

Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région

**Évaluation de l'efficacité d'agents de lutte biologique s'attaquant aux différents stades du thrips de l'oignon dans la culture de l'oignon sec, et évaluation d'un seuil d'intervention à grande échelle en régie conventionnelle**

**Rapport final**

Réalisé par :

Anne-Marie Fortier, Phytodata

Jessica Girona, Phytodata

Annie-Ève Gagnon, AAC

Février 2022

## RÉSUMÉ DU PROJET

Le thrips de l'oignon (*Thrips tabaci* Lindeman) est l'un des ravageurs qui cause le plus de pertes économiques chez les producteurs d'alliacées à travers le monde et nécessite des interventions phytosanitaires répétées. Au cours des dernières années, plusieurs producteurs ont mentionné éprouver des difficultés à contrôler le thrips de l'oignon; les produits fréquemment utilisés fournissent un niveau modéré de contrôle et la résistance à certaines matières actives plus anciennes a été documentée dans l'état de New-York et en Ontario (Shelton et al. 2003 et 2006, Allen et al. 2005). Ainsi constate-t-on une augmentation de la fréquence des traitements contre les thrips, ce qui, en plus d'avoir des effets néfastes sur la santé et l'environnement, peut nuire à l'efficacité des lâchers de mouches stériles, une méthode de lutte alternative éprouvée et utilisée par de plus en plus de maraîchers pour lutter contre la mouche de l'oignon. Il importe donc pour les producteurs d'oignons concernés de trouver une alternative aux insecticides chimiques, mais également d'améliorer la gestion des populations de thrips en utilisant un seuil d'intervention adapté aux conditions climatiques et agronomiques actuelles. Ainsi, les objectifs du projet étaient d'évaluer l'efficacité d'agents de lutte biologique contre les thrips et de comparer le seuil d'intervention de 5% de plants porteurs de trois thrips ou plus à la régie habituelle des producteurs participants. Deux sites de biocontrôle ont été réalisés en Montérégie-Ouest dans l'oignon sec, mais les agents de lutte biologique à l'essai n'ont pas permis de réduire les populations de thrips par rapport aux parcelles non traitées. Les températures chaudes et sèches de la saison 2021 ont favorisé l'explosion des populations de thrips, alors qu'elles ont probablement affecté la survie des acariens prédateurs. Le témoin commercial n'a pas permis non plus un gain de rendement significatif par rapport au témoin non traité, malgré une forte pression du ravageur. Finalement, le seuil de 5% de plants porteurs de trois thrips ou plus semble trop sévère, puisqu'il a nécessité plus d'applications que la régie habituelle du producteur dans les quatre champs suivis, sans gain de rendement apparent.

## OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Le projet visait à 1) évaluer l'efficacité de l'acarien prédateur *Neoseiulus cucumeris* vecteur de spores du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana*, utilisé ou non en combinaison avec l'acarien prédateur au sol *Stratiolaelaps scimitus* pour le contrôle des thrips dans l'oignon et 2) évaluer le seuil d'intervention de 5% de plants porteurs de trois thrips ou plus à grande échelle.

### **Biocontrôle**

Deux sites ont été installés en 2021 dans des champs d'oignon sec chez des producteurs de la Montérégie-Ouest. Le premier site a été réalisé dans l'oignon biologique en sol minéral et le deuxième dans un champ en régie conventionnelle en sol organique. Le dispositif expérimental comprenait six traitements et quatre répétitions, pour un total de 24 parcelles de trois planches de largeur par 10 mètres de longueur, disposées selon un dispositif en blocs complets aléatoires (Annexe 1). La liste des traitements comparés est présentée ci-dessous :

1. Témoin non traité
2. *N. cucumeris* (50/m<sup>2</sup>) vecteurs de *B. bassiana*
3. *N. cucumeris* (50/m<sup>2</sup>) + *S. scimitus* (50/m<sup>2</sup>)
4. *N. cucumeris* (50/m<sup>2</sup>) vecteurs de *B. bassiana* + *S. scimitus* (50/m<sup>2</sup>)
5. Bio-Ceres (*B. bassiana*) à 6 g/L
6. Témoin commercial

Le calendrier des applications, ainsi que la stratégie d'inoculation des agents de lutte biologique sont présentés à l'Annexe 2. Les pulvérisations (T5 et T6) ont été faites à l'aide de buses TJ-11005VS à une pression de 35 psi et un volume de 500 L/ha. Du stade deux feuilles jusqu'à la récolte, une évaluation hebdomadaire des populations de thrips et des dommages a été réalisée sur 10 à 20 plants selon l'abondance des populations, choisis de façon aléatoire au centre de chaque parcelle. Le nombre d'adultes et de larves de thrips a été compté sur chaque plant, et le stade phénologique des oignons a été noté (nombre de feuilles vertes). À partir de la mi-juillet dans le site 1, le décompte des larves s'est arrêté à 50 pour chaque plant dépisté, étant donné la très grande densité de thrips. La sévérité des dommages a été évaluée sur chacun des plants selon une échelle de 1 à 10 : 1 = aucun dommage; 2 = 1-10% de la surface des feuilles affectée; 3 = 11-20%; 4 = 21-35%; 5 = 36-50%; 6 = 51-65%; 7 = 66-80%; 8 = 81-90%; 9 = 91-99% et 10 = 100% dommages (Nault et Shelton, 2010; Nault et Huseth, 2016). Afin d'obtenir une mesure de la pression des thrips sur l'ensemble de la saison, le nombre cumulatif de thrips-jours par plant a été calculé pour chacune des parcelles selon la formule suivante :  $CTJP = Cum_j + \left[ \left( \frac{c_j + c_k}{2} \right) (t_j - t_k) \right]$ , où  $j$  et  $k$  sont deux événements d'échantillonnage consécutifs,  $t$  représente la date d'échantillonnage,  $Cum_j$  est le nombre cumulatif de thrips-jours par plant au temps  $j$  et  $c$  = le nombre de thrips par plant (Fournier et al. 1995).

À la fin de la saison, les oignons ont été récoltés sur une longueur de deux mètres sur les deux rangs du centre (4m linéaires) et les rendements total et commercialisable ont été calculés en tonnes à l'hectare. Le pourcentage d'oignons de calibre inférieur à deux pouces (rejets petits) a aussi été déterminé. Les données ont été soumises à une analyse de variances (ANOVA) suivie du test de comparaisons multiples LSD de Fisher.

### **Seuil d'intervention**

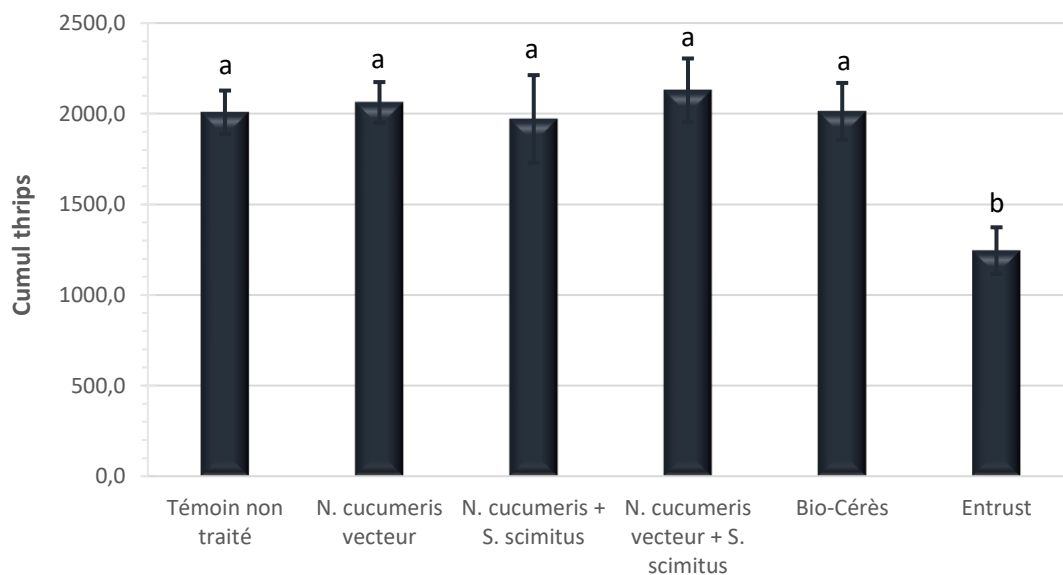
Dans le cadre du projet PHYD-1-16-1777, différents seuils d'intervention ont été évalués en parcelles expérimentales de 2018 à 2020. À la dernière année, le seuil de 5% de plants porteurs de 3 thrips a donné des résultats intéressants, avec un contrôle des populations de thrips et des dommages équivalents aux seuils de 5 et 15% de plants porteurs (1 thrips), mais a nécessité en moyenne 1 à 3 applications de moins. Le seuil de 5% de plants porteurs de 3 thrips ou plus a donc été comparé à la régie habituelle du producteur dans quatre champs commerciaux d'oignon sec de la Montérégie-Ouest, en sol organique. Chacun des champs a été divisé en deux sections : les applications insecticides ont été réalisées par les quatre producteurs participants selon leur régie

habituelle dans une section et selon l'atteinte du seuil proposé dans l'autre moitié du champ. Un dépistage hebdomadaire a été effectué en notant le nombre de plants porteurs de 1 et 3 thrips sur dix plants consécutifs dans 20 sites sélectionnés aléatoirement dans chaque section. Les relevés de récolte ou estimation de rendement ont pu être obtenus pour trois des fermes participantes. Finalement, la relation entre le pourcentage de plants porteurs de thrips (1 thrips ou plus) et le pourcentage de plants porteurs de 3 ou plus a été déterminée.

## RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

### **Biocontrôle**

Douze évaluations ont été réalisées dans chacun des sites entre le début du mois de juin et la mi-août. Le nombre moyen d'adultes et de larves, ainsi que le pourcentage de plants porteurs de thrips pour chacune des dates d'évaluation sont présentés à l'Annexe 3 (Tableaux A à F). Dans le site 1, la pression a été très élevée, atteignant plus de 5 thrips par feuille dans la plupart des traitements à la fin juillet. Seul le témoin commercial Entrust (T6) s'est différencié des autres traitements pour le nombre de larves à trois dates d'évaluation (Tableau B). C'est également dans ce traitement que le nombre cumulé de thrips-jours par plant s'est avéré le plus faible ( $P = 0,0001$ ) (Figure 1), confirmant la plus faible pression exercée par les thrips dans ces parcelles, ce qui s'est également traduit par des dommages moins sévères (Tableau 1). Toutefois, malgré un meilleur contrôle des thrips dans les parcelles traitées avec Entrust, le rendement vendable obtenu n'est pas significativement différent de celui des parcelles non traitées ou de celles avec introduction des agents de lutte biologique (Tableau 2).



**Figure 1** : Nombre cumulé moyen ( $\pm$  erreur-type) de thrips-jours par plant pour chacun des traitements dans le site 1 ( $P = 0,0001$ ).

**Tableau 1.** Nombre moyen de plants ( $\pm$  erreur-type) avec un indice de sévérité des dommages de 7 ou plus (7 à 9) pour chacun des traitements dans le site 1.

Traitement	27 juillet	3 août	10 août	17 août
<b>T1</b>	5,7 $\pm$ 2,2 ab	13,0 $\pm$ 1,1 a	10,0 $\pm$ 0,0 a	10,0 $\pm$ 0,0 a
<b>T2</b>	8,7 $\pm$ 1,4 a	11,7 $\pm$ 1,6 a	10,0 $\pm$ 0,0 a	9,2 $\pm$ 0,5 a
<b>T3</b>	4,2 $\pm$ 1,6 b	9,2 $\pm$ 1,9 a	9,2 $\pm$ 0,7 a	9,5 $\pm$ 0,3 a
<b>T4</b>	9,0 $\pm$ 2,3 a	13,0 $\pm$ 1,7 a	10,0 $\pm$ 0,0 a	8,5 $\pm$ 1,2 a
<b>T5</b>	6,7 $\pm$ 3,1 ab	11,7 $\pm$ 2,0 a	10,0 $\pm$ 0,0 a	9,0 $\pm$ 0,4 a
<b>T6</b>	0,2 $\pm$ 0,2 c	1,5 $\pm$ 1,2 b	6,7 $\pm$ 1,0 b	5,2 $\pm$ 1,9 b
<i>Valeur de P</i>	<b>0,002</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,026</b>

Les évaluations du 27 juillet et 3 août ont été réalisées sur 15 plants par parcelle et les évaluations du 10 et 17 août sur 10 plants par parcelle. Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas statistiquement différentes (test LSD de Fisher,  $\alpha = 0,05$ ).

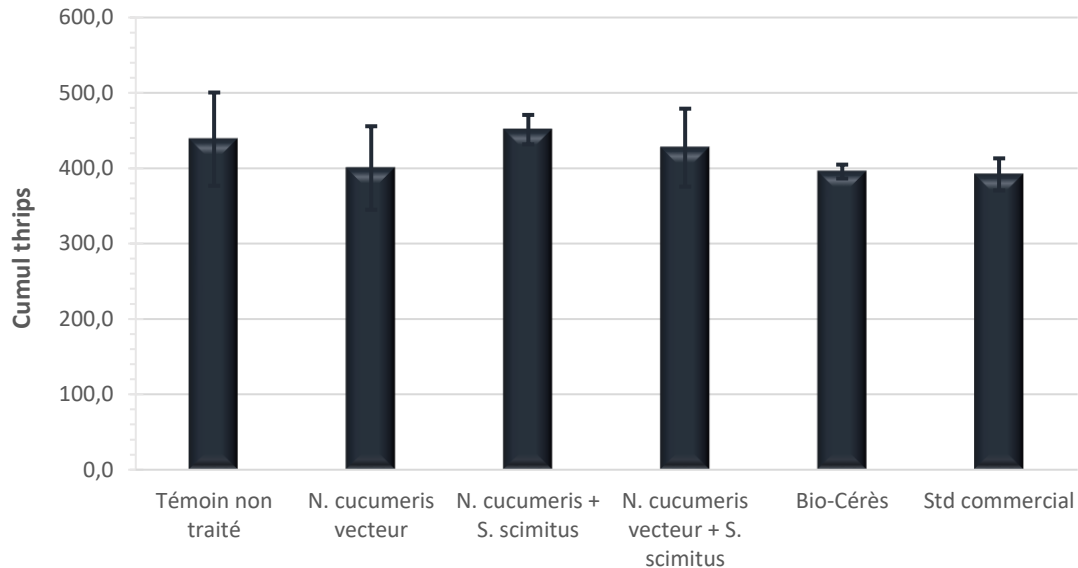
**Tableau 2.** Rendements total et commercialisable en tonnes par hectare, et pourcentage d'oignons vendables ou trop petits dans le site 1 pour chacun des traitements ( $\pm$  erreur-type).

Traitement	Rendement total (t/ha)	Rendement vendable (t/ha)	% vendables	% rejets petits
<b>T1</b>	34,5 $\pm$ 3,1 ab	31,0 $\pm$ 3,5 ab	79,5 $\pm$ 5,2	20,0 $\pm$ 5,3
<b>T2</b>	35,4 $\pm$ 1,2 ab	32,5 $\pm$ 1,2 a	84,3 $\pm$ 1,8	14,7 $\pm$ 1,3
<b>T3</b>	33,5 $\pm$ 2,2 bc	30,0 $\pm$ 3,0 ab	77,9 $\pm$ 4,5	20,9 $\pm$ 4,8
<b>T4</b>	36,4 $\pm$ 2,7 ab	33,0 $\pm$ 3,1 a	81,2 $\pm$ 2,8	17,6 $\pm$ 2,6
<b>T5</b>	27,5 $\pm$ 1,9 c	23,0 $\pm$ 2,9 b	65,5 $\pm$ 10,9	34,2 $\pm$ 10,6
<b>T6</b>	40,4 $\pm$ 2,3 a	37,4 $\pm$ 2,8 a	84,7 $\pm$ 4,2	13,9 $\pm$ 4,5
<i>Valeur de P</i>	<b>0,019</b>	<b>0,038</b>	<b>0,246</b>	<b>0,183</b>

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas statistiquement différentes (test LSD de Fisher,  $\alpha = 0,05$ ).

Dans le deuxième site, la pression du ravageur a été beaucoup plus faible, atteignant un pic tard en saison (4 et 16 août) à 1,6 thrips par feuille en moyenne, et trois applications ont été faites pour chacun des traitements (T2 à T6). Des différences significatives ont été obtenues pour le nombre d'adultes à deux dates d'évaluation. Étonnamment, celui-ci était plus élevé dans le témoin commercial (T6) lors de la dernière évaluation le 16 août (Tableau D). Aucune autre différence entre les traitements n'a été observée pour le nombre de larves (Tableau E) et le pourcentage de plants porteurs (Tableau F), ni pour la pression des thrips sur l'ensemble de la saison (Figure 2) ou la sévérité des dommages (Tableau 3). Les rendements total et commercialisable en tonnes par hectare, ainsi que

le pourcentage de bulbes vendables ou trop petits étaient également similaires d'un traitement à l'autre (Tableau 4), malgré l'application de trois insecticides chimiques (Movento, Agri-Mek et Exirel) dans le T6.



**Figure 2 :** Nombre cumulatif moyen ( $\pm$  erreur-type) de thrips-jours par plant pour chacun des traitements dans le site 2 ( $P = 0.509$ ).

**Tableau 3.** Nombre moyen de plants ( $\pm$  erreur-type) avec un indice de sévérité des dommages de 4 ou plus (4 à 6) pour chacun des traitements dans le site 2.

Traitement	27 juillet	3 août	10 août	17 août
<b>T1</b>	2,0 $\pm$ 0,4	5,7 $\pm$ 1,1	7,2 $\pm$ 2,7	5,5 $\pm$ 2,8
<b>T2</b>	1,2 $\pm$ 1,2	5,2 $\pm$ 1,9	3,7 $\pm$ 1,0	4,0 $\pm$ 1,2
<b>T3</b>	2,0 $\pm$ 1,7	4,7 $\pm$ 1,9	4,0 $\pm$ 0,4	3,2 $\pm$ 0,9
<b>T4</b>	1,0 $\pm$ 0,0	5,5 $\pm$ 1,3	5,2 $\pm$ 1,1	4,2 $\pm$ 1,6
<b>T5</b>	1,7 $\pm$ 0,8	4,2 $\pm$ 1,6	4,7 $\pm$ 1,4	4,2 $\pm$ 0,9
<b>T6</b>	2,0 $\pm$ 0,9	5,0 $\pm$ 2,1	5,0 $\pm$ 1,7	2,7 $\pm$ 0,7
<i>Valeur de P</i>	<i>0,942</i>	<i>0,989</i>	<i>0,428</i>	<i>0,878</i>

L'évaluation du 27 juillet a été réalisée sur 20 plants par parcelle et les trois évaluations subséquentes sur 15 plants par parcelle.

**Tableau 4.** Rendements total et commercialisable en tonnes par hectare, et pourcentage d'oignons vendables ou trop petits dans le site 2 pour chacun des traitements ( $\pm$  erreur-type).

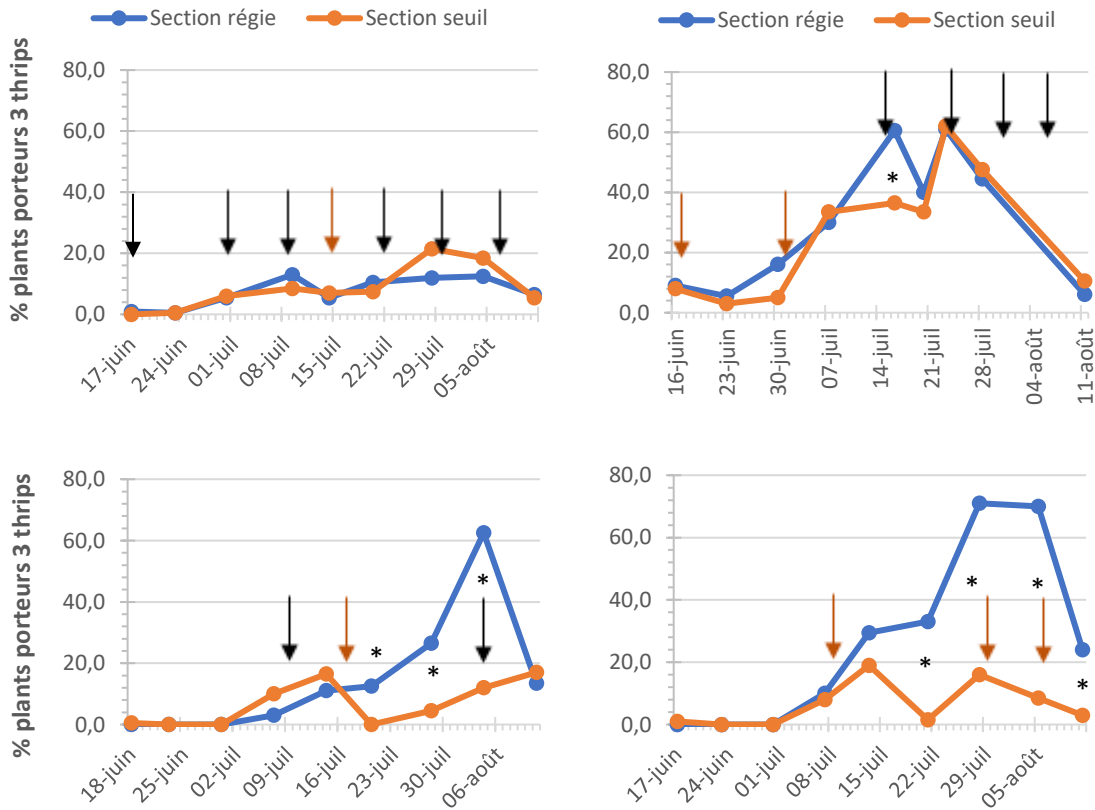
Traitements	Rendement total (t/ha)	Rendement vendable (t/ha)	% vendables	% rejets petits
<b>T1</b>	59,2 $\pm$ 5,9	47,8 $\pm$ 5,2	74,7 $\pm$ 3,9	24,6 $\pm$ 4,1
<b>T2</b>	58,8 $\pm$ 4,8	51,1 $\pm$ 6,0	76,9 $\pm$ 4,0	22,7 $\pm$ 3,9
<b>T3</b>	59,8 $\pm$ 4,6	51,4 $\pm$ 5,8	73,9 $\pm$ 5,8	24,9 $\pm$ 6,6
<b>T4</b>	61,6 $\pm$ 7,3	53,9 $\pm$ 8,7	75,2 $\pm$ 6,6	23,4 $\pm$ 6,3
<b>T5</b>	59,9 $\pm$ 6,1	53,3 $\pm$ 8,0	77,2 $\pm$ 8,5	21,1 $\pm$ 7,0
<b>T6</b>	63,9 $\pm$ 4,2	56,6 $\pm$ 4,9	77,9 $\pm$ 4,3	21,1 $\pm$ 4,6
<i>Valeur de P</i>	0,862	0,666	0,960	0,943

Les résultats des deux sites avec les agents de lutte biologique ont été décevants, malgré trois ou quatre introductions à intervalle de trois semaines. La densité de thrips très élevée dans le site 1 aurait probablement nécessité une densité de prédateurs plus importante. De plus, les conditions chaudes et sèches rencontrées pendant la saison 2021 ont très probablement affecté la survie des acariens prédateurs. Des espèces plus tolérantes aux températures élevées seront ciblées pour de futurs essais. Malgré cela, le rendement commercialisable dans les parcelles de biocontrôle n'était pas significativement différent de celui obtenu dans le témoin commercial, qui a reçu trois applications (Entrust dans le site 1 et Movento, Agri-Mek et Exirel dans le site 2). Il est possible qu'un certain contrôle par les ennemis naturels présents aux champs ait pu atténuer les différences entre les traitements et le témoin non traité, puisqu'un grand nombre de larves de syrphes et de thrips prédateurs a été observé lors des évaluations.

### ***Seuil d'intervention***

En Montérégie-Ouest, la gestion des populations de thrips dans l'oignon n'est généralement pas basée sur l'atteinte d'un seuil précis d'intervention. La régie varie donc grandement d'une ferme à l'autre, et le seuil déclenchant une intervention peut varier d'aussi peu que 5% de plants porteurs à plus de 50% selon le producteur et le moment de la saison. La disponibilité d'un seuil d'intervention est l'un des éléments les plus importants pour diriger la prise de décision dans un programme de lutte intégrée. Les avantages de l'utilisation d'un seuil d'intervention en comparaison à la méthode du calendrier incluent en général une diminution du nombre d'applications, une économie de temps et d'argent, et potentiellement une réduction du risque de développement de résistance aux insecticides (Gill et al. 2015, Nault et Huseeth 2016). Toutefois, dans les champs suivis dans le cadre de ce projet, un nombre plus élevé d'insecticides ont été appliqués dans la section « seuil » par rapport à la régie habituelle du producteur (Figure 3), avec une moyenne de 4,7  $\pm$  1,0 et 3,0  $\pm$  1,3, respectivement. Un meilleur contrôle des

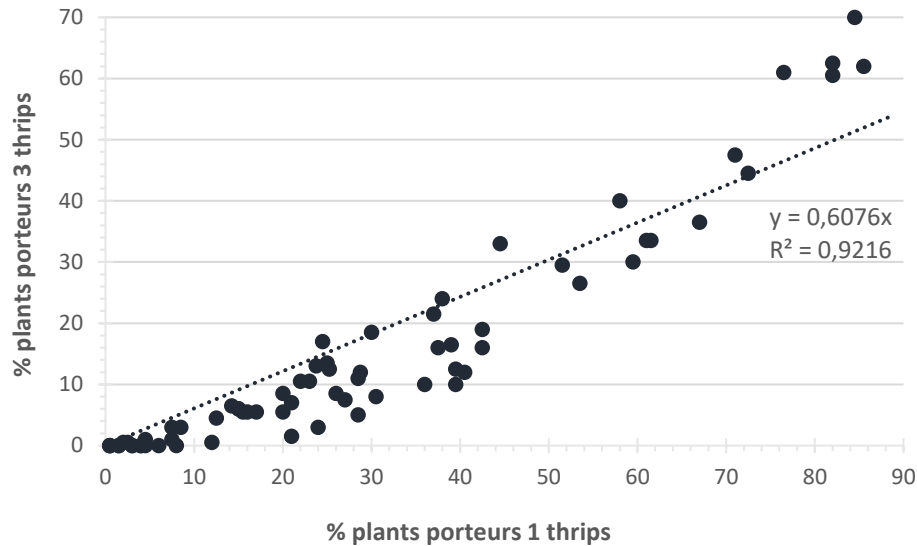
thrips a été observé dans la section seuil dans seulement deux des quatre champs suivis (Figure 3), mais cette réduction des populations ne s'est pas traduite par une augmentation des calibres ou du rendement (données non présentées), suggérant que le seuil testé est trop sévère, puisqu'il a nécessité plus d'applications sans gain de rendement mesuré.



**Figure 3.** Évolution du pourcentage de plants porteurs de trois thrips ou plus pendant la saison pour chacune des sections des quatre champs suivis en situation commerciale. Les étoiles indiquent une différence significative entre la section « régie producteur » et la section « seuil » pour une date d'évaluation donnée (test de  $t$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Les flèches noires désignent les applications faites dans tout le champ alors que les flèches orange représentent les applications faites dans la section seuil seulement. Le nombre total de flèches correspond donc au nombre d'applications réalisées dans la section seuil.

Finalement, une relation linéaire significative ( $r=0,953$ ;  $P < 0,0001$ ) a été obtenue entre le pourcentage de plants porteurs de 1 thrips et le pourcentage de plants porteurs de 3 thrips ou plus, avec les données de dépistage provenant des quatre champs suivis (Figure 4). Cette relation linéaire simple permettra d'estimer le pourcentage de plants porteurs de 3 thrips à partir des données de dépistage de PRISME (pourcentage de plants porteurs), qui prennent moins de temps à évaluer.





**Figure 4.** Relation entre le pourcentage de plants porteurs de thrips et le pourcentage de plants porteurs de 3 thrips et plus ( $P < 0,0001$ ). Chaque point représente la valeur moyenne obtenue à partir d'un dépistage de 10 plants dans 20 sites aléatoires dans les deux sections (régie producteur et seuil) des quatre champs suivis.

## Références

- Allen, J.K.M., Scott-Dupree, C.D., Tolman, J.H. et Harris, C.R. 2005. Resistance of *Thrips tabaci* to pyrethroid and organophosphorus insecticides in Ontario, Canada. *Pest Management Science* 61: 809-815.
- Fournier, F., Boivin, G. et Stewart, R.K. 1995. Effect of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on yellow onion yields and economic thresholds for its management. *J. Econ. Entomol.* 88(5): 1401-1407.
- Gill, H. K., Garg, H., Gill, A.K., Gillett-Kaufman, J.L. et Nault, B.A. 2015. Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) biology, ecology, and management in onion production systems. *J. Integ. Pest Manage.* 6: 6.
- Nault, B.A. et Shelton, A.M. 2010. Impact of insecticide efficacy on developing action thresholds for pest management: a case study of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) on onion. *J. Econ. Entomol.* 103(4): 1315-1326.
- Nault, B.A. et Huseeth, A.S. 2016. Evaluating an action threshold-based insecticide program on onion cultivars varying in resistance to onion thrips (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* (Advance access): 1-7.
- Shelton, A.M., Nault, B.A., Plate, J. et Zhao, J.Z. 2003. Regional and temporal variation in susceptibility to lambda-cyhalothrin in onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), in onion fields in New York. *J. Econ. Entomol.* 96: 1843–1848.
- Shelton, A.M., Zhao, J.Z., Nault, B.A., Plate, J., Musser, F.R. et Larentzaki, E. 2006. Patterns of insecticide resistance in onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in New York. *J. Econ. Entomol.* 99: 1798–1804.

## **POINT DE CONTACT POUR INFORMATION**

**Anne-Marie Fortier, M.Sc.**

Entomologiste

Compagnie de recherche Phytodata inc.,

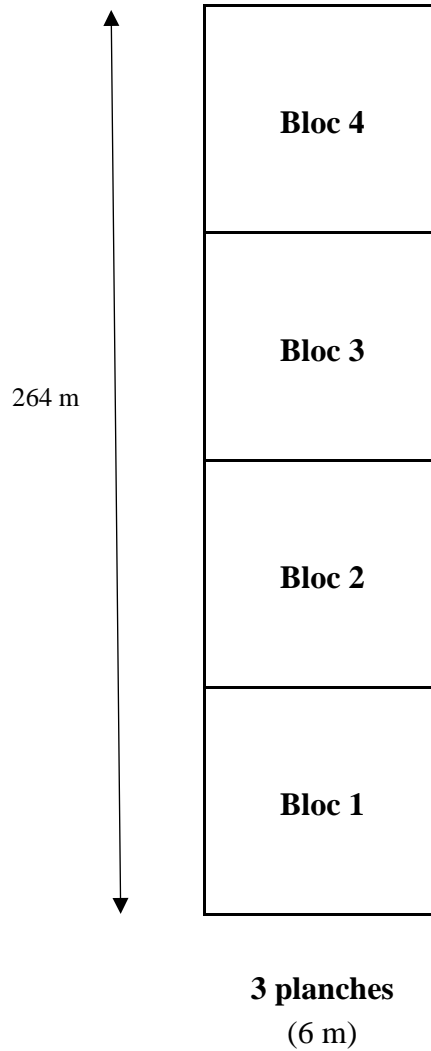
291 rue de la Coopérative, Sherrington QC, J0L 2N0

514-809-4263

[afortier@phytodata.ca](mailto:afortier@phytodata.ca)

## ANNEXE 1 – Dispositif expérimental

206 - T2		406 - T5
205 - T3		405 - T4
204 - T6		404 - T3
203 - T1		403 - T1
202 - T5		402 - T6
201 - T4		401 - T2
106 - T6		306 - T4
105 - T2		305 - T1
104 - T3		304 - T3
103 - T4		303 - T5
102 - T5		302 - T2
101 - T1		301 - T6



T1 : Témoin non traité

T2 : *N. cucumeris* 50/m<sup>2</sup> vecteurs de *B. bassiana*

T3 : *N. cucumeris* 50/m<sup>2</sup> + *S. scimitus*

T4 : *N. cucumeris* 50/m<sup>2</sup> vecteurs de *B. bassiana* + *S. scimitus*

T5 : Bio-Ceres à 6g/L

T6 : Témoin commercial

## ANNEXE 2 – Calendrier des applications

Produits	Site 1	Site 2
<b>S. scimitus</b>	11 et 30 juin, 22 juillet, 12 août	11 et 30 juin
<b>N. cucumeris</b>	11 et 30 juin, 22 juillet, 12 août	18 juin et 9 juillet
<b>Bio-Cérès</b>	1, 13, 22 et 30 juillet, 5 et 16 août	7 et 28 juillet, 5 août
<b>Entrust</b>	1, 13 et 30 juillet	-
<b>Movento</b>	-	7 juillet
<b>Agri-Mek</b>	-	28 juillet
<b>Exirel</b>	-	5 août

### Stratégie d'inoculation des agents de lutte biologique

#### Agent de lutte au sol : *Stratiolaelaps scimitus*

Type de stratégie : préventif, début de saison

Fréquence d'application : minimum deux fois, application(s) additionnelle(s) au besoin pour un maximum de quatre applications totales

- 1ère introduction : 50/m<sup>2</sup> lorsque l'oignon atteint le stade 3 feuilles
- 2<sup>e</sup> introduction : 50/m<sup>2</sup> 3 semaines suivant la première introduction
- Introductions supplémentaires : au besoin, aux 3 semaines

#### Agent de lutte foliaire : *Neoseiulus cucumeris* + *Beauveria bassiana*

Type de stratégie : dès l'apparition des thrips (curatif)

Fréquence d'application : minimum deux fois, application(s) additionnelle(s) au besoin pour un maximum de quatre applications totales

- 1ère introduction : 50/m<sup>2</sup> lorsque les premiers thrips sont dépistés
- 2<sup>e</sup> introduction : 50/m<sup>2</sup> à 150/m<sup>2</sup> en fonction de la densité des thrips, 3 semaines suivant la première introduction. Si en deçà de 1 thrips/feuille, poursuivre à 50/m<sup>2</sup>, sinon appliquer à 150/m<sup>2</sup>
- Introductions supplémentaires : au besoin, aux 3 semaines

## ANNEXE 3 – Évaluations hebdomadaires

**Tableau A.** Nombre moyen d'adultes ( $\pm$  erreur-type) par parcelle pour chacun des traitements et date d'évaluation dans le site 1.

TRT	3 juin	7 juin	14 juin	24 juin	30 juin	6 juillet	12 juillet	19 juillet	27 juillet	3 août	10 août	17 août
T1	0,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,7	0,2 $\pm$ 0,2	2,0 $\pm$ 1,0 b	14,0 $\pm$ 7,6	12,0 $\pm$ 2,0	20,7 $\pm$ 2,3	46,0 $\pm$ 4,2 b	57,5 $\pm$ 16,9	47,0 $\pm$ 13,2	19,2 $\pm$ 9,4	0,0 $\pm$ 0,0
T2	0,2 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 1,0	1,0 $\pm$ 0,7 bc	18,2 $\pm$ 4,7	18,7 $\pm$ 1,7	17,0 $\pm$ 3,3	58,2 $\pm$ 10,3 ab	71,2 $\pm$ 22,5	74,5 $\pm$ 14,3	25,5 $\pm$ 10,8	0,0 $\pm$ 0,0
T3	0,2 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,6	0,2 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,2 c	20,2 $\pm$ 7,6	14,7 $\pm$ 3,0	17,2 $\pm$ 4,4	46,5 $\pm$ 14,8 b	39,7 $\pm$ 7,8	71,7 $\pm$ 17,6	17,0 $\pm$ 7,4	0,0 $\pm$ 0,0
T4	0,0 $\pm$ 0,0	1,5 $\pm$ 0,6	0,0 $\pm$ 0,0	4,0 $\pm$ 2,0 a	22,2 $\pm$ 2,9	15,7 $\pm$ 2,6	21,0 $\pm$ 5,5	53,5 $\pm$ 11,4 b	55,2 $\pm$ 12,3	64,0 $\pm$ 19,3	15,2 $\pm$ 5,4	0,0 $\pm$ 0,0
T5	0,0 $\pm$ 0,0	1,2 $\pm$ 0,6	0,2 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 1,2 bc	18,7 $\pm$ 6,2	14,5 $\pm$ 5,3	17,2 $\pm$ 4,2	68,5 $\pm$ 8,3 a	55,2 $\pm$ 15,3	49,7 $\pm$ 9,4	22,5 $\pm$ 11,3	0,2 $\pm$ 0,2
T6	0,2 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,7	0,5 $\pm$ 0,5	0,7 $\pm$ 0,7 bc	18,7 $\pm$ 5,8	6,5 $\pm$ 1,8	11,0 $\pm$ 1,9	55,7 $\pm$ 8,2 ab	65,7 $\pm$ 8,5	28,2 $\pm$ 2,7	39,0 $\pm$ 11,2	0,0 $\pm$ 0,0
P	-	0,996	0,155	<b>0,027</b>	0,850	0,149	0,215	<b>0,023</b>	0,617	0,077	0,479	0,401

**Tableau B.** Nombre moyen de larves ( $\pm$  erreur-type) par parcelle pour chacun des traitements et date d'évaluation dans le site 1.

TRT	3 juin	7 juin	14 juin	24 juin	30 juin	6 juillet	12 juillet	19 juillet	27 juillet	3 août	10 août	17 août
T1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	8,0 $\pm$ 2,7	1,7 $\pm$ 1,0	46,2 $\pm$ 20,8	287,5 $\pm$ 96,1	296,2 $\pm$ 119,9	576,2 $\pm$ 101,3 a	541,7 $\pm$ 34,4	624,2 $\pm$ 30,2 a	301,5 $\pm$ 76,2 a	64,5 $\pm$ 30,6
T2	0,0 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,5	4,5 $\pm$ 1,4	2,5 $\pm$ 1,2	64,5 $\pm$ 27,0	225,5 $\pm$ 32,7	227,2 $\pm$ 46,0	483,7 $\pm$ 104,8 a	625,0 $\pm$ 46,3	661,2 $\pm$ 46,7 a	344,2 $\pm$ 31,1 a	58,5 $\pm$ 14,1
T3	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	6,5 $\pm$ 2,2	2,7 $\pm$ 2,4	110,7 $\pm$ 30,4	248,5 $\pm$ 70,4	212,5 $\pm$ 69,9	457,7 $\pm$ 65,5 a	548,0 $\pm$ 24,4	651,0 $\pm$ 40,3 a	333,0 $\pm$ 54,8 a	112,5 $\pm$ 47,8
T4	0,0 $\pm$ 0,0	2,5 $\pm$ 2,5	3,0 $\pm$ 1,2	5,0 $\pm$ 4,4	119,0 $\pm$ 30,1	316,2 $\pm$ 83,4	287,7 $\pm$ 24,8	592,0 $\pm$ 44,6 a	604,7 $\pm$ 63,9	614,2 $\pm$ 41,4 a	322,2 $\pm$ 29,9 a	50,2 $\pm$ 1,9
T5	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	4,7 $\pm$ 2,2	3,2 $\pm$ 1,8	71,7 $\pm$ 44,1	237,5 $\pm$ 64,6	301,5 $\pm$ 70,1	468,2 $\pm$ 91,4 a	589,2 $\pm$ 38,0	673,5 $\pm$ 29,9 a	289,0 $\pm$ 58,3 a	72,2 $\pm$ 23,2
T6	0,0 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,5	6,7 $\pm$ 1,9	1,5 $\pm$ 0,6	74,5 $\pm$ 16,8	140,7 $\pm$ 29,8	88,2 $\pm$ 19,7	145,0 $\pm$ 45,2 b	451,0 $\pm$ 66,3	427,2 $\pm$ 27,5 b	147,2 $\pm$ 40,2 b	156,7 $\pm$ 49,9
P	-	0,667	0,518	0,898	0,399	0,568	0,098	<b>0,007</b>	0,073	<b>0,002</b>	<b>0,010</b>	0,159

**Tableau C.** Pourcentage moyen ( $\pm$  erreur-type) de plants porteurs de thrips par traitements et date d'évaluation dans le site 1.

TRT	3 juin	7 juin	14 juin	24 juin	30 juin	6 juillet	12 juillet	19 juillet	27 juillet	3 août	10 août	17 août
T1	0,0 $\pm$ 0,0	5,0 $\pm$ 3,5	18,7 $\pm$ 6,6	15,0 $\pm$ 6,1	52,5 $\pm$ 18,5	95,0 $\pm$ 2,0	95,0 $\pm$ 3,2	97,5 $\pm$ 1,4	98,3 $\pm$ 1,7	100,0 $\pm$ 0,0	95,0 $\pm$ 5,0	57,5 $\pm$ 7,5 b
T2	2,5 $\pm$ 2,5	5,0 $\pm$ 2,0	16,2 $\pm$ 1,2	12,5 $\pm$ 6,6	71,2 $\pm$ 7,2	93,7 $\pm$ 2,4	95,0 $\pm$ 3,2	100,0 $\pm$ 0,0	98,3 $\pm$ 1,7	100,0 $\pm$ 0,0	97,5 $\pm$ 2,5	67,5 $\pm$ 2,5 b
T3	2,5 $\pm$ 2,5	6,2 $\pm$ 3,1	26,2 $\pm$ 8,7	6,2 $\pm$ 4,7	75,0 $\pm$ 11,4	90,0 $\pm$ 3,5	96,7 $\pm$ 1,9	98,7 $\pm$ 1,2	95,0 $\pm$ 1,7	100,0 $\pm$ 0,0	92,5 $\pm$ 7,5	62,5 $\pm$ 7,5 b
T4	0,0 $\pm$ 0,0	8,7 $\pm$ 2,4	8,7 $\pm$ 2,4	20,0 $\pm$ 10,6	80,0 $\pm$ 4,1	93,7 $\pm$ 4,7	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	95,0 $\pm$ 3,2	100,0 $\pm$ 0,0	97,5 $\pm$ 2,5	75,0 $\pm$ 5,0 ab
T5	0,0 $\pm$ 0,0	6,2 $\pm$ 3,1	17,5 $\pm$ 8,3	13,7 $\pm$ 7,7	62,5 $\pm$ 11,6	92,5 $\pm$ 4,8	95,0 $\pm$ 3,2	100,0 $\pm$ 0,0	95,0 $\pm$ 3,2	100,0 $\pm$ 0,0	92,5 $\pm$ 7,5	55,0 $\pm$ 13,2 b
T6	2,5 $\pm$ 2,5	5,0 $\pm$ 3,5	18,7 $\pm$ 5,1	8,7 $\pm$ 4,3	75,0 $\pm$ 9,6	78,7 $\pm$ 6,6	91,7 $\pm$ 4,2	93,7 $\pm$ 3,1	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	90,0 $\pm$ 4,1 a
P	-	0,998	0,120	0,470	0,467	0,092	0,794	0,112	0,380	-	0,348	<b>0,025</b>

**Tableau D.** Nombre moyen d'adultes ( $\pm$  erreur-type) par parcelle pour chacun des traitements et date d'évaluation dans le site 2.

TRT	2 juin	7 juin	14 juin	21 juin	29 juin	5 juillet	13 juillet	19 juillet	27 juillet	4 août	11 août	16 août
T1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,3	0,0 $\pm$ 0,0	3,2 $\pm$ 0,6 b	6,2 $\pm$ 1,7	5,5 $\pm$ 1,7	12,2 $\pm$ 0,8	37,0 $\pm$ 5,6	20,0 $\pm$ 3,7	5,5 $\pm$ 0,5	2,2 $\pm$ 1,1 b
T2	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,4	4,7 $\pm$ 0,8 b	4,7 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,8	12,2 $\pm$ 2,5	24,0 $\pm$ 3,5	20,0 $\pm$ 4,4	4,7 $\pm$ 1,3	1,2 $\pm$ 0,5 b
T3	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,2 $\pm$ 0,2	0,5 $\pm$ 0,3	8,0 $\pm$ 1,5 a	4,2 $\pm$ 1,2	3,2 $\pm$ 0,9	13,2 $\pm$ 1,8	29,0 $\pm$ 1,3	19,5 $\pm$ 4,3	9,0 $\pm$ 1,8	1,5 $\pm$ 1,2 b
T4	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,3	4,7 $\pm$ 0,8 b	5,7 $\pm$ 1,0	3,2 $\pm$ 1,0	14,0 $\pm$ 1,8	26,7 $\pm$ 3,4	21,2 $\pm$ 7,8	5,0 $\pm$ 2,4	2,2 $\pm$ 1,6 b
T5	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,2 $\pm$ 0,2	0,5 $\pm$ 0,5	3,2 $\pm$ 0,8 b	3,5 $\pm$ 0,9	3,5 $\pm$ 0,6	13,0 $\pm$ 2,0	31,0 $\pm$ 8,3	18,7 $\pm$ 4,0	5,5 $\pm$ 2,7	3,5 $\pm$ 1,3 b
T6	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,2 $\pm$ 0,2	0,0 $\pm$ 0,0	4,5 $\pm$ 0,6 b	5,2 $\pm$ 0,8	4,0 $\pm$ 1,5	9,5 $\pm$ 2,1	29,5 $\pm$ 3,8	16,0 $\pm$ 3,7	8,0 $\pm$ 2,8	8,0 $\pm$ 2,3 a
P	-	-	0,679	0,093	<b>0,043</b>	0,519	0,691	0,430	0,472	0,973	0,217	<b>0,0005</b>

**Tableau E.** Nombre moyen de larves ( $\pm$  erreur-type) par parcelle pour chacun des traitements et date d'évaluation dans le site 2.

TRT	2 juin	7 juin	14 juin	21 juin	29 juin	5 juillet	13 juillet	19 juillet	27 juillet	4 août	11 août	16 août
T1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,5	13,0 $\pm$ 3,0	5,2 $\pm$ 1,9	26,0 $\pm$ 6,1	49,2 $\pm$ 10,8	147,0 $\pm$ 30,6	208,2 $\pm$ 32,8	137,5 $\pm$ 57,4	189,7 $\pm$ 48,4
T2	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	1,2 $\pm$ 0,6	9,2 $\pm$ 1,5	14,5 $\pm$ 5,5	64,2 $\pm$ 2,4	53,5 $\pm$ 10,2	96,5 $\pm$ 44,0	196,5 $\pm$ 46,0	106,0 $\pm$ 9,3	182,2 $\pm$ 7,9
T3	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,2 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,9	10,0 $\pm$ 1,9	6,2 $\pm$ 2,7	28,2 $\pm$ 6,5	65,7 $\pm$ 17,4	148,7 $\pm$ 55,7	233,7 $\pm$ 30,7	105,0 $\pm$ 23,1	216,5 $\pm$ 83,1
T4	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	1,5 $\pm$ 0,9	6,2 $\pm$ 2,0	9,0 $\pm$ 3,1	27,0 $\pm$ 18,4	75,7 $\pm$ 19,5	116,7 $\pm$ 20,6	206,0 $\pm$ 27,7	126,7 $\pm$ 43,8	210,0 $\pm$ 76,1
T5	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,2 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,9	10,7 $\pm$ 2,2	10,2 $\pm$ 6,8	31,2 $\pm$ 9,5	77,0 $\pm$ 22,4	95,0 $\pm$ 11,5	182,7 $\pm$ 29,8	116,7 $\pm$ 56,1	196,0 $\pm$ 56,9
T6	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,2 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 1,2	11,0 $\pm$ 3,7	4,5 $\pm$ 1,0	35,2 $\pm$ 4,1	61,5 $\pm$ 17,6	137,7 $\pm$ 26,2	198,5 $\pm$ 12,9	87,7 $\pm$ 8,2	127,0 $\pm$ 39,8
P	-	-	0,603	0,968	0,734	0,359	0,152	0,151	0,643	0,914	0,833	0,690

**Tableau F.** Pourcentage moyen ( $\pm$  erreur-type) de plants porteurs de thrips par traitements et date d'évaluation dans le site 2.

TRT	2 juin	7 juin	14 juin	21 juin	29 juin	5 juillet	13 juillet	19 juillet	27 juillet	4 août	11 août	16 août
T1	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	2,5 $\pm$ 1,4	2,5 $\pm$ 2,5	46,2 $\pm$ 5,1	36,2 $\pm$ 5,5	37,5 $\pm$ 7,5	71,2 $\pm$ 7,2	95,0 $\pm$ 2,0	98,3 $\pm$ 1,7	76,7 $\pm$ 12,3	88,3 $\pm$ 9,6
T2	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	11,2 $\pm$ 3,1	38,7 $\pm$ 5,5	45,0 $\pm$ 2,0	47,5 $\pm$ 4,8	73,7 $\pm$ 5,9	90,0 $\pm$ 5,4	98,3 $\pm$ 1,7	90,0 $\pm$ 5,8	95,0 $\pm$ 3,2
T3	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	2,5 $\pm$ 2,5	8,7 $\pm$ 4,3	48,7 $\pm$ 3,1	35,0 $\pm$ 6,1	42,5 $\pm$ 2,5	66,2 $\pm$ 8,5	87,5 $\pm$ 2,5	96,7 $\pm$ 3,3	81,7 $\pm$ 9,2	93,3 $\pm$ 2,7
T4	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	7,5 $\pm$ 3,2	36,2 $\pm$ 6,6	50,0 $\pm$ 2,0	32,5 $\pm$ 9,7	73,7 $\pm$ 5,1	88,7 $\pm$ 4,7	98,3 $\pm$ 1,7	83,3 $\pm$ 10,0	86,7 $\pm$ 6,1
T5	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	2,5 $\pm$ 1,4	8,7 $\pm$ 5,1	37,5 $\pm$ 1,4	31,2 $\pm$ 4,7	32,5 $\pm$ 5,2	80,0 $\pm$ 8,4	93,7 $\pm$ 4,7	98,3 $\pm$ 1,7	80,0 $\pm$ 7,2	88,3 $\pm$ 1,7
T6	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	2,5 $\pm$ 1,4	5,0 $\pm$ 3,5	41,2 $\pm$ 3,7	40,0 $\pm$ 3,5	42,5 $\pm$ 1,4	73,7 $\pm$ 7,2	83,7 $\pm$ 1,2	96,7 $\pm$ 1,9	86,7 $\pm$ 4,7	85,0 $\pm$ 3,2
P	-	-	0,439	0,575	0,475	0,054	0,327	0,732	0,237	0,960	0,538	0,495

