



Centre de valorisation des plantes

**Évaluation de l'efficacité de nouveaux acaricides contre le tarsonème du fraisier  
(*Phytonemus pallidus* (Banks)) et de leur impact sur les ennemis naturels**

PSIH 09-2-122



Par : Pierre Lafontaine<sup>1</sup>, agr. Ph.D, Jacinthe Tremblay<sup>1</sup>, biol. M.Sc.,  
Audrey Bouchard<sup>1</sup>, agr. M.sc. et Sébastien Martinez<sup>1</sup>, agr. M.sc.

<sup>1</sup>CIEL-Centre de valorisation des plantes

Rapport final déposé le 11 mars 2011 dans le cadre du  
Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH)  
du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. FAITS SAILLANTS .....</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE.....</b>	<b>7</b>
<b>4. APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE .....</b>	<b>11</b>
<b>5. POINT DE CONTACT .....</b>	<b>13</b>
<b>6. AUTRES TRAVAUX DE L'AUTEUR OU RÉFÉRENCES SUR LE MÊME SUJET .....</b>	<b>13</b>
<b>7. PARTENAIRES FINANCIERS .....</b>	<b>14</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>15</b>

Tableau 1. Traitements à l'essai dans la fraisière en 2009 à Lavaltrie) .....	16
Tableau 2. Traitements à l'essai dans la fraisière en 2010 à Lavaltrie) .....	17
Tableau 3. Abondance moyenne (nombre/feuille) des différents stades de développement du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2009 (post-rénovation) .....	18
Tableau 4. Abondance moyenne (nombre/feuille) des différents stades de développement du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2010 (printemps). .....	19
Tableau 5. Abondance moyenne (nombre/feuille) des différents stades de développement du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2010 (post-rénovation). .....	20
Tableau 6. Pourcentage moyen de plants infestés à Lavaltrie au cours de l'essai .....	21
Tableau 7. Rendements moyens des plants de fraisier à Lavaltrie en 2010. ....	21
Tableau 8. Abondance totale des ennemis naturels au champ sur l'ensemble du site en 2009 (post-rénovation). .....	22
Tableau 9. Abondance totale des ennemis naturels au champ sur l'ensemble du site en 2010 (printemps).....	22
Tableau 10. Abondance totale des ennemis naturels au champ sur l'ensemble du site en 2010 (post-rénovation). .....	23
Tableau 11. Mortalité moyenne ( $\pm$ erreur-type) observée chez le tarsonème du fraisier lors d'essais en pétri à l'hiver 2010.....	23
Figure 1. Abondance moyenne du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2009 (post-rénovation), avant et après les traitements acaricides .....	24
Figure 2. Abondance moyenne du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2010 (printemps), avant et après les traitements acaricides .....	25
Figure 3. Abondance moyenne du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2010 (post-rénovation), avant et après les traitements acaricides .....	26
Figure 4. Pourcentage moyen de plants infestés par le tarsonème du fraisier à Lavaltrie, avant et après les traitements acaricides .....	27

Figure 5. Nombre moyen d'ennemis naturels (toutes espèces confondues) observés au champ à Lavaltrie, avant et après les traitements acaricides .....	28
Figure 6. Stades de développement du tarsonème du fraisier .....	29
Figure 7. Plants de fraisier présentant des symptômes de tarsonème du fraisier (2 octobre 2009, Lavaltrie) .....	30
Figure 8. Femelle adulte du tarsonème du fraisier; taille comparée avec celle d'une pièce d'un cent (11 juin 2009, L'Assomption) .....	30
Figure 9. Formes mobiles et œufs de tarsonème du fraisier sur feuille, vue au stéréoscope (2 septembre 2009, Lavaltrie) .....	31
Figure 10. Tarsonèmes du fraisier adultes sur feuille, vue au stéréoscope (2 septembre 2009).....	31
Figure 11. Œufs de tarsonème sur feuille de fraisier (2 juin 2010, Lavaltrie).....	32
Figure 12. Tarsonème du fraisier (femelle adulte), vue au microscope (3 juillet 2009) .....	33

# Évaluation de l'efficacité de nouveaux acaricides contre le tarsonème du fraisier (*Phytonemus pallidus* (Banks)) et de leur impact sur les ennemis naturels

## Rapport final

Pierre Lafontaine<sup>1</sup>, Jacinthe Tremblay<sup>1</sup>, Audrey Bouchard<sup>1</sup> et Sébastien Martinez<sup>1</sup>

PSIH09-2-122

Durée: 05/2009 – 10/2010

### FAITS SAILLANTS

Le tarsonème du fraisier, *Phytonemus pallidus* (Banks) (Acari : Tarsonemidae), est un acarien phytophage invisible à l'œil nu qui peut causer des dommages importants dans les fraisières. Au Canada, il y a actuellement 6 matières actives autorisées contre le tarsonème dans la fraise : l'endosulfan, le dicofol, l'abamectine, le diazinon, le diméthoate et des savons insecticides. Toutefois, seuls l'endosulfan, l'abamectine et le dicofol sont recommandés au Québec (CRAAQ 2010; RAP 2008) en raison de la faible efficacité des autres produits (résistance potentielle) (Roy 2002; RAP 2008). Les méthodes de lutte biologique ne sont pas efficaces actuellement contre ce ravageur et le principal produit utilisé et efficace, l'endosulfan, sera bientôt retiré du marché en raison de ses impacts néfastes sur l'environnement et de sa forte toxicité.

Ce projet avait pour but d'évaluer l'efficacité de nouveaux acaricides en champ contre le tarsonème du fraisier et d'évaluer également leur impact sur les populations d'ennemis naturels. Trois essais ont eu lieu en 2009 et 2010 dans une fraisière expérimentale à Lavaltrie. Les produits testés étaient : (1) Oberon<sup>MC</sup> 240 SC (spiromésifène), (2) Kanemite<sup>MC</sup> 15 SC (acéquinocyle), (3) Envidor<sup>®</sup> 240 SC (spirodiclofène) et (4) Movento<sup>®</sup> (spirotétramate), (5) Fujimite<sup>®</sup> 5 EC (fenpyroximate) et (6) Mesa<sup>TM</sup> (milbemectine). Ils ont été comparés à un témoin non traité et au témoin commercial Agri-Mek<sup>®</sup> (abamectine).

Aucun des produits testés n'a permis de dégager une conclusion solide quant à l'efficacité au champ des produits testés sur le tarsonème du fraisier. Néanmoins, des essais réalisés en laboratoire ont démontré l'effet toxique de Fujimite et Mesa; également, l'efficacité de AgriMek a été confirmée. Ces produits ont donc une bonne efficacité par contact avec le tarsonème. Ceci suggère que l'absence de résultats significatifs au champ pourrait être due à la difficulté d'atteindre la cible et non pas à l'inefficacité du produit en soi. Par ailleurs, aucun symptôme de phytotoxicité n'a été observé sur les plants de fraisier et les traitements n'ont eu aucun impact sur le rendement des plants. L'effet des produits sur les populations d'ennemis naturels n'a pu être évalué en raison du faible nombre d'ennemis retrouvés au champ lors des essais.

### OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs de ce projet étaient (1) de vérifier l'efficacité de quatre nouveaux acaricides en champ contre le tarsonème du fraisier, *Phytonemus pallidus* (Banks), sous les conditions du Québec et (2) d'évaluer l'impact de ces produits sur les populations d'ennemis naturels des ravageurs retrouvés en fraisières.

Le site choisi pour les essais était une fraisière déjà existante située sur le site du CIEL-Centre de valorisation des plantes à Lavaltrie. Les fraisiers (Kent : variété à jours longs) y ont été plantés en mai 2007 et étaient donc en 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années de production en 2009 et 2010, respectivement. La fraisière consistait en quatre blocs comprenant chacun 6 parcelles (total de 24 parcelles). Chaque parcelle était constituée de quatre rangs de fraisiers de 5 m de long et faisait 3,5 m de large; une zone tampon de 4 m séparait les blocs et les parcelles. Ce site laissait donc une possibilité de 6 traitements, incluant le témoin non traité.

### **Première année d'essai (2009)**

En mai 2009, des plants de fraisiers présentant des symptômes de tarsonème (petites feuilles froissées) ont été récupérés chez des producteurs de fraises de Lanaudière et de la Mauricie, et ont été transplantés dans les parcelles. Aucun acaricide n'a été appliqué à ce moment, le tout afin de favoriser le développement des populations de tarsonème.

À l'étape de la rénovation des fraisiers, les traitements ont été réalisés. Chaque traitement consistait en deux applications acaricides à une semaine d'intervalle, soit : une première application le 2 septembre et une seconde application le 9 septembre 2009. Les produits testés en 2009 étaient : (1) Oberon<sup>MC</sup> 240 SC (spiromésifène), (2) Kanemite<sup>MC</sup> 15 SC (acéquinocyle), (3) Envidor<sup>®</sup> 240 SC (spirodiclofène) et (4) Movento<sup>®</sup> (spirotétramate); ils ont été comparés à un témoin non traité et à un témoin commercial, Agri-Mek<sup>®</sup> (abamectine). Ces traitements ont été répartis dans l'essai selon un dispositif en blocs complets aléatoires. Les détails de ces traitements sont mentionnés au [tableau 1](#) en annexe.

Les populations du tarsonème et des ennemis naturels ont été évaluées avant (31 août) et après (14 septembre) les traitements, sur 5 plants présentant des symptômes de tarsonème, choisis dans les deux rangs du centre de chaque parcelle. D'une part, il y a eu dépistage des ennemis naturels au champ; d'autre part, des feuilles échantillonnées dans ou près de la couronne des plants (1 jeune feuille en déploiement pour chaque plant) ont été ramenées au laboratoire et les tarsonèmes et ennemis naturels qui s'y retrouvaient ont été identifiés et dénombrés. Le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ à Québec a confirmé l'identification du tarsonème du fraisier. Les variables étudiées étaient : (1) le nombre de tarsonèmes/feuille, (2) le pourcentage de plants infestés; (3) la phytotoxicité et (4) le nombre d'ennemis naturels/plant. Les différents stades de développement du tarsonème et leur taille respective sont illustrés aux [figures 6a et 6b](#), ainsi qu'aux [figures 9, 10 et 12](#). La récolte n'a pas été évaluée en 2009, puisque les traitements acaricides ont été effectués après la récolte.

### **Deuxième année d'essai (2010)**

En 2010, les produits testés en 2009 ont été évalués de nouveau et deux autres produits ont été ajoutés à l'essai : le Fujimite<sup>®</sup> 5 EC (fenpyroximate), un inhibiteur du transport des électrons mitochondriaux (METI), et le Mesa<sup>TM</sup> (milbemectine), qui comme Agri-Mek<sup>®</sup> appartient à la famille des avermectines. Les produits testés en 2010 étaient donc : (1) Oberon<sup>MC</sup> 240 SC (spiromésifène), (2) Kanemite<sup>MC</sup> 15 SC (acéquinocyle), (3) Envidor<sup>®</sup> 240 SC (spirodiclofène) et (4) Movento<sup>®</sup> (spirotétramate), (5) Fujimite<sup>®</sup> 5 EC (fenpyroximate) et (6) Mesa<sup>TM</sup> (milbemectine). Ils ont été comparés à un témoin non traité et au témoin commercial Agri-Mek<sup>®</sup> (abamectine). Les détails de ces traitements sont présentés au [tableau 2](#) en annexe.

Nous avons évalué l'efficacité des traitements à deux moments dans l'année, soit au printemps et à la rénovation des fraisiers. Chaque traitement consistait en deux applications acaricides à une semaine d'intervalle, excepté pour le Fujimite<sup>®</sup> 5 EC et le Mesa<sup>TM</sup>, pour lesquels un traitement consistait en deux applications à 14 jours d'intervalle, selon les recommandations des fabricants.

Au printemps, un examen de certains plants fait le 21 avril a confirmé la présence et l'activité du tarsonème au champ (présence de femelles adultes et d'œufs). Nous avons évalué une première fois les populations du tarsonème et des ennemis naturels le 17 mai (avant la réalisation des traitements). La première application des traitements a eu lieu le 19 mai pour tous les traitements; la seconde application a eu lieu le 27 mai sauf pour le Fujimite<sup>®</sup> 5 EC et le Mesa<sup>™</sup>, pour lesquels la seconde application a été faite le 2 juin. Les populations du tarsonème et des ennemis naturels ont ensuite été évaluées après les traitements, soit le 31 mai pour les produits appliqués à une semaine d'intervalle et le 7 juin pour les produits appliqués à deux semaines d'intervalle. Le dépistage se faisait sur 5 plants présentant des symptômes de tarsonème, choisis dans les deux rangs du centre de chaque parcelle. Les ennemis naturels ont été dépistés au champ; également, des feuilles échantillonnées dans ou près de la couronne des plants (1 jeune feuille en déploiement pour chaque plant) ont été ramenées au laboratoire et les tarsonèmes et ennemis naturels qui s'y retrouvaient ont été identifiés et dénombrés. Les variables étudiées étaient les mêmes qu'en 2009.

La fraisière où se déroulait l'essai était en 2010 à sa 3<sup>e</sup> année de production. Conséquemment, la production de fraises a été peu abondante. Les récoltes ont eu lieu sur une période de 3 semaines, entre la mi-juin et le début juillet.

À la rénovation, nous avons évalué une première fois les populations du tarsonème et des ennemis naturels le 27 juillet (avant la réalisation des traitements). La première application des traitements a eu lieu le 28 juillet pour tous les traitements; la seconde application a eu lieu le 4 août sauf pour le Fujimite<sup>®</sup> 5 EC et le Mesa<sup>™</sup>, pour lesquels la seconde application a été faite le 11 août. Les populations du tarsonème et des ennemis naturels ont ensuite été évaluées après les traitements, soit le 10 août pour les produits appliqués à une semaine d'intervalle et le 17 août pour les produits appliqués à deux semaines d'intervalle. Le dépistage a été effectué avec la même méthode qu'au printemps et les variables mesurées étaient toujours les mêmes.

#### ***Essais en laboratoire – Hiver 2010***

Nous avons voulu vérifier l'efficacité des produits utilisés sur le tarsonème du fraisier. Pour ce faire, des plants de fraisier ont été retirés du site d'essai de Lavaltrie à l'automne 2009 et installés dans les serres du CIEL-Centre de valorisation des plantes à L'Assomption. Des essais préliminaires en pétri ont été réalisés à l'hiver 2010. Des tarsonèmes ont été récupérés sur les plants en serre et disposés sur une feuille de fraisier placée en pétri sur papier humide. Les produits (utilisés aux mêmes doses qu'en champ) ont été vaporisés directement sur les tarsonèmes et des observations ont été notées.

#### ***Essais en laboratoire – Hiver 2011***

À nouveau, nous avons fait des essais en pétri pour vérifier l'efficacité des produits sur le tarsonème par contact direct. Des plants de fraisier ont été retirés du site d'essai de Lavaltrie à l'automne 2010 et installés dans les serres du CIEL-Centre de valorisation des plantes à L'Assomption. Des essais en pétri ont été réalisés à l'hiver 2011 (5 répétitions). Dix tarsonèmes étaient placés sur une feuille de fraisier placée en pétri sur papier humide et le produit (utilisé à la même dose qu'en champ) était vaporisé directement sur les tarsonèmes. Nous avons cette fois-ci testé tous les produits à l'essai au champ en 2010 ([tableau 2](#)) et les avons comparés à un témoin non-traité et à un témoin traité à l'eau.

### **Analyses statistiques**

#### ***Abondance des différents stades de tarsonème et pourcentage de plants infestés***

Les résultats de 2009 ont d'abord fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) sur le logiciel SAS et de tests de comparaison de moyennes de Waller-Duncan. Les résultats de 2010 ont été analysés sur le

logiciel JMP 9.0.0 (SAS Institute) au moyen d'une analyse de variance (ANOVA) et de tests de comparaison de moyennes de Tukey-Kramer. Dans les deux cas, le seuil  $\alpha$  a été fixé à 0,05.

Par la suite, une analyse plus détaillée des données a été effectuée à l'aide d'une ANOVA avec analyse en covariable sur le logiciel SAS, où les données « avant traitement » étaient prises en compte dans la mesure des données « après traitement », permettant ainsi une meilleure appréciation des différences entre les traitements. Ces différences entre les traitements ont été déterminées à l'aide du test de comparaison de moyennes de Waller-Duncan (seuil  $\alpha$  de 0,05).

### ***Rendements***

Les données de rendement ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) sur le logiciel SAS et de tests de comparaison de moyennes de Waller-Duncan. Le seuil  $\alpha$  a été fixé à 0,05.

### ***Essais en laboratoire – Hiver 2010 et hiver 2011***

Les données de l'essai réalisé à l'hiver 2010 n'ont pas été analysées en raison de l'absence de répétitions. Pour l'essai réalisé à l'hiver 2011, les données de mortalité à 24 et 48 heures ont été analysées sur le logiciel JMP 9.0.0 (SAS Institute) au moyen d'une analyse de variance (ANOVA) et d'un test de comparaison de moyennes de Tukey-Kramer (seuil  $\alpha$  fixé à 0,05).

## **RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE**

### **Première année d'essai (2009) – Post-rénovation**

#### ***Abondance des différents stades de tarsonème***

Avant l'application des traitements acaricides, l'abondance moyenne du tarsonème du fraisier était similaire dans tous les traitements, pour tous les stades de développement ([tableau 3](#)). Cependant, nous avons noté une variabilité importante dans l'abondance des différents stades, en particulier pour les œufs (entre 9 et 49 œufs/feuille) et les formes mobiles (entre 4 et 38 formes mobiles/feuille) ([figures 1a et 1b](#)); la variabilité était plus faible pour les nymphes.

Après l'application des traitements acaricides, l'abondance moyenne du tarsonème avait augmenté dans le témoin non-traité; nous y avons trouvé davantage d'œufs et de formes mobiles que lors du dépistage initial. Le nombre de nymphes est resté plutôt stable. La variabilité dans l'abondance des différents stades à l'intérieur des traitements était importante, en particulier pour les œufs (entre 6 et 38 œufs/feuille) et les formes mobiles (entre 5 et 24 formes mobiles/feuille) ([figures 1a et 1b](#)). Dans les parcelles traitées, aucun des acaricides testés n'a réduit significativement l'abondance du tarsonème du fraisier comparativement au témoin non-traité ([tableau 3](#)); en effet, l'abondance des œufs, des nymphes et des formes mobiles ne présentait pas de différence significative entre tous les traitements et le témoin non-traité. Bien que Agri-Mek<sup>®</sup> ait présenté une réduction du nombre d'œufs, de nymphes et de formes mobiles du tarsonème après traitement, cette réduction n'était pas statistiquement significative. Kanemite<sup>MC</sup> et Envidor<sup>®</sup> ont également montré une diminution du nombre d'œufs et de formes mobiles, mais ces diminutions étaient moins marquées que dans le cas d'Agri-Mek<sup>®</sup>.

Ainsi, l'analyse n'a pas permis de dégager de différence d'un produit par rapport à un autre, l'abondance des différents stades de tarsonème étant similaire entre les traitements. La grande variabilité des résultats observée entre les parcelles à l'intérieur d'un même traitement a probablement contribué à l'absence de différence significative. L'analyse en covariable de ces mêmes données ([tableau 3](#)) a confirmé que la variabilité observée dans les données n'est pas attribuable aux traitements.

### ***Pourcentage de plants infestés***

Avant l'application des traitements acaricides, le pourcentage moyen de plants infestés variait entre 71 et 95 % dans les parcelles (81 % dans les parcelles du témoin non-traité) (figure 4a), sans différence entre les traitements (tableau 6).

Après l'application des traitements acaricides, le pourcentage moyen de plants infestés était passé de 81 à 90 % dans le témoin non-traité. Dans les différents traitements, le pourcentage moyen de plants infestés est demeuré sensiblement le même excepté pour les parcelles traitées avec Agri-Mek<sup>®</sup>, où ce pourcentage est passé de 90 à 70% (figure 4a). Toutefois, le pourcentage moyen de plants infestés après l'application des acaricides ne présentait pas de différence significative entre les traitements, y compris avec le témoin non-traité. L'analyse en covariance de ces mêmes données a confirmé l'absence de différence significative entre les traitements (tableau 6).

### ***Phytotoxicité***

Nous n'avons observé aucun symptôme de phytotoxicité sur les plants de fraisier suite à l'application des différents produits.

### ***Ennemis naturels***

Les ennemis naturels étaient peu présents au champ lors des dépistages, à la fois avant et après l'application des acaricides (figure 5a). En effet, nous avons observé respectivement 28 individus et 35 individus pour l'ensemble du site, lors des dépistages des 31 août et 14 septembre (tableau 8). Ces ennemis naturels étaient majoritairement des acariens prédateurs (genre *Anystis*, confirmé par le Laboratoire de diagnostique en phytoprotection du MAPAQ à Québec) et des araignées diverses. En raison du faible nombre d'individus observés, ces données n'ont pas été soumises à une analyse de variance. Outre les ennemis naturels observés lors des décomptes officiels et mentionnés au tableau 8, nous avons également noté la présence de deux nids de guêpes potières (Eumeninae). Moins de 6 acariens prédateurs (dont 4 *Anystis* sp.) ont été observés sur les feuilles de fraisier rapportées au laboratoire et observées au stéréoscope, pour l'ensemble des dépistages des 31 août et 14 septembre.

### ***Essais en laboratoire - Hiver 2010***

Ces observations préliminaires semblaient indiquer que seule l'abamectine (Agri-Mek<sup>®</sup>) démontre une bonne efficacité de contact sur le tarsonème. Nous avons observé des tarsonèmes morts dès 30 minutes après l'exposition au produit; aussi, les individus toujours actifs après ce délai présentaient une activité réduite. Tous les tarsonèmes traités sont morts en quelques jours.

## **Deuxième année d'essai (2010) – Printemps**

### ***Abondance des différents stades de tarsonème***

Avant l'application des acaricides, l'abondance du tarsonème était similaire dans tous les traitements et ce, pour tous les stades (tableau 4, figures 2a et 2b). Il y avait en moyenne entre 1 et 9 formes mobiles par feuille.

L'abondance du tarsonème était également similaire dans tous les traitements après l'application des acaricides (tableau 4, figures 2a et 2b). Le nombre de formes mobiles et d'œufs est demeuré stable dans le témoin non traité, mais a augmenté dans la majorité des traitements, comme ce à quoi on peut s'attendre



en début de saison en l'absence de traitement. Il y avait énormément de variabilité dans l'abondance du tarsonème lors du dépistage après l'application des traitements.

Comme l'abondance du tarsonème n'a pas augmenté de façon importante dans le témoin non traité et qu'elle a augmenté dans la plupart des parcelles traitées aux acaricides, on peut à tout le moins affirmer que les produits testés n'ont pas permis d'empêcher le développement des populations de tarsonème. Dans le cas des parcelles traitées avec AgriMek, l'abondance du tarsonème n'a pas augmenté après les applications acaricides; toutefois, comme la situation était la même dans les parcelles non traitées, on ne peut affirmer que c'est l'action d'AgriMek qui a maintenu l'abondance du tarsonème au même niveau qu'avant les applications.

L'analyse en covariable des données a montré qu'aucun traitement ne s'est différencié du témoin non traité quant à l'abondance des nymphes, des formes mobiles et de « tous les stades combinés sauf les œufs » (tableau 4). Dans le cas des œufs considérés seuls et de tous les stades combinés, la présence d'une interaction entre la donnée « Avant traitement » de la variable et du Traitement indique que l'effet des traitements varie en fonction de l'abondance initiale de tarsonème dans les parcelles; ainsi, il est impossible de tirer des conclusions générales quant à l'effet des traitements sur l'abondance des œufs et de tous les stades combinés. Néanmoins, nous croyons que les œufs sont sans doute moins à même d'être influencés par l'application des traitements acaricides que les formes mobiles, forcément plus susceptibles de se retrouver dans une zone atteinte par le produit.

### ***Pourcentage de plants infestés***

Le pourcentage moyen de plants infestés avant l'application des acaricides était de 75 % dans le témoin non traité, et variait entre 40 et 80 % dans les autres traitements (tableau 6, figure 4b). Après les applications acaricides, le pourcentage moyen de plants infestés a parfois diminué, parfois augmenté et est parfois resté le même dans les traitements. Il n'était cependant pas significativement différent entre les traitements (tableau 6). L'analyse en covariance de ces mêmes données a confirmé l'absence de différence significative entre les traitements (tableau 6), c'est-à-dire que la variabilité dans le pourcentage de plants infestés n'est pas attribuable aux traitements.

### ***Phytotoxicité***

Nous n'avons observé aucun symptôme de phytotoxicité sur les plants de fraisier suite à l'application des différents produits.

### ***Ennemis naturels***

Le nombre d'ennemis naturels observés dans les parcelles était très faible en début de saison : un total de 14 ennemis a été observé avant l'application des acaricides pour l'ensemble des parcelles (tableau 9). Il y avait davantage d'ennemis dans les parcelles après les applications acaricides, reflétant tout simplement l'augmentation naturelle qui va de pair avec le développement des populations d'insectes en début de saison. Bien qu'aucune analyse statistique n'ait été effectuée en raison du faible nombre d'individus observés, il semble que l'augmentation du nombre d'ennemis naturels ait été plus importante dans les parcelles non traitées que dans les parcelles ayant reçu un traitement acaricide (figure 5b). Ceci demeure néanmoins une observation à confirmer. Les ennemis naturels présents à cette période de l'année étaient majoritairement des araignées et des coccinelles. Aucun acarien prédateur n'a été observé sur les plants.

## ***Rendements***

Le rendement en 2010 n'a montré aucune différence significative entre les traitements, ni avec le témoin non traité et ce, autant pour le rendement total de la saison que pour le poids moyen des fruits lors de chacune des récoltes (tableau 7).

## **Deuxième année d'essai (2010) – Post-rénovation**

### ***Abondance des différents stades de tarsonème***

L'abondance moyenne du tarsonème avant les applications acaricides était la même pour tous les traitements et ce, pour tous les stades de développement (tableau 5, figures 3a et 3b). Le nombre moyen de formes mobiles était de 18 individus/feuille dans les parcelles non traitées et variait entre 4 et 34 individus/feuille dans les autres parcelles.

Après les applications acaricides, il y a eu une diminution générale de l'abondance de tous les stades du tarsonème dans l'ensemble des parcelles, y compris dans les parcelles non traitées. Bien que des différences soient observées dans l'abondance des œufs entre les traitements après les applications acaricides, aucun produit n'a entraîné de différence significative dans le nombre d'œufs par rapport aux parcelles non traitées (tableau 5). L'analyse en covariable a confirmé que les traitements n'ont eu aucun impact sur l'abondance des œufs.

Aussi, des différences ont été observées entre les traitements quant au nombre de nymphes, de formes mobiles et de tous les stades combinés (incluant ou non les œufs) après les applications acaricides. Néanmoins, l'analyse en covariable a indiqué que les traitements n'ont eu aucun impact sur les nymphes, ni sur tous les stades combinés.

Par contre, nous avons observé significativement plus de formes mobiles dans les parcelles traitées avec Mesa que dans les autres parcelles et ce, peu importe l'abondance initiale des formes mobiles. Ceci semble indiquer que ce produit est encore moins efficace que les autres traitements. Or, ces autres traitements ne se sont pas démarqués du témoin non traité; ils n'ont donc eu aucun effet. Par contre, Mesa a causé une mortalité non négligeable du tarsonème lors des essais en pétri (tableau 8). Nous concluons donc la situation observée ici dans les parcelles traitées avec Mesa est due au hasard.

### ***Pourcentage de plants infestés***

Le pourcentage moyen de plants infestés avant l'application des acaricides était de 92 % dans le témoin non traité, et variait entre 58 et 92 % dans les autres traitements (tableau 6, figure 4c), sans différence significative toutefois entre les traitements. Après l'application des acaricides, ce pourcentage a diminué dans tous les traitements, y compris dans le témoin non traité (58 %), mais est demeuré encore une fois similaire entre les traitements. L'analyse en covariance de ces mêmes données a confirmé l'absence de différence significative entre les traitements (tableau 6), c'est-à-dire que la diminution du nombre de plants infestés dans les parcelles traitées était similaire à celle observée dans le témoin non traité. Autrement dit, la variabilité dans le pourcentage de plants infestés n'est pas attribuable aux traitements.

### ***Phytotoxicité***

Nous n'avons observé aucun symptôme de phytotoxicité sur les plants de fraisier suite à l'application des différents produits.

### ***Ennemis naturels***

À nouveau, le nombre d'ennemis naturels observés dans les parcelles était plutôt faible: un total de 45 ennemis a été observé avant l'application des acaricides pour l'ensemble des parcelles ([tableau 10](#)). Le nombre d'ennemis naturels a légèrement diminué dans l'ensemble des parcelles après l'application des acaricides, y compris dans le témoin non traité ([figure 5c](#)). En général, il est fréquent de retrouver un nombre important d'insectes en champ à cette période de l'année (août). Il est possible que l'état vieillissant de la fraisière soit moins attirant pour les insectes ravageurs et conséquemment, pour les prédateurs. Les ennemis naturels observés étaient majoritairement des araignées ainsi que l'acarien prédateur *Anystis* sp.

### ***Essais en laboratoire - Hiver 2011***

Les résultats sont rapportés au [tableau 11](#) en annexe. Aucun tarsonème n'a été retrouvé mort 24 heures après traitement dans les pétris non traités ou traités à l'eau. C'était également le cas dans les pétris traités avec Envidor et Movento. Oberon et Kanemite ont causé une faible mortalité qui n'était pas significativement différente de celle observée dans les pétris non traités. La mortalité la plus importante a été notée dans les pétris traités avec Fujimite (90 %). AgriMek et Mesa ont aussi causé de la mortalité après 24 heures, soit respectivement 64 % et 50 %.

Quelques rares tarsonèmes sont morts après 48 heures dans les pétris non traités. La mortalité la plus élevée a été observée dans les pétris traités avec Fujimite (94 %) et AgriMek (88 %). Mesa s'est aussi démarqué, avec 66 % de mortalité après 48 heures. La mortalité observée dans les pétris traités avec les autres produits n'était pas différente de celle observée dans les pétris non traités.

## **APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE**

Aucun des trois essais en fraisière n'a permis de dégager une conclusion solide quant à l'efficacité au champ des produits testés sur le tarsonème du fraisier. L'abondance des différents stades de tarsonème et le pourcentage de plants infestés après les traitements n'ont pas pu être attribués aux traitements eux-mêmes, ce qui suggère que d'autres facteurs sont en jeu.

Néanmoins, les essais réalisés en pétri sont encourageants et ont démontré l'efficacité de Fujimite et Mesa. En effet, lors des essais réalisés en pétri, AgriMek (abamectine) a confirmé son efficacité à tuer le tarsonème (près de 90 % de mortalité après 48 heures). Mesa (milbemectine), un produit de la même famille que AgriMek, a montré une efficacité un peu moindre que ce dernier mais qui est tout de même intéressante. Enfin, Fujimite (fenpyroximate) a également eu une excellente efficacité et une action rapide. Comme il appartient à un autre groupe (21A) que AgriMek et Mesa (groupe 6), il pourrait trouver sa place dans un programme de lutte intégrée utilisant des produits en rotation.

Il est important de noter que ces essais en pétri nous renseignent sur l'effet de contact du produit, mais ils sont par contre probablement peu efficaces à nous renseigner sur la toxicité du produit après ingestion par l'acarien. Notons enfin que le Movento, l'Oberon et le Kanemite ne sont pas considérés comme ayant un effet de contact et ne se sont pas démarqués dans les essais en pétri; cependant, cela ne signifie pas pour autant qu'ils n'aient pas d'effet par ingestion (notamment pour le Movento, qui est un produit systémique et donc absorbé par la plante). Les résultats obtenus ici en laboratoire avec Agrimek, Fujimite et Mesa suggèrent que l'inefficacité du produit au champ est due à la difficulté d'atteindre la cible et non pas à l'inefficacité du produit en soi.

Par ailleurs, aucun symptôme de phytotoxicité n'a été observé sur les plants de fraisier et ce, pour tous les produits lors des trois essais.

Enfin, quelques points à retenir :

- Lors des essais en champ, nous avons constaté une énorme variabilité dans l'abondance du tarsonème. Il y a de la variabilité au niveau des échantillons (peut dépendre de la taille de la feuille, de son niveau de développement, etc.) et aussi au niveau des plants (le tarsonème n'est pas distribué uniformément sur les plants dans une parcelle. Cette variabilité devrait être compensée par un échantillonnage beaucoup plus important, afin d'obtenir une estimation plus juste de l'abondance des différents stades de développement du tarsonème et du pourcentage de plants infestés.
- Ce projet devait évaluer l'impact des différents produits sur les ennemis naturels du tarsonème ou d'autres ravageurs qu'on peut retrouver en fraisière. Malheureusement, ces ennemis ont été trop peu nombreux lors des essais pour nous permettre de tirer une conclusion à cet effet. Nous invitons le lecteur à consulter les tableaux existants de compatibilité des pesticides avec les auxiliaires (du moins, pour les pesticides homologués) afin d'en savoir plus à ce sujet (Guide de protection du fraisier 2010, site de SAgE Pesticide). Un plus grand échantillonnage serait aussi souhaitable.
- Il est évident qu'un acaricide dont l'efficacité a été démontrée en laboratoire ne peut exercer son effet au champ que s'il parvient à toucher le ravageur. Or, les résultats obtenus au cours de ce projet (essais en laboratoire et au champ) nous permettent de conclure qu'un des problèmes principaux dans le contrôle des populations de tarsonème du fraisier à l'heure actuelle réside probablement dans le fait que les produits appliqués au champ ne parviennent pas à entrer en contact avec l'acarien. En effet, le tarsonème vit dans les jeunes feuilles non encore déployées au cœur du plant. Il est possible que les individus colonisent les feuilles plus âgées et déployées lorsque la population est très élevée, mais les jeunes feuilles au cœur du plant sont l'endroit où on le retrouve la majorité du temps. C'est un endroit qui est difficile à atteindre avec les pulvérisations foliaires et le fait d'augmenter le volume de pulvérisation et/ou la pression ne suffit pas toujours, selon nous, pour garantir que le produit se rend bel et bien au cœur du plant. Conséquemment, un produit systémique au mode d'action par ingestion a sûrement de meilleures chances de toucher le tarsonème.
- Le tarsonème, en se nourrissant de la sève au cœur du plant, provoque les symptômes suivants : les feuilles deviennent crispées et se recroquevillent. Le plant peut exhiber un retard de croissance ([figure 7](#)). Toutefois, ces symptômes ne sont pas exclusifs au tarsonème et doivent être différenciés d'avec d'autres causes : carence en calcium, carence en bore, phytotoxicité par des pesticides, autre acarien ravageur. Pour vérifier sa présence, il suffit de prélever de jeunes feuilles qui ne sont pas encore déployées au cœur du plant et les examiner à fort grossissement (un minimum de 40X). Il est arrivé au cours de notre essai que certaines feuilles étaient très fortement infestées, de sorte qu'il était possible de voir les œufs et les acariens à l'œil nu (ils apparaissaient alors comme une couche blanche et duveteuse sur les feuilles, voir les [figures 11a et 11b](#)), mais en général l'utilisation d'un binoculaire ou au moins d'une loupe, sous un éclairage concentré, est la meilleure façon de les voir, car leur taille est très petite ([figure 8](#)). Il est important d'identifier clairement le tarsonème du fraisier comme responsable des dommages observés au champ pour éviter des applications acaricides inutiles, coûteuses et potentiellement dommageables pour les insectes et acariens prédateurs, parasitoïdes et pollinisateurs présents dans les fraisières. Mentionnons enfin que l'utilisation d'insecticides pyréthroïdes (Decis, Cymbush, Ripcord), surtout si l'on fait plus d'un traitement par année, peut augmenter les problèmes de tarsonèmes (MAAARO, 2003), car ces produits sont potentiellement dommageables pour les ennemis naturels des acariens.

## POINT DE CONTACT

Nom du responsable du projet : Pierre Lafontaine, agr. Ph.D.

Tél. : (450) 589-7313 # 223

Télécopieur : (450) 589-2245

Courriel : [p.lafontaine@ciel-cvp.ca](mailto:p.lafontaine@ciel-cvp.ca)

## AUTRES TRAVAUX DE L'AUTEUR OU RÉFÉRENCES SUR LE MÊME SUJET

Il s'agit de la première étude portant sur le tarsonème du fraisier réalisée par le CIEL-Centre de valorisation des plantes.

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2005. Profil de la culture de la fraise au Canada. Centre sur la lutte antiparasitaire, Programme de réduction des risques liés aux pesticides. 60 p.

Alford D.V. 1972. The effect of *Tarsonemus fragariae* Zimmermann (Acarina: Tarsonemidae) on strawberry yields. *Annals of Applied Biology* 70(1): 13-18.

Alford D.V. 1976. Some observations on the effect of pests on strawberry yields. *Annals of Applied Biology* 84(3): 440-444.

Berglund R., Svensson B. et C. Nilsson. 2007. Evaluation of methods to control *Phytonemus pallidus* and *Anthonomus rubi* in organic strawberry production. *Journal of Applied Entomology* 131(8): 573-578.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2007. Maladies, ravageurs et organismes bénéfiques du fraisier, du framboisier et du bleuetier. 343 p.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2010. Guide de protection du fraisier. 35 p.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2010. SAgE Pesticides. <http://www.sagepesticides.qc.ca/default.aspx>. Page consultée le 28 février 2011.

Croft B.A., Messing R.H., Dunley J.E. et W.B. Strong. 1993. Effects of humidity on eggs and immatures of *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Phytoseiidae): Implications for biological control on apple, caneberry, strawberry and hop. *Experimental and Applied Acarology* 17(6): 451-459.

INRA. 2009. Encyclopédie des ravageurs européens : Tarsonème commun. <http://www.inra.fr/internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/3phypal.htm#haut>. Page consultée le 11 janvier 2009.

Łabanowska B.H. 2005. Envidor 240 SC – a new acaricide and its efficacy in controlling strawberry mite (*Phytonemus pallidus* ssp. *fragariae* Zimm.) and two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on strawberry in Poland. *Integrated Plant Protection in Fruit Crops - Soft Fruit*. IOBC Workshop on Integrated Soft Fruit Production, Norway, Abstracts, p.21.

Łabanowska B.H. 2006. Potential agents for controlling the strawberry mite (*Phytonemus pallidus* ssp. *fragariae* Zimm.) after withdrawal of endosulfan. *J. Fruit Res.* 14 (Suppl. 3): 67-72.

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO). 2003. Tarsonème du fraisier : ravageur de la fraise.  
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/hort/news/allontario/ao1003a2.htm>. Page consultée le 11 janvier 2009.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). 2005. Stratégie de lutte contre le tarsonème du fraisier. Journal Vision agricole, juin 2005.  
<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Regions/chaudiereappalaches/journalvisionagricole/2005juin/tarsoneme.htm>. Page consultée le 11 janvier 2009.

Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) - Petits fruits. 2008. Le tarsonème du fraisier. Avertissement no.14, 20 août 2008.

Roy M. 2002. Tétranyques et tarsonèmes : comment les contrôler ! Colloque Agri-Vision2001-2002.  
[http://www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/8EB31024-CE12-44A1-9C86-E706A627A64/7281/Tetrynyques\\_tarsonemes.pdf](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/8EB31024-CE12-44A1-9C86-E706A627A64/7281/Tetrynyques_tarsonemes.pdf). Page consultée le 11 janvier 2009.

Tanigoshi L.K. et J.R. Bergen. 2003. Evaluation of acaricides for the economic control of cyclamen mite in strawberries : 2002. Berry Notes 15(9): 2-3.

Zalom F. 2006. Entomology research in strawberries.  
[http://www.calstrawberry.com/fileData/docs/Archive\\_2.9.06\\_presentation1\\_annual\\_central\\_coast\\_strawberry\\_meeting.pdf](http://www.calstrawberry.com/fileData/docs/Archive_2.9.06_presentation1_annual_central_coast_strawberry_meeting.pdf). Page consultée le 6 janvier 2009.

Zalom F. et P. Thompson. 2006. Acaricide efficiency against cyclamen mites. Track #1915 of IR4 projet  
<http://ir4.rutgers.edu/FoodUse/performancecmp1.cfm?prnum=09023>. Page consultée le 19 janvier 2009.

## **PARTENAIRES FINANCIERS**

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH).

Le CIEL-Centre de valorisation des plantes tient à remercier les producteurs qui ont fourni les plants de fraisiers infestés. Nous remercions également Monsieur Luc Urbain, agronome au MAPAQ (Direction régionale de la Chaudière-Appalaches), Madame Marie Gaudreau, agronome au MAPAQ (Point de service de Joliette), et Madame Pierrette Lavoie, agronome pour Dépistage écologique de la Mauricie inc., pour leur précieuse collaboration dans ce projet. Enfin, nous remercions particulièrement Nathalie Roullé et Olivier Morisset pour l'aide apportée au cours des dépistages, ainsi que le Cégep régional de Lanaudière à L'Assomption pour le matériel prêté en 2010.

## **ANNEXES**

**Tableau 1.** Traitements à l'essai dans la fraisière en 2009 à Lavaltrie.

# Trait	Liste des traitements	Nombre d'applications et intervalle	Dose d'application
1	Témoin non-traité	-	-
2	Témoin commercial : Agri-Mek <sup>®</sup> (abamectine)	2 applications à 7 jours d'intervalle (à la rénovation)	1 L/ha
3	Oberon <sup>MC</sup> 240 SC (spiromésifène)	2 applications à 7 jours d'intervalle (à la rénovation)	1,16 L/ha
4	Kanemite <sup>MC</sup> 15 SC (acéquinocyle)	2 applications à 7 jours d'intervalle (à la rénovation)	2,25 L/ha
5	Envidor <sup>®</sup> 240 SC (spirodiclofène)	2 applications à 7 jours d'intervalle (à la rénovation)	0,75 L/ha
6	Movento <sup>®</sup> 240 SC (spirotétramate) + Agral 0,25% v/v	2 applications à 7 jours d'intervalle (à la rénovation)	0,367 L/ha (88 g m.a./ha)



**Tableau 2.** Traitements à l'essai dans la fraisière en 2010 à Lavaltrie.

# Trait	Liste des traitements	Nombre d'applications et intervalle	Dose d'application
1	Témoin non-traité	-	-
2	Témoin commercial : Agri-Mek <sup>®</sup> (abamectine)	2 applications à 7 jours d'intervalle	1 L/ha
3	Oberon <sup>MC</sup> 240 SC (spiromésifène)	2 applications à 7 jours d'intervalle	1,16 L/ha
4	Kanemite <sup>MC</sup> 15 SC (acéquinocyle)	2 applications à 7 jours d'intervalle	2,25 L/ha
5	Envidor <sup>®</sup> 240 SC (spirodiclofène)	2 applications à 7 jours d'intervalle	0,75 L/ha
6	Movento <sup>®</sup> 240 SC (spirotétramate) + Agral 0,25% v/v	2 applications à 7 jours d'intervalle	0,367 L/ha (88 g m.a./ha)
7	Fujimite <sup>®</sup> 5 EC (fenpyroximate)	2 applications à <b>14 jours d'intervalle</b>	2,33 L/ha
8	Mesa (milbemectine)	2 applications à <b>14 jours d'intervalle</b>	125 ml/ 100 L d'eau

**Tableau 3.** Abondance moyenne (nombre/feuille) des différents stades de développement du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2009 (post-rénovation). Les valeurs de *p* et les lettres indiqués dans les colonnes « Avant traitement » et « Après traitement » sont issues d’une analyse de variance à un facteur. Les valeurs de *p* et les lettres indiqués dans la colonne « avec covariable » sont issues d’une analyse en covariable. Les moyennes suivies d’une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan k-ratio ( $\alpha = 0,05$ ).

Traitements	Œufs			Nymphes			Formes mobiles		
	Avant traitement	Après traitement	Selon l’analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l’analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l’analyse avec covariable
Témoin non-traité	21,12 a	38,55 a	a	1,82 a	3,25 a	a	15,17 a	23,85 a	a
Agri-Mek	49,05 a	6,15 a	a	4,72 a	0,70 a	a	38,28 a	4,90 a	a
Oberon	26,63 a	19,15 a	a	3,08 a	4,65 a	a	15,50 a	13,45 a	a
Kanemite	38,45 a	21,30 a	a	6,53 a	3,15 a	a	28,70 a	23,45 a	a
Envidor	22,78 a	10,20 a	a	1,82 a	0,55 a	a	13,43 a	9,65 a	a
Movento	9,08 a	13,20 a	a	0,61 a	2,35 a	a	4,50 a	14,10 a	a
Valeur de <i>P</i> Traitement	0,5506	0,1468	0,4320	0,4778	0,1837	0,9793	0,1770	0,1314	0,7891
Interaction VarAvant*Trait	-	-	0,6122	-	-	0,9700	-	-	0,8835

Traitements	Tout sauf œufs			Tout		
	Avant traitement	Après traitement	Selon l’analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l’analyse avec covariable
Témoin non-traité	16,98 a	27,10 a	a	38,10 a	65,65 a	a
Agri-Mek	44,60 a	5,60 a	a	93,65 a	11,75 a	a
Oberon	18,58 a	18,10 a	a	45,22 a	37,25 a	a
Kanemite	35,33 a	26,60 a	a	73,78 a	47,90 a	a
Envidor	16,95 a	10,20 a	a	39,73 a	20,40 a	a
Movento	5,11 a	16,45 a	a	14,19 a	29,65 a	a
Valeur de <i>P</i> Traitement	0,1844	0,0962	0,7568	0,2961	0,0838	0,4643
Interaction VarAvant*Trait	-	-	0,9346	-	-	0,7176

**Tableau 4.** Abondance moyenne (nombre/feuille) des différents stades de développement du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2010 (printemps). Dans les colonnes « Avant traitement » et « Après traitement », les valeurs de *p* sont issues d'une analyse de variance à un facteur et les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ). Dans la colonne « avec covariable », les valeurs de *p* sont issues d'une analyse en covariable et les moyennes suivies d'une même lettre dans cette colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan k-ratio ( $\alpha = 0,05$ ).

Traitements	Œufs			Nymphe			Formes mobiles		
	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable
Témoin non-traité	5,80 a	10,20 a		1,50 a	0,35 a	a	9,35 a	7,55 a	a
Agri-Mek	1,90 a	1,90 a		0,85 a	0,05 a	a	3,20 a	1,85 a	a
Oberon	2,85 a	77,35 a		0,70 a	1,55 a	a	2,10 a	25,70 a	a
Kanemite	1,30 a	62,35 a		0,05 a	5,55 a	a	6,25 a	25,70 a	a
Envidor	8,15 a	29,65 a		2,30 a	5,85 a	a	9,10 a	35,35 a	a
Movento	0,95 a	10,30 a		0,70 a	0,50 a	a	0,70 a	5,60 a	a
Fujimite	0,95 a	29,55 a		1,45 a	3,50 a	a	2,70 a	21,80 a	a
Mesa	4,00 a	32,10 a		2,70 a	8,35 a	a	4,65 a	49,95 a	a
Valeur de <i>P</i> Ttraitement	0,2505	0,7191		0,6524	0,1237	0,8410	0,5909	0,2151	0,3467
Interaction VarAvant*Trait	-	-	0,0022	-	-	0,0844	-	-	0,2908

Traitements	Tout sauf œufs			Tout		
	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable
Témoin non-traité	10,85 a	7,90 a	a	16,65 a	18,10 a	
Agri-Mek	4,05 a	1,90 a	a	5,95 a	3,80 a	
Oberon	2,80 a	27,25 a	a	5,65 a	104,60 a	
Kanemite	6,30 a	31,25 a	a	7,60 a	93,60 a	
Envidor	11,40 a	41,20 a	a	19,55 a	70,85 a	
Movento	1,40 a	6,10 a	a	2,35 a	16,40 a	
Fujimite	4,15 a	25,30 a	a	5,10 a	54,85 a	
Mesa	7,35 a	58,30 a	a	11,35 a	90,40 a	
Valeur de <i>P</i> Ttraitement	0,5787	0,1691	0,3902	0,4400	0,6296	
Interaction VarAvant*Trait	-	-	0,1619	-	-	0,0019

**Tableau 5.** Abondance moyenne (nombre/feuille) des différents stades de développement du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2010 (post-rénovation). Dans les colonnes « Avant traitement » et « Après traitement », les valeurs de *p* sont issues d'une analyse de variance à un facteur et les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ). Dans la colonne « avec covariable », les valeurs de *p* sont issues d'une analyse en covariable et les moyennes suivies d'une même lettre dans cette colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan k-ratio ( $\alpha = 0,05$ ).

Traitements	Œufs			Nymphe			Formes mobiles		
	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable
Témoin non-traité	12,67 <b>a</b>	0,83 <b>ab</b>	<b>a</b>	1,08 <b>a</b>	0,08 <b>b</b>	<b>a</b>	17,92 <b>a</b>	2,92 <b>ab</b>	<b>b</b>
Agri-Mek	10,92 <b>a</b>	0,33 <b>b</b>	<b>a</b>	0,17 <b>a</b>	0,25 <b>ab</b>	<b>a</b>	10,75 <b>a</b>	1,42 <b>b</b>	<b>b</b>
Oberon	14,33 <b>a</b>	1,50 <b>ab</b>	<b>a</b>	1,92 <b>a</b>	0,08 <b>b</b>	<b>a</b>	9,33 <b>a</b>	1,92 <b>b</b>	<b>b</b>
Kanemite	7,33 <b>a</b>	0,25 <b>b</b>	<b>a</b>	2,00 <b>a</b>	0,08 <b>b</b>	<b>a</b>	28,25 <b>a</b>	1,08 <b>b</b>	<b>b</b>
Envidor	5,25 <b>a</b>	0,25 <b>b</b>	<b>a</b>	0,58 <b>a</b>	0,00 <b>b</b>	<b>a</b>	4,67 <b>a</b>	1,00 <b>b</b>	<b>b</b>
Movento	1,33 <b>a</b>	0,33 <b>b</b>	<b>a</b>	0,00 <b>a</b>	0,00 <b>b</b>	<b>a</b>	5,00 <b>a</b>	0,58 <b>b</b>	<b>b</b>
Fujimite	3,08 <b>a</b>	0,70 <b>b</b>	<b>a</b>	2,00 <b>a</b>	0,15 <b>b</b>	<b>a</b>	14,75 <b>a</b>	1,15 <b>b</b>	<b>b</b>
Mesa	17,17 <b>a</b>	8,35 <b>a</b>	<b>a</b>	2,25 <b>a</b>	0,70 <b>a</b>	<b>a</b>	33,92 <b>a</b>	8,25 <b>a</b>	<b>a</b>
Valeur de <i>P</i> Ttraitement	0,1687	0,0237	0,8734	0,5074	0,0034	0,2540	0,3831	0,0020	0,0014
Interaction VarAvant*Trait	-	-	0,9962	-	-	0,8768	-	-	0,0913

Traitements	Tout sauf œufs			Tout		
	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable
Témoin non-traité	19,00 <b>a</b>	3,00 <b>b</b>	<b>b</b>	31,67 <b>a</b>	3,83 <b>b</b>	<b>a</b>
Agri-Mek	10,92 <b>a</b>	1,67 <b>b</b>	<b>b</b>	21,83 <b>a</b>	2,00 <b>b</b>	<b>a</b>
Oberon	11,25 <b>a</b>	2,00 <b>b</b>	<b>b</b>	25,58 <b>a</b>	3,50 <b>b</b>	<b>a</b>
Kanemite	30,25 <b>a</b>	1,17 <b>b</b>	<b>b</b>	37,58 <b>a</b>	1,42 <b>b</b>	<b>a</b>
Envidor	5,25 <b>a</b>	1,00 <b>b</b>	<b>b</b>	10,50 <b>a</b>	1,25 <b>b</b>	<b>a</b>
Movento	5,00 <b>a</b>	0,58 <b>b</b>	<b>b</b>	6,33 <b>a</b>	0,92 <b>b</b>	<b>a</b>
Fujimite	16,75 <b>a</b>	1,30 <b>b</b>	<b>b</b>	19,83 <b>a</b>	2,00 <b>b</b>	<b>a</b>
Mesa	36,17 <b>a</b>	8,95 <b>a</b>	<b>a</b>	53,33 <b>a</b>	17,30 <b>a</b>	<b>a</b>
Valeur de <i>P</i> Ttraitement	0,3715	0,0005	0,0011	0,2627	0,0001	0,0952
Interaction VarAvant*Trait	-	-	0,0992	-	-	0,7420

**Tableau 6.** Pourcentage moyen de plants infestés à Lavaltrie au cours de l'essai. Dans les colonnes « Avant traitement » et « Après traitement », les valeurs de  $p$  sont issues d'une analyse de variance à un facteur et les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ). Dans la colonne « avec covariable », les valeurs de  $p$  sont issues d'une analyse en covariable et les moyennes suivies d'une même lettre dans cette colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan k-ratio ( $\alpha = 0,05$ ).

Traitements	2009 Post-rénovation			2010 Printemps			2010 Post-rénovation		
	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable	Avant traitement	Après traitement	Selon l'analyse avec covariable
Témoin non-traité	81,67 a	90,00 a	a	75,00 a	65,00 a	a	91,67 a	58,33 a	a
Agri-Mek	90,00 a	70,00 a	a	70,00 a	55,00 a	a	58,33 a	33,33 a	a
Oberon	90,00 a	95,00 a	a	65,00 a	75,00 a	a	91,67 a	41,67 a	a
Kanemite	95,00 a	90,00 a	a	60,00 a	65,00 a	a	91,67 a	58,33 a	a
Envidor	76,67 a	75,00 a	a	65,00 a	65,00 a	a	75,00 a	25,00 a	a
Movento	71,67 a	75,00 a	a	80,00 a	35,00 a	a	75,00 a	25,00 a	a
Fujimite	-	-	-	60,00 a	75,00 a	a	83,33 a	45,00 a	a
Mesa	-	-	-	40,00 a	85,00 a	a	91,67 a	80,00 a	a
Valeur de $P$ Traitement	0,2320	0,3045	0,1975	0,4945	0,1531	0,9635	0,5261	0,2886	0,4649
Interaction VarAvant*Trait	-	-	0,2541	-	-	0,7964	-	-	0,5151

**Tableau 7.** Rendements moyens des plants de fraisier à Lavaltrie en 2010. Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Waller-Duncan ( $\alpha = 0,05$ ).

Traitements	Rendement total de la saison (g / plant)	Poids moyen d'un fruit (g)		
		Récolte #1 17 juin 2010	Récolte #2 25 juin 2010	Récolte #3 29 juin 2010
Témoin non-traité	71,44 a	8,50 a	10,05 a	5,33 a
Agri-Mek	102,01 a	10,65 a	12,02 a	6,08 a
Oberon	74,14 a	9,53 a	10,21 a	5,71 a
Kanemite	82,66 a	8,97 a	10,65 a	6,74 a
Envidor	61,22 a	9,06 a	9,68 a	5,92 a
Movento	81,86 a	8,77 a	10,23 a	6,22 a
Fujimite	75,85 a	9,07 a	10,69 a	6,17 a
Mesa	64,78 a	9,55 a	11,27 a	5,70 a
Valeur de $P$	0,4834	0,8613	0,8844	0,9133

**Tableau 8.** Abondance totale des ennemis naturels au champ sur l'ensemble du site en 2009 (post-rénovation).

Ennemis naturels		23 juin	30 juin	Avant traitement 31 août (24 parcelles)	8 sept	Après traitement 14 sept (24 parcelles)
Acari	<i>Anystis</i> sp.	21	99	10	10	17
Araneae	Araignées	24	25	17	13	11
Coleoptera	Coccinelles	3	1	0	0	2
Diptera	Syrphes	2	0	0	0	0
	<i>Leucopis</i> sp.	0	0	0	0	0
Hymenoptera	Guêpes parasitoïdes	0	0	0	0	0
Neuroptera	Chrysopes ou hémérobes	5	8	0	2	3
Hemiptera (punaises)	<i>Orius</i> sp.	0	2	0	0	1
	Nabidae	1	2	0	0	0
	Pentatomidae	0	3	1	1	1
	Non identifié (masse d'oeufs)	0	1	0	0	0
Thysanoptera	Aelothripidae (thrips prédateur)	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>56</b>	<b>141</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>35</b>

**Tableau 9.** Abondance totale des ennemis naturels au champ sur l'ensemble du site en 2010 (printemps).

Ennemis naturels		Avant traitement 17 mai (32 parcelles)	Après traitement 31 mai (24 parcelles)	Après traitement 7 juin (8 parcelles)
Acari	<i>Anystis</i> sp.	0	0	0
Araneae	Araignées	9	32	10
Coleoptera	Coccinelles	5	8	1
Diptera	Syrphes	0	0	0
	<i>Leucopis</i> sp.	0	2	0
Hymenoptera	Guêpes parasitoïdes	0	1	0
Neuroptera	Chrysopes ou hémérobes	0	0	0
Hemiptera (punaises)	<i>Orius</i> sp.	0	5	0
	Nabidae	0	0	0
	Pentatomidae	0	3	0
	Non identifié (masse d'oeufs)	0	0	1
Thysanoptera	Aelothripidae (thrips prédateur)	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>51</b>	<b>12</b>

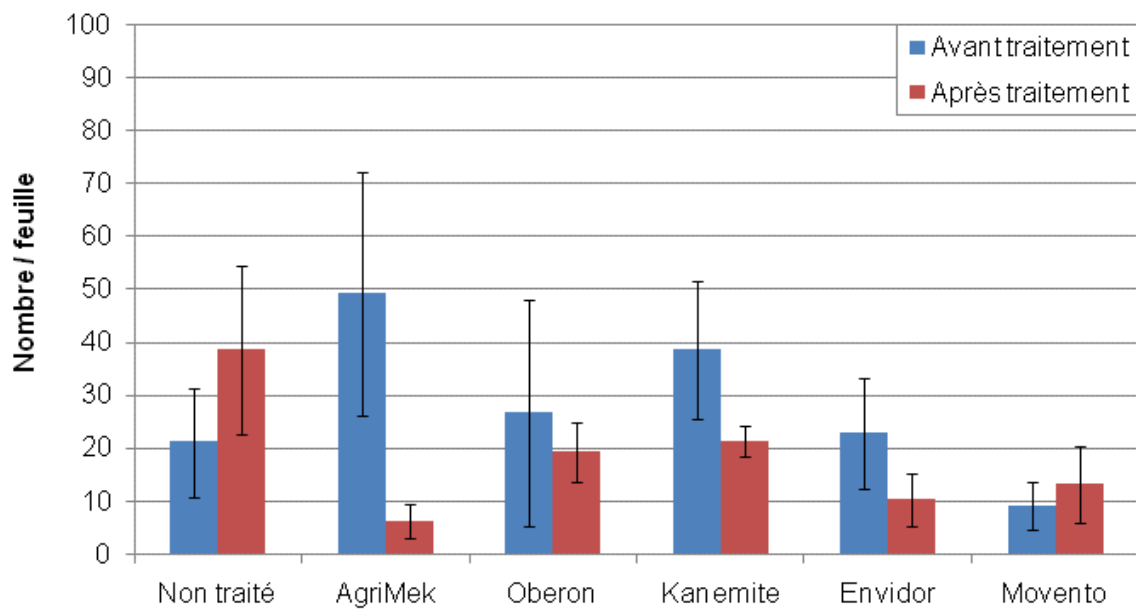
**Tableau 10.** Abondance totale des ennemis naturels au champ sur l'ensemble du site en 2010 (post-rénovation).

Ennemis naturels		Avant traitement 27 juillet (32 parcelles)	Après traitement 10 août (24 parcelles)	Après traitement 17 août (8 parcelles)
Acari	<i>Anystis</i> sp.	11	7	2
Araneae	Araignées	20	6	2
Coleoptera	Coccinelles	1	1	1
Diptera	Syrphes	6	0	0
	<i>Leucopis</i> sp.	0	0	0
Hymenoptera	Guêpes parasitoïdes	0	0	1
Neuroptera	Chrysopes ou hémérobes	2	0	0
Hemiptera (punaises)	<i>Orius</i> sp.	1	0	0
	Nabidae	2	0	0
	Pentatomidae	0	0	0
	Non identifié (masse d'oeufs)	2	0	0
Thysanoptera	Aelothripidae (thrips prédateur)	0	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>45</b>	<b>14</b>	<b>7</b>

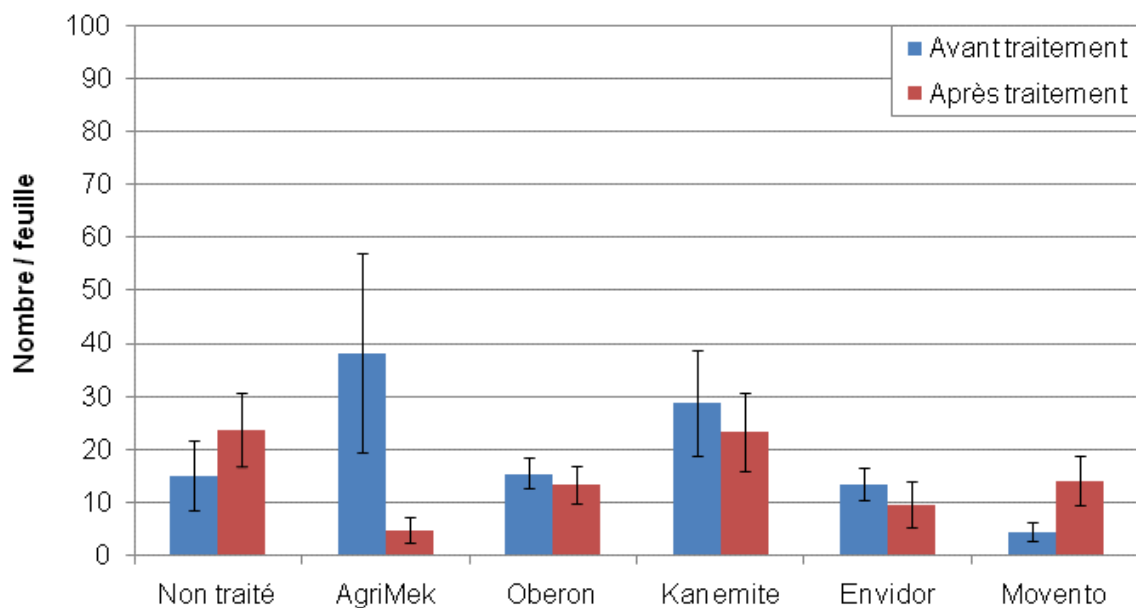
**Tableau 11.** Mortalité moyenne ( $\pm$  erreur-type) observée chez le tarsonème du fraisier lors d'essais en pétri à l'hiver 2010. Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ). Les chiffres indiqués doivent être considérés comme des pourcentage de mortalité *minimaux*; en effet, ils représentent les individus de tarsonème qui ont été observés et qui étaient morts au moment de la prise de données.

Traitements	24 heures après traitement (%)			48 heures après traitement (%)		
Témoin non-traité	0,00	$\pm 0,00$	<b>c</b>	4,00	$\pm 2,45$	<b>c</b>
Traité à l'eau	0,00	$\pm 0,00$	<b>c</b>	0,00	$\pm 0,00$	<b>c</b>
Agri-Mek	64,00	$\pm 13,64$	<b>ab</b>	88,00	$\pm 5,83$	<b>a</b>
Oberon	4,00	$\pm 2,45$	<b>c</b>	6,00	$\pm 2,45$	<b>c</b>
Kanemite	10,00	$\pm 4,47$	<b>c</b>	12,00	$\pm 4,90$	<b>c</b>
Envidor	0,00	$\pm 0,00$	<b>c</b>	8,00	$\pm 3,74$	<b>c</b>
Movento	0,00	$\pm 0,00$	<b>c</b>	0,00	$\pm 0,00$	<b>c</b>
Fujimite	90,00	$\pm 7,75$	<b>a</b>	94,00	$\pm 6,00$	<b>a</b>
Mesa	50,00	$\pm 8,37$	<b>b</b>	66,00	$\pm 4,00$	<b>b</b>
Valeur de <i>P</i>	< 0,0001			< 0,0001		

a) Oeufs



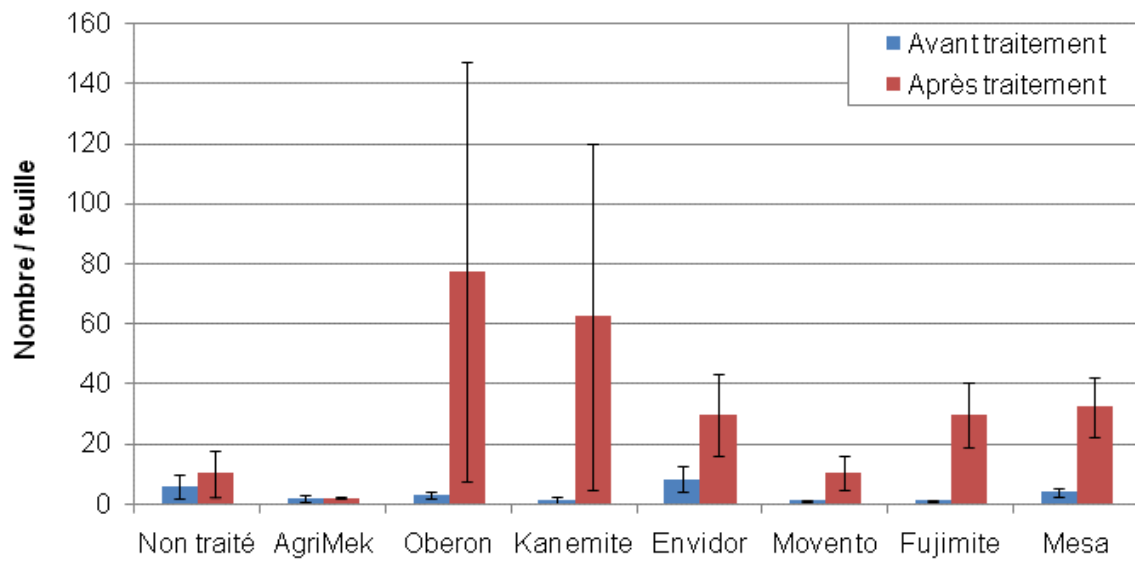
b) Formes mobiles



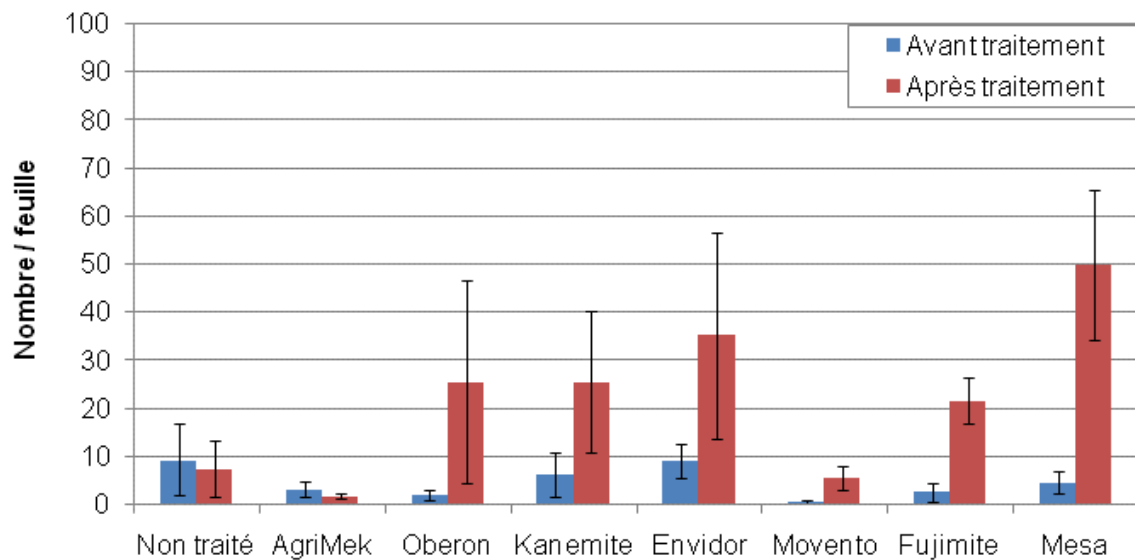
**Figure 1.** Abondance moyenne du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2009 (post-rénovation), avant et après les traitements acaricides.



a) Oeufs

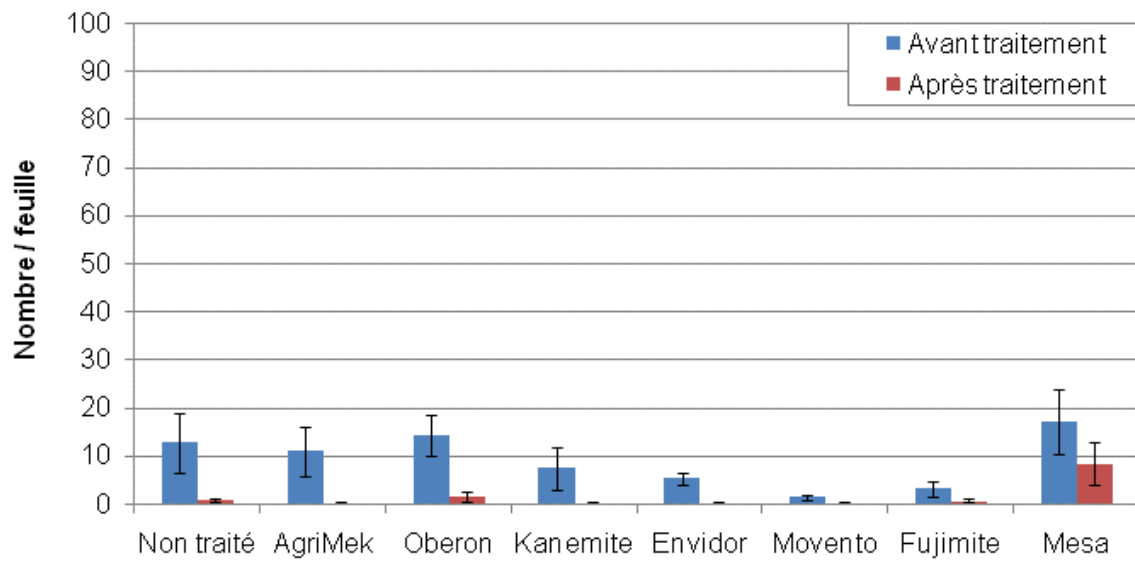


b) Formes mobiles

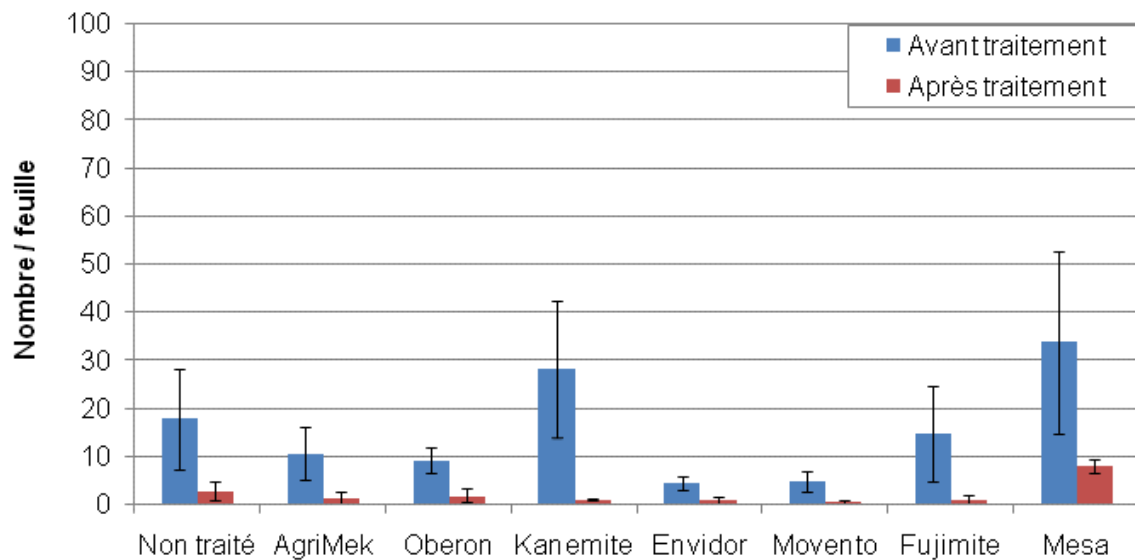


**Figure 2.** Abondance moyenne du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2010 (printemps), avant et après les traitements acaricides.

a) Oeufs

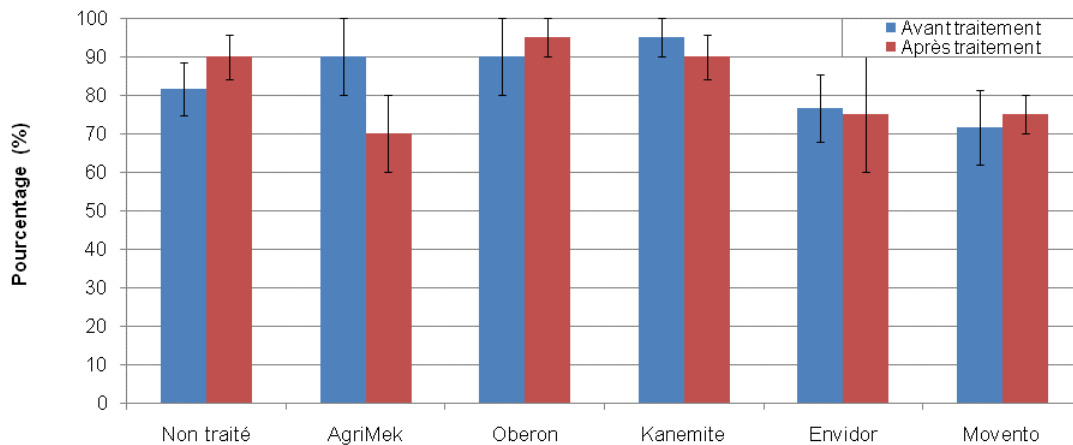


b) Formes mobiles

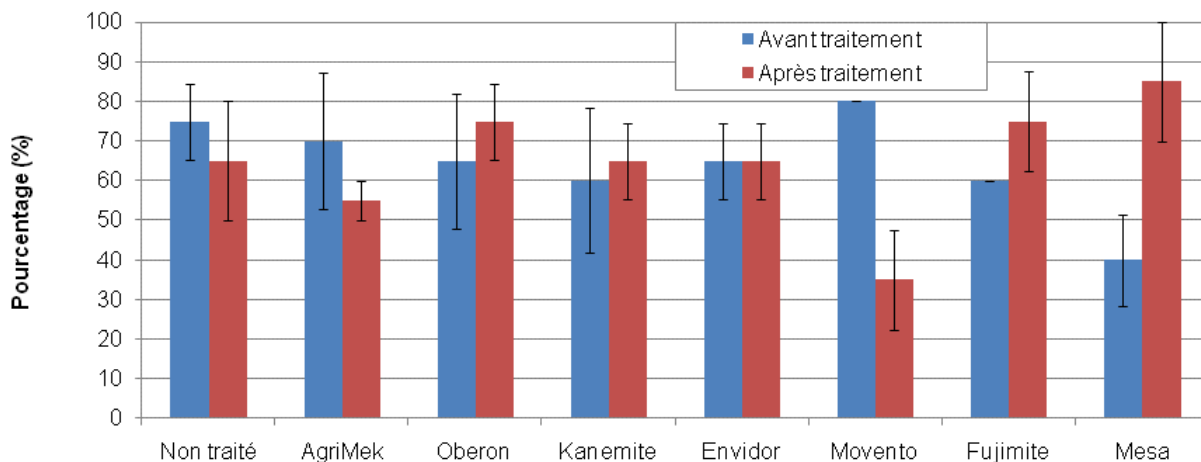


**Figure 3.** Abondance moyenne du tarsonème du fraisier à Lavaltrie en 2010 (post-rénovation), avant et après les traitements acaricides.

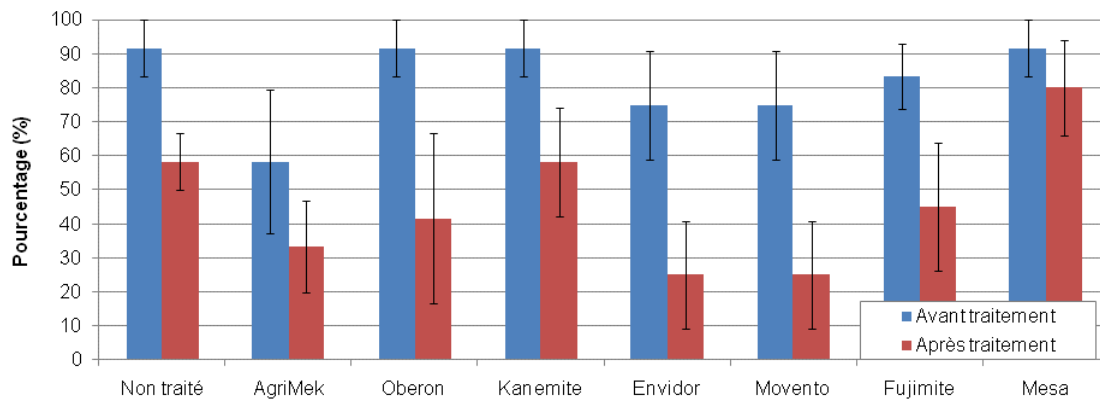
a) 2009 (post-rénovation)



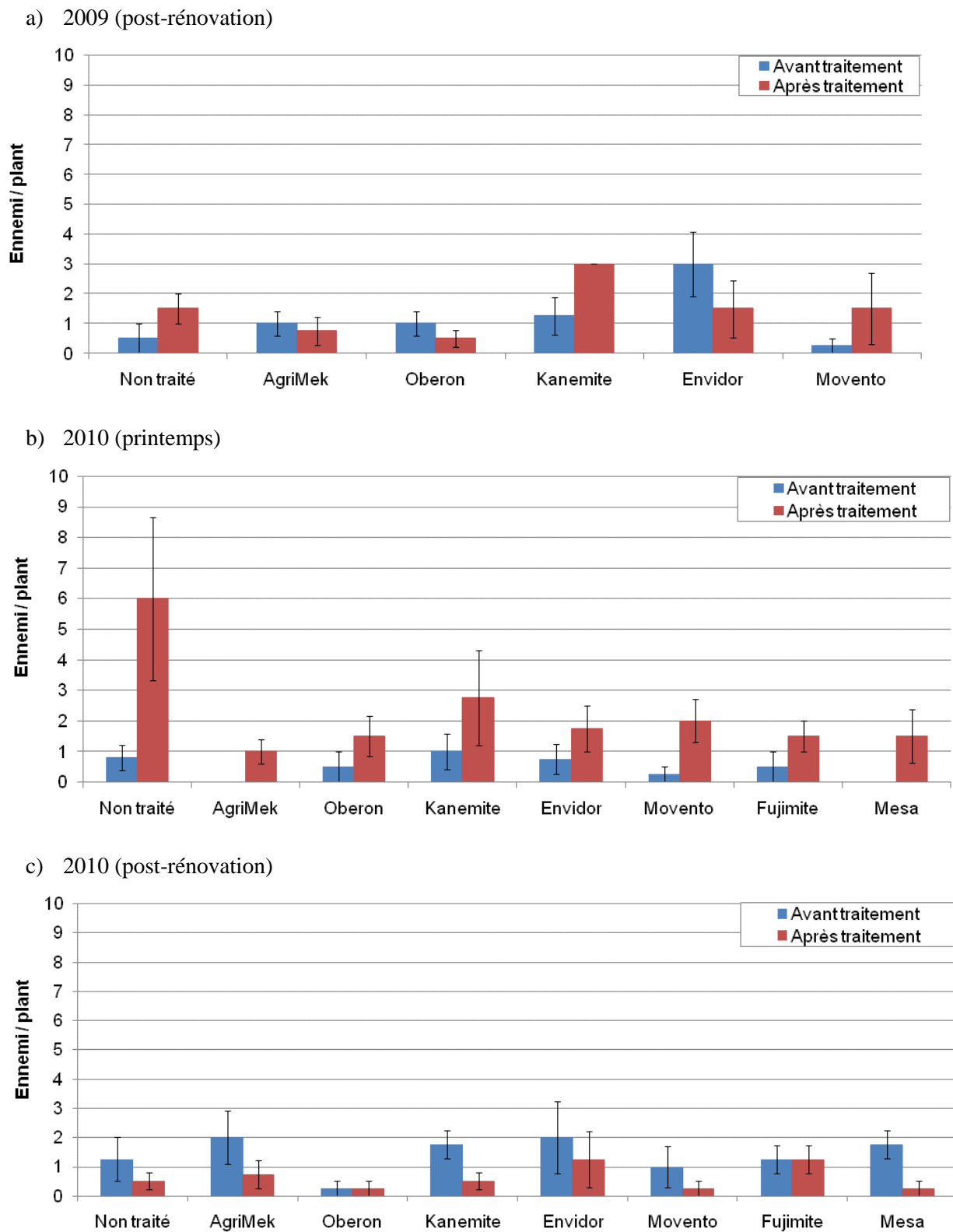
b) 2010 (printemps)



c) 2010 (post-rénovation)

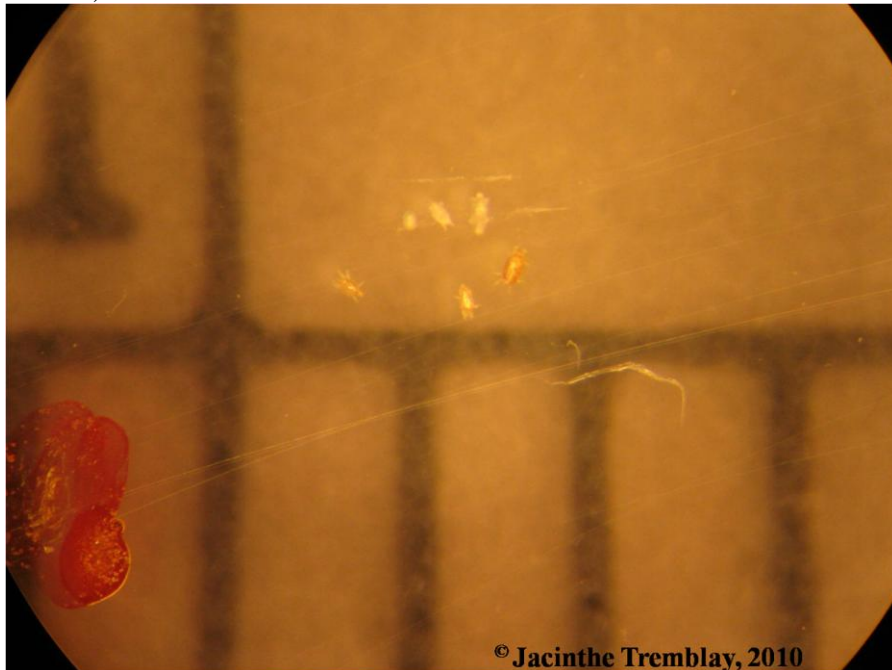


**Figure 4.** Pourcentage moyen de plants infestés par le tarsonème du fraisier à Lavaltrie, avant et après les traitements acaricides.

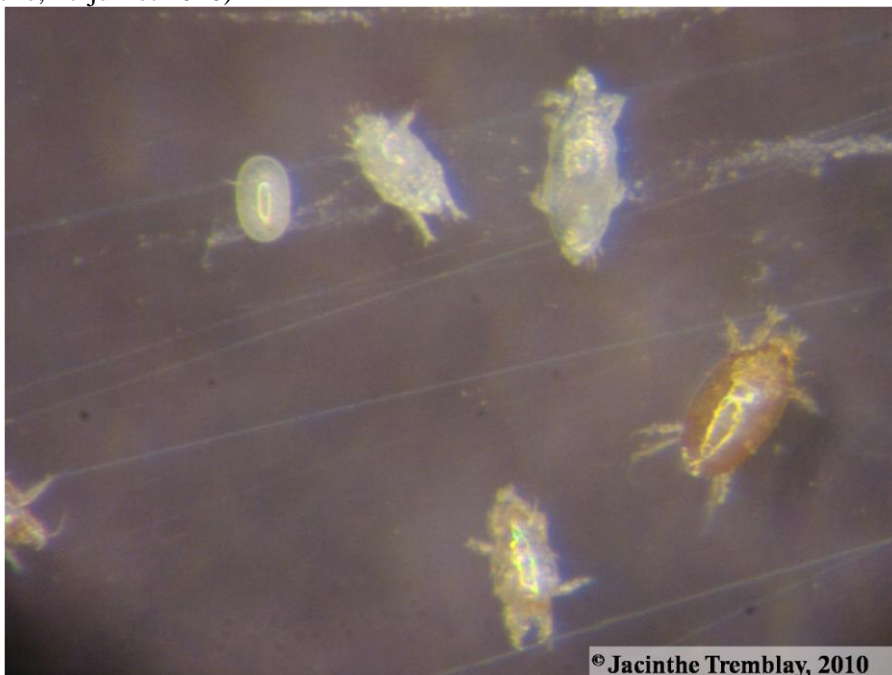


**Figure 5.** Nombre moyen d'ennemis naturels (toutes espèces confondues) observés au champ à Lavaltrie, avant et après les traitements acaricides.

- a) Tarsonèmes du fraisier, avec règle. L'œuf et la nymphe sont des stades non mobiles. Individus du haut : œuf, larve et nymphe. Individus du bas : 2 mâles adultes et une femelle adulte. (Lavaltrie, 27 juillet 2010)



- b) Tarsonèmes du fraisier, plan rapproché. L'œuf et la nymphe sont des stades non mobiles. Individus du haut : œuf, larve et nymphe. Individus du bas : 2 mâles adultes et une femelle adulte. (Lavaltrie, 27 juillet 2010)



**Figure 6.** Stades de développement du tarsonème du fraisier.



**Figure 7.** Plants de fraisier présentant des symptômes de tarsonème du fraisier (2 octobre 2009, Lavaltrie).



**Figure 8.** Femelle adulte du tarsonème du fraisier; taille comparée avec celle d'une pièce d'un cent (11 juin 2009, L'Assomption).



**Figure 9.** Formes mobiles et œufs de tarsonème du fraisier sur feuille, vue au stéréoscope (2 septembre 2009, Lavaltrie).



**Figure 10.** Tarsonèmes du fraisier adultes sur feuille, vue au stéréoscope (2 septembre 2009).

a) Vue générale.



b) Vue rapprochée.



**Figure 11.** Œufs de tarsonème sur feuille de fraisier (2 juin 2010, Lavaltrie).





**Figure 12.** Tarsonème du fraisier (femelle adulte), vue au microscope (3 juillet 2009).