

## **Rapport final projet 08-BIO-45**

**Introduction de coccinelles convergentes (*Hippodamia convergens* Guérin-Méneville)  
pour lutter contre le puceron du soya (*Aphis glycines* Matsumura) en régie  
biologique**

Rapport final déposé par Éric Lucas

Le 22 novembre 2012

Date prévue de fin de projet : Avril 2012

## TABLE DES MATIÈRES

1- RÉSUMÉ DU PROJET.....	
2- DÉROULEMENT DES TRAVAUX.....	
3- RÉSULTATS .....	
• Été 2009	
• Été 2010	
• Été 2011	
4- BILAN.....	
5- APPLICATION POSSIBLE POUR L'INDUSTRIE .....	
6- PARTENAIRES FINANCIERS.....	
7- REFERENCES.....	
ANNEXES.....	

## RÉSUMÉ DU PROJET

Depuis l'arrivée du puceron du soya au Québec en 2001, on observe une augmentation des superficies traitées avec des insecticides chimiques dans les champs de soya. Il y a peu de moyens de lutte actuellement disponibles pour les producteurs biologiques. Les traitements insecticides biologiques préconisés sont le savon insecticide Opal™ et Neudosan homologués pour le soya en 2007. Ils s'avèrent coûteux et nécessitent plusieurs applications à intervalles rapprochés. Ils sont de plus nocifs pour les ennemis naturels.

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'impact d'une introduction de coccinelles convergentes, *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville sur les populations de pucerons du soya, afin de procurer une méthode de lutte alternative, efficace, accessible et rentable pour les producteurs. La libération massive des coccinelles convergentes dans le cadre de notre étude est une approche biologique curative qui vise la répression des pucerons par une action immédiate des coccinelles. Son succès repose sur l'emploi d'un taux d'introduction de coccinelles adéquat, et d'une introduction ponctuelle à une densité de pucerons spécifique, afin de réduire au maximum le délai d'intervention. Le choix de la coccinelle convergente est dû au fait qu'elle est indigène, déjà présente dans nos champs et de plus qu'elle est vendue commercialement à bon marché (pour 350 coccinelles/\$). Les adultes sont directement prélevés sur des sites d'hibernation en Californie (États-Unis), emballés, vendus et faciles à se procurer.

Le projet a été effectué de la mi-juin jusqu'à la fin août 2009, 2010 et 2011 dans trois régions du Québec (Estrie, Montérégie et Lanaudière). Le projet s'est déroulé en trois étapes :

- 1- le dépistage du puceron du soya et des ennemis naturels du début juillet à mi août;
- 2- l'introduction des coccinelles convergentes selon les traitements ;
- 3- le suivi post-introduction des coccinelles.

En 2009 les traitements ont été effectués selon deux taux d'introduction (0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup>) et selon un seuil d'intervention (150 pucerons du soya/plant). Chaque région avait au minimum un champ témoin où aucune coccinelle n'a été introduite. Chaque traitement a été répliqué deux fois. Des réductions importantes du puceron du soya ont été observées après les introductions de coccinelles convergentes en comparaison aux témoins en 2009. En 2010, aucun champ de soya dépisté n'a atteint le seuil minimal de 150 pucerons par plant et aucune introduction n'a donc été effectuée. Le dépistage a tout de même permis d'amasser des données sur la dynamique du puceron du soya et de ses ennemis naturels en champ de soya biologique. En 2011, les traitements ont été effectués selon deux taux d'introduction (0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup>) et selon trois seuils d'intervention (150, 250 et 350 pucerons du soya/plant). Des

introductions ont été effectuées dans 13 champs, chacun avait un témoin où aucune coccinelle n'a été introduite.

## **DÉROULEMENT DES TRAVAUX**

- **Dépistage en 2009**

Un dépistage des pucerons a été effectué dans 26 champs répartis dans trois régions du Québec (Montérégie 9 champs, Estrie 10 champs et Lanaudière 7 champs). Le dépistage était effectué par des clubs conseils, des agronomes, l'étudiante à la maîtrise et des aides de terrain.

Dans chaque champs, 9 stations permanentes étaient identifiées par un drapeau, à 25m les unes des autres (Fig. 1A). À chaque station, 3 plants de soya étaient dépistés de façon aléatoire à chaque visite, afin d'évaluer l'abondance du puceron du soya et des ennemis naturels.

Lorsque les densités de pucerons atteignaient le seuil de 150 pucerons/plant, les coccinelles préparées au préalable au laboratoire étaient introduites au niveau de chaque station, selon deux taux d'introduction de 0.5 ou 2 coccinelles/m<sup>2</sup> (5000 coccinelles/ha et 20000 coccinelles/ha). Ces taux équivalaient à 555 coccinelles/station (0,5/m<sup>2</sup>) ou 2222 coccinelles/station (2/m<sup>2</sup>).

Une fois le champ traité, il était suivi 2 jours après l'introduction puis aux trois jours pendant deux semaines. Une évaluation de la densité, des stades de développement des pucerons, de la présence et de l'abondance des coccinelles convergentes et des autres ennemis naturels a été effectuée. Les champs témoins ont été choisis selon leur proximité avec les champs traités et suivis chaque semaine.

Les parcelles traitées étaient à une densité de départ de 150 pucerons/plant, et les coccinelles introduites à des taux de 0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup>. Sur les vingt six champs dépistés seuls huit ont atteint le seuil de 150 pucerons/plant. Quatre champs de Lanaudière ont reçu une introduction (31 juillet) et deux champs en Montérégie ouest (11 août) avec deux champs témoins pour chaque région (Fig. A3).

- **Dépistage en 2010**

Le dépistage du puceron a été effectué de la même manière qu'en 2009 sur 20 parcelles dans les trois régions (Fig. A1-A).

Sur les 20 champs dépistés aucun n'a atteint le seuil de 150 pucerons par plant (Fig. A2). Le maximum de pucerons du soya observés a été de 2 pucerons par plant. Aucune introduction n'a pu être effectuée car les coccinelles ont besoin d'un minimum de puceron par plant pour demeurer dans le champ.

- **Dépistage en 2011**

Le dépistage du puceron a été effectué de la même façon qu'en 2009 et 2010 sur 40 parcelles (20 champs) dans les trois régions. Afin d'obtenir des parcelles témoins les plus similaires possibles aux parcelles traitées avant l'introduction, les parcelles choisies devaient avoir une longueur d'au moins 500m, afin de pouvoir y installer une parcelle de 1ha aux 2 extrémités du champ (une parcelle témoin et traitée dans le même champ). Le dépistage a été effectué à partir du 6 juillet et ce jusqu'à la fin du mois d'août. Lorsque les densités de pucerons atteignaient le seuil de 150 pucerons, 250 ou 350 pucerons, les coccinelles préparées au préalable, étaient introduites au niveau de chaque station à deux taux d'introduction de 0.5 ou 2 coccinelles/m<sup>2</sup> (5000 coccinelles/ha et 20 000 coccinelles/ha).

Une fois la parcelle traitée, elle était suivie 2 jours après l'introduction, puis aux trois jours pendant deux semaines. Toutefois afin de s'assurer que l'effet de l'introduction des coccinelles n'était pas juste présent aux 9 stations d'introduction, un dépistage supplémentaire sur 2 plants entre chaque station a été effectué afin de dénombrer les pucerons du soya, les coccinelles convergentes et les autres ennemis naturels (total de 39 plants par parcelle) (Fig.A1 B). Les champs témoins ont reçu le même suivi que les parcelles traitées. Les parcelles traitées et leurs témoins ont été récoltés en septembre 2011 afin de quantifier le rendement en kg/ha du soya. Des quadras (5 par parcelle) de 1m<sup>2</sup> ont été récoltés dans chaque parcelle traitée et témoins et pesés (Fig. A3).

Sur les 40 parcelles dépistées, 22 ont atteints les seuils d'intervention préétablis de 150, 250 et 350 pucerons/plant (Fig. A1). Dans les parcelles de 150 pucerons/plant, des traitements à des taux d'introduction de 0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup> ont été effectués. Les parcelles aux seuils d'intervention 250 et 350 pucerons/plant ont été traitées seulement à un taux d'introduction de 2 coccinelles/m<sup>2</sup>.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec des analyses de variance (accompagnées des tests a posteriori de Tukey Kramer HSD) et des tests non paramétrique de Wilcoxon/Kruskal-Wallis (Wilcoxon comparaison de chaque paire) (JMP9) en comparant les densités moyennes de pucerons des parcelles traitées versus les parcelles témoins dans le temps, selon le taux d'introduction des coccinelles après 2 jours, une semaine et deux semaines après le traitement pour chaque seuil d'intervention (150, 250 et 350 pucerons/plant). Les seuils de 250 et 350 pucerons/plant ont été introduits exclusivement à un taux de 2 coccinelles/m<sup>2</sup>. Les données ont été transformées en arc sinus de la racine carrée de la proportion de baisse de densité afin de les rendre normales et stabiliser les variances entre elles pour l'année 2009.

## RÉSULTATS

### Q<sub>1</sub>. Quel est l'impact de l'introduction de coccinelles sur la population de pucerons de soya ?

#### Été 2009

##### ○ **Introduction de 0,5 coccinelles/m<sup>2</sup>**

Une baisse moyenne de densité de 68.41% pucerons a été observée 2 jours après l'introduction dans les champs traités à 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> contre une baisse moyenne de 17.18% dans les champs témoins (Fig. 1). La baisse moyenne de population était différente entre les parcelles traitées et témoin 2 jours après l'introduction (F=34.32; ddl=2; P=0.0018). Une semaine après l'introduction, la baisse moyenne de densité de pucerons était de 85.88% comparativement à 19.54% dans les champs témoin. La baisse était significativement plus importante dans les parcelles traitées que témoin (F=71.49; ddl=2; P=0.0001) (Fig. 1). Deux semaines après l'introduction, on observait une baisse moyenne de densité de puceron de 92.85% dans les parcelles traitées comparativement à 61.41% dans les parcelles témoins. La baisse restait significativement plus importante dans les parcelles traitées que témoin (F=108.09; ddl=2; P=0.0001).

##### ○ **Introduction de 2 coccinelles/m<sup>2</sup>**

Une baisse moyenne de densité de 77.51% a été observée dans les parcelles traitées deux jours après l'introduction, contre une baisse dans les parcelles témoin de 17.18% (Fig. 1). La baisse était significativement plus importante dans les parcelles traitées que témoin (F=34.32; ddl=2; P=0.0016). Une semaine après l'introduction, la baisse était de 94.57% dans les parcelles traitées contre 19.54% dans les parcelles témoins (Fig. 1). La baisse était significativement plus importante dans les parcelles traitées que témoin (F=71.49; ddl=2; P=0.0001). Deux semaines après l'introduction, la baisse de densité de puceron était de 96.67% dans les parcelles traitées contre 61.41% dans les parcelles témoin (Fig 1). La baisse restait significativement plus importante dans les parcelles traitées que témoin (F=108.09; ddl=2; P=0.0001).

On observe pas de différence significative statistique, 2 jours après l'introduction, de la baisse de densité moyenne de pucerons entre les traitements de 0.5 et 2 coccinelles par m<sup>2</sup> (P=0.4566). On n'observe pas de différence significative de la baisse de densité moyenne de pucerons entre les traitements de 0.5 et 2 coccinelles par m<sup>2</sup> une semaine après l'introduction (P=0.2189). Deux semaines après l'introduction, la baisse de densité moyenne de pucerons entre les traitements de 0.5 et 2 coccinelles par m<sup>2</sup> n'était pas significativement différente (P=0.3256). Cependant les parcelles traitées à 2 coccinelles/m<sup>2</sup> présentent une plus forte baisse de densité moyenne de pucerons que celles à 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> à 2 jours, une semaine et 2 semaines après le traitement.

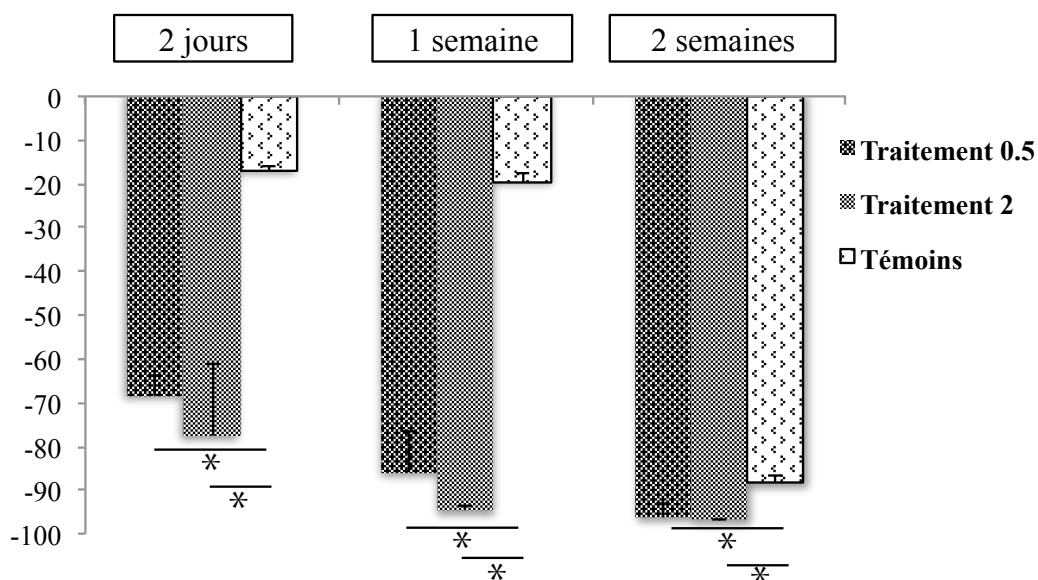


Figure. 1: Les baisses moyennes de densité de pucerons selon les traitements (0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup>) 2 jours, une semaine et deux semaines après l'introduction des coccinelles convergentes avec un seuil d'intervention de 150 pucerons/plant durant l'été 2009.

## Été 2011

### ○ Introduction de 0,5 coccinelles/m<sup>2</sup>

- Seuil d'intervention de 150 pucerons/plant

Deux jours (48h) après l'introduction, la baisse moyenne de densité était de 7.34% dans les parcelles traitées contre une augmentation de 36.62% dans les parcelles témoin, qui n'était pas significativement différente (Fig. 2 ; F=0.67 ; ddl=2; P=0.7522). Une semaine après l'introduction, une augmentation moyenne de densité de 34.02% était observée dans les parcelles traitées, contre une augmentation moyenne de 88.39% dans les champs témoins, qui n'était pas significativement différente (Fig. 2 ; F=0.53 ; ddl=2; P=0.5999). Deux semaines après l'introduction, une augmentation moyenne significative de 1.17% était observée dans les parcelles traitées contre une augmentation de 88.5% dans les parcelles témoins (Fig. 2 ; F=3.76 ; ddl=2; P=0.0540).

### ○ Introduction de 2 coccinelles/m<sup>2</sup>

- Seuil d'intervention de 150 pucerons/plant

Deux jours après l'introduction, la baisse moyenne de densité était de 44.45% dans les parcelles traitées contre une augmentation moyenne de 36.62% dans les parcelles témoin. Il n'y a pas de différence significative (Fig. 2 ; F=0.67 ; ddl=2; P=0.5485). Une semaine après l'introduction, une augmentation moyenne de densité de 29.46% était observée

dans les parcelles traitées, contre une augmentation moyenne de 88.39% dans les champs témoins, qui n'était pas significativement différente (Fig. 2 ;  $F=0.53$  ;  $ddl=1$  ;  $P=0.8264$ ). Deux semaines après l'introduction, une baisse moyenne de 14.85% était observée dans les parcelles traitées contre une augmentation de 88.5% dans les parcelles témoins, non significativement différente (Fig. 2 ;  $F=3.76$  ;  $ddl=2$  ;  $P=0.6972$ ).

- Seuil d'intervention de 250 pucerons/plant

Deux jours après l'introduction, la baisse moyenne de densité était de 15.02% dans les parcelles traitées contre une augmentation de 43.22% dans les parcelles témoin, la baisse étant significativement plus importante dans les parcelles traitées (Fig. 2 ;  $F=9.29$  ;  $ddl=1$  ;  $P=0.0225$ ). Une semaine après l'introduction, une baisse moyenne de densité de 43.91% était observée dans les parcelles traitées, contre une augmentation moyenne de 5.51% dans les champs témoins, baisse qui n'était pas significativement différente (Fig. 2 ;  $F=3.88$  ;  $ddl=1$  ;  $P=0.0961$ ). Deux semaines après l'introduction, une baisse moyenne de 60.66% était observée dans les parcelles traitées contre une baisse moyenne de 12.8% dans les parcelles témoins, baisse non significativement plus importante dans les parcelles traitées (Fig. 2 ;  $F=0.0007$  ;  $ddl=1$  ;  $P=0.9799$ ).

- Seuil d'intervention de 350 pucerons/plant

Deux jours après l'introduction, une augmentation moyenne de densité de 25.26% était observée dans les parcelles traitées contre une augmentation moyenne de 2.78% dans les parcelles témoin, qui n'était pas significativement différente (Fig. 2 ;  $F=0.1104$  ;  $ddl=1$  ;  $P=0.7958$ ). Une semaine après l'introduction, une baisse moyenne de densité de 18.06% était observée dans les parcelles traitées, contre une baisse moyenne de 9.71% dans les champs témoins, qui n'était pas significativement différente mais on note une tendance (Fig. 2 ;  $F=6.74$  ;  $ddl=1$  ;  $P=0.2340$ ). Deux semaines après l'introduction, une baisse moyenne de 59.07% était observée dans les parcelles traitées contre une baisse de 85.37% dans les parcelles témoins, qui n'était pas significativement différente (Fig. 2 ;  $X^2=1.5$  ;  $ddl=1$  ;  $P=0.2207$ ).



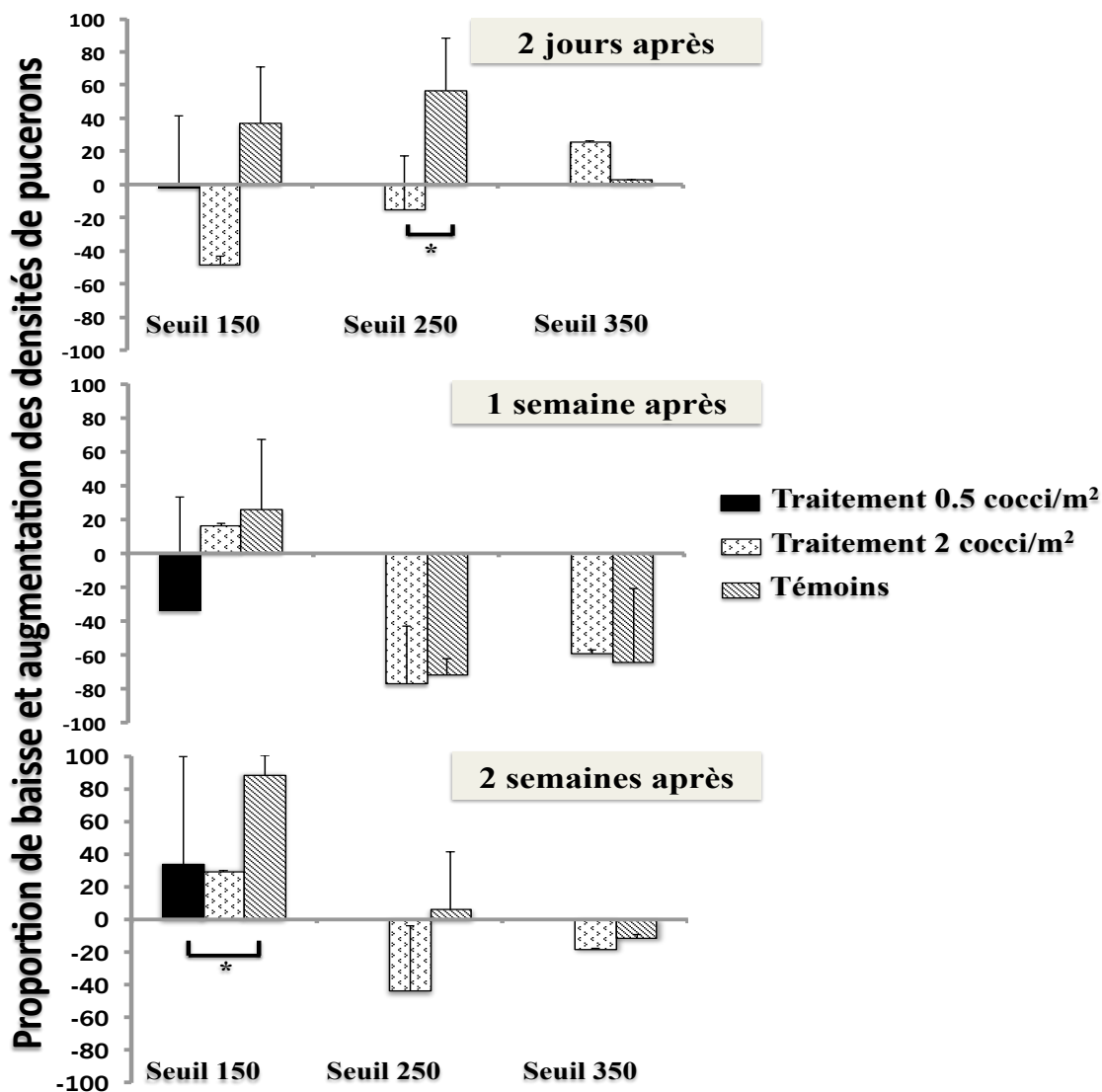


Figure. 2: La variation de densité de pucerons selon les traitements (0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup>) et les seuils d'interventions (150, 250, 350 pucerons/plant) à 2 jours, une semaine et deux semaines après l'introduction des coccinelles durant l'été 2011.

### Q<sub>2</sub>. Quelle est la meilleure combinaison pour assurer son efficacité?

La meilleure combinaison, selon les données obtenues en 2009 pour une année à faible infestation, est une introduction à un seuil de 150 pucerons/plant d'un taux de 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup>. Pour une année à forte infestation comme en 2011, une introduction à un seuil de 150 pucerons/plant d'un taux de 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> pour une baisse sur une durée de 2 semaines et 250 pucerons/plant et un taux de 2 coccinelles/m<sup>2</sup> pour une baisse rapide 48h après l'introduction. Bien que les champs n'aient pas été testés plus haut que 350 pucerons/plant, il semble clair qu'une intervention à ce seuil, avec seulement 2 coccinelles/m<sup>2</sup>, ne serait pas efficace.

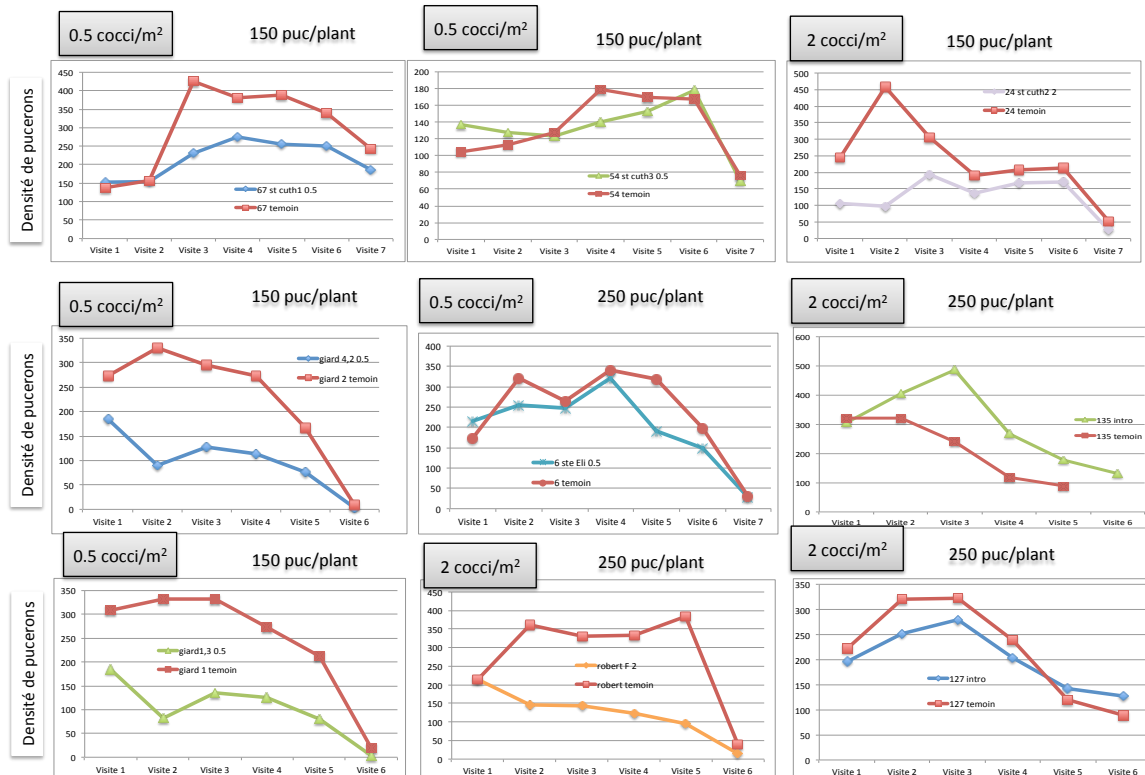


Figure. 3: Dynamique de population du puceron de soja après une introduction de coccinelles au taux de 0,5 cocci/m<sup>2</sup> et 2 cocci/m<sup>2</sup> avec des seuils d'intervention de 150 et 250 pucerons /plant durant l'été 2011.

### Q<sub>3</sub>. Est ce l'effet des coccinelles introduites se fait sentir en dehors des points d'introduction?

Afin d'évaluer si le contrôle du puceron du soja s'effectue en dehors des points d'introduction, un dépistage entre les stations et aux stations d'introductions a été fait (Fig. A1). Le dépistage a été effectué aux points d'introductions (aux stations) et à 12m des points d'introduction (entre les stations) afin de vérifier l'impact des introductions de coccinelles à l'extérieur des points d'introduction.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec un test de T (JMP9) en comparant les moyennes des densités de pucerons des parcelles traitées avec les densités moyennes aux points d'introduction (aux stations) et 12m des points d'introduction (entre les stations) dans le temps, selon la densité de départ, et le taux d'introduction des coccinelles.

Il n'y avait pas de différence de densité de pucerons aux stations et entre les stations d'introduction à un seuil de 150 pucerons/plant à un taux de 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> ( $t=-0.1874$ ;  $P=0.5743$ ), de 2 coccinelles/m<sup>2</sup> ( $t=0.2867$ ;  $P=0.3877$ ) ou à un taux de 2 coccinelles/m<sup>2</sup> et un seuil de 250 pucerons/plant ( $P=0.5955$ ,  $t=-0.2422$ ) ou 350 pucerons/plant ( $t=0.6769$  ;  $P=0.2512$ ).

Ces résultats démontrent qu'une introduction de coccinelles à 9 stations par hectare serait efficace pour que les coccinelles effectuent un contrôle sur l'ensemble de la parcelle.

#### Q4. Quel est l'impact économique d'une introduction de coccinelles en champ de soya?

Les parcelles traitées et témoins durant l'été 2011 ont été récoltées afin de fournir le rendement du soya (kg/ha) selon les différents traitements. Les analyses statistiques ont été réalisées avec des tests non paramétriques de Wilcoxon/Kruskal-Wallis (JMP9).

##### **Rendement en kg/ha de soya**

À un seuil de départ de 150 pucerons/plant on observe une différence significative du rendement en kg/ha du soya, entre les parcelles traitées à 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> et les parcelles témoins (Tab. 1;  $X^2=7.609$ ; ddl=2;  $P=0.0119$ ). On observe un rendement supérieur dans les parcelles traitées à 2 coccinelles/m<sup>2</sup>, cependant non significatif entre les parcelles traitées à 2 coccinelles/m<sup>2</sup> et les témoins ( $P=0.1670$ ). On observe que le rendement des parcelles traitées à 0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup> ne sont pas significativement différentes ( $P=0.2979$ ).

À seuil de départ de 250 à un taux de 2 coccinelles/m<sup>2</sup>, il y a une différence statistique dans les rendements en kg/ha du soya entre les parcelles traitées et témoins ( $X^2=4.1616$ ; ddl=1;  $P=0.0414$ ) et non significatif lors de 350 pucerons/plant ( $X^2=0.3267$ ; ddl=1;  $P=0.5676$ ).

##### **Rendement économique des fèves de soya**

D'après les données de la Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec, de la FDAQ (Fédération des agriculteurs du Québec) et de statistiques Canada, un tableau récapitulatif (Tab. 1), les différences de rendement entre les parcelles traitées et témoins ont été notées (Tab. 3). Le prix du traitement est de 14,71\$/hectare (ha) pour le traitement de 0,5 coccinelles/m<sup>2</sup> et 58,85\$/ha pour celui à 2 coccinelles/m<sup>2</sup>. Ces tableaux permettent de déterminer si un traitement par introduction de coccinelles serait rentable selon une perte de 5 à 10% ou bien de 20 à 30%.

Une perte de 5 à 10% de rendement correspond à une infestation qui atteint 675 pucerons/plant une semaine après l'atteinte du seuil d'alerte de 250 pucerons/plant (Ragsdale, McCornack et al. 2007). Une perte de 20 à 30% pourrait être atteinte lors d'une infestation très importante atteignant 1500 à 2000 pucerons/plant. Ce genre d'infestation ne survient plus au Québec depuis 2007 (Breault et al. 2012).

Dans le cas du soya destiné à l'alimentation humaine une intervention à 150 pucerons/plant avec un traitement à 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> permettrait un gain de rendement

de 760 kg/ha comparé aux parcelles témoins. En prenant en compte des pertes de rendements de 5 à 10% enregistrées qui correspondent à une infestation atteignant 675 pucerons/plant, ainsi que le prix à la tonne de 700\$, ce traitement permettrait un gain de 39 à 42\$/ha (Tab. 2 ; exemple : gain=(0.76t/ha\*7.5%)\*700\$/tonne). En tenant compte du prix du traitement (0.5 coccinelles/m<sup>2</sup>=14.71\$/ha) et de la main d'œuvre pour effectuer l'introduction de coccinelles (environ 8.74\$/ha) ; le bénéfice net serait entre 16 et 19\$/ha (exemple : 39.90\$/ha - (14.71\$/ha+8.74\$/ha) = 16.45\$/ha) lors d'un traitement de 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> et nul ou déficitaire lors d'un traitement de 2 coccinelles/m<sup>2</sup> (exemple : 22.57\$/ha - (58.85\$/ha+8.74\$/ha) = -45.02\$/ha) (entre des pertes de 43 à 45\$/ha).

Une intervention à 250 pucerons/plant avec un traitement des parcelles à 2 coccinelles/m<sup>2</sup> permettrait un gain de rendement de 670kg/ha comparé aux parcelles témoins (Tab.2). Avec les mêmes calculs que précédemment, on notera une perte entre 3 et 29\$/ha. Pour une intervention à 350 pucerons/plant avec un traitement des parcelles à 2 coccinelles/m<sup>2</sup>, on obtient des pertes de 63\$/ha (Tab.4).

Dans le cas de fortes infestations pouvant générer des pertes de 20 à 30%, les traitements à 150 pucerons/plant et un traitement des parcelles à 0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup>, ainsi qu'une intervention à 250 pucerons/plant et un traitement des parcelles à 2 coccinelles/m<sup>2</sup> génèrent un bénéfice (entre 8 et 119\$/ha). Le bénéfice le plus important reste lors d'une intervention de 150 pucerons/plant et un traitement des parcelles à 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> (entre 110 et 119\$/ha) (Tab. 4).

Ainsi avec une intervention aux niveaux d'infestation du puceron du soya telles que nous observons généralement (5 à 10% de perte), une intervention serait généralement rentable avec une introduction de 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup>, et un seuil de 150 pucerons/plant.

Tableau 1: A- Rendement (tonne/ha) moyen du soya selon le taux d'introduction de coccinelles et seuil d'intervention de densité de pucerons au départ. B- Différence moyenne de rendement des parcelles traitées et témoins selon les seuils d'intervention de densité de pucerons au départ.

A	seuil d'intervention de départ		
	150	250	350
Intro0.5	3.14	-	-
Intro2	2.82	3.21	2.85
Témoin	2.37	2.53	2.77

B	Seuil d'intervention de départ		
	150	250	350
Intro 0.5 Vs Témoins	0.76	-	-
Intro 2 Vs Témoins	0.43	0.67	0.077

Tableau. 2: Tableau récapitulatif des gains de rendements par hectare de la récolte de l'été 2011 selon la tranche de perte, selon les taux d'introduction de coccinelles et les seuils d'intervention (gain de rendement calculé + (rendement 7.5% ou 25% de perte) prix à la tonne).

**A1** 5-10% de perte **Soya destiné à l'alimentation humaine**

seuil intervention	150 puc/plant		250 puc/plant	350 puc/plant
taux introduction	Intro0.5 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin
Prix/tonne \ Rendement	0.76 tonne/ha	0.43 tonne/ha	0.67 tonne/ha	0.077 tonne/ha
\$700.00	\$39.90	\$22.58	\$35.18	\$4.04
\$710.00	\$40.47	\$22.90	\$35.68	\$4.10
\$720.00	\$41.04	\$23.22	\$36.18	\$4.16
\$730.00	\$41.61	\$23.54	\$36.68	\$4.22
\$740.00	\$42.18	\$23.87	\$37.19	\$4.27
\$750.00	\$42.75	\$24.19	\$37.69	\$4.33

**A2** 20-30% de perte **Soya destiné à l'alimentation humaine**

seuil intervention	150 puc/plant		250 puc/plant	350 puc/plant
taux introduction	Intro0.5 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin
Prix/tonne \ Rendement	0.76 tonne/ha	0.43 tonne/ha	0.67 tonne/ha	0.077 tonne/ha
\$700.00	\$133.00	\$75.25	\$117.25	\$13.48
\$710.00	\$134.90	\$76.33	\$118.93	\$13.67
\$720.00	\$136.80	\$77.40	\$120.60	\$13.86
\$730.00	\$138.70	\$78.48	\$122.28	\$14.05
\$740.00	\$140.60	\$79.55	\$123.95	\$14.25
\$750.00	\$142.50	\$80.63	\$125.63	\$14.44

**B1** 5-10% de perte **Soya destiné à l'alimentation animale**

seuil intervention	150 puc/plant		250 puc/plant	350 puc/plant
taux introduction	Intro0.5 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin
Prix/tonne \ Rendement	0.76 tonne/ha	0.43 tonne/ha	0.67 tonne/ha	0.077 tonne/ha
\$650.00	\$37.05	\$20.96	\$32.66	\$3.75
\$660.00	\$37.62	\$21.29	\$33.17	\$3.81
\$670.00	\$38.19	\$21.61	\$33.67	\$3.87
\$680.00	\$38.76	\$21.93	\$34.17	\$3.93
\$690.00	\$39.33	\$22.25	\$34.67	\$3.98
\$700.00	\$39.90	\$22.58	\$35.18	\$4.04

**B2** 20-30% de perte **Soya destiné à l'alimentation animale**

seuil intervention	150 puc/plant		250 puc/plant	350 puc/plant
taux introduction	Intro0.5 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin
Prix/tonne \ Rendement	0.76 tonne/ha	0.43 tonne/ha	0.67 tonne/ha	0.077 tonne/ha
\$650.00	\$123.50	\$69.88	\$108.88	\$12.51
\$660.00	\$125.40	\$70.95	\$110.55	\$12.71
\$670.00	\$127.30	\$72.03	\$112.23	\$12.90
\$680.00	\$129.20	\$73.10	\$113.90	\$13.09
\$690.00	\$131.10	\$74.18	\$115.58	\$13.28
\$700.00	\$133.00	\$75.25	\$117.25	\$13.48

Tableau 3: Résumé des gains de rendement en \$/ha du soya selon le pourcentage de pertes estimées, et les prix par tonne durant les mois de septembre à décembre 2011 (Sources : FADQ).

		150		250	350
		Intro0.5 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin
Alimentation humaine	<b>perte 5-10%</b>	39.9 ; 42.75	22.57 ; 24.18	35.17 ; 37.68	4.04 ; 4.33
	<b>perte 20-30%</b>	133 ; 142.5	75.25 ; 80.62	117.25 ; 125.62	13.47 ; 14.43
Alimentation animale	<b>perte 5-10%</b>	37.05 ; 39.9	20.96 ; 22.57	32.66 ; 35.17	3.75 ; 4.04
	<b>perte 20-30%</b>	123.5 ; 133	69.87 ; 75.25	108.87 ; 117.25	11.25 ; 13.47

Tableau 4: Résumé des bénéfices nets du soya selon le type de soya, le traitement, le pourcentage de pertes estimées, et les prix par tonne du soya biologique durant les mois de septembre à décembre 2011 (Sources : FADQ) (les données en gras et italiques sont des pertes en \$/ha).

		150		250	350
		Intro0.5 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin	Intro2 Vs Témoin
Alimentation humaine	<b>perte 5-10%</b>	16. ; 19	<b>45; 43</b>	<b>32 ; 30</b>	<b>64 ; 63</b>
	<b>perte 20-30%</b>	110 ; 119	8 ; 13	50 ; 58	<b>54 ; 53</b>
Alimentation animale	<b>perte 5-10%</b>	14 ; 16	<b>47; 45</b>	<b>35 ; 32</b>	<b>64</b>
	<b>perte 20-30%</b>	100 ; 110	2 ; 8	41 ; 50	<b>56 ; 54</b>

#### Q<sub>5</sub>. Est ce qu'il y a un effet des ennemis naturels présents sur les parcelles?

Les ennemis naturels observés sur les parcelles de soya dépistées : coccinelle asiatique, coccinelle maculée, la coccinelle à quatorze point, à sept points, la punaise Anthocoridae du genre Orius, la cécidomyie orangée, la syrpe, le chrysope, l'hémérobe, les parasitoïdes de la famille des Braconidae et Aphelinidae. On ne retrouve pas de différence significative de la richesse spécifique des prédateurs ( $X^2=0.3282$ ; ddl=1; P=0.5667) et de l'abondance des prédateurs ( $X^2=0.0003$ ; ddl=1; P=0.9872) entre chaque visite dans les parcelles traitées durant l'été 2011. L'impact des autres ennemis naturels était donc similaire dans les champs témoins et traités, permettant d'évaluer l'impact d'une introduction de coccinelles convergentes sans biais lié aux autres ennemis naturels (fig. 4).

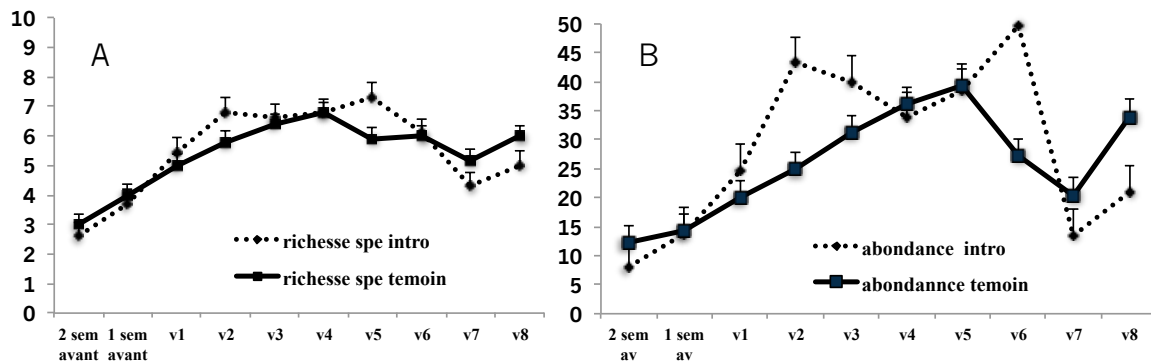


Figure. 4: Présence des ennemis naturels dans les parcelles traitées et témoins de soja ; A- Richesse spécifique moyenne des ennemis naturels B- Abondance moyenne des ennemis naturels dans les parcelles de soja en 2011.

## BILAN

En 2009, deux jours et une semaine après l'introduction, on peut déjà observer une baisse conséquente de la densité moyenne de pucerons dans les champs traités à 0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup>, de 3 à 4 fois plus importante que dans les champs témoins. Deux semaines après l'introduction, on observe une baisse similaire de la densité moyenne de pucerons dans les champs traités à 0.5 et 2 coccinelles/m<sup>2</sup> et témoins. Donc, les combinaisons d'une intervention à 150 pucerons/plant avec une introduction de 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> ou 2 coccinelles/m<sup>2</sup> étaient efficaces déjà 48h après le traitement et jusqu'à deux semaines après le traitement.

En 2011, 48h, une semaine et deux semaines après les traitements, les combinaisons de seuil d'intervention de 150 pucerons/plant et d'introduction de 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> sont les seuls présentant un impact sur la densité de pucerons par rapport aux parcelles témoins 2 semaines après l'introduction. Pour des seuils d'intervention de 150 et 250 pucerons/plant, l'introduction de 0.5 ou 2 coccinelles/m<sup>2</sup> permet de contrôler les pucerons du soja dans l'ensemble de la parcelle introduite, puisqu'on n'observe pas de différence à 12m des points d'introduction.

À 350 pucerons/plant par contre, l'introduction de 2 coccinelles/m<sup>2</sup> ne semble pas suffisant pour contrôler les pucerons sur l'ensemble de la parcelle. Le manque de résultats significatifs est dû à une importante variabilité des densités de pucerons dans les parcelles.

Les différences de rendements sont rentables lorsqu'on introduit 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> à un seuil de 150 pucerons/plant, lors d'une perte de 5-10% qui survient dans des cas d'infestations de plus de 675 pucerons/plant. Elles sont rentables aussi aux seuils de 150 et 250 pucerons/plant, mais dans le cas de pertes de rendement de 20-30% qui

surviennent seulement dans des cas très rares d'infestations de 1500 à 2000 pucerons/plant.

## **APPLICATIONS POSSIBLE POUR L'INDUSTRIE**

Les méthodes de lutte contre le puceron du soya en régie biologique étant limitées et coûteuses, ce projet a permis d'évaluer une alternative sécuritaire pour l'environnement et moins coûteuse pour le producteur.

Le projet a permis de démontrer qu'une introduction de 0.5 coccinelles/m<sup>2</sup> entre un seuil de 150 et 250 pucerons/plants permettait de réduire significativement les populations de pucerons du soya. Ce traitement reste toutefois moyennement coûteux (14.71\$/ha) et permet un gain économique lors de fortes infestations de pucerons, qui surviennent plus rarement depuis quelques années. Lors de d'infestation moyenne 5 à 10% de pertes, dans le cas d'un traitement de 0,5 coccinelles/m<sup>2</sup> et d'un seuil d'intervention de 150 pucerons /plant, on observe des différences entre 29 et 87% entre les parcelles traitées et témoin et ce traitement permet un gain de rendement de 760 kg/ha (entre 13 et 20\$/ha) après les couts de traitements et de main d'œuvre.

L'introduction de coccinelles convergentes serait donc un traitement à privilégier par les producteurs sous régie biologique qui voudraient intervenir contre le puceron du soya, tout en protégeant l'environnement et préservant la rentabilité de la production de soya.

## **PARTENAIRES**

Nous tenons à remercier tous les producteurs ayant participé au projet au cours des trois années d'étude. Merci à Annie Tadros et Caroline Paradis pour l'aide technique au champ et au laboratoire. Sincères remerciements à Julie Breault, Véronique Chantal, André Rondeau et Ermin Menkovic (MAPAQ), pour leur aide dans la mise en place de ce projet. Merci au Club Agroenvironnemental de l'Estrie pour leur aide technique au champ. Merci au CÉROM pour l'appui financier au projet. 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 au développement de l'Agriculture Biologique (PSDAB).



# ANNEXES

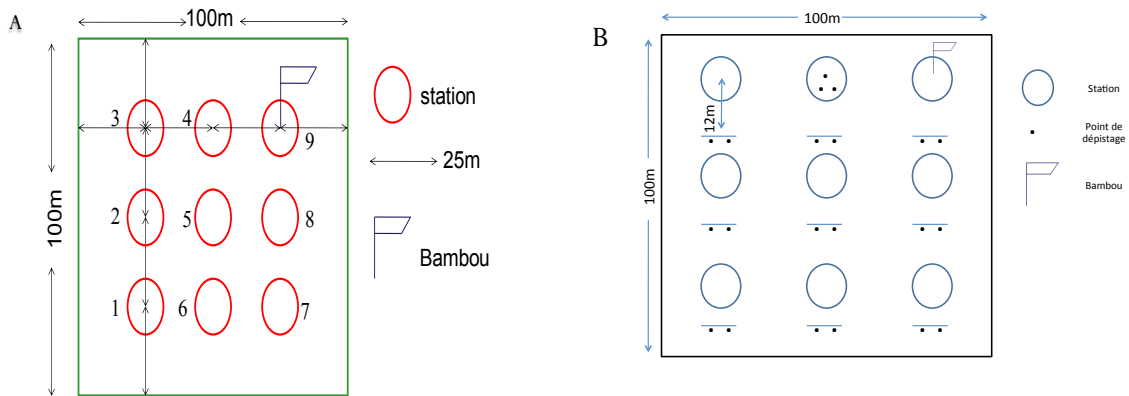


Figure. A1: Schéma de préparation du site, de prise de données et d'introduction de coccinelles convergentes A (2009), B (2011).

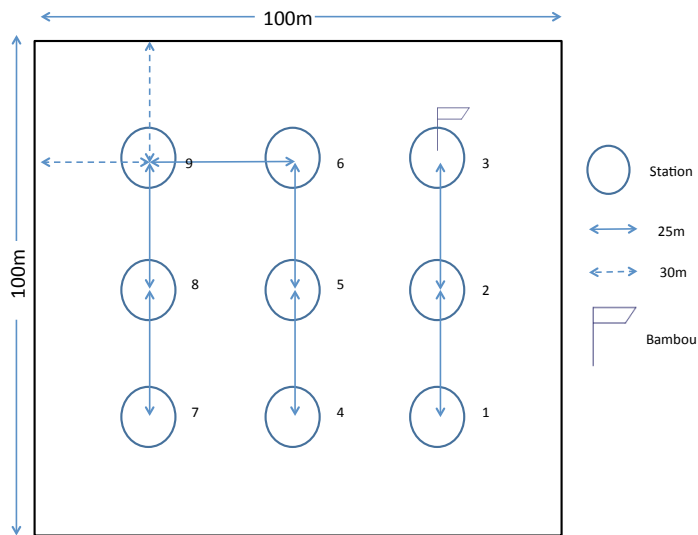


Figure. A2: Schéma de suivi après les introductions de coccinelles convergentes.

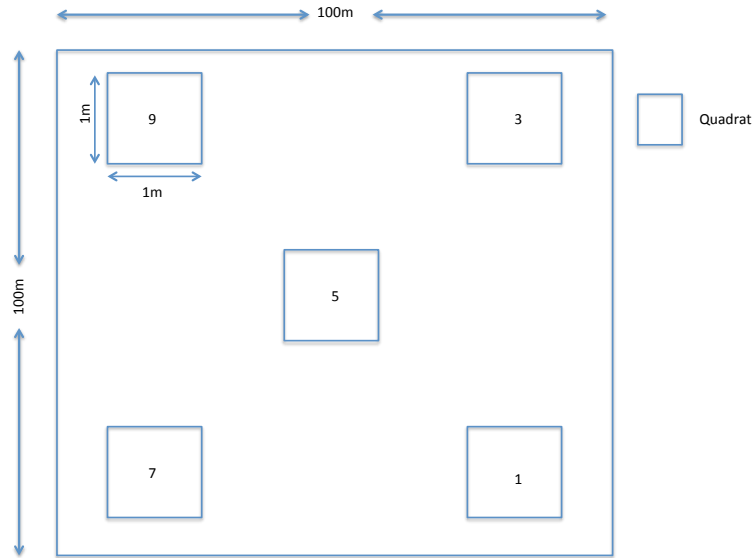


Figure. A3: Schéma de la récolte des plants de soya dans les parcelles traitées et témoins en automne 2011.