Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

PRIME-VERT
UN PAS DE PLUS. POUR VOUS. POUR VOTRE COLLECTIVITÉ.

ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE BIOPESTICIDES ET PESTICIDES À RISQUE RÉDUIT POUR LE CONTRÔLE DE LA MOUCHE DES SEMIS, *DELIA PLATURA*, DANS L'OIGNON JAUNE

PHYD-1-13-07

DURÉE DU PROJET : AVRIL 2014 / FÉVRIER 2016

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Anne-Marie Fortier, Phytodata Inc.

Janvier 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.

Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture

ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE BIOPESTICIDES ET PESTICIDES À RISQUE RÉDUIT POUR LE CONTRÔLE DE LA MOUCHE DES SEMIS, *DELIA PLATURA*, DANS L'OIGNON JAUNE

PHYD-1-13-07

RÉSUMÉ DU PROJET

La mouche des semis, *Delia platura*, est un insecte polyphage qui s'attaque à plus de 40 espèces de plantes cultivées. Dans la culture de l'oignon, les larves se nourrissent du contenu des semences, réduisant le taux de germination, et des jeunes plants qui fanent et meurent. Au Canada, aucun produit n'est homologué spécifiquement pour lutter contre *Delia platura* dans l'oignon. Son contrôle repose sur l'application de chlorpyrifos granulaire au semis, mais ce produit présente des risques pour la santé et l'environnement et a été identifié comme un contaminant majeur des eaux de surface en zone de production maraîchère. L'objectif du projet était donc d'évaluer l'efficacité de différents insecticides biologiques ou à risque réduit pour le contrôle de la mouche des semis dans l'oignon sec, afin de trouver une alternative à l'application de chlorpyrifos. Quatre sites ont été réalisés en 2014 et 2015 en sol organique. Le traitement des semences avec le spinosad ou le cyantraniliprole pourrait fournir une alternative efficace au chlorpyrifos afin de protéger les oignons contre les dommages causés par la mouche des semis dans les semaines qui suivent le semis. Le Bio-Cérès (*Beauveria bassiana*) appliqué dans le sillon au semis a également donné des résultats très intéressants dans un site en 2015.

MÉTHODOLOGIE

L'objectif du projet était d'évaluer l'efficacité de différents insecticides biologiques ou à risque réduit pour le contrôle de la mouche des semis dans l'oignon sec, afin de trouver une alternative à l'application de chlorpyrifos granulaire au semis. Deux sites par année ont été réalisés en sol organique en Montérégie Ouest. Le dispositif expérimental comprenait 8 traitements et 4 répétitions, pour un total de 32 parcelles disposées selon un plan en blocs complets aléatoires (Annexe 1). Chaque parcelle était d'une largeur d'une planche (4 rangs doubles pour les sites 2 et 4 et 5 rangs doubles pour les sites 1 et 3) et d'une longueur de 8 mètres. Le tableau 1 résume les traitements comparés dans les différents sites.

Le traitement 5 a été retiré de la liste de traitements pour la saison 2015 à cause de l'incompatibilité du champignon *Beauveria bassiana* appliqué en traitement de semences avec l'utilisation de fongicides sur la semence. Il a été remplacé par le produit Met 52 (*Metarhizium anisopliae*). Deux à quatre applications foliaires de Bio-Cérès (T2), Delegate (T4) et Met 52 (T5 en 2015) ont été réalisées à partir du stade crochet, selon le niveau des captures ou la présence de dommages (Annexe 2).

Toutes les semences hormis celles du traitement T5 en 2014 ont été traitées avec les fongicides Penflufen (250 mg m.a./100g) et Apron XL (15 mg m.a./100g). Les semences ont été traitées à l'Université de Cornell dans le laboratoire du Dr. Alan G. Taylor en utilisant un agent de pelliculage (DISCO A + MJJ-10) et le taux de germination des différents traitements de semences a été vérifié sur pétris avant le début des essais au champ. Toutes les parcelles ont été semées par l'équipe de Phytodata à l'aide d'un semoir manuel (Jang Automation JP-1) à un taux de 30 graines au mètre. Dans le 2e site, des œufs de *D. platura* ont été inoculés à deux reprises à la base des plants dans la zone de récolte de chaque parcelle (environ 250 œufs par parcelle).

Tableau 1. Liste des traitements comparés

TRT #	Produit	Matière active	Garantie	Dose	Moment d'application
1	Témoin	-	-	-	-
2	Bio-Cérès WB	*Beauveria bassiana* *(souche ANT-03)*	$1x10^{10}$ conidies/g	6 g/L	Pulvérisation au sol au semis[a], suivie d'applications foliaires[b]
3	Verimark	cyantraniliprole	200 g/L	1 L/ha	Dans le sillon au semis
4	Delegate WG	spinétorame	25%	336 g/L	Pulvérisation au sol au semis[a], suivi d'applications foliaires[b]
5	Bio-Cérès SI[c]	*B. bassiana*	$1x10^{10}$ conidies/g	1 g/100 g	Traitement de semences
6	Entrust	spinosad		4,15 g m.a./100g	Traitement de semences
7	HGW86	cyantraniliprole		1 g m.a./100 g	Traitement de semences
8	Lorsban 15G	chlorpyrifos	15%	16 kg/ha	Dans le sillon au semis

[a] En 2014, les traitements 2 et 4 ont été appliqués au sol suite au semis mais en 2015, les produits ont été appliqués directement dans le sillon au semis
[b] Les applications foliaires ont été faites à un volume de 600 L/ha à l'aide d'un pulvérisateur à CO_2 équipé de buses de type XR 8005 VS.
[c] En 2015, le traitement 5 a été remplacé par le Met 52 EC ($2x10^9$ UFC de *Metarhizium anisopliae* souche F52 par millilitre), appliqué dans le sillon au semis à la dose de 300 ml/ha. Des applications foliaires ont également été réalisées en même temps que les traitements 2 et 4

Trois pièges collants bleus avec attractif (P-316 Lure de la compagnie ChemTica Internacional) ont été installés en bordure de chacun des sites et relevés deux fois par semaine pour le suivi des populations de *D. antiqua*, *D. platura* et *D. florilega*. Dans chaque parcelle, la densité des plants a été évaluée à la levée sur quatre longueurs de un mètre. L'incidence des dommages a ensuite été évaluée chaque semaine à partir du stade 1-2 feuilles jusqu'à début bulbaison. En 2014, le pourcentage de plants fanés a été noté sur trois longueurs de un mètre de rang par parcelle, choisies aléatoirement à chaque visite sur les rangs du centre. En 2015, deux sites fixes de deux mètres de rang ont été délimités lors de la première évaluation (stade 2 feuilles) et les dommages de mouches ont été notés dans ces sites tout au long de la saison. Le pourcentage de dommages a ensuite été calculé par rapport à la densité de plants observée lors de la première évaluation (5 juin). Les plants attaqués ont été observés pour la présence de larves ou de pupes et celles-ci ont été recueillies pour identification. À la récolte, tous les oignons ont été prélevés sur les deux rangs au centre de chaque parcelle sur une longueur de trois mètres. Les rendements total et commercialisable en tonnes par hectare, ainsi que le pourcentage de pertes associées aux dommages de mouches ont été calculés.

Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel XLSTAT. Les moyennes ont été comparées avec le test de comparaisons multiples de Tukey lorsque l'ANOVA montrait des différences significatives entre les traitements. L'homogénéité des variances a été vérifiée à l'aide du test de Bartlett et la transformation Log (x+1) a été utilisée au besoin.

RÉSULTATS

Les différents traitements de semences n'ont pas affecté le taux de germination, qui était équivalent pour tous les traitements cinq à huit jours après la mise sur pétris (Annexe 3).

Dans les quatre sites à l'étude, les deux espèces de *Delia* retrouvées presqu'exclusivement sur les pièges placés en bordure étaient *D. platura* et *D. florilega* (Annexe 4). Malheureusement, nous n'avons toujours pas reçu les résultats d'identification des larves envoyées à BOLD (Barcode of Life Database) en 2015, donc nous ne pouvons confirmer avec certitude la présence de *D. florilega* dans les plants endommagés.

Site 1 (2014)

La densité moyenne de plants observée au stade drapeau était significativement (p=0,012) plus faible dans le T5 (traitement de semences avec *B. bassiana*) par rapport au T1 (témoin), T3 (Verimark), T4 (Delegate) et T8 (Lorsban) (figure 1). Les conditions fraiches et humides du printemps, notamment pendant la période des semis, ont favorisé le développement de maladies telles que le charbon et la fonte des semis, et le T5 était le seul traitement non protégé par des fongicides. Lorsque le T5 est enlevé des analyses pour les évaluations subséquentes, aucune différence entre les traitements n'est observée pour la densité moyenne de plants au mètre, donc les données ne sont pas présentées.

Des dommages de mouches ont été observés surtout lors des deux premières évaluations (4 et 11 juin), et aucun nouveau dommage n'a été observé à partir de l'évaluation du 2 juillet. Lorsqu'analysées séparément, le pourcentage de dommages pour les deux premières dates n'est pas significatif (p=0,287 et p=0,066). Par contre, en cumulant les données des deux évaluations, il y a significativement moins de dommages (p=0,037) dans les T6 et T7 (traitement des semences avec spinosad et cyantraniliprole respectivement) que dans le T2 (Bio-Cérès) (figure 2). Les 19 larves ou pupes recueillies dans les plants endommagés le 4 et le 11 juin appartenaient à *Delia platura* et/ou *D. florilega.*

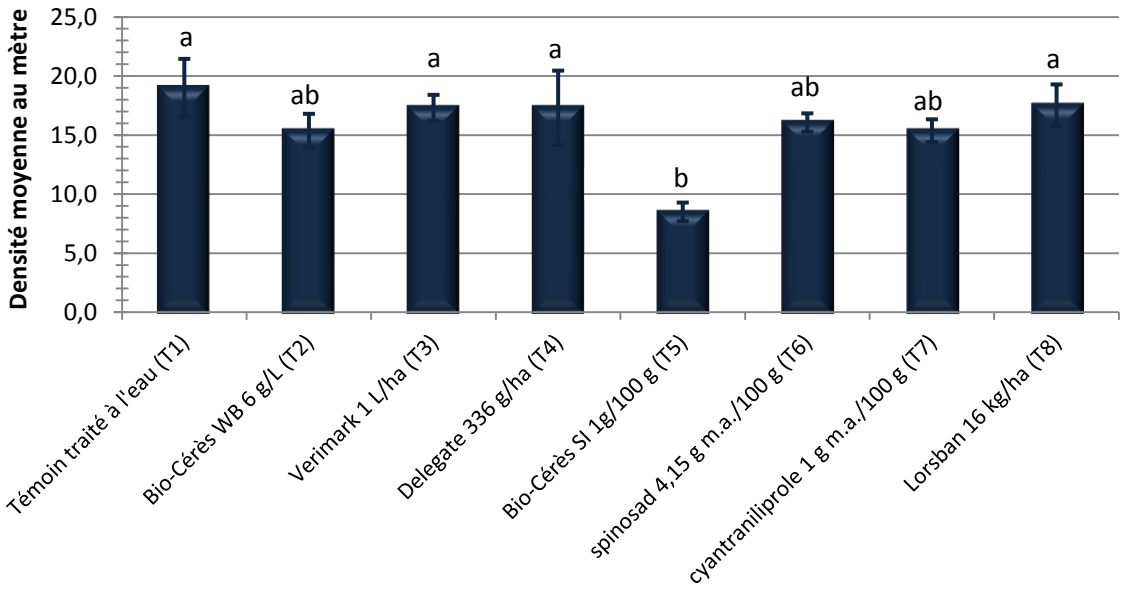


Figure 1. Densité moyenne de plants au mètre à la levée dans le site 1 pour chacun des traitements (± erreur-type)

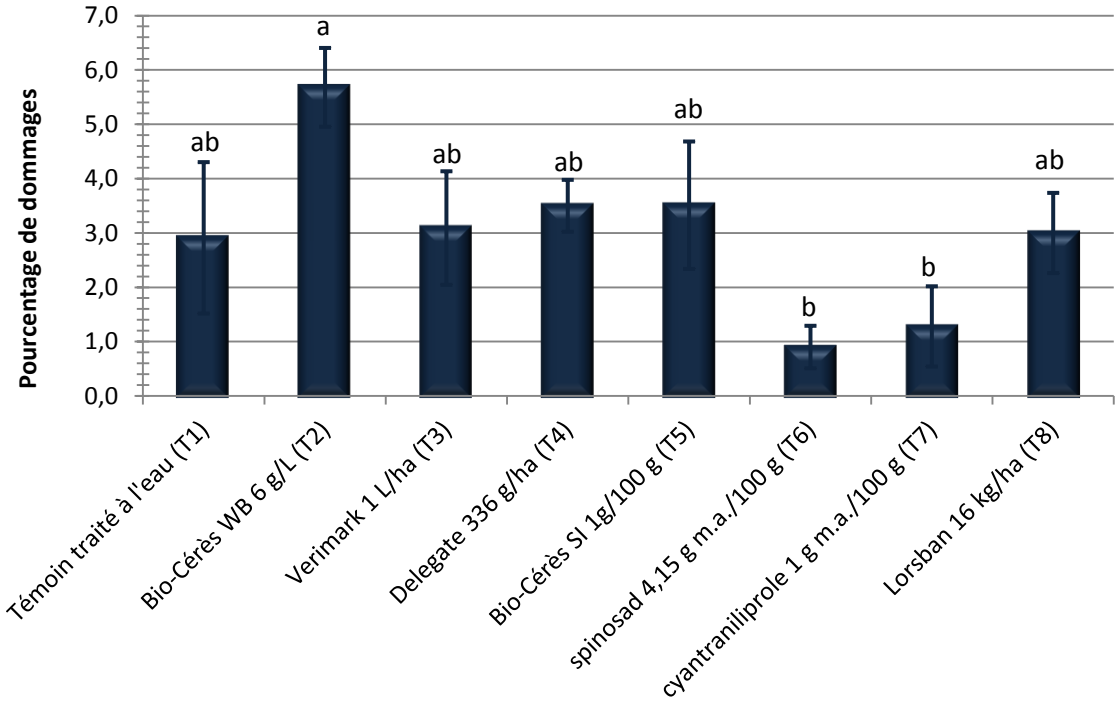


Figure 2. Pourcentage de dommages de mouches des semis dans le site 1 pour les deux premières évaluations combinées, pour chacun des traitements (± erreur-type)

Concernant les données de récolte, le T5 a été retiré des analyses puisque les parcelles n'étaient pas représentatives de l'ensemble du site. Aucune différence significative entre les traitements n'a été décelée pour le rendement total (p=0,940) et le rendement commercialisable (p=0,947) en tonnes par hectare (tableau 2). Le pourcentage de la récolte rejeté en raison des dommages de larves aux bulbes d'oignons était également similaire d'un traitement à l'autre (p=0,628), ce qui correspond aux résultats attendus puisque la plupart des dommages ont été observés dans les semaines qui ont suivi le semis.

Tableau 2. Rendements en tonnes par hectare dans le site 1, et pourcentage de dommages de mouches sur les bulbes pour chacun des traitements (± erreur-type)*

TRT	Rendement total (t/ha)	Rendement commercialisable (t/ha)	% dommages de mouches
Témoin traité à l'eau (T1)	60,9 ± 4,0 a	59,4 ± 3,7 a	1,0 ± 0,8 a
Bio-Cérès (T2)	58,0 ± 7,1 a	56,2 ± 7,4 a	0,8 ± 0,4 a
Verimark (T3)	57,3 ± 1,7 a	55,6 ± 2,6 a	0,6 ± 0,3 a
Delegate (T4)	61,4 ± 3,6 a	58,3 ± 4,2 a	0,9 ± 0,4 a
Spinosad (T6)	59,9 ± 4,2 a	58,4 ± 3,8 a	0,2± 0,2 a
Cyantraniliprole (T7)	60,4 ± 3,4 a	59,5 ± 3,5 a	0,3 ± 0,3 a
Lorsban (T8)	56,7 ± 3,3 a	54,9 ± 3,8 a	0,0 ± 0,0 a

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

Site 2 (2014)

Dans le 2e site, la densité de plants au mètre était également plus faible (*p*=0,011) pour le traitement de semences avec *B. bassiana* (T5) en comparaison au T3 (Verimark), T4 (Delegate) et T8 (Lorsban), pour les mêmes raisons que précédemment (figure 3). Ici encore, aucune différence entre les traitements n'a été décelée pour la densité tout au long de l'essai lorsque le T5 est retiré des analyses, donc les données ne sont pas présentées.

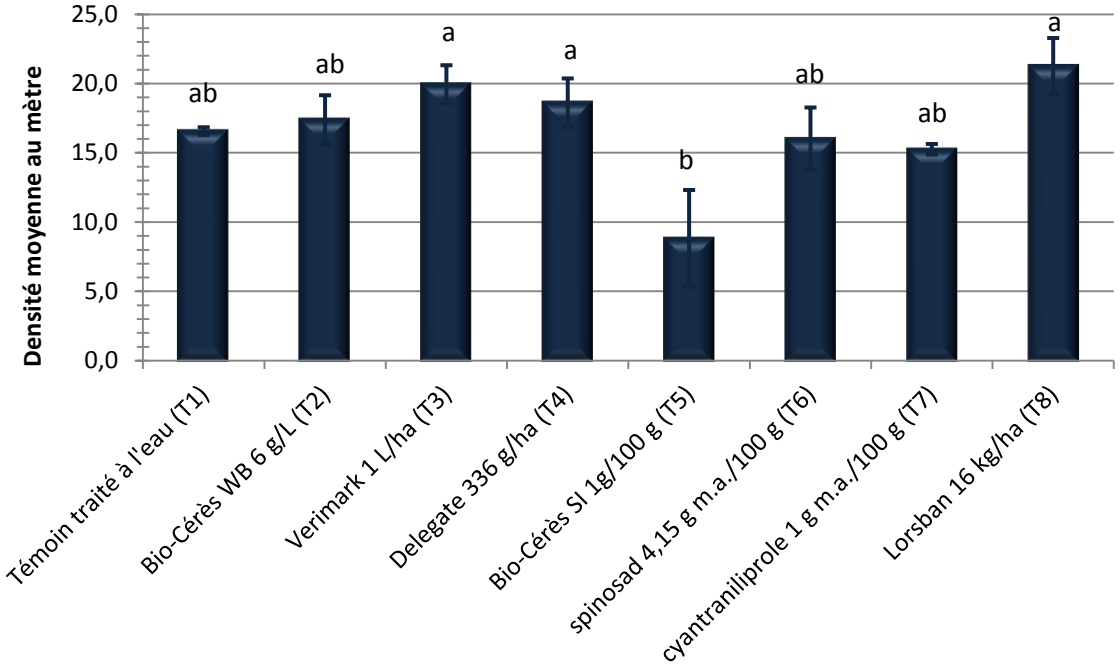


Figure 3. Densité moyenne de plants au mètre à la levée dans le site 2 pour chacun des traitements (± erreur-type)

Bien que les captures d'adultes aient été similaires dans les deux sites, et en dépit du fait que des œufs de *Delia platura* aient été inoculés à deux reprises pendant la durée de l'essai, pratiquement aucun dommage de larve n'a été observé sur les oignons dans ce site. En tout, trois plants fanés seulement ont été observés lors de l'évaluation de la densité à la levée, tous dans la parcelle 406 (T1).

Ici encore, le T5 a été retiré des analyses pour les données de rendement à cause de la très faible densité d'oignons dans les parcelles. Aucune différence significative entre les traitements n'a été observée pour le rendement total (*p*=0,111) et le rendement commercialisable (*p*=0,130) en tonnes par hectare (tableau 3).

Tableau 3. Rendement total et rendement commercialisable en tonnes par hectare dans le site 2, pour chacun des traitements (± erreur-type)*

TRT	Rendement total (t/ha)	Rendement commercialisable (t/ha)
Témoin traité à l'eau (T1)	57,0 ± 10,0 a	51,5 ± 13,2 a
Bio-Cérès (T2)	55,1 ± 7,2 a	51,7 ± 7,8 a
Verimark (T3)	60,0 ± 6,9 a	53,5 ± 8,3 a
Delegate (T4)	47,5 ± 8,2 a	41,1 ± 10,5 a
Spinosad (T6)	53,3 ± 6,2 a	51,5 ± 6,8 a
Cyantraniliprole (T7)	52,7 ± 5,3 a	49,9 ± 6,1 a
Lorsban (T8)	63,5 ± 3,2 a	58,0 ± 4,7 a

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

Site 3 (2015)

Aucune différence n'a été observée entre les traitements pour la densité à la levée (*p*=0,897), qui variait entre 25,0 et 26,5 oignons au mètre (Annexe 5). Toutefois, des différences ont été notées pour le nombre de plants dans les sites fixes pour trois dates d'évaluation (figure 4). Le 5 juin, au stade 2 feuilles, seul le T7 (cyantraniliprole en traitement de semences) avait une densité supérieure au témoin non traité (T1). Le 18 juin, alors que la majorité des dommages de mouches avaient été recensés, les parcelles traitées avec Bio-Cérès (T2), cyantraniliprole (T7) et Lorsban (T8) avaient significativement plus de plants que le témoin. Finalement, le 9 juillet s'ajoutent également les traitements 5 (Met 52) et 6 (spinosad en traitement de semences).

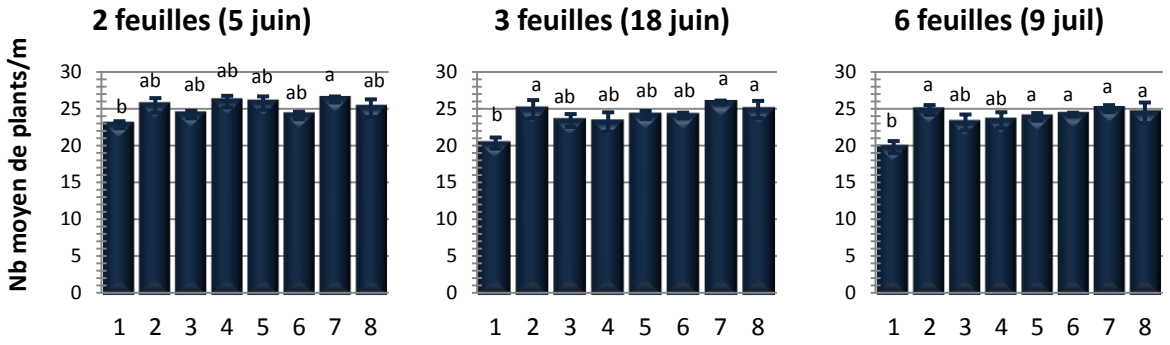


Figure 4. Nombre moyen de plants d'oignons au mètre dénombrés dans les sites fixes à différentes dates correspondant aux stades 2 feuilles, 3 feuilles et 6 feuilles, pour chacun des traitements

La majorité des dommages de mouches ont été observés lors de l'évaluation du 11 juin, et aucun nouveau dommage n'a été observé après le 18 juin. Significativement moins d'oignons attaqués (*p*=0,016) ont été observés dans le T6 (traitement des semences avec spinosad) par rapport au témoin non traité (T1) (figure 5). Bien qu'ils ne soient pas statistiquement différents du témoin non traité, les traitements 2 (Bio-Cérès) et 7 (cyantraniliprole en traitement des semences) avaient un pourcentage de dommages inférieur à 3%, tout comme le standard commercial Lorsban, ce qui reflète les résultats obtenus par rapport à la densité d'oignons dans les sites fixes le 18 juin (figure 4).

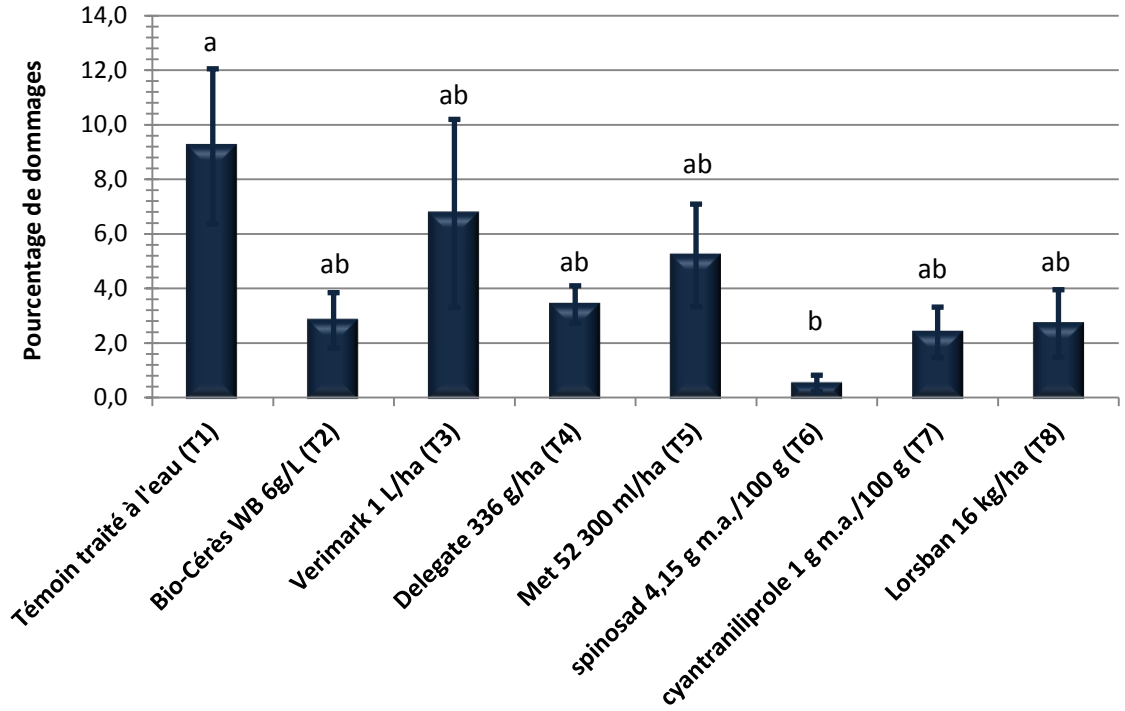


Figure 5. Pourcentage de dommages de mouches des semis dans le site 3 pour chacun des traitements (± erreur-type)

Finalement, aucune différence significative (*p*=0,655) n'a été observée pour le nombre de larves prélevées dans les plants attaqués (Annexe 6). Sur les 52 larves ou pupes recueillies dans les plants endommagés le 5 et le 11 juin, 51 appartenaient à *D. platura* ou *D. florilega* et une seule a été identifiée comme étant la mouche de l'oignon, *Delia antiqua*.

Aucune différence significative entre les traitements n'a été décelée pour le rendement total (*p*=0,885) et le rendement commercialisable (*p*=0,955) en tonnes par hectare (tableau 4). Le pourcentage de la récolte rejeté en raison des dommages de larves aux bulbes d'oignons était également similaire d'un traitement à l'autre (*p*=0,148), la plupart des dommages ayant été causés lorsque les plants étaient au stade 2-3 feuilles.

Tableau 4. Rendements en tonnes par hectare dans le site 3, et pourcentage de dommages de mouches sur les bulbes pour chacun des traitements (± erreur-type)*

TRT	Rendement total (t/ha)	Rendement commercialisable (t/ha)	% dommages de mouches
Témoin traité à l'eau (T1)	66,0 ± 7,3 a	58,0 ± 9,7 a	1,0 ± 1,0 a
Bio-Cérès (T2)	71,7 ± 4,8 a	64,1 ± 5,3 a	1,6 ± 0,8 a
Verimark (T3)	66,9 ± 5,6 a	60,2 ± 5,7 a	0,0 ± 0,0 a
Delegate (T4)	65,2 ± 9,8 a	56,5 ± 10,8 a	0,4 ± 0,4 a
Met 52 (T5)	68,6 ± 3,0 a	60,3 ± 2,2 a	1,1 ± 0,6 a
Spinosad (T6)	69,7 ± 7,9 a	59,6 ± 8,1 a	0,0 ± 0,0 a
Cyantraniliprole (T7)	69,4 ± 6,3 a	62,2 ± 7,0 a	0,2 ± 0,2 a
Lorsban (T8)	76,6 ± 2,9 a	66,9 ± 3,3 a	1,7 ± 0,4 a

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

Site 4 (2015)

Aucune différence n'a été observée non plus entre les traitements pour la densité à la levée (*p*=0,246) (Annexe 5). Dans ce site, le nombre de plants au mètre était beaucoup plus faible (entre 17,0 et 19,5 oignons). Le site a été semé quatre jours plus tard que le reste du champ, ce qui pourrait expliquer la perte de densité. En effet, le site n'étant pas au même stade que le reste du champ, le producteur n'a pas appliqué le premier herbicide (Prowl) dans le site, donc il peut y avoir eu compétition entre le mouron et les plantules d'oignon.

Concernant la densité dans les sites fixes, le nombre de plants dénombrés lors de l'évaluation du 5 juin (stade 2 feuilles) était significativement plus élevé (*p*=0,035) dans le traitement 7 (cyantraniliprole en traitement de semences) en comparaison aux parcelles traitées avec le Met 52 (T5) (figure 6). Le 18 juin, au stade 3 feuilles, aucune différence n'a été décelée entre les traitements (*p*=0,139). Enfin, le 9 juillet (stade 6 feuilles), il y avait significativement (*p*=0,006) plus d'oignons dans les traitements 7 (cyantraniliprole en traitement de semences) et 8 (Lorsban) par rapport au traitement 5 (Met 52).

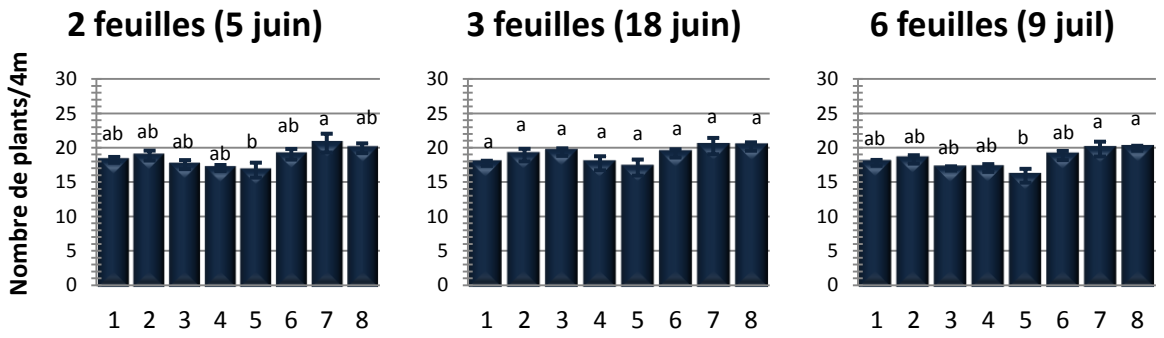


Figure 6. Nombre de plants d'oignons dénombrés dans les sites fixes à différentes dates correspondant aux stades 2 feuilles, 3 feuilles et 6 feuilles, pour chacun des traitements

Encore une fois, tous les dommages ont été observés entre le 5 et le 18 juin. Malheureusement, la pression du ravageur n'était pas suffisante dans le site pour déceler des différences significatives entre les traitements (*p*=0,505), même si aucun dommage n'a été répertorié dans les parcelles traitées avec spinosad et cyantraniliprole en traitement de semences (figure 7). Sur les 19 larves ou pupes recueillies dans les plants endommagés, une seule appartenait à la mouche de l'oignon *D. antiqua*.

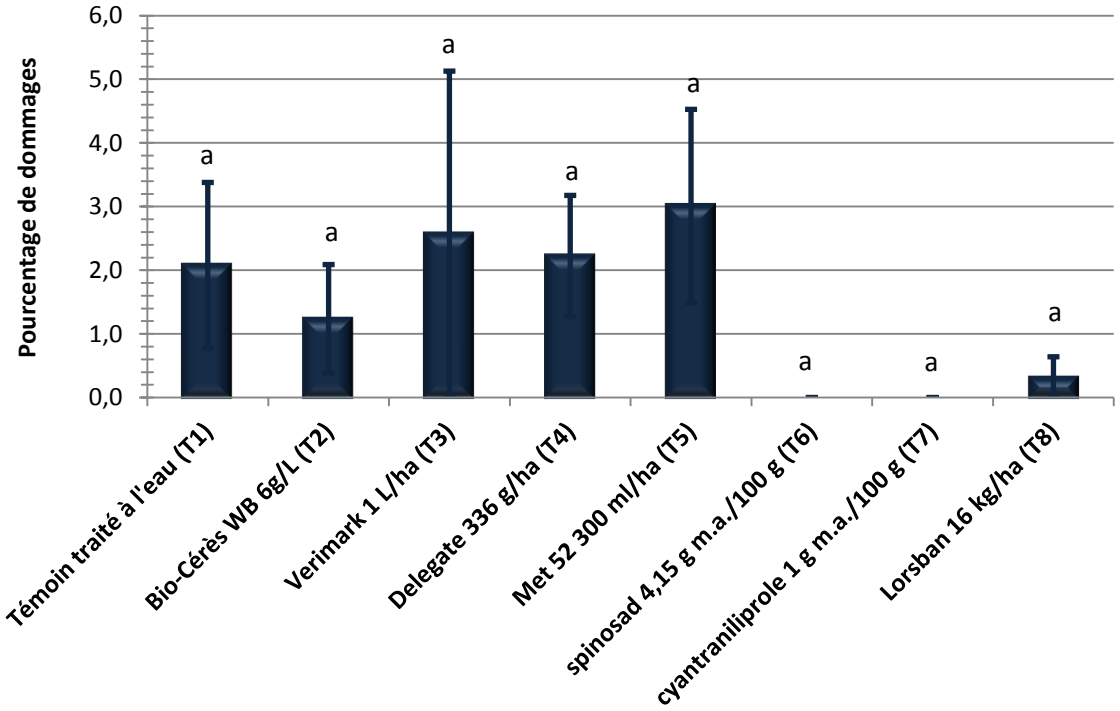


Figure 7. Pourcentage de dommages de mouches des semis dans le site 4 pour chacun des traitements (± erreur-type)

CONCLUSION

Le projet a permis, dans un site sur quatre, de démontrer l'efficacité du spinosad en traitement de semences pour contrôler les dommages de mouches des semis dans la culture de l'oignon. Dans les sites 1 et 4, la pression du ravageur n'a pas été suffisante pour déceler des différences significatives avec le témoin non traité, mais les résultats obtenus ont néanmoins permis de mettre en lumière le potentiel du spinosad, mais aussi celui du cyantraniliprole en traitement des semences. Dans le site 4, aucune différence n'a pu être détectée entre les traitements, mais aucun oignon attaqué n'a été observé dans les parcelles traitées avec le spinosad et le cyantraniliprole. De plus, bien que la différence ne fût pas significative au niveau souhaité dans le site 3, les dommages observés dans les parcelles traitées avec Bio-Cérès (*Beauveria bassiana*), cyantraniliprole et le standard commercial Lorsban étaient près de quatre fois moins importants que ceux des parcelles non traitées.

Malheureusement, les différences observées entre les traitements au niveau de la densité de plants ou au niveau du pourcentage de dommages de mouches ne se sont pas traduites par une différence de rendement. Dans la culture d'oignon sec, il peut être difficile d'obtenir des différences de rendement puisque la perte de densité se traduit en général par une augmentation des calibres des bulbes.

En ce qui concerne le spinosad, nos résultats peuvent être corrélés avec ceux obtenus par l'équipe de Brian Nault (2006), qui avait démontré un excellent contrôle de la mouche de l'oignon grâce au spinosad (utilisé en traitement de semences). Dans un projet IR-4 réalisé en 2008 par M. Nault (#2500), de très bons résultats avaient aussi été obtenus contre la mouche des semis dans les haricots avec l'Entrust en traitement de semences. Plus récemment, Wilson et al. (2015) ont testé différentes matières actives et méthodes

d'application pour contrôler les dommages de mouches des semis et de mouches de l'oignon. Dans leur étude, les semences traitées avec spinosad ou avec clothianidine + imidaclopride étaient la meilleure alternative au chlorpyrifos pour minimiser la mortalité des oignons causée par les larves de *Delia*. Le spinosad en traitement de semences a d'ailleurs été homologué récemment en Californie. Ils ont également déterminé que l'application de spinosad en traitement des semences était de loin plus efficace que l'application dans le sillon au semis ou l'incorporation avant semis, et ce pour les trois années de leur étude. Le traitement des semences a plusieurs avantages, incluant l'utilisation de moins de matière active par hectare, il est compatible avec la plupart des méthodes de semis et l'épandage localisé du produit dans la zone visée offre une protection maximale.

Pour les prochains essais visant à tester l'efficacité de produits phytosanitaires contre les dommages de mouches dans l'oignon, il serait pertinent d'augmenter la fréquence des évaluations à deux fois par semaine entre le stade 1-2 feuilles et la mi-juin environ. En effet, selon les conditions météorologiques, il est fort probable qu'un jeune plant d'oignon attaqué par une larve de mouche ait le temps de faner et se décomposer complètement entre deux évaluations. Ceci pourrait expliquer qu'il y ait parfois des différences entre des traitements au niveau de la densité de plants mais pas au niveau du pourcentage de dommages observé, comme ce fut le cas dans le site 3 pour les parcelles traitées avec Bio-Cérès (T2), Delegate (T5), cyantraniliprole (T7) et Lorsban (T8).

Finalement, aucun dommage relié à l'application des produits testés n'a été observé durant l'essai, donc aucune perte de rendement ou diminution de la qualité de la culture ne peut être attribuée à l'application des produits. Il semble même que les semences traitées avec le cyantraniliprole aient eu un effet positif sur les oignons, puisque la densité de plants était supérieure à certains autres traitements dans les deux sites réalisés en 2015.

RÉFÉRENCES

Nault, B.A.; Straub, R.W.; Taylor, A.G. 2006. Performance of novel insecticide seed treatments for managing onion maggot (Diptera: Anthomyiidae) in onion fields. Crop Protection 25: 58-65.

Wilson, R.G.; Orloff, S.B.;Taylor, A.G. 2015. Evaluation of insecticides and application methods to protect onions from onion maggot, *Delia antiqua*, and seedcorn maggot, *Delia platura*, damage. Crop Protection 67: 102-108.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Anne-Marie Fortier
Compagnie de recherche Phytodata Inc.
291 rue de la Coopérative
Sherrington J0L 2N0
450-454-3992 poste 34
514-809-4263
afortier@phytodata.ca

PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé en vertu du 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 par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Nous tenons également à remercier Les Fermes Vert Nature Inc., Hotte & Van Winden Inc. et Productions horticoles Van Winden pour nous avoir fourni les sites d'essai et pour leur implication dans le projet.

Annexe 1 - Dispositif expérimental

108 T1	208 T6	308 T8	408 T7
107 T2	207 T5	307 T3	407 T4
106 T4	206 T2	306 T7	406 T1
105 T5	205 T8	305 T2	405 T5
104 T7	204 T3	304 T6	404 T8
103 T3	203 T1	303 T4	403 T6
102 T6	202 T7	302 T1	402 T2
101 T8	201 T4	301 T5	401 T3
5 rangs	5 rangs	5 rangs	5 rangs

1m

8m

Annexe 2 - Calendrier des opérations

Opération	Site 1 (2014)	Site 2 (2014)	Site 3 (2015)	Site 4 (2015)
Semis, installation du site et traitements 2, 3, 4 et 8	13 mai	13 mai	8 mai	12 mai
Applications foliaires (T2 et T4)	22 mai (T2), 30 mai et 6 juin	22 mai (T2), 30 mai, 6 et 27 juin	22 mai, 1 et 15 juin	22 mai et 1er juin
Inoculation œufs *D. platura*	-	5 et 25 juin (stade crochet et 3 feuilles)	-	-
Relevés des pièges	13 mai au 28 août	13 mai au 4 septembre	8 mai au 28 août	12 mai au 1er septembre
Évaluation des densités	2 juin	4 juin	1er juin	29 mai
Évaluations	4, 11, 19 et 25 juin 2, 9 et 17 juillet 4 août	11, 19 et 25 juin 3, 10 et 17 juillet 4 août	5, 11, 18 et 26 juin 1, 9, 17, 23 et 29 juillet	5, 11, 18 et 25 juin 2, 9, 16, 23 et 29 juillet
Récolte	26 août	4 septembre	28 août	1er septembre

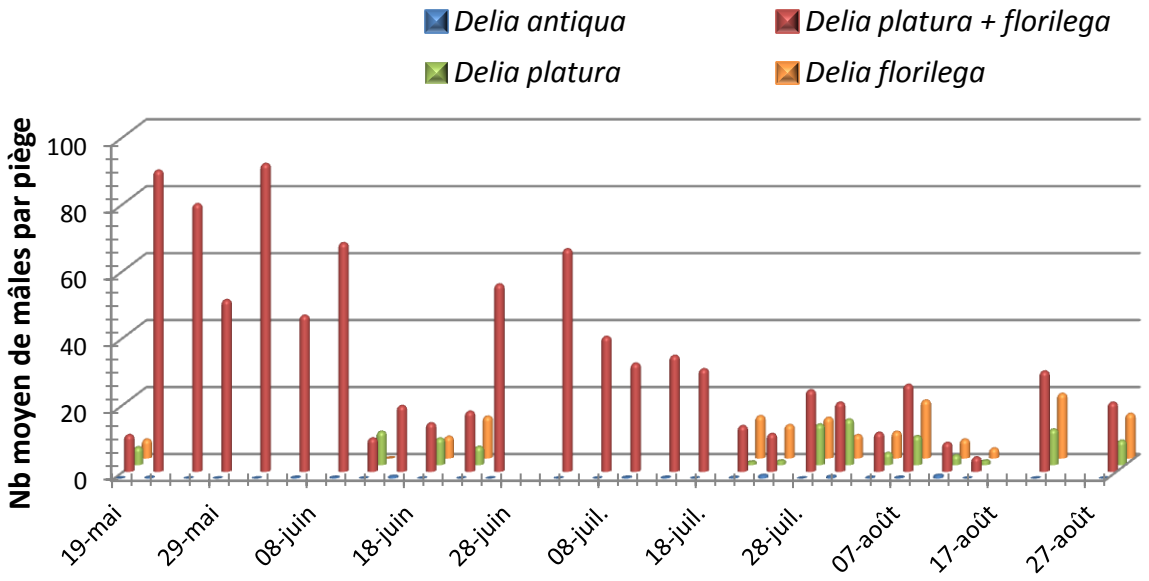
Annexe 3 – Pourcentage de germination (± erreur-type) des différents traitements de semences selon le nombre de jours après la mise sur pétris, en 2014 et 2015

	2014			2015	
Traitement	**3 jours**	**5 jours**	**7 jours**	**6 jours**	**8 jours**
Fongicides seulement	38,0 ± 6,3 a	88,0 ± 4,9 a	93,0 ± 3,0 a	96,3 ± 0,8 a	97,0 ± 0,9 a
B. bassiana (T5)	77,0 ± 3,0 b	92,0 ± 2,8 a	96,0 ± 1,6 a	-	-
Spinosad (T6)	75,0 ± 6,6 b	95,0 ± 2,5 a	99,0 ± 1,0 a	99,0 ± 1,0 a	99,0 ± 1,0 a
Cyantraniliprole (T7)	82,0 ± 1,2 b	95,0 ± 1,0 a	96,0 ± 1,6 a	81,0 ± 15,1 a	98,0 ± 1,2 a

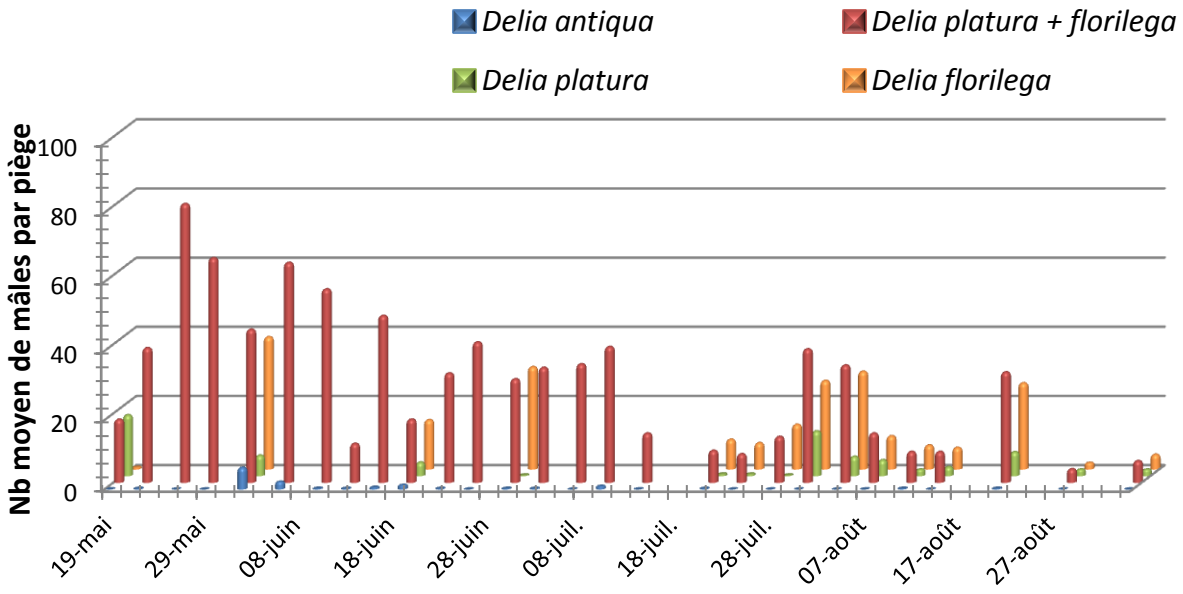
*Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (α=0,05, Test de Tukey)

Annexe 4 – Évolution du nombre moyen de mâles capturés par piège pour chacune des dates de relevé et chacun des sites

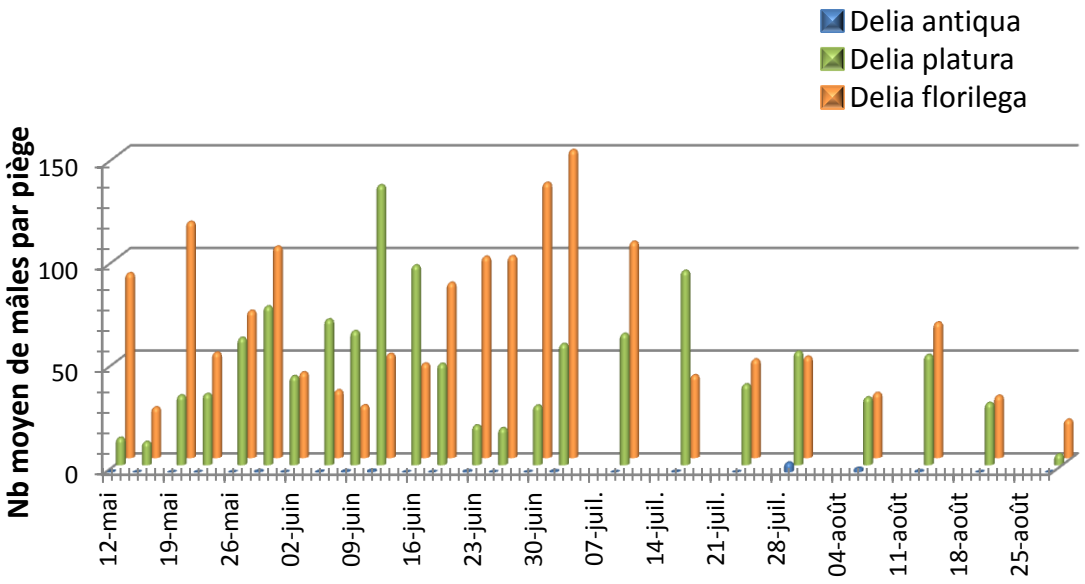
Site 1, 2014



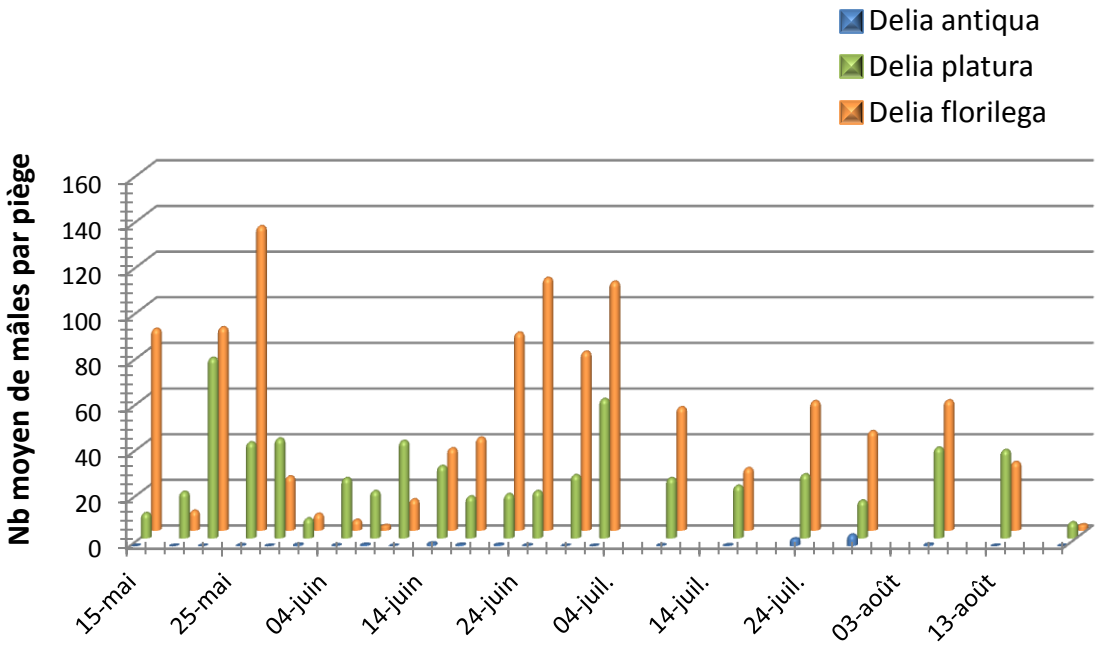
Site 2, 2014



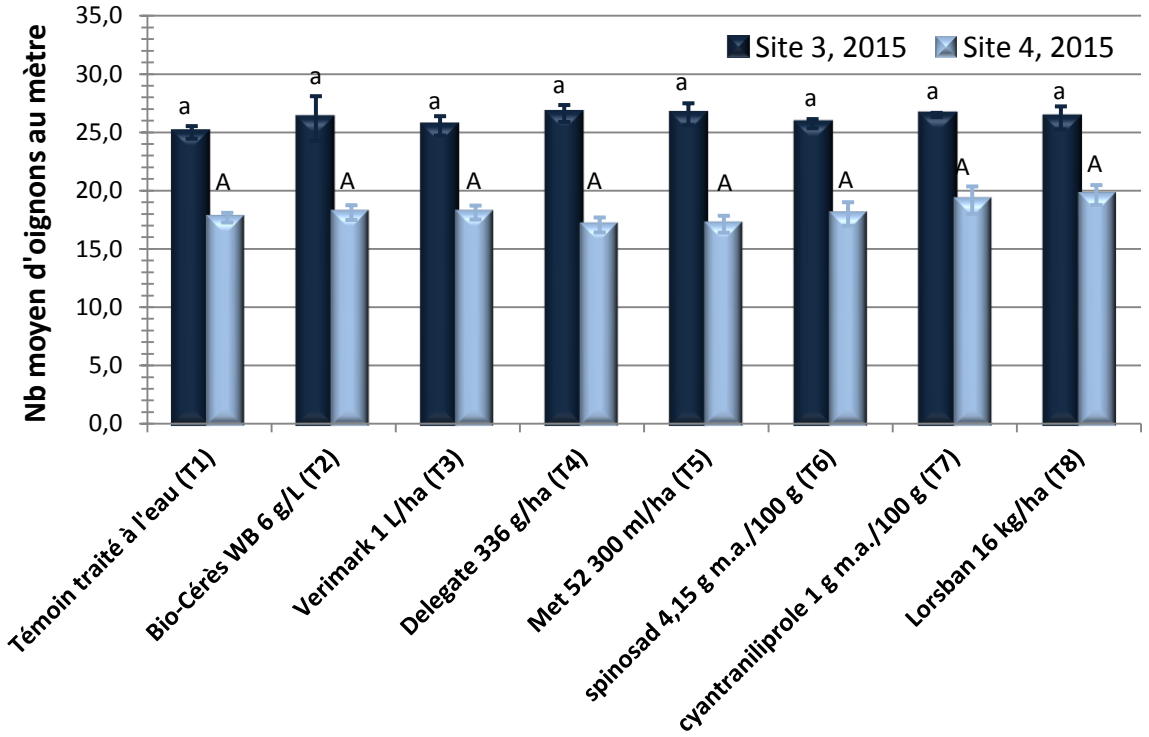
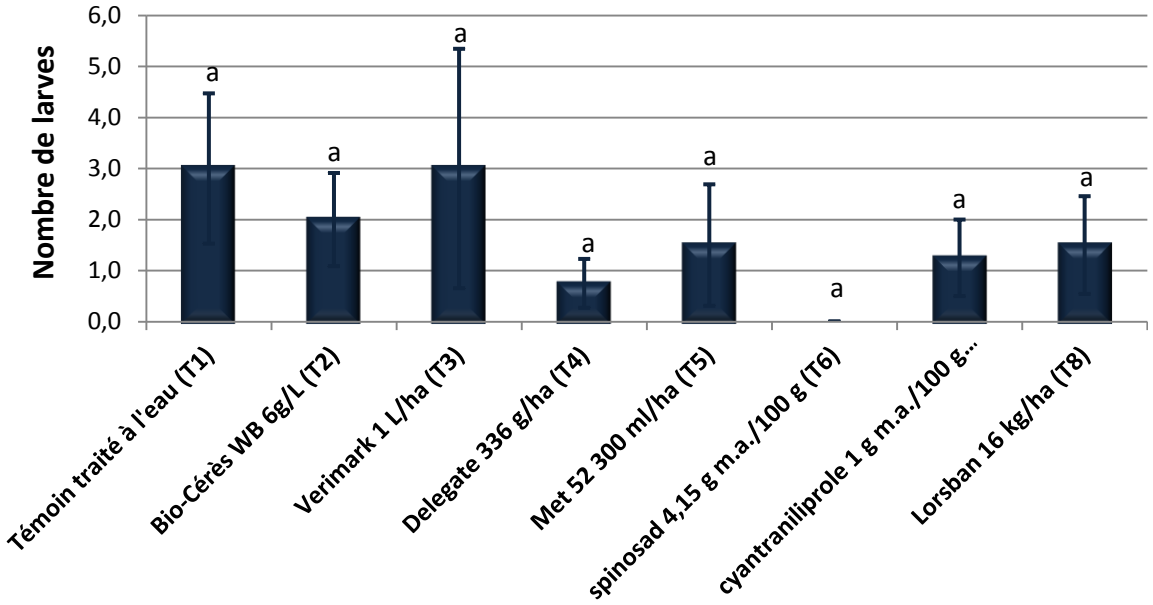
Site 3, 2015



Site 4, 2015



Annexe 5 – Densité à la levée (± erreur-type) des différents traitements pour les sites 3 et 4 en 2015



Annexe 6 – Nombre de larves (± erreur-type) provenant des plants attaqués pour chaque traitement dans le site 3 en 2015