

**ÉVALUATION D'INSECTICIDES BIOLOGIQUES ET D'INSECTICIDES À FAIBLE RISQUE POUR LUTTER
CONTRE LA DROSOPHILE À AILES TACHETÉES DANS LA CULTURE DE LA FRAMBOISE
D'AUTOMNE**

PHYD-1-14-AD12

DURÉE DU PROJET : AVRIL 2014 / FÉVRIER 2016

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Catherine Thireau, agr.
Anne-Marie Fortier, M.Sc.
Marianne Lefebvre, B.Sc.

Compagnie de recherche Phytodata Inc.

FÉVRIER 2016

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,

**ÉVALUATION D'INSECTICIDES BIOLOGIQUES ET D'INSECTICIDES À FAIBLE RISQUE POUR LUTTER
CONTRE LA DROSOPHILE À AILES TACHETÉES DANS LA CULTURE DE LA FRAMBOISE
D'AUTOMNE
PHYD-1-14-AD12**

RÉSUMÉ DU PROJET

L'arrivée de la drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*) au Québec en 2011 a causé une onde de choc chez les producteurs de petits fruits. Ce ravageur est redoutable en raison des pertes économiques majeures que son activité peut engendrer. Sa petite taille, sa mobilité et les nombreuses générations qui se succèdent font en sorte que la drosophile à ailes tachetées est difficile à contrôler. Depuis son arrivée, les pertes à la récolte sont considérables pour les cultures de petits fruits, particulièrement dans la culture de la framboise d'automne et seules des homologations d'urgence étaient octroyées pour son contrôle. Depuis la situation a évolué et actuellement, le Delegate, l'Entrust et le Success sont homologués pour la fraise et la framboise.

Ce projet visait à déterminer la rémanence et l'efficacité de neuf insecticides pour lutter contre la drosophile à ailes tachetées dans la culture de la framboise d'automne. La première année du projet s'est effectuée en laboratoire et impliquait deux essais. Un premier essai visait à exposer directement les drosophiles aux produits. Le second essai visait à déterminer la rémanence des neuf produits à l'essai par l'exposition des drosophiles à du feuillage traité depuis 1, 3, 5, 7 et 10 jours. Les résultats obtenus ont mis en lumière l'efficacité de Delegate (spinetorame) et Entrust (spinosad). Ces deux produits ont engendré un taux de mortalité élevé et la rémanence sur le feuillage importante (au moins 10 jours après traitement du feuillage). Trois autres produits ont également démontré une certaine efficacité : le témoin commercial Ripcord (cyperméthrine), Danitol (fenpropathrine) et EverGreen (pyréthrine+butoxide de piperonyl). Les essais réalisés avec le feuillage seulement semblaient favoriser les produits possédant un effet de contact. À cette étape, il était encore prématuré de conclure à l'inefficacité des autres molécules à l'étude. La deuxième année du projet s'est déroulée dans une framboisière, sous grands tunnels. Les résultats obtenus en 2^e année de projet ont permis de valider l'efficacité des produits suivants : Delegate, Ripcord et Danitol. Or le contrôle du ravageur n'est pas absolu et les traitements doivent être renouvelés dans un court intervalle de temps afin de limiter les dommages. Entrust et EverGreen n'ont pas offert un contrôle similaire à ce qui avait été observé lors des essais laboratoire. L'emploi de produits à base d'huile (SuffOil-X et le Pure Spray) s'est avéré inefficace, autant lors des essais laboratoire et sous grand tunnel.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

ANNÉE 1 : VOLET LABORATOIRE

La première année du projet était consacrée à deux essais effectués en laboratoire. Un élevage de drosophiles à ailes tachetées (DAT) a démarré en laboratoire à l'automne 2014. L'élevage a démarré à partir de larves envoyées par Justin Renkema de l'Université de Guelph, ainsi que par le Carrefour Industriel et Expérimental de Lanaudière (CIEL). Le dispositif expérimental comprenait 12 traitements et 4 répétitions, pour un total de 48 unités expérimentales. Les traitements suivants ont été comparés :

- 1) Témoin traité avec de l'eau;
- 2) Ripcord (cyperméthrine), 150 ml/ha;
- 3) Exirel (cyantraniliprole), 1 L/ha;
- 4) Danitol (fenpropathrine), 1.17 L/ha
- 5) Bio-Cérès (*Beauvaria bassiana*), 6 g/L;

- 6) EverGreen (pyréthrine+butoxide de piperonyl), 1.17 L/ha;
- 7) Delegate (spinetorame), 420 g/ha;
- 8) Entrust (spinosad), 109 g/ha;
- 9) SuffOil-X (Huile minérale 80 %), 10 L/ha;
- 10) Pure Spray (Huile minérale 99 %), 5 L/ha;
- 11) Movento (Spirotetramate), 365 ml/ha;
- 12) Témoin non-traité (Essai 1, traitement du 4 novembre 2014 seulement)

Essai 1 : Exposition directe de la drosophile aux traitements.

Pour chaque échantillon, vingt drosophiles fraîchement émergées (1-3 jours) ont été placées en pot et pulvérisées selon les différents traitements. Les mâles et femelles n'ont pas été différenciés puisque le stade de développement peu avancé ne permettait pas une identification hors de tout doute. Des évaluations de la mortalité ont ensuite été effectuées 3 et 6 heures après traitement, puis une à deux fois par jour jusqu'à la mortalité de toutes les drosophiles, ou jusqu'à ce que deux semaines se soient écoulées depuis la pulvérisation (Annexe 1).

Essai 2 : Étude de la rémanence des traitements

Étant donné certaines difficultés à démarrer l'élevage, l'application des différents produits n'a pu se faire sous grand tunnel dans la framboise d'automne comme prévu dans le protocole. Le second volet a donc été effectué sur du feuillage de fraisier. Pour cet essai, onze balconnières contenant chacune de 8 à 12 plants de fraisiers ont été pulvérisées selon les différents traitements comparés (traitements 1 à 11). Un échantillon de feuilles, composé de 5 disques de 4 cm de diamètre, a été prélevé pour chacun des traitements, 1, 3, 5, 7 et 10 jours suite à l'application des produits. Au laboratoire, les disques de feuilles ont été placés dans un contenant de plastique avec présence d'une solution nutritive afin d'assurer la survie des drosophiles. Vingt drosophiles ont été ajoutées à chaque contenant de plastique. Le dispositif expérimental comportait 11 traitements et quatre répétitions, pour un total de 44 pots pour chacune des 5 dates d'échantillonnage. Une première évaluation de la mortalité a été effectuée 24 heures après l'introduction des insectes. Les observations subséquentes ont été réalisées toutes les 12 à 48 heures, jusqu'à ce que deux semaines se soient écoulées depuis la pulvérisation (Annexe 1).

Analyses statistiques :

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel XLStat. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) afin de déterminer la présence de différences significatives entre les traitements et les moyennes ont ensuite été comparées avec le test de comparaisons multiples de Tukey.

ANNÉE 2 : VOLET GRAND TUNNEL

La deuxième année du projet visait à valider les résultats obtenus lors des essais en laboratoire et de vérifier l'efficacité des insecticides à l'étude, par le biais de récoltes et d'incubations de fruits.

Le site a été mis en place en Montérégie-Est au sein d'une entreprise ayant un historique de présence accrue de DAT au cours des dernières années. Le dispositif expérimental comprenait 11 traitements et 3 répétitions, pour un total de 33 parcelles disposées les unes à la suite des autres, selon le plan en blocs aléatoires complets. Les parcelles mesuraient 2 mètres de long par 1 rang de largeur (0.762 mètre) et une zone tampon d'un mètre a été respectée entre chaque parcelle (Annexe 2). Les récoltes ont été effectuées deux fois par

semaine sur une distance de 1 mètre au centre de chaque parcelle, préalablement définie et fixe pour toutes les récoltes.

Quatre pièges ont été installés le 10 juillet, avant la fructification, afin de surveiller l'arrivée du ravageur et d'entamer les traitements dès la première capture d'une DAT femelle (Annexe 3). Au total, neuf applications ont été effectuées (Annexe 1). Toutes les applications ont été faites à une pression de 60 psi et un volume d'application de 500 L/ha, à l'aide de buses de type jet conique creux D3-25.

L'incidence des dommages a été évaluée suite à chaque application, lors des récoltes. Celles-ci ont été effectuées deux fois par semaine, sauf en début de production en raison d'un mûrissement lent des fruits. Tous les fruits mûrs présents sur le mètre ont été cueillis pour chacune des parcelles. Le nombre total de fruits sains ainsi que le nombre de fruits dont la présence de larves et/ou de dommages de DAT était visible ont été notés pour chaque parcelle. Les rendements cumulatifs total et commercialisable en tonnes par hectare ont été calculés, de même le pourcentage de fruits avec présence de dommages dus à la DAT.

Au total, treize récoltes ont été effectuées à partir de la mi-août jusqu'au début octobre. Ces dernières ont pris fin en même temps que la fin des récoltes du producteur.

Une fois par semaine, les fruits d'une récolte étaient mis en incubation. Seuls les fruits d'apparence saine étaient sélectionnés (maximum 25 fruits/parcelle) et maintenus à température ambiante jusqu'à l'émergence de drosophiles. L'ensemble des individus ont été identifiés et caractérisés par genre et le nombre de DAT/fruit a pu être calculé. Neuf incubations ont été réalisées (Annexe 1).

Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel XLStat. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) afin de déterminer la présence de différences significatives entre les traitements et les moyennes ont ensuite été comparées avec le test de Tukey. L'homogénéité des variances a été vérifiée à l'aide du test de Bartlett.

RÉSULTATS OBTENUS

ANNÉE 1 : VOLET LABORATOIRE

Essai 1 : Exposition directe de la DAT aux traitements

Cet essai a été réalisé à deux reprises, soit le 4 novembre et le 2 décembre. Lors du premier essai, vingt drosophiles ont été placées sur pétris sans solution nutritive. Les résultats montraient que le pourcentage de mortalité atteignait 50% après seulement 60 heures pour le témoin traité à l'eau (T1) et que la mortalité était totale après 108 heures (4.5 jours) (voir Tableau 1 ci-dessous et Annexe 4). De même, le témoin non traité (T12) atteignait 50% de mortalité après seulement 36 heures. Il a donc été décidé de reprendre l'essai une nouvelle fois, le 2 décembre 2014, avec cette fois l'apport de solution nutritive afin de mieux évaluer l'impact des produits testés sur la viabilité des drosophiles.

Résultats traitement du 4 novembre 2014, sans apport de solution nutritive

Deux produits ont montré un taux de mortalité significativement différent du témoin traité à l'eau (T1) et ce, dès la première journée d'évaluation : Delegate (T7) et Entrust (T8) (Tableau 1 et figure 1). Le pourcentage de mortalité a atteint 100% au bout de 48 heures pour Entrust (T8) et 60 heures pour le Delegate (T7). L'Exirel (T3) a démontré une différence significative du pourcentage moyen de mortalité comparativement au témoin eau (T1) 24 heures post-traitement mais cette différence est disparue 48 heures après traitement. Le Danitol (T4) a aussi semblé démontrer une certaine efficacité en se distinguant du témoin eau à l'évaluation de 3 heures post-traitement, mais cette différence n'était plus significative 36 heures après la pulvérisation.

Il est à noter que le traitement SuffOil-X (T9) a démontré une mortalité des drosophiles significativement plus lente que pour le témoin traité à l'eau (T1) ainsi que plusieurs autres traitements. Aussi, il a été observé que le témoin non-traité (T12) avait un taux de mortalité significativement plus rapide que le témoin traité à l'eau (T1) ainsi que plusieurs autres traitements. Cela s'expliquerait par le fait que le milieu plus sec dans ce pétri a nuit à la survie des drosophiles, qui bénéficiaient d'un milieu plus humide dans les autres traitements. C'est pourquoi ce traitement n'a pas été pris en compte pour comparer l'efficacité des traitements.

Tableau 1 : Pourcentage moyen de mortalité des drosophiles en fonction du nombre d'heures post-traitement (\pm erreur-type)* pour la pulvérisation du 4 novembre 2014, **sans** l'apport de solution nutritive.

TRAITEMENT	3 heures post-traitement	6 heures post-traitement	24 heures post-traitement	36 heures post-traitement	48 heures post-traitement
Témoin eau (T1)	0.0 \pm 0.0 c	0.0 \pm 0.0 c	0.0 \pm 0.0 d	3.8 \pm 1.3 d	23.8 \pm 2.4 cd
Ripcord (T2)	10.0 \pm 2.9 bc	8.8 \pm 2.4 bc	10.0 \pm 3.5 bcd	11.3 \pm 4.7 cd	21.3 \pm 8.0 cd
Exirel (T3)	3.8 \pm 2.4 bc	7.5 \pm 3.2 bc	25.0 \pm 7.4 b	31.3 \pm 7.5 bc	37.5 \pm 6.3 bc
Danitol (T4)	16.6 \pm 4.5 ab	20.3 \pm 3.7 b	21.6 \pm 3.9 b	24.1 \pm 5.2 cd	33.0 \pm 6.4 cd
Bio-cérès (T5)	6.3 \pm 2.4 bc	7.5 \pm 3.2 bc	7.5 \pm 3.2 bcd	16.3 \pm 2.4 cd	23.8 \pm 1.3 cd
EverGreen (T6)	10.6 \pm 5.3 bc	10.6 \pm 5.3 bc	10.6 \pm 5.3 bcd	24.3 \pm 10.3 bcd	36.7 \pm 8.8 bc
Delegate (T7)	43.8 \pm 14.0 a	73.8 \pm 6.9 a	88.8 \pm 8.0 a	96.3 \pm 3.8 a	96.3 \pm 3.8 a
Entrust (T8)	12.5 \pm 3.2 abc	62.5 \pm 4.3 a	93.8 \pm 3.1 a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a
SuffOil (T9)	2.5 \pm 1.4 bc	2.5 \pm 1.4 c	2.5 \pm 1.4 cd	3.8 \pm 2.4 d	7.5 \pm 1.4 d
Pure Spray (T10)	6.3 \pm 3.1 bc	6.3 \pm 3.1 bc	6.3 \pm 3.1 bcd	11.3 \pm 1.3 cd	25.0 \pm 0.0 cd
Movento (T11)	7.6 \pm 2.5 bc	7.6 \pm 2.5 bc	11.5 \pm 4.3 bcd	16.5 \pm 6.2 cd	30.5 \pm 8.5 cd
Témoin non-traité (T12)	10.0 \pm 3.5 bc	13.8 \pm 4.7 bc	21.3 \pm 6.3 bc	51.3 \pm 10.5 b	63.8 \pm 8.3 b
	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> < 0,0001
TRAITEMENT	60 heures post-traitement	72 heures post-traitement	84 heures post-traitement	96 heures post-traitement	108 heures post-traitement
Témoin eau (T1)	56.3 \pm 2.4 bc	72.5 \pm 5.2 bc	90.0 \pm 0.0 abc	96.3 \pm 1.3 ab	100.0 \pm 0.0 a
Ripcord (T2)	43.8 \pm 9.4 cd	65.0 \pm 7.4 bcd	78.8 \pm 6.6 bcd	93.8 \pm 1.3 ab	98.8 \pm 1.3 a
Exirel (T3)	46.3 \pm 5.9 cd	67.5 \pm 6.0 bcd	87.5 \pm 4.3 abc	96.3 \pm 2.4 ab	98.8 \pm 1.3 a
Danitol (T4)	49.4 \pm 3.3 cd	73.2 \pm 6.8 bc	87.0 \pm 8.2 abc	91.0 \pm 4.5 ab	94.9 \pm 2.2 ab
Bio-cérès (T5)	42.5 \pm 3.2 cd	51.3 \pm 2.4 cde	72.5 \pm 1.4 cd	97.5 \pm 1.4 a	100.0 \pm 0.0 a
EverGreen (T6)	59.1 \pm 6.7 bc	72.6 \pm 6.3 bc	84.6 \pm 2.6 abcd	95.0 \pm 2.9 ab	98.3 \pm 1.7 a
Delegate (T7)	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a
Entrust (T8)	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a
SuffOil (T9)	26.3 \pm 2.4 d	26.3 \pm 2.4 e	65.0 \pm 2.9 d	87.5 \pm 1.4 b	91.3 \pm 2.4 b
Pure Spray (T10)	45.0 \pm 6.5 cd	45.0 \pm 6.5 de	90.0 \pm 2.9 abc	95.0 \pm 2.0 ab	98.8 \pm 1.3 a
Movento (T11)	52.0 \pm 8.4 c	52.0 \pm 8.4 cde	87.4 \pm 3.2 abc	95.0 \pm 2.0 ab	100.0 \pm 0.0 a
Témoin non-traité (T12)	78.8 \pm 3.1 ab	78.8 \pm 3.1 ab	95.0 \pm 2.0 ab	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a
	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> = 0,002	<i>p</i> < 0,0001

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, Test de Tukey)

Temps létal 50% (tI50)

Le calcul du temps létal 50% a démontré une différence significative de deux traitements par rapport à tous les autres, soit le Delegate (T7) (TL50 = 4.5 heures) et l'Entrust (T8) (TL50 = 5.4 heures) (Tableau 2). Une différence significative a aussi été observée entre le témoin non-traité (T12) et les traitements témoin traité à l'eau (T1), Ripcord (T2), Exirel (T3), Danitol (T4), Bio-cérès (T5), SuffOil (T9), Pure Spray (T10) et Movento (T11). Tel que mentionné précédemment, cela pourrait s'expliquer par le manque d'humidité du milieu dans lequel ont été placées ces drosophiles par rapport aux autres traitements. Cela semble accélérer la mortalité comparativement au témoin traité à l'eau (T1).

Tableau 2 : Temps moyen requis pour que meurent 50% des drosophiles exposées à chacun des traitements (\pm erreur-type)* Traitement du 4 novembre 2014, **sans** l'apport de solution nutritive.

TRAITEMENT	Temps létal 50% (h)
Témoin eau (T1)	59.7 \pm 1.5 b
Ripcord (T2)	65.8 \pm 5.1 ab
Exirel (T3)	56.7 \pm 4.9 b
Danitol (T4)	61.2 \pm 7.0 ab
Bio-cérès (T5)	68.2 \pm 0.6 ab
EverGreen (T6)	55.3 \pm 4.1 bc
Delegate (T7)	4.5 \pm 3.2 d
Entrust (T8)	5.4 \pm 0.2 d
SuffOil (T9)	77.6 \pm 1.1 a
Pure Spray (T10)	66.4 \pm 2.4 ab
Movento (T11)	62.0 \pm 5.3 ab
Témoin non-traité (T12)	38.9 \pm 4.9 c
	$p < 0,0001$

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, Test de Tukey)

Résultats traitement du 2 décembre 2014, avec apport de solution nutritive

Pour cet essai, le témoin non-traité (T12) n'a pas été reconduit considérant les résultats du premier essai. Il y a donc eu 11 traitements comparés.

Deux traitements ont démontré une différence significative pour le pourcentage de mortalité par rapport aux autres. Il s'agit d'EverGreen (T6) et de Delegate (T7) (voir Tableau 3 ci-dessous et Figure 2 – Annexe 4). Il n'y avait pas de différence significative entre ces deux traitements. EverGreen (T6) se distingue du témoin traité à l'eau (T1) à l'évaluation de 6 heures post-traitement alors que Delegate s'est démarqué après 24 heures. À partir de l'évaluation à 36 heures post-traitement et jusqu'à l'évaluation de 240 heures post-traitement, les traitements EverGreen (T6) et Delegate (T7) sont significativement différents de tous les autres traitements. Les données au-delà de 72 heures post-traitement n'ont pas été présentées ici.

Tableau 3 : Pourcentage moyen de mortalité des drosophiles en fonction du nombre d'heures post-traitement (\pm erreur-type)*, pulvérisation du 2 décembre 2014, avec l'apport de solution nutritive.

TRAITEMENT	3 heures post-traitement	6 heures post-traitement	24 heures post-traitement	36 heures post-traitement
Témoin eau (T1)	1.3 \pm 1.3 ab	1.3 \pm 1.3 b	2.5 \pm 1.4 c	2.5 \pm 1.4 b
Ripcord (T2)	1.3 \pm 1.3 ab	1.3 \pm 1.3 b	3.8 \pm 2.4 c	3.8 \pm 2.4 b
Exirel (T3)	0.0 \pm 0.0 b	2.5 \pm 1.4 b	2.5 \pm 1.4 c	3.8 \pm 1.3 b
Danitol (T4)	1.3 \pm 1.3 ab	5.0 \pm 3.5 b	13.8 \pm 12.1 bc	13.8 \pm 12.1 b
Bio-cérès (T5)	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 c	7.5 \pm 1.4 b
EverGreen (T6)	11.3 \pm 5.2 a	33.8 \pm 11.4 a	77.5 \pm 4.3 a	85.0 \pm 3.5 a
Delegate (T7)	6.3 \pm 2.4 ab	15.0 \pm 7.4 ab	40.0 \pm 10.8 b	61.3 \pm 10.5 a
Entrust (T8)	0.0 \pm 0.0 b	2.5 \pm 2.5 b	12.5 \pm 9.2 bc	16.3 \pm 10.1 b
SuffOil (T9)	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b	1.3 \pm 1.3 c	1.3 \pm 1.3 b
Pure Spray (T10)	1.3 \pm 1.3 ab	2.5 \pm 1.4 b	3.8 \pm 1.3 c	5.0 \pm 0.0 b
Movento (T11)	8.8 \pm 4.3 ab	12.5 \pm 5.2 ab	13.8 \pm 5.2 bc	13.8 \pm 5.2 b
	$p=0,007$	$p< 0,0001$	$p< 0,0001$	$p< 0,0001$
TRAITEMENT	48 heures post-traitement	60 heures post-traitement	72 heures post-traitement	
Témoin eau (T1)	2.5 \pm 1.4 b	5.0 \pm 2.0 b	6.3 \pm 2.4 b	
Ripcord (T2)	5.0 \pm 2.9 b	8.8 \pm 2.4 b	12.5 \pm 3.2 b	
Exirel (T3)	3.8 \pm 1.3 b	7.5 \pm 3.2 b	7.5 \pm 3.2 b	
Danitol (T4)	17.5 \pm 14.4 b	18.8 \pm 15.6 b	18.8 \pm 15.6 b	
Bio-cérès (T5)	10.0 \pm 2.9 b	10.0 \pm 2.9 b	11.3 \pm 3.8 b	
EverGreen (T6)	88.8 \pm 3.1 a	90.0 \pm 3.5 a	93.8 \pm 4.7 a	
Delegate (T7)	78.8 \pm 10.5 a	81,3 \pm 11.3 a	88.8 \pm 8.0 a	
Entrust (T8)	18.8 \pm 12.5 b	21.3 \pm 12.5 b	26.3 \pm 17.1 b	
SuffOil (T9)	2.5 \pm 1.4 b	3.8 \pm 1.3 b	8.8 \pm 1.3 b	
Pure Spray (T10)	8.8 \pm 1.3 b	11.3 \pm 1.3 b	15.0 \pm 3.5 b	
Movento (T11)	17.5 \pm 6.3 b	17.5 \pm 6.3 b	21.3 \pm 4.3 b	
	$p< 0,0001$	$p< 0,0001$	$p< 0,0001$	

*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, Test de Tukey)

Essai 2 : Étude de la rémanence des traitements

Pour cette section du rapport, les données sont présentées en annexe sous forme de graphiques et non sous forme de tableaux en raison du nombre important de données qui rendrait la présentation des tableaux beaucoup trop fastidieuse.

Introduction de drosophiles 1 jour après traitement du feuillage.

Deux traitements ont démontré une incidence rapide sur le taux de mortalité des drosophiles, soient le Ripcord (T2) et le Danitol (T4). Ces deux traitements étaient significativement différents des autres dès la première évaluation, 24 heures après l'introduction des drosophiles avec le feuillage traité (Annexe 4 - Figure 3). Bien que le pourcentage de mortalité soit significativement différent du témoin traité à l'eau (T1) jusqu'à l'évaluation de

144 heures post-introduction, il a été observé que ces produits semblaient n'avoir qu'un effet immédiat de contact. La figure 3 illustre bien ce phénomène. Les traitements Delegate (T7), Entrust (T8) et SuffOil-X (T9) ont démontré une différence significative à partir de l'évaluation de 48 heures, de 72 heures et de 36 heures respectivement. Ces trois traitements ont atteint plus de 88% à 95% de mortalité à la dernière évaluation, soit 336 heures post-introduction (14 jours). Il est cependant important de noter que pour le traitement SuffOil-X (T9), une grande proportion de la mortalité a été causée par la noyade des drosophiles dans la solution nutritive. Nous n'avons pas d'explication à ce phénomène qui ne s'est d'ailleurs pas reproduit lors des introductions subséquentes.

Introduction de drosophiles 3 jours après traitement du feuillage.

Aucune différence significative entre les traitements n'a été observée lors de la première évaluation, 24 heures post-introduction. Delegate (T7) et Entrust (T8) ont démontré une différence significative avec le témoin traité à l'eau (T1) à partir de l'évaluation de 36 heures et de 60 heures respectivement (Annexe 4 - Figure 4). Ces deux traitements ont atteint plus de 90% de mortalité à la dernière évaluation, soit 336 heures post-introduction (14 jours). Le Ripcord (T2) était significativement différent du témoin traité à l'eau (T1) seulement lors de l'évaluation de 60 heures après introduction. Le Danitol (T4) a aussi démontré une différence significative lors des évaluations de 60 et 72 heures post-introduction.

Encore ici, les traitements Delegate (T7) et Entrust (T8) ont démontré une différence significative avec les autres traitements. Ces deux traitements ont atteint 92,5 % de mortalité à la dernière évaluation, soit 336 heures post-introduction (Annexe 4 - Figure 5). Un taux de mortalité assez élevé a été observé pour le traitement Ripcord (T2). Toutefois, il n'était significativement différent du témoin eau (T1) qu'aux évaluations de 48, 72 et 96 heures post-introduction.

Introduction de drosophiles 7 jours après traitement du feuillage.

Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements pour les évaluations de 24 et de 36 heures post-introduction ($p=0,474$ et $p=0,335$ respectivement). C'est encore les traitements Delegate (T7) et Entrust (T8) qui ont démontré une différence significative avec le témoin traité à l'eau (T1) (Annexe 4 - Figure 6).

Introduction de drosophiles 10 jours après traitement du feuillage.

Seul le traitement Ripcord (T2) a démontré une différence significative avec le témoin traité à l'eau (T1) pour la majorité des évaluations, sauf pour l'évaluation de 96 heures post traitement, où aucun produit à l'essai ne s'était démarqué. Le Delegate (T7) a démontré une différence significative avec le témoin traité à l'eau (T1) à partir de 120 heures post-introduction. Quand à l'Entrust (T8), une différence significative avec le témoin traité à l'eau (T1) a été observée à partir de l'évaluation de 144 heures après introduction. Les traitements Delegate (T7) et Entrust (T8) restent ceux avec le plus haut taux de mortalité lors de l'évaluation finale (79% et 75% respectivement) (Annexe 4 - Figure 7)

ANNÉE 2 : VOLET GRAND TUNNEL

Résultats obtenus lors des récoltes

Le tableau 4 présente les rendements cumulatifs pour l'ensemble des parcelles, hormis les parcelles 107 (T9), 108 (T3) et 109 (T5) qui n'ont pas produit de fruits durant la saison.

Aucun des dix produits à l'essai n'a affecté le rendement total et vendable, ni même le nombre total de fruits par rapport au témoin non traité. Le pourcentage de fruits avec dommages de drosophiles est significativement plus faible pour les parcelles traitées au Danitol comparativement au témoin non traité, à l'Exirel, au Delegate, à l'Entrust, au Pure Spray et au Movento ($p=0.003$).

Tableau 4: Rendements cumulatifs et pourcentage de fruits avec dommages de drosophiles par traitement (\pm erreur-type)*

TRAITEMENTS	Rendement total (t/ha)	Rendement total vendable (t/ha)	Total de fruits	Pourcentage de fruits avec DAT
Témoin non traité (T1)	22.2 \pm 4.0 a	11.8 \pm 3.2 a	651.7 \pm 96.5 a	19.5 \pm 2.5 ab
Ripcord (T2)	16.4 \pm 3.1 a	10.1 \pm 2.5 a	478.7 \pm 87.6 a	9.7 \pm 0.8 bc
Exirel (T3)	12.6 \pm 6.1 a	6.5 \pm 3.4 a	355.4 \pm 159.0 a	20.5 \pm 3.7 ab
Danitol (T4)	15.9 \pm 3.6 a	11.6 \pm 2.6 a	429.0 \pm 86.4 a	4.0 \pm 0.5 c
Bio-cérès (T5)	14.4 \pm 1.0 a	8.5 \pm 1.1 a	438.9 \pm 65.5 a	18.9 \pm 7.3 abc
EverGreen (T6)	15.4 \pm 4.8 a	9.2 \pm 2.4 a	453.7 \pm 143.5 a	17.6 \pm 4.9 abc
Delegate (T7)	21.4 \pm 4.3 a	11.9 \pm 2.3 a	585.3 \pm 89.3 a	19.7 \pm 1.3 ab
Entrust (T8)	10.2 \pm 2.8 a	5.4 \pm 1.7 a	293.0 \pm 77.0 a	22.2 \pm 1.2 ab
SuffOil (T9)	10.0 \pm 2.5 a	5.8 \pm 2.1 a	320.9 \pm 50.5 a	16.7 \pm 2.9 abc
Pure Spray (T10)	18.6 \pm 4.0 a	10.0 \pm 2.2 a	513.7 \pm 104.3 a	25.7 \pm 0.7 a
Movento (T11)	15.5 \pm 3.1 a	7.7 \pm 0.8 a	447.7 \pm 99.8 a	20.4 \pm 2.5 ab
	$p=0.331$	$p=0.290$	$p=0.303$	$p=0.003$

*Les données suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, Test de Tukey)

Tel que mentionné précédemment, les 5 premières récoltes n'ont pas été effectuées de façon régulière en raison du mûrissement lent des fruits. Pour l'analyse des données, seuls les résultats des récoltes à partir du 6 septembre ont été retenus, ce qui représente tout de même 85% des fruits récoltés et le moment où les populations de la DAT prennent de l'importance (Annexe 3). Des différences significatives ont également été observées lors de l'analyse des résultats par date de récolte (tableau 5). Le traitement à l'Exirel (T3) présente un pourcentage de fruits avec dommages de drosophiles plus important que le traitement au Danitol (T4) lors de la récolte du 14 septembre. À la 10^e récolte de la saison (21 septembre), les résultats sont les suivants: les parcelles traitées avec l'Entrust montrent plus de dommages que les parcelles traitées avec le Ripcord, le Danitol, le Delegate et le SuffOil. La dernière récolte, en date du 5 octobre, montre que le pourcentage de fruits endommagés est significativement plus grand pour les parcelles traitées avec le Pure Spray que dans les parcelles traitées avec le Ripcord, l'Exirel, le Danitol, le SuffOil et le Movento.

Tableau 5: Pourcentage de fruits avec dommages de drosophiles au moment de la récolte, (\pm erreur-type)*

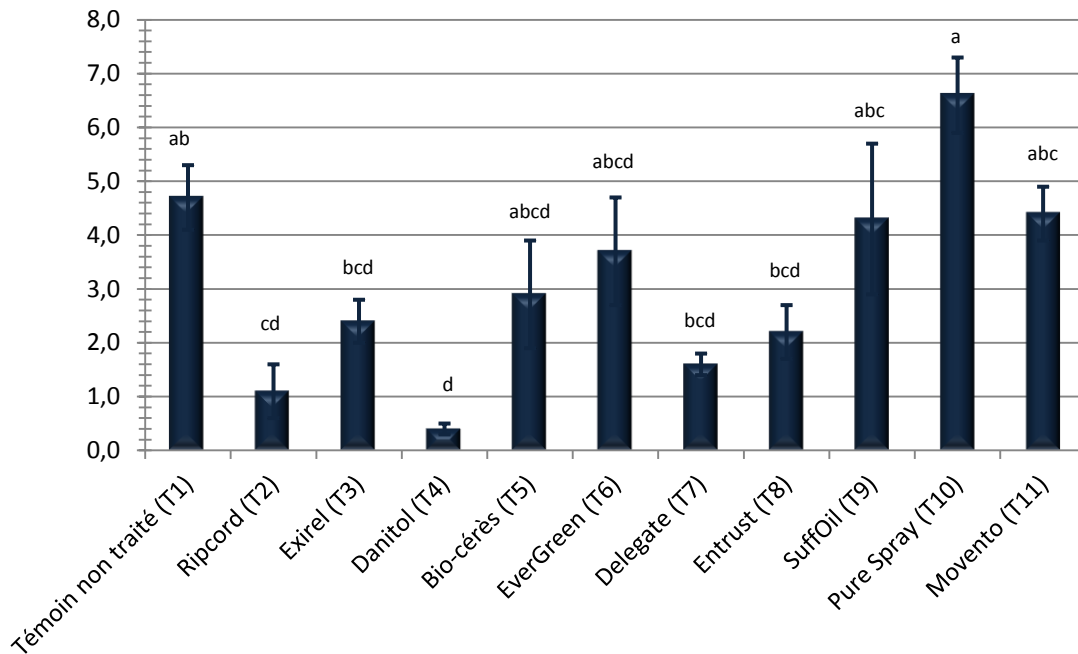
	6 sept. (6)	9 sept. (7)	14 sept. (réc.8)	17 sept. (9)	21 sept. (réc.10)	24 sept. (11)	29 sept. (12)	5 oct. (réc.13)
TRAITEMENTS								
Témoin non traité (T1)	15.9 \pm 3.5 a	20.5 \pm 7.7 a	34,1 \pm 5.3 ab	18.3 \pm 3.4 a	25,9 \pm 3.4 ab	18.4 \pm 6.0 a	3.0 \pm 2.1 a	9,1 \pm 1.5 ab
Ripcord (T2)	14.7 \pm 3.4 a	8.4 \pm 4.4 a	17,2 \pm 4.2 ab	8.6 \pm 4.6 ab	13,7 \pm 2.9 b	3.5 \pm 1.9 a	4.6 \pm 4.0 a	4,5 \pm 1.2 b
Exirel (T3)	19.7 \pm 2.3 a	16.8 \pm 7.7 a	53,9 \pm 2.6 a	27.7 \pm 10.6 ab	22,7 \pm 3.7 ab	15.7 \pm 3.4 a	3.0 \pm 0.3 a	5,6 \pm 0.7 b
Danitol (T4)	3.0 \pm 1.6 a	2.8 \pm 0.3 a	5,7 \pm 0.9 b	4.1 \pm 2.2 b	9,2 \pm 2.8 b	2.7 \pm 2.2 a	0 \pm 0 a	0,8 \pm 0.8 b
Bio-cérès (T5)	16.1 \pm 17.5 a	18.9 \pm 5.2 a	45,9 \pm 4.7ab	23.6 \pm 7.7 ab	21,0 \pm 7.2 ab	10.1 \pm 7.6 a	4.5 \pm 0.03 a	13,8 \pm 8.2 ab
EverGreen (T6)	15.8 \pm 8.0 a	11.7 \pm 4.8 a	34,9 \pm 7.6 ab	18.6 \pm 4.8 ab	23,8 \pm 2.9 ab	11.4 \pm 5.9 a	6.0 \pm 6.0 a	9,5 \pm 2.8 ab
Delegate (T7)	18.5 \pm 4.4 a	10.9 \pm 6.4 a	32,6 \pm 4.0 ab	23.0 \pm 3.6 ab	17,6 \pm 1.1 b	10.7 \pm 3.2 a	2.8 \pm 2.1 a	9,7 \pm 3.4 ab
Entrust (T8)	24.6 \pm 7.7 a	15.5 \pm 5.2 a	33,8 \pm 6.6 ab	30.8 \pm 3.3 ab	35,4 \pm 2.7 a	14.3 \pm 6.8 a	14.0 \pm 4.9 a	9,3 \pm 4.0 ab
SuffOil (T9)	13.5 \pm 5.1 a	16.7 \pm 3.3 a	31,8 \pm 8.4 ab	17.1 \pm 5.8 ab	13,2 \pm 3.8 b	4.2 \pm 6.6 a	1.9 \pm 2.0 a	2,3 \pm 3.2 b
Pure Spray (T10)	22.9 \pm 5.1 a	15.1 \pm 4.2 a	43,4 \pm 19.0 ab	53.6 \pm 23.3 a	21,8 \pm 2.8 ab	20.5 \pm 11.6 a	11.5 \pm 1.3 a	24,2 \pm 0.3 a
Movento (T11)	29.5 \pm 3.5 a	23.1 \pm 6.6 a	38,1 \pm 2.9 ab	22.5 \pm 3.4 ab	26,8 \pm 4.0 ab	9.5 \pm 1.1 a	6.3 \pm 4.9 a	3,4 \pm 1.8 b
	$p=0.235$	$p=0.379$	$p=0.048$	$p=0.084$	$p=0.004$	$p=0.139$	$p=0.364$	$p=0.007$

*Les données suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, Test de Tukey)

Résultats obtenus lors des incubations

La figure 1 présente la compilation des résultats de neuf récoltes pour lesquelles des fruits d'apparence saine provenant de chaque parcelle ont été incubés. La présence de drosophiles a été observée pour tous les traitements, en nombre variable. Seuls les traitements au Ripcord et au Danitol étaient significativement différents du témoin non traité et présentaient moins de DAT par fruit.

Figure 1 : Nombre moyen de drosophiles à ailes tachetées par fruit, pour l'ensemble des incubations (\pm erreur-type)* ($p < 0,0001$)



*Les données suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha=0,05$, Test de Tukey)

Des différences significatives ont également été observées lors de l'analyse des résultats par date d'incubation. Seuls les résultats des incubations 6, 7 et 8 sont présentés dans le tableau 7 puisque les résultats des autres incubations ne montraient aucune différence significative. Les résultats des autres incubations sont disponibles au besoin.

Incubation 6

Les résultats obtenus lors de l'incubation de la récolte du 17 septembre (incubation 6) démontrent que les fruits traités avec le Danitol et le Delegate ont moins de drosophiles/fruit comparativement au témoin non traité et aux traitements effectués avec EverGreen, PureSpray et Movento. Le Ripcord et l'Entrust montraient également un meilleur contrôle que le Pure Spray et le Movento ($p < 0.0001$). Le traitement précédent cette récolte avait été effectué deux jours auparavant, soit le 15 septembre.

Incubation 7

Les fruits de cette incubation ont été traités à deux reprises, à 5 jours d'intervalles (18 et 23 septembre) en raison de la forte pression du ravageur et de l'observation de la présence de dommages lors des récoltes. Suite au traitement du 23 septembre, une récolte a été effectuée le lendemain et les fruits ont été mis en incubation. Les résultats démontrent que la

présence de drosophiles était significativement inférieure pour les traitements effectués au Ripcord, au Danitol et au Delegate comparativement au SuffOil, au Pure Spray, au Movento et au témoin non traité ($p < 0.0001$).

Incubation 8

Cinq jours plus tard, une récolte a été effectuée (29 septembre) suite à un traitement réalisé la veille et les fruits ont été mis en incubation. Encore une fois, les résultats d'incubation mettent en lumière l'efficacité du Ripcord, du Danitol et du Delegate comparativement au Pure Spray et au Movento ($p < 0.0001$). Aussi, significativement moins de DAT ont émergé par fruit dans les parcelles traitées avec Exirel et Entrust en comparaison aux parcelles traitées avec le Pure Spray.

Tableau 7: Nombre moyen de drosophiles à ailes tachetées par fruit, pour les incubations 6 à 8 (\pm erreur-type)*

	Incubation 6	Incubation 7	Incubation 8
TRAITEMENTS			
Témoin non traité (T1)	4.8 \pm 0.8 abc	4.6 \pm 0.4 ab	2.1 \pm 0.6 abc
Ripcord (T2)	0.9 \pm 0.2 cd	0.6 \pm 0.2 d	0.6 \pm 0.3 c
Exirel (T3)	2.4 \pm 0.4 bcd	3.1 \pm 0.7 bcd	1.0 \pm 0.3 bc
Danitol (T4)	0.3 \pm 0.1 d	0.1 \pm 0.03 d	0.1 \pm 0.1 c
Bio-cérès (T5)	4.8 \pm 0.6 abcd	2.9 \pm 0.7 bcd	1.9 \pm 0.3 abc
EverGreen (T6)	4.8 \pm 0.5 abc	2.9 \pm 0.8 bcd	2.1 \pm 0.3 abc
Delegate (T7)	0.6 \pm 0.2 d	0.7 \pm 0.2 d	0.4 \pm 0.2 c
Entrust (T8)	1.3 \pm 0.2 cd	1.0 \pm 0.3 cd	1.3 \pm 0.3 bc
SuffOil (T9)	3.8 \pm 0.4 abcd	5.2 \pm 1.4 ab	2.4 \pm 0.4 abc
Pure Spray (T10)	8.2 \pm 3.1 a	6.8 \pm 1.3 a	3.7 \pm 0.1 a
Movento (T11)	5.6 \pm 1.0 ab	3.9 \pm 0.3 abc	3.1 \pm 0.6 ab
	$p < 0.0001$	$p < 0.0001$	$p < 0.0001$

*Les données suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha = 0,05$, Test de Tukey)

DISCUSSION ET APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

La première année d'essais en laboratoire a permis d'établir l'efficacité de différents produits contre la drosophile à ailes tachetées. Le Delegate (spinetorame) et l'Entrust (spinosad) sont les deux produits qui s'étaient le plus démarqués. Le taux de mortalité important, dépassant souvent les 90%, ainsi que la rémanence du produit sur le feuillage (jusqu'à 10 jours) en faisaient des produits à considérer. Le Ripcord (cyperméthrine) et le Danitol (fenpropathrine) semblaient aussi être intéressants pour leur effet de contact. La rémanence sur le feuillage était aussi intéressante en ce qui concerne le Ripcord. EverGreen (pyréthrine+butoxide de piperonyl) avait aussi démontré un effet lors du deuxième essai de pulvérisation directe sur les drosophiles.

Le deuxième volet de ce projet (essai sous grand tunnel) a permis de confirmer l'efficacité de trois produits dont l'usage s'était avéré concluant suite aux essais en laboratoire.. L'analyse des données démontre que le Danitol est le seul produit qui présente moins de dommages que le témoin non traité et ce, dès le moment de la récolte et qui le demeure suite à l'incubation des fruits. Le Delegate et le Ripcord sont les deux autres produits, mais

leur efficacité a été démontrée qu'à la suite de l'analyse des données d'incubations. Les fruits traités avec trois produits ont montré une faible émergence de drosophiles à ailes tachetées suivant l'incubation. Or le contrôle du ravageur n'est pas absolu et les traitements doivent être renouvelés dans un court intervalle de temps afin de limiter les dommages. L'Entrust, qui s'était démarqué lors du volet laboratoire, n'a pas offert une efficacité constante cette fois-ci. EverGreen, qui avait montré un effet en laboratoire, n'a pas permis le contrôle de la DAT sous grand tunnel. Les produits à base d'huile (SuffOil-X et le Pure Spray) lors des essais en laboratoire n'avaient pas été concluants en raison du mode de fonctionnement de ces produits (mortalité par suffocation et effet de confusion par rapport à l'hôte), il était alors normal qu'aucune rémanence ne soit observée. Les résultats obtenus sous grand tunnel n'ont pas été satisfaisant. Ces deux produits ne sont donc appropriés pour le contrôle de la DAT.

Bien que les données recueillies lors des récoltes ciblent quelques insecticides plus efficaces que d'autres, ce sont les résultats obtenus suite aux incubations qui permettent d'évaluer la rémanence des traitements et qui sont utiles pour l'industrie, en raison du mode de mise en marché des framboises. Lors des mises en incubation, les fruits sélectionnés étaient d'apparence saine. Ce critère, bien que toujours respecté, n'a pas empêché d'observer des émergences de drosophiles suite à une incubation. Ceci met en lumière que la petitesse des œufs de drosophile leur procure un avantage certain puisque la présence de larves dans le fruit n'est détectée qu'une fois le dommage réalisé. La stratégie de contrôle de ce ravageur doit donc absolument viser le stade adulte de l'insecte. Or, la drosophile à ailes tachetées demeure complexe à contrôler en raison de sa mobilité et de sa population qui prend une ampleur exponentielle en milieu de saison (fin août, début septembre environ). Il serait donc pertinent de développer une stratégie de contrôle plus élaborée contre ce ravageur afin de vérifier si la fréquence des traitements pourrait être modifiée pour obtenir un contrôle satisfaisant.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Catherine Thireau, agr
Compagnie de recherche Phytodata Inc.
291 rue de la Coopérative
Sherrington, J0L 2N0
450-454-3992
cthireau@prisme.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme Prime-Vert. Nous tenons également à remercier Le Potager Gauvin pour nous avoir fourni les sites d'essais et pour leur implication dans le projet.

ANNEXE 1

Calendrier des opérations, année 1 – volet laboratoire (2014)

Opérations	Dates
Pulvérisations directes sur drosophiles en milieu fermé	Deux essais de traitements : 4 novembre 2 décembre
Évaluations de la mortalité : 1 ^{er} essai (4 novembre 2014)	3, 6, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 132, 144, 156, 168 heures après pulvérisation
Évaluations de la mortalité : 2 ^{ème} essai (2 décembre 2014)	3, 6, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240, 288, 336, 384 heures après pulvérisation
Pulvérisation des plants de fraisiers	17 novembre 2014
Étude de la rémanence du traitement : <i>mise en pots</i>	18, 20, 22, 24 et 27 novembre 2014
Étude de la rémanence du traitement : <i>évaluations de la mortalité</i>	- 1 jour post-pulvérisation : 24, 36, 48, 60, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240, 264, 312, 336 heures après mise en pot; - 3 jours post-pulvérisation : 24, 36, 48, 60, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240, 288, 336 heures après mise en pot; - 5 jours post-pulvérisation : 24, 36, 48, 60, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 264, 312, 336 heures après mise en pot; - 7 jours post-pulvérisation : 24, 36, 48, 60, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240, 288, 336 heures après mise en pot; - 10 jours post-pulvérisation : 24, 36, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 240, 288, 336 heures après mise en pot

Calendrier des opérations, année 2 – volet grand tunnel (2015)

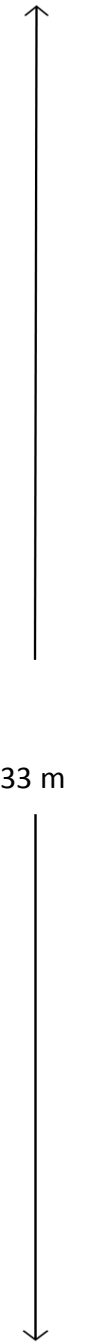
Dates de traitements	1) 11 août
	2) 19 août
	3) 27 août
	4) 2 septembre
	5) 8 septembre
	6) 15 septembre
	7) 18 septembre
	8) 23 septembre
	9) 28 septembre

Dates de récoltes (numéro de la récolte)	Incubation de la récolte	No de l'incubation	Dates des premières émergences de l'incubation
1) 13 août	oui	1	23 août
2) 18 août	non	-	-
3) 21 août	oui	2	1 ^{er} septembre
4) 26 août	oui	3	8 septembre
5) 1 ^{er} septembre	oui	4	12 septembre
6) 6 septembre	non	-	-
7) 9 septembre	oui	5	22 septembre
8) 14 septembre	non	-	-
9) 17 septembre	oui	6	29 septembre
10) 21 septembre	non	-	-
11) 24 septembre	oui	7	16 octobre
12) 29 septembre	oui	8	18 octobre
13) 5 octobre	oui	9	24 octobre

ANNEXE 2

Dispositif expérimental, année 2 – volet grand tunnel

						1 m
	111 - T2		211 - T10		311 - T4	2 m
						1 m
	110 - T7		210 - T11		310 - T7	2 m
						1 m
	109 - T5		209 - T3		309 - T1	2 m
						1 m
	108 - T3		208 - T4		308 - T5	2 m
						1 m
	107 - T9		207 - T1		307 - T9	2 m
						1 m
	106 - T6		206 - T2		306 - T8	2 m
						1 m
	105 - T4		205 - T5		305 - T11	2 m
						1 m
	104 - T10		204 - T8		304 - T2	2 m
						1 m
	103 - T11		203 - T7		303 - T6	2 m
						1 m
	102 - T1		202 - T6		302 - T10	2 m
						1 m
	101 - T8		201 - T9		301 - T3	2 m
						1 m



ANNEXE 3

Suivi des populations de drosophiles à ailes tachetées par piégeage, année 2 – volet grand tunnel et dates de traitements

Date	Captures totales de DAT	Nombre DAT male	Nombre DAT femelle	Proportion femelles vs mâles (%)
03-août	7	1	6	85,7
11-août	33	12	21	63,6
11-août	TRAITEMENT			
14-août	72	20	52	72,2
19-août	TRAITEMENT			
21-août	165	38	127	77,0
26-août	246	39	207	84,1
27-août	TRAITEMENT			
01-sept	215	61	154	71,6
02-sept	TRAITEMENT			
03-sept	782	394	388	49,6
08-sept	TRAITEMENT			
09-sept	403	139	264	65,5
15-sept	292	66	226	77,4
15-sept	TRAITEMENT			
18-sept	565	164	401	71,0
18-sept	TRAITEMENT			
22-sept	982	380	602	61,3
23-sept	TRAITEMENT			
28-sept	275	116	159	57,8
28-sept	TRAITEMENT			
05-oct	247	96	151	61,1

ANNEXE 4

Résultats Étude de la rémanence des traitements, année 1 – volet laboratoire

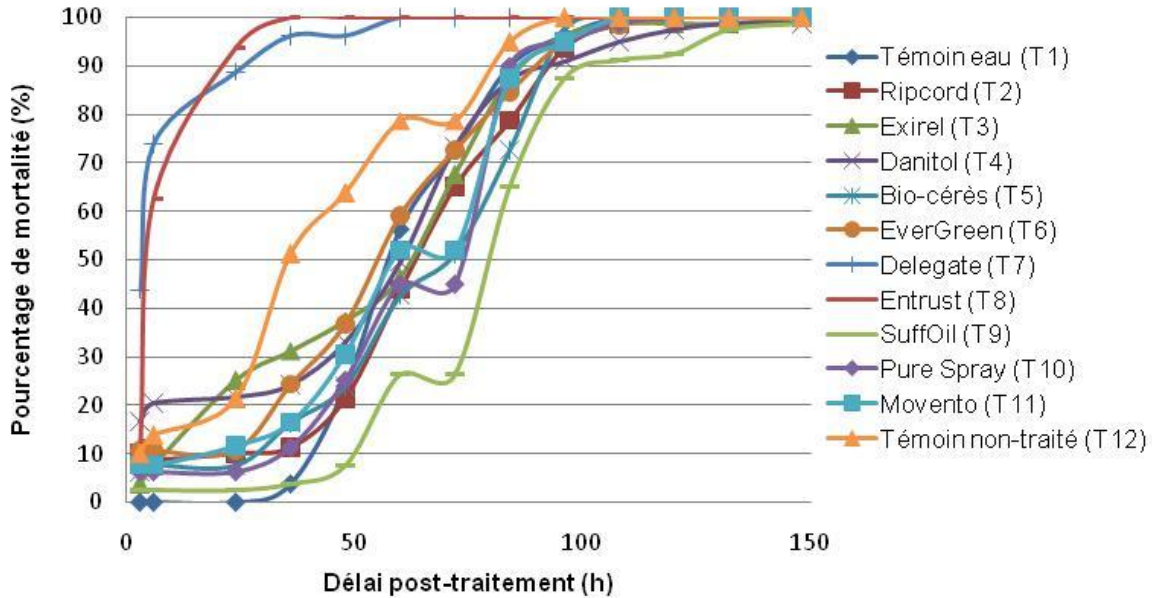


Figure 1 : Pourcentage de mortalité des drosophiles en fonction du délai post-traitement (h). Pulvérisation du 4 novembre 2014, **sans** l'apport de solution nutritive.

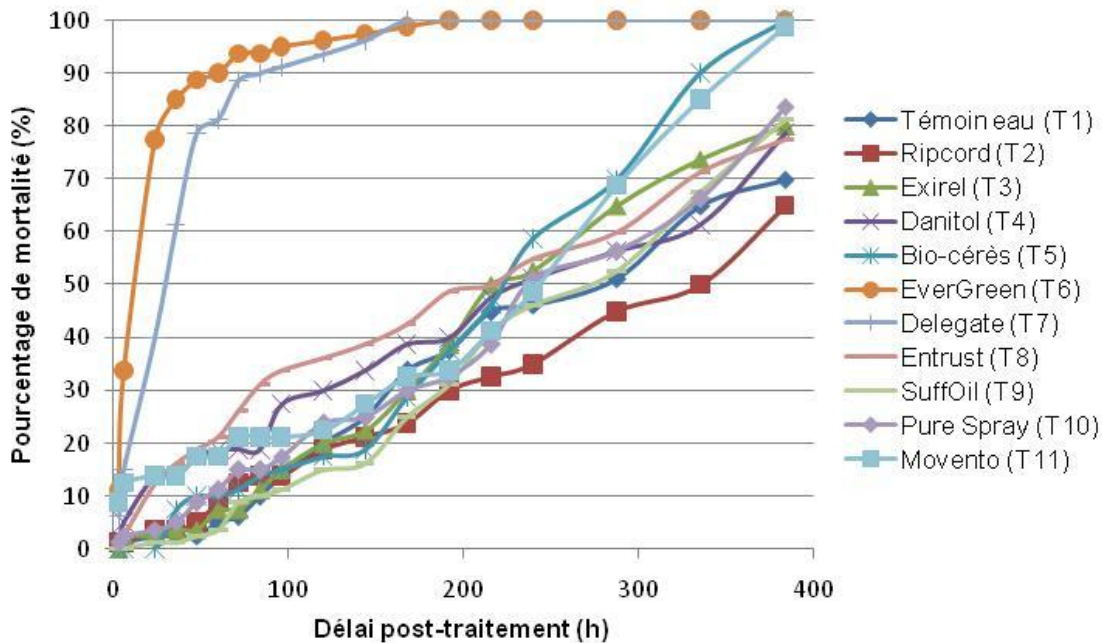


Figure 2 : Pourcentage de mortalité des drosophiles en fonction du délai post-traitement (h). Pulvérisation du 2 décembre 2014, **avec** l'apport de solution nutritive.

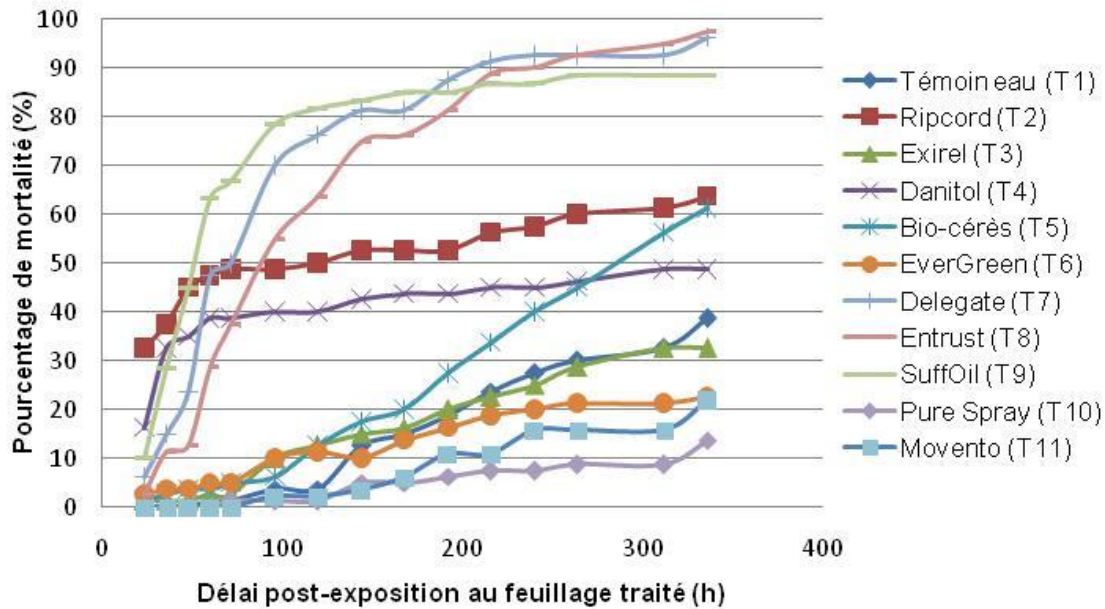


Figure 3 : Introduction des drosophiles 1 JOUR après traitement du feuillage: Pourcentage de mortalité des drosophiles en fonction du temps d'exposition au feuillage.

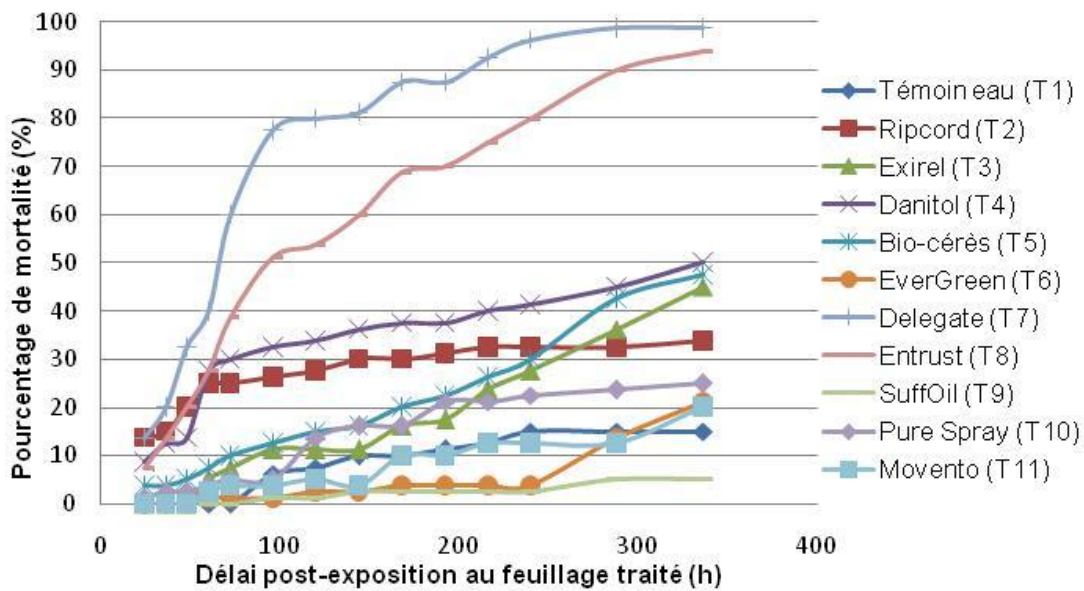


Figure 4 : Introduction des drosophiles 3 JOURS après traitement du feuillage: Pourcentage de mortalité des drosophiles en fonction du temps d'exposition au feuillage.

Étude de la rémanence : Introduction de drosophiles 5 jours après traitement du feuillage.

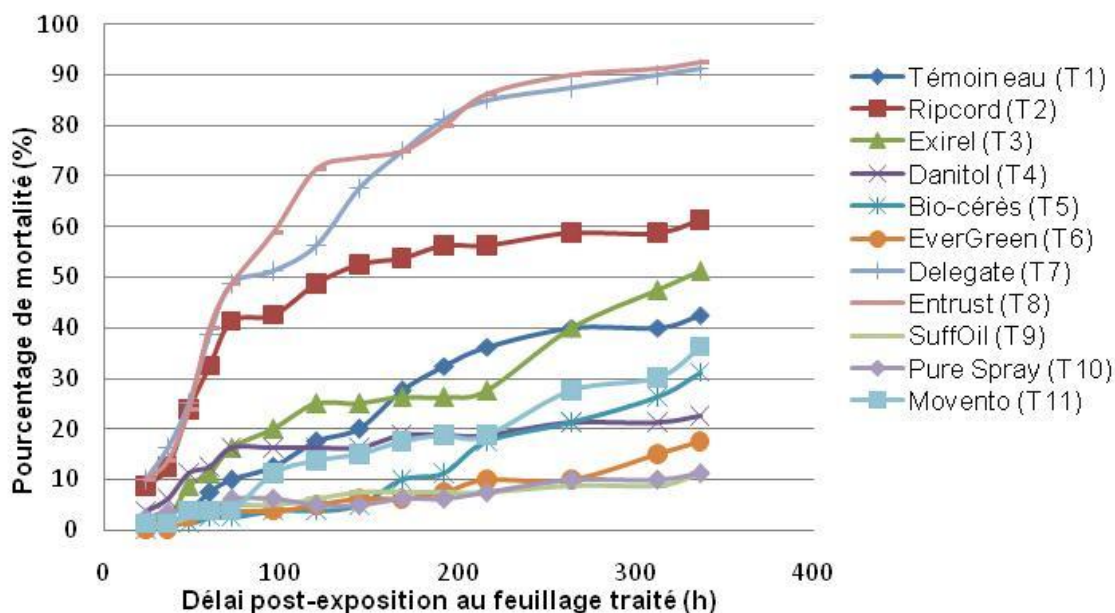


Figure 5 : Introduction des drosophiles 5 JOURS après traitement du feuillage: Pourcentage de mortalité des drosophiles en fonction du temps d'exposition au feuillage.

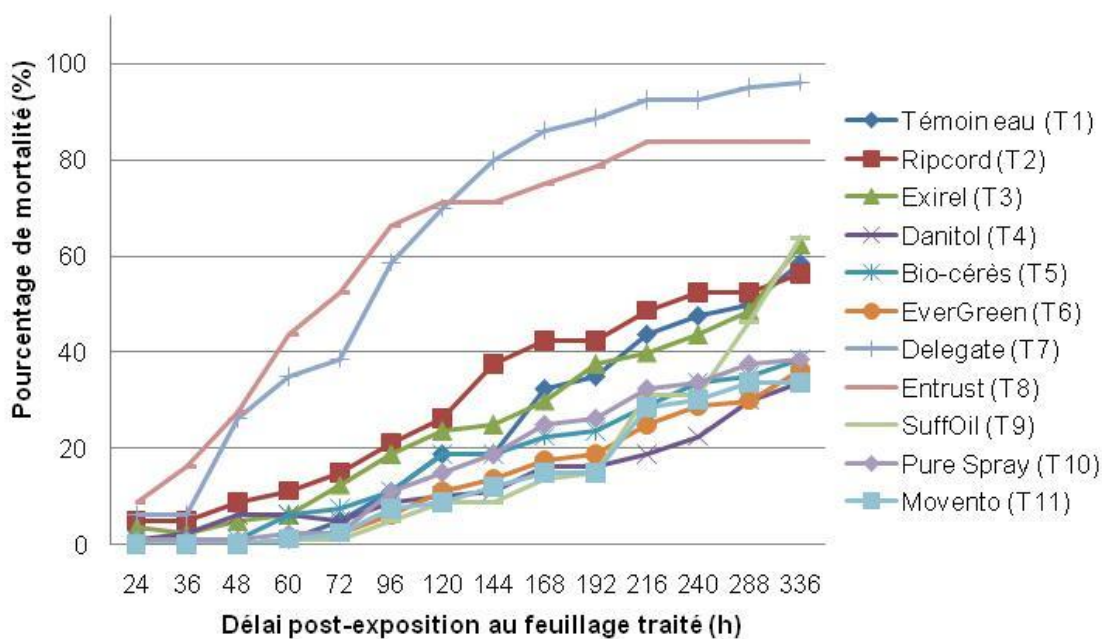


Figure 6 : Introduction des drosophiles 7 JOURS après traitement du feuillage: Pourcentage de mortalité des drosophiles en fonction du temps d'exposition au feuillage.

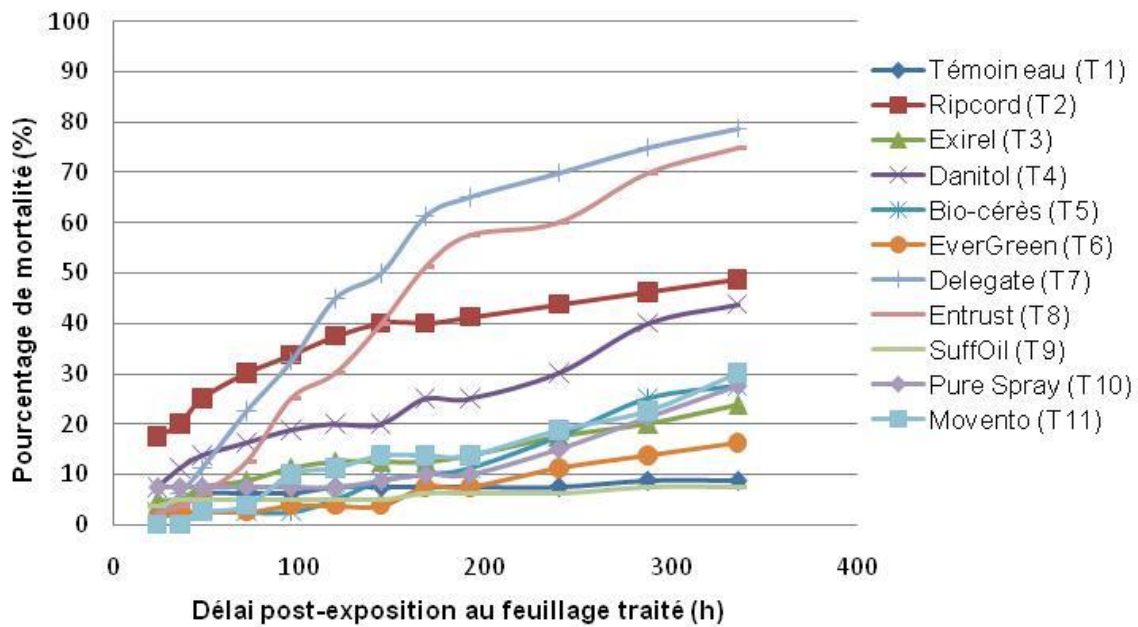


Figure 7 : Introduction des drosophiles 10 JOURS après traitement du feuillage: Pourcentage de mortalité des drosophiles en fonction du temps d'exposition au feuillage.