 p<0,0001	r=0,85624 p<0,0001	r=0,85084 p<0,0001
Lavaltrie	r=0,71385 p<0,0001	r=0,85161 p<0,0001	r=0,78821 p<,0001	r=0,13177 p=0,4876	r=0,43348 p=0,0167	r=0,22819 p=0,2252
Salaberry-de-Valleyfield	r=0,90423 p<0,0001	r=0,96140 p<0,0001	r=0,94311 p<0,0001	r=0,88958 p<0,0001	r=0,86701 p<0,0001	r=0,87636 p<0,0001

Annexe 4 : Corrélations de Spearman entre les captures d'adultes et les décomptes de larves observées avec un test de sel dans des fruits cueillis 0 ou 3 jours après le dépistage en 2017 (les résultats significatifs sont en gras).

2017	Test de sel					
Champs	Corrélation avec fruits + 0 jour			Corrélation avec fruits + 3 jours		
	mâle	femelle	somme	mâle	femelle	somme
Chaudières-Appalaches	r=0,63785 p=0,0001	r=0,81104 p<0,0001	r=0,80187 p<0,0001	r=0,66627 p=0,0004	r=0,67693 p=0,0003	r=0,67339 P=0,0003
Dunham	r=0,23377 p=0,2137	r=0,71416 p<0,0001	r=0,56053 p=0,0013	r=0,39856 p=0,0089	r=0,70322 p<0,0001	r=0,60401 p<0,0001
Laval	r=0,54964 p=0,0017	r=0,89962 p<0,0001	r=0,83079 p<0,0001	r=0,59550 p=0,0005	r=0,89005 p<0,0001	r=0,84815 p<0,0001
Lavaltrie	r=0,77751 p<0,0001	r=0,69235 p<0,0001	r=0,77106 p<0,0001	r=0,80521 p<0,0001	r=0,72241 p<0,0001	r=0,78266 p<0,0001
Salaberry-de-Valleyfield	r=0,84483 p<0,0001	r=0,84789 p<0,0001	r=0,85032 p<0,0001	r=0,70905 p<0,0001	r=0,67618 p<0,0001	r=0,68043 p<0,0001

Annexe 5 : Corrélations de Spearman entre les captures d'adultes et les décomptes d'adultes émergés de fruits en incubation cueillis 0 ou 3 jours après le dépistage en 2016 (les résultats significatifs sont en gras).

2016	Incubation					
Champs	Corrélation avec fruits + 0 jour			Corrélation avec fruits + 3 jours		
	mâle	femelle	somme	mâle	femelle	somme
Chaudières-Appalaches	r=0,70404 p=0,0049	r=0,85019 p=0,0001	r=0,84131 p=0,0002	r=0,92000 p=0,0093	r=0,85749 p=0,0290	r=0,85749 p=0,0290
Dunham	r=0,81692 p=0,00012	r=0,81692 p=0,0012	r=0,83101 p=0,0008	r=0,59147 p=0,0717	r=0,59757 p=0,0681	r=0,65855 p=0,0384
Laval	r=0,92119 p<0,0001	r=0,89317 p<0,0001	r=0,90877 p<0,0001	r=0,86667 p=0,0012	r=0,87879 p=0,0008	r=0,85107 p=0,0018
Lavaltrie	r=0,76086 p=0,0041	r=0,88237 p=0,0001	r=0,84351 p=0,0006	r=-0,393 p=0,2609	r=0,30833 p=0,3861	r=-0,05019 p=0,8905
Salaberry-de-Valleyfield	r=0,95963 p<0,0001	r=0,96257 p<0,0001	r=0,95672 p<0,0001	r=0,68903 p=0,0587	r=0,60978 p=0,1085	r=0,68492 p=0,0609

Annexe 6 : Corrélations de Spearman entre les captures d'adultes et les décomptes d'adultes émergés de fruits en incubation cueillis 0 ou 3 jours après le dépistage en 2017 (les résultats significatifs sont en gras).

2017	Incubation					
Champs	Corrélation avec fruits + 0 jour			Corrélation avec fruits + 3 jours		
	mâle	femelle	somme	mâle	femelle	somme
Chaudières-Appalaches	r=0,51079 p=0,1314	r=0,76693 p=0,0096	r=0,68103 p=0,0302	r=0,83205 p=0,0202	r=0,80178 p=0,0301	r=0,80178 p=0,0301
Dunham	r=0,09091 p=0,8028	r=0,69697 p=0,0251	r=0,56364 p=0,0897	r=0,75380 p=0,0118	r=0,98481 p<0,0001	r=0,96049 p<0,0001
Laval	r=0,21667 p=0,5755	r=0,73333 p=0,0246	r=0,61667 p=0,0769	r=0,58333 p=0,0992	r=0,96667 p<0,0001	r=0,85000 p=0,0037
Lavaltrie	r=0,75466 p=0,0116	r=0,90191 p=0,0004	r=0,82828 p=0,0031	r=0,61968 p=0,0560	r=0,73012 p=0,0165	r=0,69330 p=0,0262
Salaberry-de-Valleyfield	r=0,93995 p<0,0001	r=0,83845 p=0,0007	r=0,93112 p<0,0001	r=0,74655 p=0,0083	r=0,83439 p=0,0014	r=0,76707 p=0,0036