



ÉVALUATION D'INSECTICIDES À FAIBLE RISQUE POUR LE CONTRÔLE DES MOUCHES DELIA DANS LE FEUILLAGE DES CRUCIFÈRES ASIATIQUES

PHYD-1-17-AD51

DURÉE DU PROJET: AVRIL 2018 / MARS 2021

RAPPORT FINAL

Réalisé par : Katie Blondeau, agr., Phytodata Carl Dion Laplante, agr., Phytodata Anne-Marie Fortier, M. Sc., Phytodata

1er février 2021

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 À FAIBLE RISQUE POUR LE CONTRÔLE DES MOUCHES *DELIA*DANS LE FEUILLAGE DES CRUCIFÈRES ASIATIQUES

PHYD 1-17-AD51

RÉSUMÉ DU PROJET

La mouche du chou (Delia radicum) et les mouches des semis (Delia platura et D. florilega) sont parmi les ravageurs les plus importants dans les cultures de crucifères. Dans plusieurs légumes-feuilles tel le chou chinois, les dommages ne se limitent pas aux racines et s'étendent sur les parties aériennes de la plante. En sol organique, la ponte a lieu durant toute la saison de croissance et les pertes de rendement associées dépassent parfois 60%. Actuellement, aucun produit n'est homologué dans la culture des crucifères asiatiques pour lutter contre les mouches des semis dans le feuillage. L'objectif général du projet était d'évaluer l'efficacité de différentes matières actives à risque réduit pour le contrôle des mouches Delia dans le feuillage des crucifères asiatiques. À l'hiver 2018-2019, un tamisage de biopesticides et de pesticides à faible risque contre D. radicum et D. platura a été réalisé en laboratoire à l'aide d'une tour de Potter et a permis de sélectionner huit produits à tester au champ. Des bioessais ont également été faits en 2019 avec les produits non disponibles en 2018 (Nemasys et Nomu Protec), et l'efficacité d'une dose réduite du produit Evergreen a pu être confirmée dans cet essai. Les trois produits qui se sont démarqués lors des bioessais sont Success, Delegate et Evergreen contre la mouche du chou et la mouche des semis, et le produit Nemasys contre la mouche des semis seulement. En 2019 et 2020, deux sites par année ont été installés en Montérégie-Ouest dans des champs de chou chinois (napa) en sol organique. Le manque d'efficacité des produits lors des essais en champs semble être parfois occasionné par le manque de synchronisation entre les traitements insecticides et le pic d'activité du ravageur, et par la difficulté d'atteindre les larves à l'intérieur du plant lorsque le stade la culture est avancé. Il n'a donc pas été possible d'identifier les produits ayant la meilleure efficacité au champ.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif général du projet était d'évaluer l'efficacité de différentes matières actives à risque réduit pour le contrôle des mouches *Delia* dans le feuillage des crucifères asiatiques. À cette fin, 16 produits ont d'abord été testés en laboratoire en 2018-2019, afin de sélectionner les huit produits ayant la meilleure efficacité pour les essais au champ (saisons 2019 et 2020).

Essais en laboratoire (2018-2019)

En 2018, 14 produits ont été testés en conditions contrôlées. Les bioessais ont été effectués à quatre reprises entre la fin novembre 2018 et début janvier 2019, pour un total de huit répétitions, mais deux répétitions ont dû être éliminées pour la mouche des semis, puisque les larves avaient débuté leur pupaison dans les 24 heures suivant l'application. Chacun des produits a été mélangé à 30 ml d'eau afin d'obtenir une concentration typique de bouillie basée sur les recommandations des étiquettes pour l'utilisation au champ.

Des larves de stades L2-L3 de la mouche du chou et de *Delia platura* (lignée BOLD : AAG2511) ont été obtenues respectivement de l'élevage de Phytodata et de François Fournier au collège Montmorency. Pour chaque répétition et pour chacune des espèces, 10 larves ont été placées dans une boite de Pétri contenant une diète artificielle appropriée, puis pulvérisées à l'aide d'une tour de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK) avec un volume de 3 mL de solution ou d'eau distillée, à 10 psi. Les boites de Pétri ont été scellées à l'aide d'un film de paraffine immédiatement après le traitement. La mortalité et la pupaison ont été évaluées toutes les 24h pendant sept jours suivant le traitement. La mortalité était constatée dès l'immobilité complète de la larve. Les données du pourcentage de mortalité ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA), suivie du test de comparaisons multiples LSD de Fisher.

En 2019, de nouveaux essais en laboratoire ont été réalisés suivant la même méthodologie qu'en 2018 avec les produits Evergreen, Nemasys et Nomu Protect, comparés à un témoin non traité (eau distillée) et au témoin commercial Verimark. Les produits Nemasys et Nomu Protect n'étaient pas disponibles lors des bioessais réalisés en 2018-2019 et la dose d'Evergreen testée à ce moment était beaucoup trop élevée. Cinq répétitions ont été effectuées pour la mouche du chou, et huit pour la mouche des semis. Cependant, les analyses ont été effectuées sur les trois dernières répétitions seulement pour la mouche des semis, car une grande proportion des larves avait débuté la pupaison dans les 24 à 72 heures suivant l'application pour les répétitions 1 à 5.

La liste des produits testés et non testés en laboratoire et des produits sélectionnés pour les essais au champ est présentée à l'annexe 1.

Essais en champ (2019-2020)

Deux sites ont été réalisés par année pendant deux ans en sol organique en Montérégie-Ouest dans la culture du chou chinois pé-tsaï (chou napa, groupe 5-13). Dans chacun des sites, 10 traitements ont été comparés, avec quatre répétitions par traitement, selon un dispositif en blocs aléatoires complets, pour un total de 40 parcelles par site (Annexe 2). La liste des produits testés, des doses et des dates d'application est présentée à l'annexe 3. Les applications étaient faites à un volume de 500 L/ha avant pommaison et de 1000 L/ha après pommaison, à l'aide d'un pulvérisateur à CO₂ équipé de buses de type Twin Jet 8005 VS. Les traitements T2, T9 et T10 ont été effectués en bande à la plantation, à une pression de 58 psi, tandis que les traitements foliaires T3 à T10 ont été réalisés à une pression de 36 psi. Les traitements insecticides foliaires (tous sauf T2) ont été déclenchés à l'atteinte d'un seuil de 10% de plants porteurs d'œufs de mouches (sites 2 et 3) ou au plus tard au stade phénologique de 12 feuilles (sites 1 et 4).

Les sites ont été dépistés deux fois par semaine avant le déclenchement des traitements, puis une fois par semaine jusqu'à la récolte, afin de comptabiliser, sur 10 plants dans chaque parcelle, le nombre d'œufs et de larves de mouches *Delia*, ainsi que le nombre de plants porteurs d'œufs de mouches. À la deuxième année du projet (2020), des évaluations supplémentaires dans les parcelles témoins seulement ont été effectuées, afin d'évaluer la ponte et la nécessité de traiter. Une estimation visuelle de la phytotoxicité a été faite à chaque évaluation à l'aide de l'échelle de WSSA.

Les récoltes ont été réalisées le 22 juillet 2019 (site 1), 1^{er} août 2019 (site 2), 17 juillet 2020 (site 3), et 29 juillet 2020 (site 4). Les rendements total et vendable (T/ha), le pourcentage de plants invendables en raison de dommages de mouches, et la présence de larves de mouches sur la partie récoltée ont été comptabilisés sur une longueur de quatre mètres sur les deux rangs du centre de chacune des parcelles. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA), suivie du test LSD de Fisher. Un sous-échantillon de quinze larves collectées dans chacun des sites 1 et 2 à la récolte a été identifié au laboratoire de Phytodata à l'aide de la méthode moléculaire (PCR-HRM) développée dans le cadre du projet IA217784 (Van der Heyden et al., 2020).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Bioessais en laboratoire 2018

Pour la mouche du chou, les traitements Success, Delegate et Evergreen ont obtenu des taux de mortalité élevés sept jours post-traitement, et significativement différents du témoin non traité dès les premiers jours suivant le traitement (Tableau 1). Pour les traitements Verimark, Success, Coragen et Delegate, les larves étaient très peu actives dès les premières 24h post-traitement. Dans ces traitements, les larves se sont peu ou pas nourries durant toute l'évaluation, malgré des taux de mortalité parfois faibles durant l'évaluation. Pour la mouche des semis, les traitements Verimark, Success, Coragen, Delegate, Kopa et Evergreen ont obtenu des résultats significativement différents du témoin non traité (Tableau 2). Dans plusieurs de ces traitements (Verimark, Success et Coragen), les larves sont demeurées peu ou pas actives dès les premières 24h suivant le traitement. Comme pour les essais avec la mouche du chou, les trois produits Success, Delegate et Evergreen ont obtenu les meilleurs résultats, avec un taux de mortalité de 96 à 100% sept jours après le traitement (Tableau 2).

Tableau 1. Pourcentage moyen (± erreur-type) de mortalité des larves de mouche du chou (*D. radicum*), évaluée toutes les 24h post-traitement (N=8). Les moyennes en gras illustrent les valeurs différentes du témoin non traité (T1)

J1*	J2	J3	J4*	J5*	J6*	J7*
2.5 ± 1.6 c	10.0 ± 5.4 cd	11.6 ± 5.2 de	11.6 ± 5.2 cd	11.6 ± 5.2 cd	11.6 ± 5.2 de	11.6 ± 5.2 de
$8.3 \pm 3.5 \ bc$	11.1 ± 5.3 cd	18.0 ± 8.6 de	25.9 ± 7.8 cd	28.0 ± 8.3 cd	29.3 ± 8.0 cd	32.1 ± 8.2 cd
11.3 ± 6.1 bc	11.3 ± 6.1 cd	16.8 ± 6.8 de	16.8 ± 6.8 cd	16.8 ± 6.8 cd	16.8 ± 6.8 cde	16.8 ± 6.8 cde
17.8 ± 4.6 b	35.4 ± 5.9 b	65.7 ± 7.2 b	85.7 ± 6.3 a	88.2 ± 5.6 a	89.4 ± 5.8 a	90.7 ± 5.6 ab
11.9 ± 3.0 bc	20.7 ± 7.0 cd	24.4 ± 8.5 cd	28.3 ± 7.5 c	29.7 ± 7.5 c	29.7 ± 7.5 cd	31.5 ± 7.2 cd
$5.1 \pm 2.7 bc$	9.2 ± 3.1 d	9.2 ± 3.1 de	11.8 ± 3.7 cd	11.8 ± 3.7 cd	11.8 ± 3.7 de	14.4 ± 4.5 de
$15.4 \pm 4.0 \ bc$	24.2 ± 5.7 bc	37.9 ± 5.5 c	59.3 ± 11.9 b	61.8 ± 10.8 b	66.9 ± 9.5 b	70.7 ± 8.7 b
$8.8 \pm 4.8 \text{ bc}$	10.0 ± 6.0 cd	21.4 ± 10.9 cde	25.1 ± 13.2 cd	25.1 ± 13.2 cd	25.1 ± 13.2 cde	36.1 ± 14.9 c
$6.5 \pm 3.4 \text{ bc}$	9.2 ± 4.1 d	11.9 ± 5.9 de	11.9 ± 5.9 cd	11.9 ± 5.9 cd	11.9 ± 5.9 de	11.9 ± 5.9 de
$10.4 \pm 3.9 bc$	17.0 ± 4.2 cd	19.8 ± 5.2 de	21.0 ± 5.4 cd	21.0 ± 5.4 cd	21.0 ± 5.4 cde	21.0 ± 5.4 cde
$10.8 \pm 4.8 \text{ bc}$	12.1 ± 5.3 cd	20.8 ± 7.8 cde	28.3 ± 11.4 c	29.6 ± 11.6 c	32.1 ± 12.5 c	35.8 ± 14.5 c
58.8 ± 12.7 a	81.3 ± 8.1 a	91.3 ± 4.8 a	96.3 ± 1.8 a	97.5 ± 1.6 a	98.8 ± 1.3 a	98.8 ± 1.3 a
11.6 ± 4.8 bc	12.8 ± 4.5 cd	14.1 ± 5.3 de	14.1 ± 5.3 cd	14.1 ± 5.3 cd	15.3 ± 5.0 cde	16.6 ± 4.6 cde
$3.9 \pm 2.7 \ bc$	6.4 ± 3.3 d	7.6 ± 3.2 de	8.9 ± 3.0 cd	8.9 ± 3.0 d	8.9 ± 3.0 e	8.9 ± 3.0 e
$6.3 \pm 2.6 \text{ bc}$	6.3 ± 2.6 d	6.3 ± 2.6 e	6.3 ± 2.6 cd	8.8 ± 3.5 d	8.8 ± 3.5 e	10.0 ± 4.2 e
	2.5 ± 1.6 c 8.3 ± 3.5 bc 11.3 ± 6.1 bc 17.8 ± 4.6 b 11.9 ± 3.0 bc 5.1 ± 2.7 bc 15.4 ± 4.0 bc 8.8 ± 4.8 bc 6.5 ± 3.4 bc 10.4 ± 3.9 bc 10.8 ± 4.8 bc 58.8 ± 12.7 a 11.6 ± 4.8 bc 3.9 ± 2.7 bc	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

^{*}Données non homogènes; un test non paramétrique (Kruskall-Wallis) a été effectué afin de valider les résultats obtenus avec l'ANOVA

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (α=0,05, test LSD de Fisher)

Tableau 2. Pourcentage moyen (± erreur-type) de mortalité des larves de mouche des semis (*D. platura*), évaluée toutes les 24h post-traitement (N=6). Les moyennes en gras illustrent les valeurs différentes du témoin non traité (T1)

Traitements	J1*	J2*	J3*	J4*	J5*	J6*	J7*
1- Eau distillée	$0.0 \pm 0.0 b$	$0.0 \pm 0.0 c$	$0.0 \pm 0.0 d$	$0.0 \pm 0.0 e$	$0.0 \pm 0.0 e$	$0.0 \pm 0.0 c$	15.0 ± 15.0 d
2-Verimark	3.3 ± 2.1 b	3.3 ± 2.1 c	$8.7 \pm 4.2 \text{ cd}$	15.7 ± 3.7 c	35.0 ± 12.8 c	43.3 ± 15.6 b	46.9 ± 14.3 bc
3-Rimon	$0.0 \pm 0.0 b$	0.0 ± 0.0 c	$0.0 \pm 0.0 d$	3.9 ± 2.5 de	5.8 ± 2.6 de	13.2 ± 7.3 c	26.4 ± 10.6 cd
4-Success	6.9 ± 2.2 b	15.7 ± 2.6 b	47.1 ± 10.9 b	63.2 ± 9.0 b	75.4 ± 6.6 b	94.6 ± 3.8 a	98.3 ± 1.7 a
5-Coragen	1.7 ± 1.7 b	3.3 ± 3.3 c	$5.2 \pm 3.5 \text{ cd}$	10.2 ± 3.7 cde	19.4 ± 10.1 cd	39.8 ± 14.7 b	63.5 ± 16.8 b
6-Movento	2.8 ± 2.8 b	2.8 ± 2.8 c	$2.8 \pm 2.8 \text{ cd}$	4.6 ± 3.0 de	14.4 ± 4.8 de	18.1 ± 4.8 c	18.1 ± 4.8 d
7-Delegate**	12.0 ± 3.7 b	22.0 ± 4.9 b	42.0 ± 6.6 b	60.0 ± 3.2 b	90.0 ± 6.3 ab	96.0 ± 2.5 a	96.0 ± 2.5 a
8-BioCérès WP	$0.0 \pm 0.0 b$	0.0 ± 0.0 c	$0.0 \pm 0.0 d$	$0.0 \pm 0.0 e$	$0.0 \pm 0.0 e$	10.2 ± 8.2 c	20.4 ± 16.1 cd
9-BioCérès EC	$0.0 \pm 0.0 b$	0.0 ± 0.0 c	$0.0 \pm 0.0 d$	$0.0 \pm 0.0 e$	1.7 ± 1.7 e	1.7 ± 1.7 c	10.0 ± 6.3 d
10-Pyganic	$0.0 \pm 0.0 b$	0.0 ± 0.0 c	$0.0 \pm 0.0 d$	$0.0 \pm 0.0 e$	$0.0 \pm 0.0 e$	4.2 ± 4.2 c	7.5 ± 4.8 d
11-Kopa**	6.0 ± 4.0 b	14.0 ± 11.7 b	14.0 ± 11.7 c	14.0 ± 11.7 cd	14.0 ± 11.7 de	14.0 ± 11.7 c	18.0 ± 15.6 cd
12-Evergreen	50.0 ± 15.1 a	78.3 ± 8.3 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
13-AgroGold	1.7 ± 1.7 b	1.7 ± 1.7 c	1.7 ± 1.7 cd	1.7 ± 1.7 e	1.7 ± 1.7 e	1.7 ± 1.7 c	18.3 ± 16.4 cd
14-Vegol**	$0.0 \pm 0.0 b$	0.0 ± 0.0 c	$0.0 \pm 0.0 d$	$0.0 \pm 0.0 e$	$0.0 \pm 0.0 e$	$0.0 \pm 0.0 c$	$0.0 \pm 0.0 d$
15-Suffoil**	$0.0 \pm 0.0 b$	2.0 ± 2.0 c	$2.0 \pm 2.0 \text{ cd}$	2.0 ± 2.0 e	4.0 ± 4.0 de	$8.0 \pm 5.8 c$	12.0 ± 7.4 d
		•	p<(0.0001		•	

^{*}Données non homogènes; un test non paramétrique (Kruskall-Wallis) a été effectué afin de valider les résultats obtenus avec l'ANOVA

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (α=0,05, test LSD de Fisher)

Bioessais en laboratoire 2019

Pour la mouche du chou, les traitements Verimark et Evergreen se sont démarqués du témoin non traité et des autres produits (Tableau 3). Pour le traitement Evergreen, le taux de mortalité des larves était significativement plus élevé que le témoin non traité dès le jour 2 suivant le traitement. Pour ce traitement, les larves survivantes étaient d'ailleurs inactives et ne se nourrissaient pas, comme il avait été observé en 2018. Pour la mouche des semis, les traitements Evergreen et Nemasys étaient significativement différents du témoin non traité dès le lendemain de l'application, et Verimark dès le deuxième jour suivant l'application (Tableau 4). À noter que la mortalité de larves n'a pas été évaluée jusqu'au J7, étant donné le développement de moisissures à partir du J5 pour la mouche chou et J6 pour la mouche des semis.

Tableau 3. Pourcentage moyen (± erreur-type) de mortalité des larves de mouche du chou (*D. radicum*), évaluée toutes les 24h post-traitement (N=5). Les moyennes en gras illustrent les valeurs différentes du témoin non traité (T1)

Traitements	J1	J2	J3	J4
1- Eau distillée	8.0 ± 3.7 a	8.0 ± 3.7 b	8.0 ± 3.7 b	8.0 ± 3.7 b
2- Verimark	24.0 ± 10.3 a	28.0 ± 11.6 ab	30.0 ± 12.7 ab	41.1 ± 9.9 a
3- Evergreen	26.0 ± 11.4 a	35.9 ± 11.4 a	48.7 ± 12.8 a	57.1 ± 14.0 a
4- Nemasys	6.0 ± 4.0 a	6.0 ± 4.0 b	6.0 ± 4.0 b	9.6 ± 4.3 b
5- Nomu Protect	6.0 ± 4.0 a	6.0 ± 4.0 b	6.0 ± 4.0 b	8.0 ± 4.9 b
	<i>P</i> = 0,168	P = 0.034	P = 0.006	P = 0.001

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (α=0,05, test LSD de Fisher)

^{**} N=5

Tableau 4. Pourcentage moyen (± erreur-type) de mortalité des larves de mouche des semis (*D. platura*), évaluée toutes les 24h post-traitement (N=3). Les moyennes en gras illustrent les valeurs différentes du témoin non traité (T1)

Traitements	J1	J2	J3	J4	J5
1- Eau distillée	$0.0 \pm 0.0 b$	$0.0 \pm 0.0 b$	$0.0 \pm 0.0 b$	4.2 ± 4.2 b	12.5 ± 12.5 b
2- Verimark	$7.0 \pm 3.5 b$	72.2 ± 9.1 a	75.6 ± 7.3 a	86.3 ± 3.2 a	86.3 ± 3.2 a
3- Evergreen	48.1 ± 7.4 a	66.7 ± 11.1 a	70.4 ± 9.8 a	70.4 ± 9.8 a	74.1 ± 9.8 a
4- Nemasys	35.7 ± 10.9 a	59.5 ± 6.3 a	59.5 ± 6.3 a	64.3 ± 10.9 a	85.7 ± 14.3 a
5- Nomu Protect	$0.0 \pm 0.0 b$	$0.0 \pm 0.0 b$	$0.0 \pm 0.0 b$	$0.0 \pm 0.0 b$	$0.0 \pm 0.0 b$
	P = 0.001	P < 0.0001	P < 0.0001	P < 0.0001	P = 0.001

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (α =0,05, test LSD de Fisher)

Essais au champ 2019

Pour toutes les dates de dépistage dans les deux sites, il n'y avait pas de différence significative entre les traitements pour le nombre d'œufs de mouches, le pourcentage de plants porteurs d'œufs, le nombre de larves de mouches et le pourcentage de plants porteurs de larves (Annexe 4). Aucun symptôme de phytotoxicité n'a été observé dans les deux sites durant toute la durée des essais; les données ne sont donc pas présentées. La pression du ravageur semblait faible, avec entre 1 et 5% de plants porteurs d'œufs de mouches par date de dépistage, à l'exception du 14 juin dans le site 2, où la moyenne était de 16.5% de plants porteurs pour tout le site.

À la récolte, aucune différence entre les traitements n'a été observée dans les deux sites pour les rendements total et vendable, le pourcentage de plants vendables, et les pertes par dommages de mouches (Tableaux 5 et 6). Ceci peut être entre autres expliqué par le fait que les applications ont été faites trop tôt avant l'apparition en masse du ravageur.

Tableau 5. Rendement total et vendable en tonnes par hectare, et pourcentage de plants vendables, et rejetés à cause des dommages de mouches ou autres (± erreur-type) dans le site 1, 2019.

Traitements	Rendement total	Rendement vendable	% vendable	% mouches	% autres
1- Non traité	45.6 ± 3.9	23.0 ± 5.5	49.4 ± 15.0	34.6 ± 14.2	15.9 ± 1.4
2- Verimark	41.6 ± 6.7	17.4 ± 0.7	46.1 ± 9.3	39.8 ± 7.6	14.0 ± 2.2
3- Success	42.6 ± 4.5	20.2 ± 4.8	48.1 ± 12.3	39.5 ± 13.7	12.4 ± 2.6
4- Coragen	46.3 ± 2.5	19.8 ± 7.7	42.8 ± 16.3	46.9 ± 17.4	10.3 ± 3.7
5- Movento	44.9 ± 5.2	17.4 ± 5.9	39.6 ± 15.7	45.7 ± 12.1	14.7 ± 3.6
6- Delegate	46.9 ± 5.8	26.0 ± 5.2	50.8 ± 8.8	37.1 ± 8.3	12.1 ± 2.7
7- Kopa	46.3 ± 4.6	20.8 ± 0.9	45.6 ± 7.3	47.1 ± 7.1	7.3 ± 3.5
8- Evergreen	42.9 ± 3.3	16.6 ± 3.3	36.2 ± 6.4	42.1 ± 11.2	21.8 ± 5.6
9- Nemasys	47.4 ± 5.5	17.8 ± 6.9	37.8 ± 13.7	51.5 ± 12.3	10.8 ± 3.9
10-Nomu Protect	48.2 ± 2.6	26.7 ± 5.9	54.5 ± 11.1	37.7 ± 10.0	7.8 ± 4.8
	P = 0.757	P = 0.867	P = 0.948	P = 0.934	P = 0.226

Tableau 6. Rendement total et vendable en tonnes par hectare, et pourcentage de plants vendables, et rejetés à cause des dommages de mouches ou autres (± erreur-type) dans le site 2, 2019.

Traitements	Rendement total	Rendement vendable	% vendable	% mouches	% autres	Nb larves ou pupes
1- Non traité	39.8 ± 12.0	12.8 ± 7.4	21.0 ± 12.4	32.1 ± 8.7	46.9 ± 12.0 bc	2.3 ± 1.4 e
2- Verimark	42.9 ± 7.7	3.9 ± 2.3	8.0 ± 4.8	25.2 ± 9.8	66.8 ± 14.4 a	2.7 ± 1.3 e
3- Success	41.4 ± 12.4	9.5 ± 5.6	16.3 ± 9.5	35.9 ± 5.4	47.8 ± 14.1 bc	12.7 ± 2.4 a
4- Coragen	33.8 ± 7.7	7.6 ± 4.6	12.2 ± 7.2	40.9 ± 7.8	46.9 ± 12.1 bc	9.7 ± 2.4 ab
5- Movento	38.6 ± 8.0	7.3 ± 5.4	12.5 ± 8.6	26.6 ± 5.5	60.9 ± 13.9 ab	8.7 ± 2.9 bc
6- Delegate	46.6 ± 9.6	19.0 ± 9.7	28.3 ± 13.9	35.1 ± 8.0	36.7 ± 11.2 c	5.3 ± 2.4 de
7- Kopa	41.8 ± 11.9	10.9 ± 7.7	20.2 ± 14.7	41.1 ± 8.9	$38.7 \pm 9.8 c$	$9.3 \pm 3.5 b$
8- Evergreen	39.9 ± 9.6	10.1 ± 5.3	17.4 ± 8.8	29.6 ± 2.8	53.0 ± 10.5 abc	9.0 ± 1.7 bc
9- Nemasys	38.3 ± 10.2	7.4 ± 4.4	12.2 ± 7.1	18.5 ± 6.5	69.3 ± 3.9 a	$8.0 \pm 3.8 \text{ bcd}$
10-Nomu Protect	38.6 ± 10.6	9.9 ± 6.5	16.5 ± 10.4	23.7 ± 4.8	59.8 ± 7.0 ab	$6.0 \pm 2.3 \text{ cd}$
	P = 0.543	P = 0.133	P = 0.216	P = 0.273	P = 0.003	P < 0,0001

Concernant les pertes dues aux dommages de mouches à la récolte, les résultats étaient très élevés dans les deux sites (34% à 52% sur le site 1, et 18% à 41% sur le site 2), sans pour autant être significativement différents entre les traitements (Tableaux 5 et 6). Des larves et des pupes de mouches ont été observées sur les parties récoltées dans les deux sites du projet (Annexe 6). Dans le site 1, les larves et pupes n'ont pas été dénombrées par parcelle à la récolte mais la totalité des larves collectées appartenait aux espèces du complexe de mouches des semis, et les 15 spécimens identifiés à l'aide du PCR-HRM étaient tous de la lignée BOLD :AAA3453 de *D. platura*. Pour le site 2, des larves de *D.* radicum ont aussi été observées à la récolte, mais en nombre beaucoup plus faible et toujours à la base des plants, tandis que la majorité des larves et pupes retrouvées dans le feuillage de la pomme appartenaient à D. platura. Le nombre moyen de larves et pupes observé par parcelle pour les trois premiers blocs est présenté au tableau 6. Moins de larves et pupes ont été dénombrées dans les témoins non traité et commercial et dans les parcelles traitées au Delegate en comparaison à presque tous les autres traitements. Cependant, le nombre de larves et de pupes dénombrées ne reflète pas l'incidence des dommages observée par parcelle, plusieurs larves ayant pu compléter leur cycle de développement et quitter le plant avant l'évaluation à la récolte. Parmi les 15 spécimens identifiés au laboratoire, deux (13,3%) appartenaient à l'espèce D. florilega, deux (13,3%) à la lignée BOLD : AAG2511 de D. platura et les autres (73,3%) à la lignée BOLD : AAA3453.

La forte incidence des dommages serait expliquée par l'arrêt précoce du dépistage dans les deux sites (8 juillet dans le site 1 et 25 juillet dans le site 2), puisque les données de dépistage des sites et les données de PRISME n'indiquaient pas d'activité de la mouche. La durée de développement de la mouche des semis étant de 7 à 10 jours entre la ponte et la pupaison à ce moment de l'année, les pertes élevées sont expliquées par une forte activité de la mouche des semis à la mi-juillet, peu avant la récolte (site 1) ou la pommaison (site 2). Dans le site 2, 667 larves ont été trouvées lors de l'évaluation du 25 juillet et sur les 471 larves collectées et identifiées au binoculaire, 449 (95,3%) étaient des larves du complexe de mouches des semis. Une application d'insecticides a été effectuée le 26 juillet, mais n'a pas eu d'effet sur les pertes causées par les dommages de mouches à la récolte, puisque les larves se trouvaient déjà à l'intérieur des plants.

Les plants invendables pour d'autres raisons que les dommages de mouches étaient aussi assez élevés, allant de 7% à 22% sur le site 1 et de 39% à 69% sur le site 2 (Tableaux 5 et 6). Les causes principales des pertes autres étaient les chenilles pour le site 1, et les chenilles, les plants de calibre trop petit et la brûlure de la pointe (tipburn) pour le site 2. Il n'y avait aucune différence significative entre les traitements au niveau des pertes diverses, sauf dans le site 2 où les traitement Verimark et Nemasys ont obtenu des pertes significativement plus élevées que le témoin non traité. Cependant, aucune des causes principales de pertes identifiées pour ce site (chenilles, petits et tipburn) ne permet d'expliquer cette différence.

Essais au champ 2020

Pour toutes les dates de dépistage, il n'y a eu aucune différence significative entre les traitements par rapport au nombre d'œufs de mouches, au pourcentage de plants porteurs d'œufs, au nombre de larves de mouches et au pourcentage de plants porteurs de larves dans les deux sites (Annexe 5). Aucun symptôme de phytotoxicité n'a été observé; les données ne sont donc pas présentées. La pression du ravageur était très variable entre les deux sites : dans le site 3, il y a eu entre 1 et 30% de plants porteurs d'œufs de mouches par date de dépistage, à l'exception du 18 juin où la pression était plus élevée (33 à 47%). Dans le site 4, le pourcentage de plants porteurs d'œufs de mouches par date de dépistage était plus faible, soit entre 0 et 25%.

À la récolte, aucune différence entre les traitements n'a été décelée dans les deux sites pour les rendements total et vendable et le pourcentage de plants vendables (Tableaux 7 et 8). Les résultats des pertes dues aux dommages de mouches à la récolte étaient beaucoup plus marqués dans le site 3 (35 à 58%) comparativement au site 4 (2 à 13%) sans pour autant être significativement différents entre les traitements (Tableaux 7 et 8).

Tableau 7. Rendement total et vendable en tonnes par hectare, et pourcentage de plants vendables, et rejetés à cause des dommages de mouches ou autres (± erreur-type) dans le site 3, 2020.

Traitements	Rendement total	Rendement vendable	% vendable	% mouches	% autres
1- Non traité	43.6 ± 3.3	13.7 ± 3.8	32.5 ± 9.1	34.8 ± 9.8	32.7 ± 9.7 a
2- Verimark	48.3 ± 3.2	13.0 ± 1.8	26.2 ± 3.9	41.6 ± 5.3	32.2 ± 4.9 a
3- Success	45.6 ± 1.1	18.8 ± 1.4	40.3 ± 4.3	47.8 ± 4.2	11.9 ± 4.2 bc
4- Coragen	47.5 ± 2.9	18.2 ± 6.2	37.1 ± 12.5	55.0 ± 11.6	$7.8 \pm 3.0 c$
5- Movento	44.0 ± 2.4	12.2 ± 3.5	24.1 ± 7.8	42.2 ± 6.5	33.7 ± 2.1 a
6- Delegate	49.8 ± 2.0	16.9 ± 4.5	32.6 ± 8.7	58.0 ± 10.3	$9.0 \pm 3.0 c$
7- Kopa	46.1 ± 3.1	15.4 ± 3.8	37.5 ± 8.9	35.2 ± 8.5	27.3 ± 8.9 ab
8- Evergreen	51.7 ± 1.2	13.6 ± 2.6	25.7 ± 4.5	42.4 ± 6.5	31.9 ± 3.3 a
9- Nemasys	45.7 ± 2.1	8.7 ± 3.1	19.1 ± 6.4	49.3 ± 2.6	31.6 ± 6.7 a
10-Nomu Protect	46.6 ± 2.6	19.3 ± 5.4	43.4 ± 13.0	35.8 ± 10.2	20.8 ± 6.8 abc
	P = 0.396	P = 0.640	P = 0.501	P = 0.293	P = 0.007

Tableau 8. Rendement total et vendable en tonnes par hectare, et pourcentage de plants vendables, et rejetés à cause des dommages de mouches ou autres (± erreur-type) dans le site 4, 2020.

Traitements	Rendement total	Rendement vendable	% vendable	% mouches	% autres
1- Non traité	35.8 ± 4.9	13.7 ± 1.9	31.7 ± 3.8	6.7 ± 4.0	61.6 ± 4.2
2- Verimark	27.7 ± 2.0	10.9 ± 4.3	28.4 ± 21.2	6.7 ± 3.7	64.9 ± 8.3
3- Success	33.5 ± 4.4	9.1 ± 2.9	24.1 ± 16.3	12.6 ± 5.7	63.3 ± 9.2
4- Coragen	38.0 ± 4.7	19.5 ± 6.3	47.2 ± 29.0	6.2 ± 6.3	46.6 ± 13.8
5- Movento	35.3 ± 4.5	12.6 ± 2.1	29.9 ± 10.6	11.9 ± 1.7	58.2 ± 5.39
6- Delegate	33.0 ± 6.9	15.7 ± 6.6	37.2 ± 33.7	2.3 ± 2.3	60.6 ± 16.8
7- Kopa	32.6 ± 3.6	14.3 ± 3.3	37.9 ± 14.4	4.5 ± 1.8	57.6 ± 6.0
8- Evergreen	37.0 ± 6.8	16.6 ± 2.5	41.6 ± 12.1	11.1 ± 5.2	47.3 ± 6.7
9- Nemasys	31.9 ± 5.7	7.7 ± 1.3	19.7 ± 5.0	10.7 ± 3.5	69.6 ± 1.1
10-Nomu Protect	42.0 ± 5.5	20.0 ± 3.8	45.7 ± 14.8	6.4 ± 2.8	47.9 ± 7.7
	P = 0.385	P = 0.367	P = 0.434	P = 0.446	P = 0.621

Malgré le dépistage hebdomadaire et une attention particulière portée à la présence d'œufs sur les feuilles intermédiaires et internes juste avant la fermeture de la pomme, une forte incidence des dommages de larves de mouches a été observée, particulièrement dans le site 3. Les pertes élevées liées aux dommages de mouches pourraient être expliquées en partie par la difficulté d'atteindre les larves au moment des traitements lorsque le stade de la culture est avancé (début pommaison et plus), les jeunes larves étant protégées à l'intérieur du feuillage abondant des pommes des choux chinois. Le cycle de développement des mouches *Delia* étant très rapide par températures chaudes, les conditions climatiques durant l'été 2020 (sécheresse et vagues de chaleur intense) ont aussi pu avoir un effet sur l'efficacité des produits.

Les pertes autres que les dommages de mouches étaient composées de plants immatures (trop petits), de pourritures, de dommages de chenilles, de dommages d'altises et de carences en calcium (tip burn). Les pertes autres étaient assez élevées, allant de 8% à 34% des plants dans le site 3 et de 47 à 70% dans le site 4 (Tableaux 7 et 8). Une différence significative des dommages autres dans le site 3 a été observée pour les produits Delegate, Coragen et Success. Ces traitements se sont distingués des autres par une présence inférieure de chenilles (données non présentées); leur efficacité contre ces ravageurs est d'ailleurs reconnue.

Durant les essais en laboratoire, les produits Success, Delegate, BioCérès WP, Kopa et Evergreen ont démontré une efficacité supérieure aux autres produits contre la mouche du chou, alors que les produits Verimark, Success, Coragen, Delegate, Evergreen et Nemasys se sont démarqués contre la mouche des semis. Ces résultats n'ont cependant pas pu être confirmés durant les essais au champ. Dans tous les sites, lors des essais aux champs, des pertes importantes ont été observées, malgré les applications. L'absence de l'effet des traitements est probablement dû à un manque de synchronisation entre les traitements et le cycle de développement rapide du ravageur, particulièrement aux stades avancés de la culture, ainsi qu'à la difficulté de dépister les œufs de mouches dans le feuillage des choux chinois.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Avec l'approbation du MAPAQ, les résultats pourraient être diffusés lors des Journées horticoles de St-Rémi, dans le cadre des journées d'information organisées par PRISME pour ses membres, sur Agri-Réseau, et sur le site du PELI.

TYPES D'APPLICATION POSSIBLES DANS L'INDUSTRIE

Au terme de ce projet, nous avons évalué en conditions de laboratoire l'efficacité de seize biopesticides ou insecticides à risque moindre pour contrôler la mouche du chou et la mouche des semis. Nous avons testé l'efficacité au champ de huit produits phytosanitaires sur une durée de deux ans.

Les résultats obtenus au cours de ce projet suggèrent que, parmi les produits testés, aucun insecticide ne s'est démarqué et n'a permis d'obtenir une efficacité significative en plein champ. Cependant, lors des bioessais en laboratoire, les traitements Success, Delegate et Evergreen sont ressortis du lot avec des taux de mortalité élevés, autant pour la mouche du chou que la mouche des semis. Ces données sont cependant insuffisantes pour les exigences du processus d'homologation des usages mineurs à l'ARLA.

Comme indiqué dans ce rapport, le manque d'efficacité des produits semble être parfois occasionné par une mauvaise synchronisation entre les traitements et le stade du ravageur (en 2019) et à la difficulté d'atteindre les larves au moment des traitements lorsque le stade de la culture est avancé. Certains produits à l'essai dans ce projet étant déjà homologués dans la culture du chou chinois contre d'autres ravageurs, des observations terrain d'agronomes suggèrent une efficacité non négligeable de certains produits contre les mouches dans le feuillage des choux chinois. Des essais supplémentaires à l'échelle du producteur seraient donc nécessaires afin de confirmer l'efficacité de ces produits en conditions commerciales. La disponibilité de plusieurs matières actives à risque réduit pour le contrôle de ce ravageur permettrait aux producteurs maraichers d'avoir à leur disposition des méthodes de lutte permettant de réduire le développement de résistances dans les populations de mouches, ainsi que de réduire l'impact des pesticides sur la santé humaine et sur l'environnement, tout en conservant une production économiquement viable.

RÉFÉRENCES

Van der Heyden, H., Fortier, A. M., & Savage, J. 2020. A HRM Assay for Rapid Identification of Members of the Seedcorn Maggot Complex (*Delia florilega* and *D. platura*) (Diptera: Anthomyiidae) and Evidence of Variation in Temporal Patterns of Larval Occurrence. *Journal of Economic Entomology*, 113(6): 2920-2930.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Carl Dion Laplante, agr.
Compagnie de recherche Phytodata Inc.
291 de la Coopérative
Sherrington J0L 2N0
450-454-3992 poste 28
cdion@prisme.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES

Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 4 du programme Prime-Vert – Appui au développement de la lutte antiparasitaire intégrée (ADLAI) avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Nous remercions également Laitue St-Jacques à Ste-Clotilde-de-Châteauguay et Les Fermes Hotte & Van Winden Inc. à Saint-Cyprien-de-Napierville, pour leur participation.

Liste des produits testés et non testés en laboratoire et des produits sélectionnés pour les

essais au champ

Produits	Matière active	Compagnie	Essais laboratoire 2018 (O/N)	Essais laboratoire 2019 (O/N)	Essais au champ (O/N)
Témoin	Eau distillée	-	0	0	0
Verimark	cyantraniliprole	FMC	0	0	0
Rimon 10 EC	Novaluron	Arysta	0	-	N
Success 480 SC	spinosad	Dow-Dupont	0	-	0
Coragen	chlorantraniliprole	FMC	0	-	0
Movento 240 SC	spirotétramate	Bayer	0	-	0
Delegate WG	spinétorame	Dow-Dupont	0	-	0
BioCérès WP	B. Bassiana ANT-03	Anatis Bioprotection	0	-	N
BioCérès EC	B. Bassiana ANT-03	Anatis Bioprotection	0	-	N
Pyganic	pyréthrines	MGK	0	-	N
Кора	Sel de potassium d'acide gras	Neudorff	0	-	0
Evergreen EC 60-6	pyréthrines + butoxide de pipéronyle	MGK	0	0	0
AgroGold	Streptomyces spp. + Bacillus spp.	Agro Research International	0	-	N
Vegol	Huile de canola	Neudorff	0	-	N
Suffoil-X	Huile minérale	BioWorks	0	-	N
Nemasys	Steinernema feltiae	BASF	N	0	0
Nomu Protect	Metarhizium rileyi	Sylvar	N	0	0

ANNEXE 2

Dispositif expérimental utilisé pour les essais en champs

										I
8m		110 - T10		210 - T2		310 - T7		410 - T9		
1m 8m		109 - T4		209 - T7		309 - T10		409 - T5		
1m 8m		108 - T3		208 - T9		308 - T4		408 - T2		
1m 8m		107 - T1		207 - T6		307 - T9		407 - T7		
1m 8m		106 - T6		206 - T5		306 - T8		406 - T1		
1m 8m		105 - T9		205 - T8		305 - T1		405 - T3		89 m
1m 8m		104 - T5		204 - T3		304 - T6		404 - T10		
1m 8m		103 - T7		203 - T10		303 - T5		403 - T4		
1m 8m		102 - T8		202 - T4		302 - T2		402 - T8		
1m 8m		101 - T2		201 - T1		301 - T3		401 - T6		
	2 rangs	4 rangs	2 rangs	*						

Liste de traitements comparés et calendrier d'application

TRT #	Produit	Matière active	Taux application	Mode application	Dates d'application site 1 2019	Dates d'application site 2 2019	Dates d'application site 3 2020	Dates d'application site 4 2020
1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	Verimark	cyantraniliprole	1,7 L/ha	En bande à la plantation	30 mai	10 juin	28 mai	8 juin
3	Success	spinosad	180 ml/ha	Foliaire	20 et 26 juin	17 et 26 juin, 4 et 26 juillet	10 juin, 22 juin et 7 juillet	29 juin, 9 et 20 juillet
4	Coragen	chlorantraniliprole	380 ml/ha	Foliaire	20 et 26 juin	17 et 26 juin, 4 et 26 juillet	10 juin, 22 juin et 7 juillet	29 juin, 9 et 20 juillet
5	Movento	spirotétramat	370 ml/ha	Foliaire	20 et 26 juin	17 et 26 juin, 4 et 26 juillet	10 juin et 22 juin	29 juin et 9 juillet
6	Delegate	spinétorame	200 g/ha	Foliaire	20 et 26 juin	17 et 26 juin, 4 et 26 juillet	10 juin, 22 juin et 7 juillet	29 juin, 9 et 20 juillet
7	Kopa	Sel de potassium d'acides gras	38 L/ha	Foliaire	20 et 26 juin	17 et 26 juin, 4 et 26 juillet	10 juin, 22 juin et 7 juillet	29 juin, 9 et 20 juillet
8	Evergreen	pyréthrines + butoxide de pipéronyle	920 ml/ha	Foliaire	20 et 26 juin	17 et 26 juin, 4 et 26 juillet	10 juin, 22 juin et 7 juillet	29 juin, 9 et 20 juillet
9	Nemasys	Steinernema feltiae	5 x 10 ⁹ nématodes/ha	En bande + foliaire	30 mai, 20 juin*	10, 17 et 26 juin, 4 et 26 juillet	28 mai, 10 juin, 22 juin et 7 juillet	8 juin, 29 juin, 9 et 20 juillet
10	Nomu Protec	Metarhizium rileyi	600 g/ha	En bande + foliaire	30 mai, 20 juin, 26 juin	10, 17 et 26 juin, 4 et 26 juillet	28 mai, 10 juin, 22 juin et 7 juillet	8 juin, 29 juin, 9 et 20 juillet

*26 juin : manque de Nemasys pour le site 1

Tableau 9. Nombre moyen (± erreur-type) d'œufs de mouches par parcelle, site 1, 2019.

Traitements	03/06	06/06	10/06	13/06	19/06	01/07	08/07
1- Non traité	0.5 ± 0.5	0.8 ± 0.8	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2- Verimark	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.8 ± 1.8	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3- Success	0.0 ± 0.0						
4- Coragen	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
5- Movento	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
6- Delegate	0.0 ± 0.0						
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.0 ± 1.0	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0
8- Evergreen	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0					
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
10- Nomu Protect	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	1.0 ± 0.7	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

Vu la faible activité de la mouche durant le dépistage, aucune analyse statistique n'a été effectuée.

Tableau 10. Pourcentage moyen (± erreur-type) de plants porteurs d'œufs par parcelle, site 1, 2019.

Traitements	03/06	06/06	10/06	13/06	19/06	01/07	08/07
1- Non traité	2.5 ± 2.5	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2- Verimark	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	10.0 ± 10.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3- Success	0.0 ± 0.0						
4- Coragen	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
5- Movento	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
6- Delegate	0.0 ± 0.0						
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0
8- Evergreen	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0					
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
10-Nomu Protect	2.5 ± 2.5	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	5.0 ± 2.9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

Vu la faible activité de la mouche durant le dépistage, aucune analyse statistique n'a été effectuée.

Tableau 11. Nombre moyen (± erreur-type) de larves de mouches par parcelle, site 1, 2019.

Traitements	03/06	06/06	10/06	13/06	19/06	01/07	08/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0						
2- Verimark	0.0 ± 0.0						
3- Success	0.0 ± 0.0						
4- Coragen	0.0 ± 0.0						
5- Movento	0.0 ± 0.0						
6- Delegate	0.0 ± 0.0						
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3					
8- Evergreen	0.0 ± 0.0						
9- Nemasys	0.0 ± 0.0						
10-Nomu Protect	0.0 ± 0.0						

Vu la faible activité de la mouche durant le dépistage, aucune analyse statistique n'a été effectuée.

Tableau 12. Pourcentage moyen (± erreur-type) de plants porteurs de larves par parcelle, site 1, 2019.

Traitements	03/06	06/06	10/06	13/06	19/06	01/07	08/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0						
2- Verimark	0.0 ± 0.0						
3- Success	0.0 ± 0.0						
4- Coragen	0.0 ± 0.0						
5- Movento	0.0 ± 0.0						
6- Delegate	0.0 ± 0.0						
7- Kopa	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5					
8- Evergreen	0.0 ± 0.0						
9- Nemasys	0.0 ± 0.0						
10-Nomu Protect	0.0 ± 0.0						

Vu la faible activité de la mouche durant le dépistage, aucune analyse statistique n'a été effectuée.

Tableau 13. Nombre moyen (± erreur-type) d'œufs de mouches par parcelle, site 2, 2019.

Traitements	14/06	25/06	01/07	09/07	15/07	25/07
1- Non traité	2.0 ± 0.7	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2- Verimark	2.5 ± 1.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 1.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3- Success	3.8 ± 2.2	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
4- Coragen	4.3 ± 2.0	1.5 ± 1.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
5- Movento	4.0 ± 2.1	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
6- Delegate	3.3 ± 2.6	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
7- Kopa	2.8 ± 1.4	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.8	0.0 ± 0.0	3.8 ± 3.8	0.5 ± 0.5
8- Evergreen	3.0 ± 1.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 1.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
9- Nemasys	3.5 ± 1.9	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0
10-Nomu Protect	3.8 ± 1.7	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
	p = 0.994	p = 0.464	p = 0.777	-	p = 0.492	-

Tableau 14. Pourcentage moyen (± erreur-type) de plants porteurs d'œufs par parcelle, site 2, 2019.

Traitements	14/06	25/06	01/07	09/07	15/07	25/07
1- Non traité	15.0 ± 2.9	0.0 ± 0.0	5.0 ± 2.9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2- Verimark	17.5 ± 6.3	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3- Success	17.5 ± 6.3	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
4- Coragen	17.5 ± 4.8	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
5- Movento	15.0 ± 6.5	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
6- Delegate	12.5 ± 7.5	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
7- Kopa	20.0 ± 9.1	0.0 ± 0.0	7.5 ± 7.5	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	2.5 ± 2.5
8- Evergreen	17.5 ± 8.5	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
9- Nemasys	12.5 ± 4.8	0.0 ± 0.0	5.0 ± 2.9	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0
10-Nomu Protect	20.0 ± 8.2	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
	p = 0.990	p = 0.464	p = 0.844	-	p = 0.573	-

Tableau 15. Nombre moyen (± erreur-type) de larves de mouches par parcelle, site 2, 2019.

Traitements	14/06	25/06	01/07	09/07	15/07	25/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	18.8 ± 4.7
2- Verimark	0.0 ± 0.0	9.0 ± 3.5				
3- Success	0.0 ± 0.0	24.3 ± 10.9				
4- Coragen	0.0 ± 0.0	33.8 ± 18.0				
5- Movento	0.0 ± 0.0	11.8 ± 5.5				
6- Delegate	0.0 ± 0.0	16.0 ± 7.0				
7- Kopa	0.0 ± 0.0	14.5 ± 9.9				
8- Evergreen	0.0 ± 0.0	9.5 ± 2.6				
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	11.8 ± 2.8				
10-Nomu Protect	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	17.5 ± 9.0
	-	-	-	-	-	p = 0.186

Tableau 16. Pourcentage moyen (± erreur-type) de plants porteurs de larves par parcelle, site 2, 2019.

Traitements	14/06	25/06	01/07	09/07	15/07	25/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	52.5 ± 11.1
2- Verimark	0.0 ± 0.0	35.0 ± 6.5				
3- Success	0.0 ± 0.0	50.0 ± 10.8				
4- Coragen	0.0 ± 0.0	47.5 ± 12.5				
5- Movento	0.0 ± 0.0	45.0 ± 13.2				
6- Delegate	0.0 ± 0.0	47.5 ± 13.2				
7- Kopa	0.0 ± 0.0	35.0 ± 6.5				
8- Evergreen	0.0 ± 0.0	40.0 ± 4.1				
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	52.5 ± 10.3				
10-Nomu Protect	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	40.0 ± 12.3
	-	-	-	-	-	p = 0.740

Tableau 17. Nombre moyen (± erreur-type) d'œufs de mouches par parcelle, site 3, 2020.

Traitements	01/06	04/06	08/06	18/06	26/06	01/07	09/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.25 ± 1.0	9.3 ± 1.7	0.5 ± 0.3	0.3 ± 0.3	1.3 ± 1.3
2- Verimark	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	1.25 ± 0.5	7.8 ± 2.3	1.8 ± 0.9	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3
3- Success	0.5 ± 0.3	0.3 ± 0.3	3.0 ± 1.1	9.8 ± 1.5	1.3 ± 0.6	0.5 ± 0.5	0.5 ± 0.5
4- Coragen	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.3	4.0 ± 2.0	8.3 ± 1.8	2.3 ± 1.1	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3
5- Movento	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	3.0 ± 1.7	6.0 ± 1.3	2.3 ± 1.1	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.8
6- Delegate	1.0 ± 1.0	0.3 ± 0.3	1.3 ± 0.8	8.0 ± 4.1	1.5 ± 0.8	0.0 ± 0.0	1.5 ± 1.2
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.0	3.0 ± 1.1	7.5 ± 1.9	0.3 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5
8- Evergreen	0.3 ± 3.0	0.0 ± 0.0	2.3 ± 0.5	10.8 ± 3.4	1.3 ± 0.6	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5	7.8 ± 1.1	0.3 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
10- Nomu Protect	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	2.3 ± 0.5	7.8 ± 1.7	2.3 ± 1.1	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0
	-	-	p = 0.665	p = 0.932	p = 0.787	p = 0.582	p = 0.772

Tableau 18. Pourcentage moyen (± erreur-type) de plants porteurs d'œufs par parcelle, site 3, 2020.

		, ,	<i>J</i> 1 / 1			,	,
Traitements	01/06	04/06	08/06	18/06	26/06	01/07	09/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	20.0 ± 7.1	37.5 ± 4.8	5.0 ± 2.5	5.0 ± 5.0	10.0 ± 10.0
2- Verimark	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	10.0 ± 4.1	40.0 ± 10.8	30.0 ± 15.0	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0
3- Success	5.0 ± 2.9	2.5 ± 2.9	17.5 ± 4.8	47.5 ± 2.5	15.0 ± 7.5	5.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0
4- Coragen	0.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0	22.5± 8.6	42.5 ± 4.8	25.0 ± 12.5	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0
5- Movento	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	17.5 ± 10.3	40.0 ± 10.8	10.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0
6- Delegate	2.5 ± 2.5	2.5 ± 2.5	7.5 ± 4.8	32.5 ± 9.5	10.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	15.0 ± 10.0
7- Kopa	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	22.5 ± 4.8	35.0 ± 6.5	5.0 ± 2.5	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0
8- Evergreen	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	17.5 ± 2.5	42.5 ± 4.8	15.0 ± 7.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	10.0 ± 4.1	40.0 ± 7.1	5.0 ± 2.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
10- Nomu Protect	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	17.5 ± 2.5	37.5 ± 7.5	20.0 ± 10.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0
	-	-	p = 0.579	p = 0.944	p = 0.321	p = 0.622	p = 0.731

Tableau 19. Nombre moyen (± erreur-type) de larves de mouches par parcelle, site 3, 2020.

Traitements	01/06	04/06	08/06	18/06	26/06	01/07	09/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.25 ± 0.1	0.3 ± 0.3	1.3 ± 0.6
2- Verimark	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.50 ± 0.3	0.3 ± 0.3	1.3 ± 0.6
3- Success	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.3 ± 1.1				
4- Coragen	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.5 ± 0.5				
5- Movento	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	2.0 ± 0.4
6- Delegate	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.3 ± 0.6				
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	2.0 ± 0.9
8- Evergreen	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.8	1.5 ± 0.9				
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.5 ± 0.3	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3
10- Nomu Protect	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	2.8 ± 1.2				
	-	-	-	p = 0.661	p = 0.337	p = 0.566	p = 0.323

Tableau 20. Pourcentage moyen (± erreur-type) de plants porteurs de larves par parcelle, site 3, 2020.

Traitements	01/06	04/06	08/06	18/06	26/06	01/07	09/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	5.0 ± 2.5	5.0 ± 5.0	25.0 ± 12.6
2- Verimark	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	10.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0	15.0 ± 5.0
3- Success	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	25.0 ± 12.6				
4- Coragen	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0				
5- Movento	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	35.0 ± 5.0
6- Delegate	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	30.0 ± 5.8				
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	25.0 ± 12.3
8- Evergreen	0.0 ± 0.0	10.0 ± 5.8	25.0 ± 12.3				
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	5.0 ± 2.5	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0
10- Nomu Protect	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	35.0 ± 9.6				
	-	-	-	-	p = 0.506	p = 0.722	0.179

Tableau 21. Nombre moyen (± erreur-type) d'œufs de mouches par parcelle, site 4, 2020.

Traitements	10/06	16/06	22/06	02/07	06/07	15/07	24/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.3	4.8 ± 0.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2- Verimark	0.0 ± 0.0	1.0 ± 1.0	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.5	0.0 ± 1.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3- Success	0.0 ± 0.0	2.8 ± 2.1	0.5 ± 0.5	0.8 ± 0.8	5.8 ± 1.5	6.8 ± 5.8	0.0 ± 0.0
4- Coragen	0.0 ± 0.0	1.0 ± 1.0	0.5 ± 0.5	0.3 ± 0.3	0.0 ± 2.0	1.8 ± 1.8	0.0 ± 0.0
5- Movento	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.5 ± 0.5	1.8 ± 1.2	0.5 ± 2.5	4.0 ± 2.2	0.0 ± 0.0
6- Delegate	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5	1.3 ± 0.5	0.5 ± 0.5	1.5 ± 3.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.5	2.8 ± 1.1	0.5 ± 3.5	0.5 ± 0.5	0.0 ± 0.0
8- Evergreen	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.9	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.8	0.8 ± 4.0	0.3 ± 0.3	0.0 ± 0.0
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.5	2.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
10- Nomu Protect	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.5	0.8 ± 0.8	0.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
			p = 0.738	p = 0.299	p = 0.416	p = 0.268	

Tableau 22. Pourcentage moyen (± erreur-type) de plants porteurs d'œufs par parcelle, site 4, 2020.

Traitements	10/06	16/06	22/06	02/07	06/07	15/07	24/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0	10.0 ± 5.8	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2- Verimark	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	10.0 ± 5.8	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3- Success	0.0 ± 0.0	10.0 ± 4.1	10.0 ± 10.0	5.0 ± 5.0	15.0 ± 5.0	10.0 ± 5.8	0.0 ± 0.0
4- Coragen	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	5.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0
5- Movento	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	5.0 ± 5.0	25.0 ± 15.0	5.0 ± 5.0	15.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0
6- Delegate	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	15.0 ± 5.0	10.0 ± 10.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
7- Kopa	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0	15.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0
8- Evergreen	0.0 ± 0.0	10.0 ± 5.8	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	15.0 ± 9.6	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.5	10.0 ± 5.8	5.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
10- Nomu Protect	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	10.0 ± 5.8	5.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
			p = 0.783	p = 0.582	p = 0.302	p = 0.028	

Tableau 23. Nombre moyen (± erreur-type) de larves de mouches par parcelle, site 4, 2020.

Traitements	10/06	16/06	22/06	02/07	06/07	15/07	24/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.8					
2- Verimark	0.0 ± 0.0	2.0 ± 1.4					
3- Success	0.0 ± 0.0	1.8 ± 1.2					
4- Coragen	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	1.3 ± 0.6				
5- Movento	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.3	1.0 ± 1.0				
6- Delegate	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	1.3 ± 0.5				
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.3	1.3 ± 1.3				
8- Evergreen	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.3	0.5 ± 0.5				
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.3	4.5 ± 3.0				
10- Nomu Protect	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.3	1.0 ± 0.7				
						p = 0.0.96	p = 0.647

Tableau 24. Pourcentage moyen (± erreur-type) de plants porteurs de larves par parcelle, site 4, 2020.

Traitements	10/06	16/06	22/06	02/07	06/07	15/07	24/07
1- Non traité	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0					
2- Verimark	0.0 ± 0.0	12.5 ± 4.8					
3- Success	0.0 ± 0.0	15.0 ± 9.6					
4- Coragen	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	10.0 ± 4.1				
5- Movento	0.0 ± 0.0	10.0 ± 5.8	5.0 ± 5.0				
6- Delegate	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	15.0 ± 5.0				
7- Kopa	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	10.0 ± 5.8	5.0 ± 5.0
8- Evergreen	0.0 ± 0.0	15.0 ± 5.0	5.0 ± 5.0				
9- Nemasys	0.0 ± 0.0	15.0 ± 5.0	15.0 ± 6.5				
10- Nomu Protect	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	10.0 ± 5.8	12.5 ± 7.5
						p = 0.364	p = 0.582



Figure 1. Dommages de larves de mouches sur la partie récoltable au moment de la récolte, site 2, en 2019



Figure 2. Dommages de larves de mouches et pupes sur la partie récoltable au moment de la récolte, site 1, en 2019