



# PCAA

## Programme canadien d'adaptation agricole

### *Rapport final*

**L'efficacité de la coccinelle *Adalia bipunctata* comme moyen de lutte aux pucerons sous filet d'exclusion en verger de pommiers biologiques au Québec**

\_\_\_\_\_6773\_\_\_\_\_

Numéro du projet

\_\_\_\_\_Club Bioaction\_\_\_\_\_

Nom du demandeur

\_\_\_\_\_Décembre 2012 à Janvier 2014\_\_\_\_\_

Période couverte par le rapport

Rédigé par : Noémie Gagnon Lupien, biologiste M.Sc. chargée de projet au CETAB+

Relecture : Mirella Aoun, agr. Ph.D. chargée de projet au CETAB+ et

Gérald Chouinard, agr. Ph.D. chercheur à l'IRDA

Administration : Yveline Martin, agronome au Club Bioaction

Nom et fonction du rédacteur

---

Date de dépôt du rapport final

*Le rapport final, transmis au CDAQ en version papier et Word, doit inclure :*

- les biens livrables décrits à l'annexe C de la convention de contribution financière;*
- les pièces justificatives, numérotées et inscrites dans le document Plan de financement et conciliation des dépenses;*
- les copies des documents de diffusion produits faisant mention de la contribution du PCAA selon les règles de visibilité du programme.*

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) s'est engagé à travailler avec des partenaires de l'industrie. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles du demandeur et ne sont pas nécessairement partagées par AAC et le CDAQ.

# Table des matières

<b>1. OBJECTIFS</b> .....	5
<b>1.1. Objectif général</b> .....	5
<b>1.2. Objectifs spécifiques</b> .....	5
<b>2. RÉSULTATS ET ANALYSE</b> .....	5
<b>2.1. Résultats obtenus et analyse</b> .....	5
<b>2.2. Diffusion des résultats</b> .....	18
<b>3. CONCLUSIONS</b> .....	21
<b>4. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET</b> .....	22
<b>5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES</b> .....	23

Annexes (À ajouter, s'il y a lieu)

# 1. OBJECTIFS

---

## 1.1. Objectif général

Évaluer l'efficacité de l'introduction d'un agent de lutte biologique comme outil de contrôle des populations de pucerons sous filet d'exclusion en verger biologique.

## 1.2. Objectifs spécifiques

- 1- Déterminer si les deux types de filets à l'essai ont un effet sur les populations de coccinelles présentes sur les pommiers.
- 2- Déterminer si l'abondance de pucerons est accrue dans les rangs couverts par les deux types de filets comparativement aux rangs témoins sous traitement bio-insecticides.
- 3- Déterminer si l'introduction de larves de coccinelles sous deux types de filet d'exclusion permet une réduction des populations de pucerons.

# 2. RÉSULTATS ET ANALYSE

---

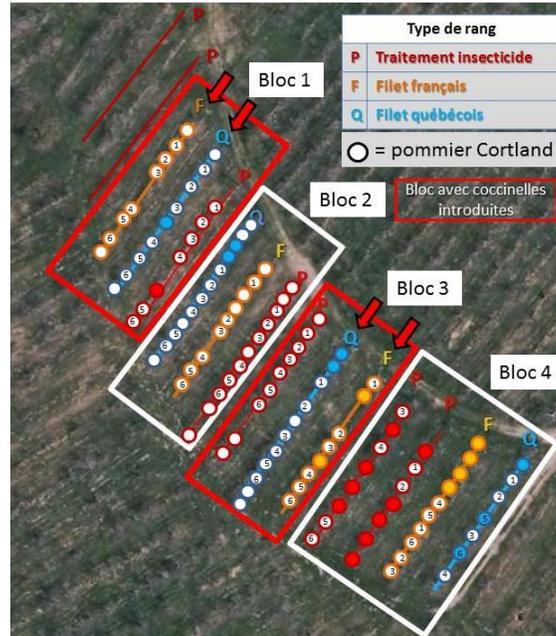
## 2.1. Résultats obtenus et analyse

- Décrire les activités réalisées en fonction des biens livrables listés à l'Annexe C de la convention de contribution financière et du calendrier de réalisation.

L'expérience s'est déroulée dans le verger du Boisé des Frères à Victoriaville, Québec. Ce verger géré par le CETAB+, en est à sa première année de certification biologique. L'expérience a été réalisée sur des pommiers semi-nains matures. Au total quatre rangs étaient recouverts d'un filet de type monorang Alt'carpo importé de la France avec des mailles de 2,2x5,4mm (filet français), quatre rangs étaient recouverts d'un filet monorang avec de plus petites mailles de 1x2mm conçu au Québec (filet québécois) et cinq rangs témoin étaient sans filet (traitement pesticide bio), tous répartis selon un dispositif en bloc aléatoire complet (figure 1). Douze pommiers de la variété Cortland étaient suivis pour chacun des traitements, à l'exception de deux arbres dans le filet québécois sans introduction du bloc 4, qui étaient des Paulared. Nous avons suivi 12 arbres sous filet français sans introduction de coccinelles, 12 arbres sous filet français avec introduction, 12 arbres sous filet québécois sans introduction, 12 arbres sous filet québécois avec introduction et 24 arbres étaient suivis dans le cas des rangs témoins sans filet avec traitement insecticide.

Les deux types de filet étaient supportés par un fil au-dessus de la cime des arbres et ils étaient distancés des branches à l'aide de fils horizontaux de chaque côté des arbres parallèles au rang (figure 2). Les filets étaient refermés au bas à l'aide de mousquetons à tous les 50 cm environ. Les filets ont été installés le 28 mai 2013 à la chute des pétales et ont été retirés le 17 septembre au moment de la

récolte. Les filets ont été inspectés quotidiennement et réparés rapidement en cas de déchirures. Les rangs sans filet ont reçu tous les traitements pesticides (fongicides et insecticides) normalement effectués dans le verger, alors que les rangs sous filet qu'ils soient français ou québécois, ont reçu uniquement les traitements fongicides effectués en régie biologique. Les traitements insecticides réalisés en saison dans les rangs sans filet ne sont pas connus pour avoir un effet sur les pucerons.



**Figure 1.** Dispositif expérimental, la flèche rouge indique les rangs où les coccinelles à deux points ont été introduites. Les arbres suivis sont marqués d'un nombre de 1 à 6.



**Figure 2.** Rang de pommiers semi-nains de la variété Cortland sous filet monorange québécois.

Des larves de coccinelles à deux points (*Adalia bipunctata*) provenant de «Plantproducts<sup>1</sup>» ont été introduites sous filet dans deux des 4 blocs du dispositif (bloc 1 et 3). Les larves étaient introduites manuellement directement dans les colonies de pucerons, et ce, sur tous les arbres des rangs sélectionnés. Comme le nombre d'arbres par rang pouvait varier, pour les filets français, l'introduction s'est faite sur 16 arbres répartis dans deux rangs et sous filet québécois, c'est un total de 20 arbres répartis également dans deux rangs (figure 1). Les coccinelles ont été introduites en deux vagues les 27 juin (environ 15 larves/arbre) et 16 juillet 2013 (environ 15 larves/arbre) pour un total de 30 larves introduites sur chaque arbre (GABNOR, 2008; Biobest, 2012).

De la mi-juin à la fin août 2013, six inventaires ont été réalisés. Le premier a été réalisé une semaine avant la première introduction de coccinelles à deux points et par la suite ils étaient effectués toutes les deux semaines. Lors de chaque visite nous avons effectué sur 40 nouvelles pousses et 40 cicatrices par arbre, un dénombrement des colonies de trois espèces de pucerons présents sur le site : le puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum*), le puceron rose du pommier (*Dysaphis plantaginea*) et le puceron vert du pommier (*Aphis pomi*), ainsi que le nombre de coccinelles (OMAFRA, 2011). Les coccinelles étaient également identifiées à l'espèce, sauf pour les premiers stades larvaires où l'identification est difficile.

Pour les analyses statistiques, un modèle mixte généralisé avec fonction de lien log a été ajusté aux données à l'aide de la procédure GLIMMIX du logiciel SAS (Littell et al., 2006). Les variables expliquées sont l'abondance de coccinelles, de pucerons roses, de pucerons verts et de pucerons lanigères par arbre à chaque inventaire. Les variables explicatives étant la période d'inventaire, le traitement et l'interaction entre ces deux variables. Le modèle tient également compte des nombreux effets aléatoires (bloc, traitement\*bloc, bloc\*traitement\*période) et de la possible corrélation entre les dénombrements effectués lors de périodes consécutives sur un même arbre.

- Décrire les changements à la réalisation du projet par rapport à ce qui avait été prévu.

Nous avons prévu concentrer nos échantillonnages sur le puceron lanigère, un ravageur d'importance sur le site. Toutefois, cette année les pucerons lanigères ont été observés sur le tronc et les nouvelles pousses seulement à partir de la mi-juillet. Les populations de pucerons roses et de pucerons verts étaient déjà très abondantes à ce moment-là. Afin de nous assurer que les coccinelles introduites s'établissent bien, nous avons décidé d'adapter notre stratégie d'introduction et de profiter de l'abondance de nourriture, les pucerons roses et verts, pour procéder à une première introduction. Ce changement de stratégie nous a donc amenés à suivre les trois populations de pucerons présentes au verger, plutôt que de se concentrer sur le puceron lanigère comme nous l'avions prévu. Ceci nous assurait également de pouvoir faire des observations sur plus d'un ravageur et d'éviter un essai peu concluant si la population de pucerons lanigères avait, par exemple, été très faible cette année.

De plus, nous avons dénombré et identifié toutes les espèces de coccinelles présentes sur les arbres suivis et non seulement la coccinelle à deux points, puisque cette dernière est rarement observée au Québec (Skinner et Domaine, 2010) et sur le site, et que plusieurs autres espèces étaient très abondantes dans les parcelles.

Nous avons prévu faire un lâcher inoculatif (Cloutier et Cloutier, 1992) de 10 à 100 larves de coccinelle par arbre selon la grosseur de l'arbre. Les arbres suivis ayant un diamètre semblable et afin de simplifier

---

<sup>1</sup> Plantproducts, 3370 boul Le Corbusier, Laval, Québec, H7L 4S8.

les analyses, nous avons procédé à un lâcher d'une quantité fixe de coccinelles par arbre (30 larves). Les coccinelles étaient introduites manuellement directement dans les colonies de pucerons afin de faciliter leur établissement.

- Présentation des résultats obtenus.

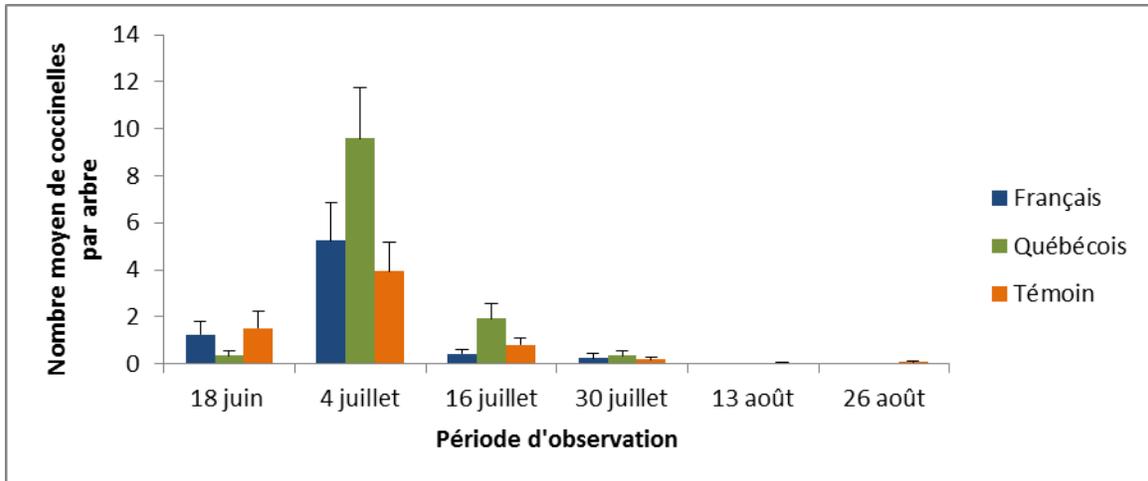
#### 1) Abondance de coccinelles sous filet

Sur l'ensemble des arbres suivis, nous avons identifié 7 espèces différentes de coccinelles pour un total de 578 observations au cours de la saison (tableau 1). Les deux plus abondantes ont été la coccinelle à 14 points (*Propylea quatuordecimpunctata*; 201 observations) et la coccinelle asiatique (*Harmonia axiridis*; 179 observations). En dehors des arbres où elles ont été introduites, aucune coccinelle à deux points n'a été observée. Il semble donc que cette espèce est très rare sur le site.

**Tableau 1.** Nombre de coccinelles observées par espèce pour chacun des traitements lors des inventaires du 18 juin au 26 août 2013.

Nom vernaculaire	Nom latin	Traitement					Total
		Français	Français+Adalia	Québécois	Québécois+Adalia	Témoin	
Coccinelle 2 points	<i>Adalia bipunctata</i>	0	18	0	10	0	28
Coccinelle 7 points	<i>Coccinella septempunctata</i>	3	1	7	1	1	13
Coccinelle 8 points	<i>Brachiacantha ursina</i>	0	1	1	0	1	3
Coccinelle 14 points	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	66	41	29	55	10	201
Coccinelle asiatique	<i>Harmonia axiridis</i>	3	17	80	25	54	179
Coccinelle convergente	<i>Hippodamia convergens</i>	0	1	1	1	0	3
Coccinelle maculée	<i>Coleomegilla maculata</i>	0	1	0	1	1	3
Coccinelle non identifiée	.	14	40	28	51	15	148
<b>Total</b>		86	120	146	144	82	578

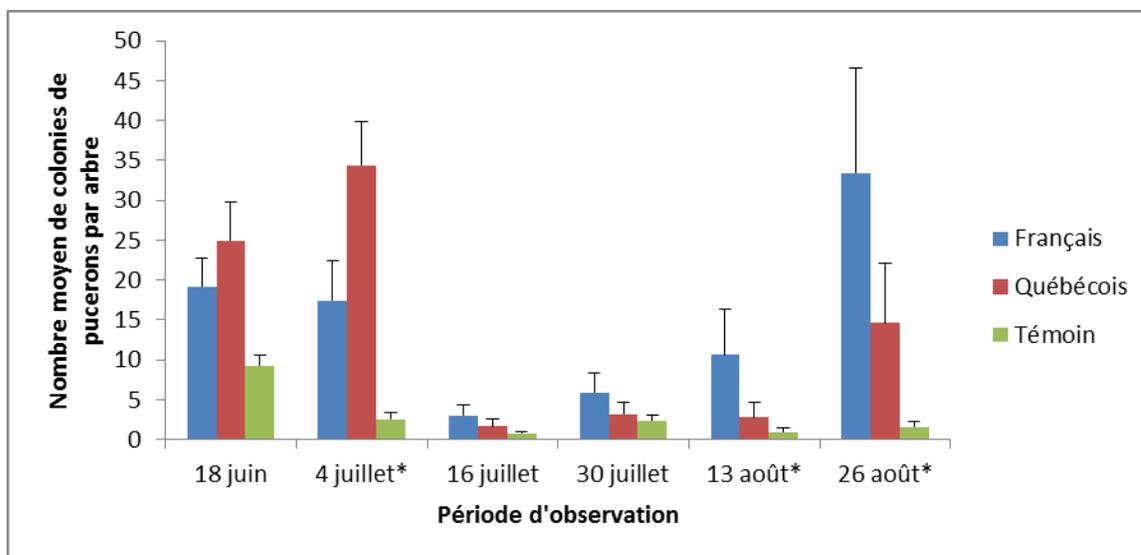
Pour les blocs 2 et 4 (sans introduction de coccinelles à deux points), nous avons comparé l'abondance de coccinelles toutes espèces confondues, dans les rangs sous filet français, sous filet québécois et dans les rangs témoins sous traitement insecticides. Il n'y a pas eu de différence significative (seuil de 5%) entre les traitements pour chacune des périodes d'inventaires au niveau de l'abondance de coccinelles sauvages, c'est-à-dire des coccinelles naturellement présentes sur le site (figure 3). On observait toutefois une diminution du nombre de coccinelles sur les pommiers au cours de la saison et même une absence de coccinelles dans les rangs sous filet français et québécois à partir de la mi-août.



**Figure 3.** Nombre moyen de coccinelles (toutes espèces confondues) par arbre au fil de la saison d’inventaire en fonction de trois traitements : filet français, filet québécois et témoin sous traitement bio-insecticides. La barre d’erreur représente l’erreur type associée à chaque moyenne. La différence entre les traitements n’est pas significative au seuil de 5% ( $F=1,87, p=0,30$ ).

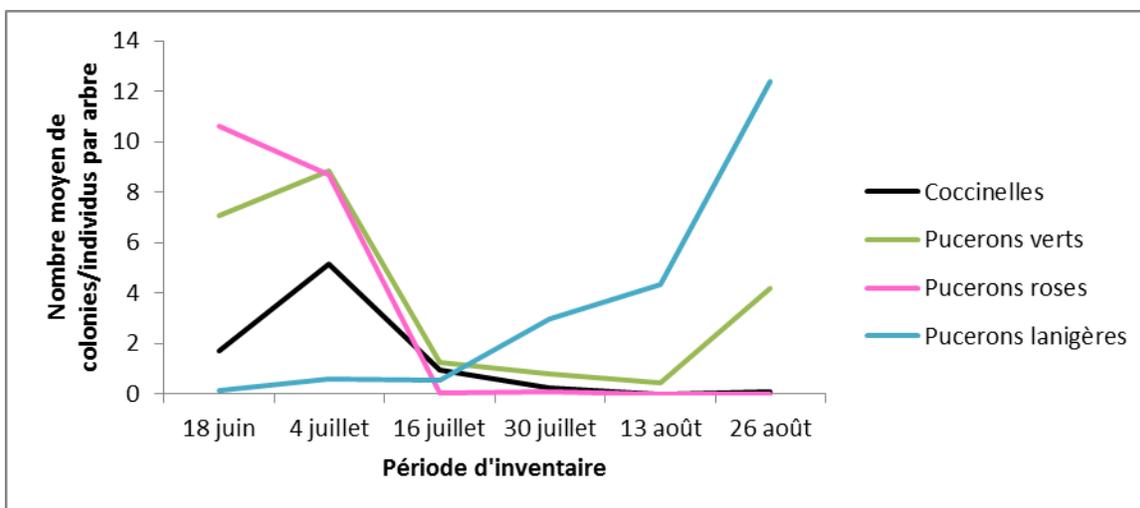
## 2) Abondance de pucerons sous filet

Dans les blocs sans introduction, nous avons observé au total 2261 colonies de pucerons toutes espèces confondues. Nous n’avons pas observé de différences au niveau de l’abondance de pucerons entre les deux types de filet, peu importe le moment durant l’été (figure 4). Cependant, on a noté une tendance à un plus grand nombre de colonies de pucerons sur les arbres sous filet français et québécois comparativement aux arbres témoin. Bien que cette tendance soit observée tout au long de la saison, la différence était significative pour certaines périodes d’inventaire seulement. Ainsi, le 4 juillet, on a dénombré significativement plus de colonies de pucerons par arbre sous filet français ( $\bar{x}=17,4; t=1,903, p=0,007$ ) et sous filet québécois ( $\bar{x}=34,4; t=2,84, p=0,005$ ) comparativement au témoin ( $\bar{x}=2,5$ ). Le 13 août on a observé significativement plus de colonies de pucerons sous filet français ( $\bar{x}=10,6$ ) que dans le traitement témoin ( $\bar{x}=0,9; t=1,74, p=0,016$ ). Finalement, lors du dernier inventaire le 26 août, il y avait significativement plus de colonies de pucerons sous filet français ( $\bar{x}=33,4; t=2,462, p=0,001$ ) et québécois ( $\bar{x}=14,6; t=1,453, p=0,031$ ) que dans le témoin ( $\bar{x}=1,6$ ).



**Figure 4.** Nombre moyen de colonies de pucerons (toutes les espèces confondues) par arbre en fonction de trois traitements : filet français, filet québécois et témoin sous traitement bio-insecticides. La barre d'erreur représente l'erreur type associée à chaque moyenne. La différence entre les traitements est significative au seuil de 5% pour les périodes du 4 juillet, du 13 et du 26 août.

Si on sépare maintenant le nombre de colonies de pucerons par espèce, on observe des patrons d'abondance bien différents d'une espèce à l'autre. La figure ci-dessous (figure 5) présente l'évolution des trois populations de pucerons et l'abondance de coccinelles au fil de la saison d'inventaire, et ce pour les rangs des blocs 2 et 4, sans introduction de coccinelles à deux points. On a ici combiné les observations sous filet et sur les arbres témoin, puisque le patron de distribution est le même pour chacun des traitements. D'abord à la mi-juin, la majorité des colonies étaient des colonies de pucerons roses, dont la population diminuait considérablement par la suite, pour être quasi inexistante dès la mi-juillet. Notre suivi ayant possiblement débuté après le pic d'abondance de cette espèce, il nous était donc difficile de comparer l'effet des traitements pour cette espèce. Toutefois, il semble clair que le pic d'abondance de coccinelles sauvages (toutes les espèces confondues) sur les arbres concordait surtout avec la forte abondance de colonies de pucerons roses et verts en juin et juillet. Dès que ces deux espèces de pucerons se faisaient plus rares, les coccinelles quittaient les pommiers. L'absence de coccinelles semblait alors laisser libre cours à une recrudescence des colonies de pucerons verts, mais surtout à la prolifération de pucerons lanigères dès la mi-août. Le puceron lanigère était présent en début de saison, mais devenait problématique uniquement à partir de la mi-août.

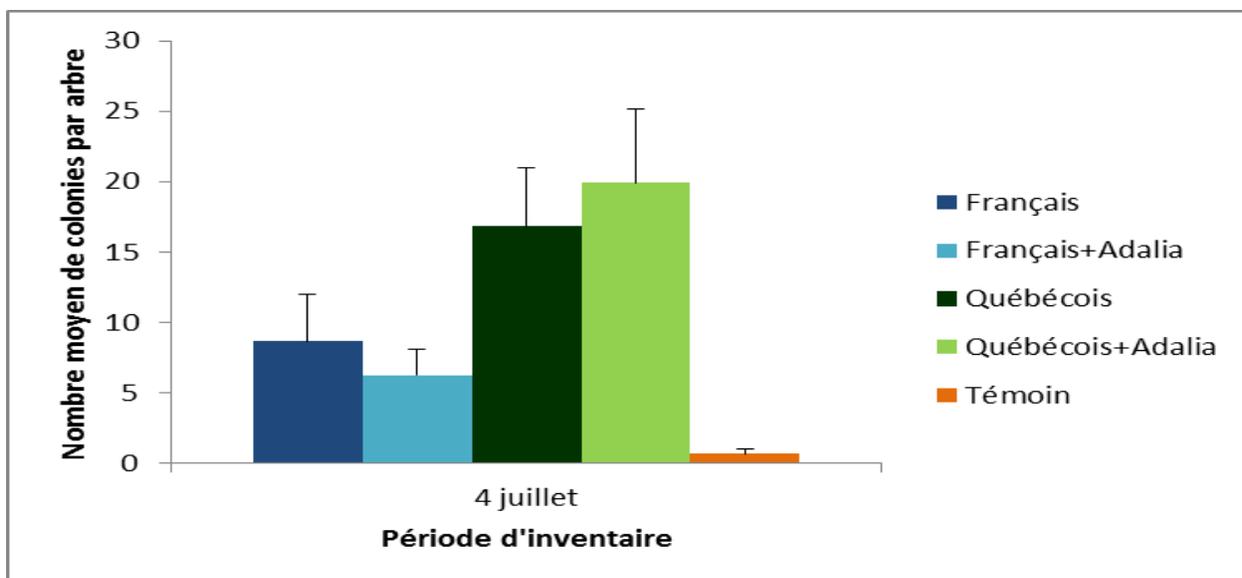


**Figure 5.** Nombre moyen de coccinelles et de colonies de pucerons verts, roses et lanigères par arbre au fil de la saison d’inventaire.

### 3) Efficacité de la coccinelle à deux points comme agent de lutte contre les pucerons

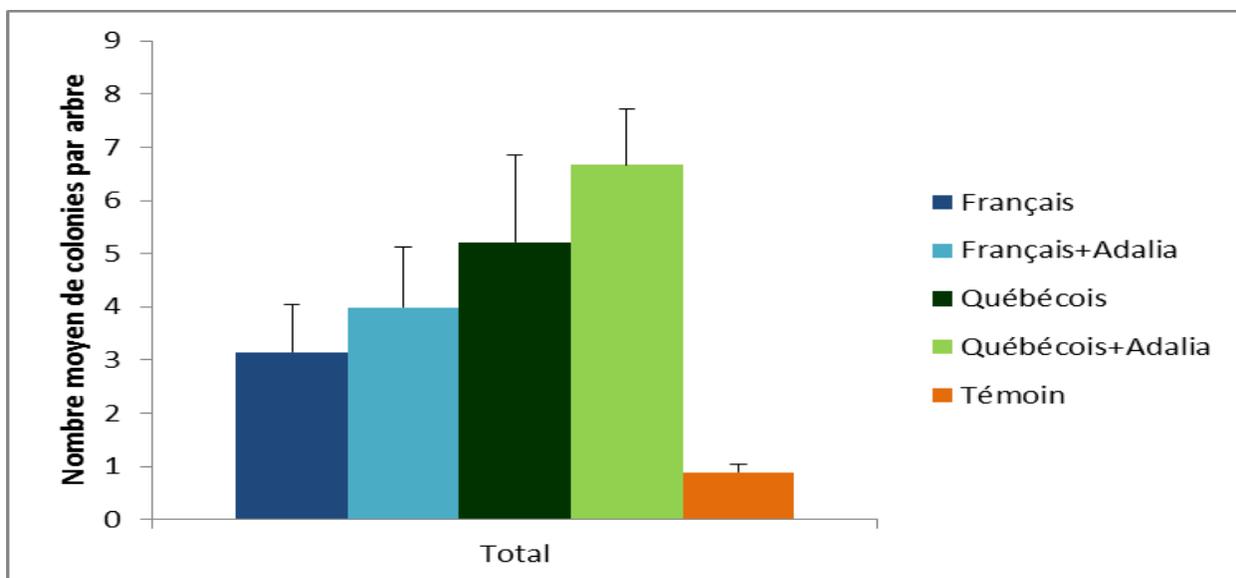
Pour répondre à cet objectif, nous avons comparé le filet français sans introduction (Français) au filet français avec introduction de coccinelles (Français+Adalia), le filet québécois sans introduction (Québécois) au filet québécois avec introduction de coccinelles (Québécois+Adalia) et finalement, les deux types de filets avec introduction de coccinelles ont été comparés aux arbres sans filet (Témoin).

Une première évaluation a été effectuée le 4 juillet 2013, soit une semaine après la première introduction de coccinelles (15 larves par arbre). Comme nous l’avons vu précédemment, la population de pucerons roses diminuait rapidement à partir de cette date tous traitements confondus (figure 5). Pour le puceron rose, nous avons donc uniquement pu comparer l’abondance de colonies entre les traitements pour cette date du 4 juillet. Durant cette période d’inventaire, 636 colonies ont été observées. Il y avait un effet significatif du traitement ( $F=12,28$ ,  $p=0,01$ ; figure 6), c’est-à-dire qu’il y avait significativement plus de pucerons roses sous les filets français avec introduction de coccinelles ( $t=3,84$ ,  $p=0,006$ ) et sous filet québécois avec introduction ( $t=5,80$ ,  $p<0,001$ ) que dans les rangs témoins. Toutefois, pour les deux types de filets, il n’y avait pas de différence significative au niveau de l’abondance de colonies de pucerons roses sur les arbres avec ou sans introduction de coccinelles à deux points.



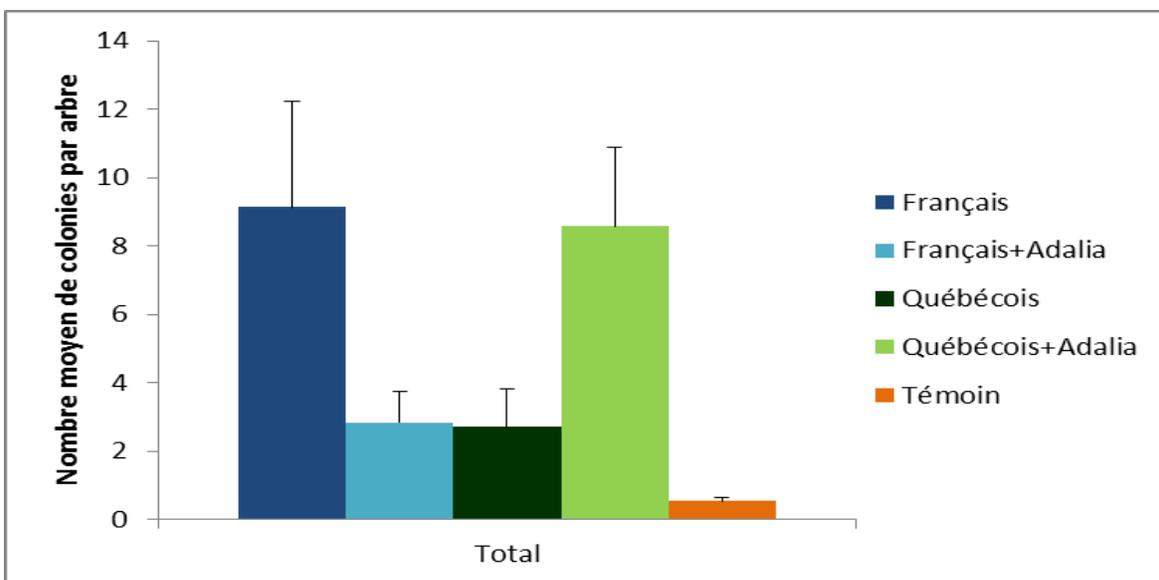
**Figure 6.** Nombre moyen de colonies de pucerons roses par arbre en date du 4 juillet 2013 en fonction de cinq traitements : filet français (Français), filet français avec introduction de coccinelles à deux points (Français+Adalia), filet québécois (Québécois), filet québécois avec introduction de coccinelles à deux points (Québécois+Adalia) et témoin sous traitement insecticides. La barre d'erreur représente l'erreur type associée à chaque moyenne. On observe un effet significatif du traitement au seuil de 5% ( $F=12,28$ ,  $p=0,01$ ).

Pour les pucerons verts, un total de 1248 colonies ont été observées de juillet à août 2013. On a également observé un effet significatif de la variable traitement sur le nombre de colonies au seuil de 5% ( $F=3,63$ ,  $p=0,046$ ; figure 7) pour l'ensemble de la saison. Comparativement aux rangs témoin, il y avait significativement plus de pucerons verts sous les filets québécois avec introduction de coccinelles ( $t=3,72$ ,  $p=0,008$ ) et une tendance similaire dans les rangs sous filet français avec introduction ( $t=2,14$ ,  $p=0,07$ ). Il n'y avait toutefois pas de différence significative au niveau de l'abondance de colonies de pucerons verts sur les arbres avec ou sans introduction de coccinelles à deux points, et ce sous filet français comme québécois.



**Figure 7.** Nombre moyen de colonies de pucerons verts par arbre sur l'ensemble de la saison d'inventaire soit du 4 juillet au 26 août 2013 en fonction de cinq traitements : filet français (Français), filet français avec introduction de coccinelles à deux points (Français+Adalia), filet québécois (Québécois), filet québécois avec introduction de coccinelles à deux points (Québécois+Adalia) et témoin sous traitement insecticides. La barre d'erreur représente l'erreur type associée à chaque moyenne. On observe un effet significatif du traitement au seuil de 5% ( $F=3,63$ ,  $p=0,046$ ).

Pour les pucerons lanigères, c'est un total de 1461 colonies observées au cours de l'été. Ils étaient présents tout au long de la saison d'inventaire bien que surtout abondants à partir de la fin juillet (figure 5). On a noté un effet significatif du traitement au seuil de 5% ( $F=7,16$ ,  $p=0,019$ ; figure 8). Pour les pucerons lanigères, on n'a pas observé de différence significative entre les arbres sous filet québécois où il y avait introduction de coccinelles et ceux où il n'y en avait pas. Il en est de même pour le filet français avec et sans introduction. Cependant, comparativement au témoin, il y avait plus de pucerons sous filet français avec introduction ( $t=2,83$ ,  $p=0,03$ ) et sous filet québécois avec introduction ( $t=4,35$ ,  $p=0,004$ ).



**Figure 8.** Nombre moyen de colonies de pucerons lanigères par arbre sur l'ensemble de la saison d'inventaire soit du 4 juillet au 26 août 2013 en fonction de cinq traitements : filet français (Français), filet français avec introduction de coccinelles à deux points (Français+Adalia), filet québécois (Québécois), filet québécois avec introduction de coccinelles à deux points (Québécois+Adalia) et témoin sous traitement insecticides. La barre d'erreur représente l'erreur type associée à chaque moyenne. On observe un effet significatif du traitement au seuil de 5% ( $F=7,16$ ,  $p=0,019$ ).

- Discussion des résultats obtenus.

Dans un premier temps, contrairement à ce qui a été observé dans un système semblable en France (Dib, 2010), les deux systèmes de filet d'exclusion à l'étude n'ont pas représenté une barrière physique importante pour les coccinelles naturellement présentes sur le site. Il n'y avait pas de différence significative au niveau de l'abondance de coccinelles sauvages dans les arbres témoin comparativement aux arbres sous filet français et québécois tout au long de la saison d'inventaire. Dans tous les rangs, les espèces dominantes étaient la coccinelle à 14 points et la coccinelle asiatique. Dans notre cas, les filets ont d'abord été installés après la période de ponte de plusieurs espèces de coccinelles, ce qui pourrait expliquer en partie leur présence sous filet en début de saison. Selon nos observations, les larves peuvent également facilement franchir les mailles plus grandes du filet français comme les plus petites du filet québécois, alors que les adultes voyagent probablement davantage à travers les ouvertures au sol près des troncs. La dynamique de population observée au cours de la saison d'échantillonnage permet même de conclure que les coccinelles semblent à la fois entrer et sortir des filets selon l'abondance de proies (figure 5). Pour tous les traitements, les variations d'abondance de coccinelles sur les pommiers au cours de la saison semblent étroitement liées à l'abondance de pucerons verts et roses sur ceux-ci. À la lumière de nos résultats, on peut également conclure qu'il y a plus de colonies de pucerons roses, verts et lanigères sur les pommiers sous filet d'exclusion comparativement à des arbres sans filet qui sont soumis aux traitements bio-insecticides couramment utilisés en pomiculture biologique. Il n'y a toutefois pas de différence significative au niveau de l'abondance de colonies de pucerons entre les deux types de filet à l'étude. Cette abondance accrue de pucerons sous les filets n'est donc pas occasionnée ici par l'absence ou une plus faible abondance de coccinelles prédatrices,

contrairement à notre hypothèse de départ. Ainsi dans les blocs sans introduction de coccinelles, malgré une abondance comparable de prédateurs, dans les rangs témoin, les arbres les plus affectés par les pucerons présentent au maximum 26 colonies par arbre (sur les 40 nouvelles pousses et 40 cicatrices observées lors d'un inventaire), alors que dans les rangs avec filet, on peut retrouver jusqu'à 120 colonies par arbre. On sait toutefois que lorsque le degré d'infestation est très élevé, comme c'est le cas sous filet, les populations naturelles d'ennemis des pucerons sont généralement insuffisantes pour contrôler leur prolifération et réduire considérablement les dommages qui leur sont associés (Wyss et al., 1999a; Minarro et al., 2005). Bien que le projet ne nous permette pas de déterminer les causes d'une prolifération accrue de pucerons sous filet, la lutte biologique pourrait être une solution intéressante.

Cependant, l'introduction de coccinelle à deux points n'a pas permis de contrôler la prolifération de pucerons sous filet dans le cadre de ce projet. Nous l'avions choisi, car c'est un prédateur généraliste, les larves comme les adultes consomment surtout des proies de petite taille comme les pucerons. Cette espèce est vendue commercialement comme agent de lutte biologique contre les pucerons. D'ailleurs, dans la nature, la colonisation d'un site par cette espèce est fortement corrélée à la densité de pucerons qu'on y retrouve (Skinner et Domaine, 2010). Aujourd'hui de plus en plus rare au Québec, cette coccinelle montre une préférence marquée pour les plantes ligneuses, dont les pommiers (Skinner et Domaine, 2010). Aucune coccinelle à deux points n'a néanmoins été observée dans l'aire d'étude avant son introduction. En laboratoire, Wyss et ses collaborateurs (1999a) ont observé une diminution de 70% des pucerons roses 48 heures après l'introduction des larves de coccinelles à deux points sur de jeunes pommiers. Malgré ces résultats encourageants, l'effet des lâchers de cette coccinelle en verger semble aléatoire et peut varier selon le moment d'introduction (Kehrli et Wyss, 2001; Wyss et al., 1999b), à cause des conditions météorologiques (Kehrli et Wyss, 2001), ou à cause des interactions avec d'autres prédateurs (Wyss et al., 1999b).

Notre stratégie était d'introduire des larves de coccinelles à deux points au moment où les proies seraient suffisamment abondantes pour faciliter son établissement. Dans le cas présent, nous pensons avoir ciblé le moment opportun pour une première introduction curative, puisqu'elle a été réalisée lors du premier pic d'abondance de pucerons, à la fin juin. Les introductions ont également été réalisées en conditions météorologiques favorables à leur établissement (température assez élevée, pas de pluie et de vent fort au moment de l'introduction et dans les jours suivants). Sachant que les larves sont moins mobiles que les adultes et peu efficaces dans leurs déplacements (Skinner et Domaine, 2010), nous avons choisi d'introduire directement les larves dans les colonies de proies pour favoriser leur établissement. Malgré tout, le 4 juillet, une semaine après la première introduction de 15 larves de coccinelles à deux points par arbres, on retrouvait en moyenne pour les deux types de filet,  $8,0 \pm 0,9$  coccinelles par arbre dans les filets avec introduction, comparativement à  $7,4 \pm 1,4$  coccinelles par arbre sous filet sans introduction, la différence entre les deux n'étant pas significative. Les espèces de coccinelles étant difficiles à distinguer dans les premiers stades larvaires, il ne nous était pas possible de chiffrer le taux d'établissement des coccinelles à deux points. Cependant, voyant que la quantité de coccinelles introduites ne permettait pas d'augmenter significativement le nombre de prédateurs par arbre, une deuxième introduction manuelle a été réalisée à la mi-juillet. Il aurait été préférable de la faire plus tôt, mais des délais imprévus dans la livraison des larves nous en ont empêchés. Ce qui fait en sorte que, lors de la deuxième introduction, les colonies de pucerons se faisaient beaucoup plus rares. Les larves de coccinelles à deux points n'ont donc peut-être pas pu s'établir convenablement à cause du manque de proies. Ainsi, lors de l'inventaire suivant le 30 juillet, on a observé en moyenne pour les deux types de filet sans introduction  $0,29 \pm 0,13$  coccinelle par arbre comparativement à  $0,21 \pm 0,09$  coccinelle

par arbre dans les deux types de filet avec introduction de coccinelles, la différence entre les deux n'étant pas significative.

Nous croyons surtout que, lors des deux introductions, les larves de coccinelles à deux points n'ont pas réussi à s'établir adéquatement à cause de la prédation et de la compétition dues à la présence sur les arbres de coccinelles sauvages, c'est-à-dire des coccinelles naturellement présentes sur le site. Au moment de la première introduction, les coccinelles sauvages (surtout les coccinelles à 14 points et asiatiques) étaient, comme les pucerons, très abondantes sur les pommiers (figure 4). Les coccinelles sont reconnues comme des prédateurs généralistes qui se nourrissent entre autres d'autres larves de coccinelles. C'est particulièrement le cas pour les coccinelles exotiques comme la coccinelle asiatique (Koch et Galvan, 2007; Ware et Majerus, 2008), une des espèces les plus abondantes sur le site. Nous avons d'ailleurs observé plusieurs fois au moment de l'introduction, les larves de coccinelles à deux points se faire attaquer ou même manger par des larves de coccinelles sauvages déjà présentes dans les colonies de pucerons, et souvent plus grosses, car leur stade de développement était plus avancé. Les larves de coccinelles à deux points avaient donc peu de chance de s'établir si les pucerons venaient à manquer. Les larves de coccinelles à deux points se mangeaient entre elles également si on tardait trop à les introduire dans les colonies de pucerons.

Parallèlement, malgré ce que l'on croyait au départ, les filets d'exclusion ne sont pas des milieux fermés. Donc contrairement à son utilisation en milieu fermé comme dans les serres, on se doit de considérer davantage le cycle de développement naturel de l'organisme introduit lorsqu'utilisé sur le terrain. Dans les vergers, les coccinelles font un bon contrôle des populations de pucerons en début de saison. Par contre, puisqu'elle semble quitter les pommiers en juillet, elle laisse place à l'accroissement de populations plus tardives de pucerons comme c'est le cas ici pour le puceron lanigère et le puceron vert. Les œufs de coccinelles à deux points sont parmi les premiers à éclore dans les vergers au printemps (Frazer et Mcgregor, 1992). L'introduction de cette espèce est donc surtout efficace lorsque réalisée avant la floraison pour lutter contre les pucerons hâtifs comme le puceron rose et plus efficace encore si elle est faite au début d'une infestation (Wyss et al., 1999b). Toutefois, dans le cadre de cette expérience, les filets étaient installés après la floraison et le suivi et l'introduction de coccinelles ont été réalisés trop tard pour permettre de mesurer les effets sur le puceron rose. Nous pensons donc qu'il faudrait possiblement se tourner vers d'autres prédateurs ou parasitoïdes, pour contrôler les pucerons présents à partir de juillet. Particulièrement pour ce qui est des pucerons lanigères qui, protégés par un épais revêtement blanc floconneux, sont, en plus, plus difficiles à atteindre par les coccinelles. L'introduction du parasitoïde spécifique *Aphelinus mali* pour lutter contre le puceron lanigère semble une option intéressante (Shaw et Walker, 1996; Wearing et al., 2010). Plusieurs des colonies de pucerons lanigères étaient parasitées en fin de saison, l'insecte était donc présent sur le site et même sous les filets. Plus généralistes, les syrphes et les forficules pourraient également être des prédateurs de pucerons intéressants à introduire.

En conclusion, les systèmes de filets à l'étude dans notre verger ne présentent finalement pas un système fermé ou un environnement clos d'où serait complétement exclu la faune auxiliaire comme les ravageurs. L'efficacité de ces systèmes contre plusieurs ravageurs a été prouvée (voir le rapport du projet 6662), mais nos résultats montrent aussi que, dans les conditions de l'étude, ce filet n'est pas une barrière pour tous les insectes, même ceux qui à maturité sont de grande taille, comme la coccinelle. La lutte biologique a fait ses preuves en milieu clos ou contrôlé, mais les résultats sont plus aléatoires sur le

terrain (milieu ouvert). Elle n'est donc peut-être pas la seule solution à envisager contre les pucerons, car il ne suffit pas alors d'introduire les prédateurs ou parasitoïdes, mais également de les inciter à s'établir de façon permanente. On pourrait par exemple penser à combiner l'introduction d'auxiliaires avec l'aménagement de haies ou de bandes florales pour une solution plus durable. Il serait aussi intéressant de tester l'introduction, seule ou en combinaison, d'autres prédateurs ou parasitoïdes du puceron, nous permettant d'agir efficacement à différents moments dans la saison. Parallèlement, notre expérience ne nous permet pas de déterminer pourquoi les pucerons sont plus abondants sous filet d'exclusion. On sait maintenant que l'absence de coccinelles n'est pas ici en cause, mais il faudrait explorer davantage la question pour pouvoir lutter efficacement.

## Références (ordre alphabétique) :

Biobest. 2012. Fiche Technique: Adalia-System. 2 pages.

Cloutier, C. et Cloutier, C. (1992). Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. Extrait de : Vincent, C. et Coderre, D. (éds.). La lutte biologique. Gaëtan Morin éditeur. 671 pages.

Dib, H. 2010. Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) en vergers de pommiers. Thèse de Doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Institut National de la Recherche Agronomique. 252 pages.

Frazer, B.D. et R.R. McGregor. 1992. Temperature-dependant survival and hatching rate of eggs of seven species of Coccinellidae. The Canadian Entomologist. 124: 305-312.

GABNOR. 2008. Lutte biologique pour réguler les populations de pucerons. Fiche technique. 5 pages.

Kehrli, P., Wyss, E. 2001. Effects of augmentative releases of the coccinellid, *Adalia bipunctata*, and of insecticide treatments in autumn on the spring population of aphids of the genus *Dysaphis* in apple orchards. Entomologia Experimentalis et Applicata. 99: 245-252.

Koch, R.L. et T.L. Galvan. 2007. Bad side of a good beetle : the North American experience with *Harmonia axyridis*. Extrait de: Biological Control to Invasion: The Ladybird *Harmonia axyridis* as a Model Species. Pages 23-35.

Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W., Wolfinger, R.D. et O. Schabenberger. 2006. SAS for Mixed Models. 2e Édition. SAS Institute. 814 pages.

Minarro, M., Hemptinne, J.-L., et E. Dapena. 2005. Colonization of apple orchards by predators of *Dysaphis plantaginea*: sequential arrival, response to prey abundance and consequences for biological control. BioControl. 50:403-414.

OMAFRA. 2011. Integrated pest management for apples. Ontario Ministry of agriculture. No 310.

Shaw, P.W. et J.T.S. Walker. 1996. Biological control of woolly apple aphid by *Aphelinus Mali* an integrated fruit production programme in Nelson. 49th New-Zealand Plant Protection conferences. Pages 59-63.

Skinner, B. et E. Domaine. 2010. Rapport sur la situation de la coccinelle à deux points (*Adalia bipunctata*) au Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. 47 pages.

Ware, R.L. et M.E.N. Majerus. 2008. Intraguild predation of immature stages of British and Japanese coccinellids by invasive ladybird *Harmonia axyridis*. *BioControl*. 53:169-188.

Wearing, C.H., Attfield, B.A. et K. Colhoun. 2010. Biological control of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann), during transition to integrated fruit production for pipfruit in Central Otago, New Zealand, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 38(4): 255-273.

Wyss, E., Villiger, M., et H. Müller-Schärer. 1999a. The potential of three native insect predators to control the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*. *BioControl*. 44: 171-182.

Wyss, E., Villiger, M., et H. Müller-Schärer. 1999b. Effects of augmentative releases of eggs and larvae of the ladybird beetle, *Adalia bipunctata*, on the abundance of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*, in organic apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 90:167-173.

## 2.2. Diffusion des résultats

Remplir le tableau de la page suivante.

Décrire :

- les activités prévues telles que planifiées à l'Annexe A de la convention de contribution financière;
- les activités réalisées;
- les dates des activités;
- le nombre de personnes rejointes.

De plus,

- annexer les communiqués de presse ou autres documents remis lors de conférences de presse ou autres événements officiels;
- ajouter des copies des articles de journaux ou de revues qui ont été publiés;
- inclure une copie des programmes des activités où les résultats ont été diffusés (ex. : colloques ou conférences) ou tout autre document de diffusion.

## DIFFUSION DES RÉSULTATS

*Supprimer ou ajouter les activités qui s'appliquent à votre projet et remplir les colonnes suivantes.  
Annexer au rapport les documents de diffusion produits.*

<b>Activités prévues de l'ANNEXE A</b>	<b>Activités réalisées</b>	<b>Description (thème, titre, endroit, etc.)</b>	<b>Date de réalisation</b>	<b>Nombre de personnes rejointes</b>	<b>Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)</b>
Journée de démonstration Journée de champ Atelier	Portes ouvertes au verger	Visite du verger de recherche pour le grand public- Boisé des frères à Victoriaville	3 août 2013	100aine	Logo et mention lors de la visite
Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Conférence lors de la journée de la pomiculture biologique	Les filets d'exclusion en verger - Présentation du projet et des objectifs, Cégep de Victoriaville	13 juin 2013	40aine	Logo et mention lors de la présentation et de la visite terrain
Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Conférence lors de la journée technique Agropomme devant des producteurs et conseillers	Les filets d'exclusion en verger et la lutte biologique – Présentation des résultats du projet, Saint-Joseph-du-Lac	18 décembre 2013	50aine	Logo et mention lors de la présentation
Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Conférence lors des Journées JARIT	Les filets d'exclusion en verger et la lutte biologique – Présentation des résultats du projet, Orford	11 février 2014	-	Logo et mention lors de la présentation

<b>Activités prévues de l'ANNEXE A</b>	<b>Activités réalisées</b>	<b>Description (thème, titre, endroit, etc.)</b>	<b>Date de réalisation</b>	<b>Nombre de personnes rejointes</b>	<b>Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)</b>
Autres	Participation à l'émission La semaine verte à Radio Canada	Présentation du projet et des résultats préliminaires dans un reportage sur les filets d'exclusion – Verger du Boisé des frères à Victoriaville	Tournage le 13 septembre, diffusée en novembre	Beaucoup	Mentionné à la journaliste lors de l'entrevue
Intégration des données à l'article scientifique	Résultat transmis aux responsables du projet 6662	À venir	31 janvier 2014	-	-
Intégration des données à la fiche technique	Résultat transmis aux responsables du projet 6662	À venir	31 janvier 2014	-	-

### 3. CONCLUSIONS

---

- Résumer les retombées prévues à court terme, moyen terme (suite au projet) et à long terme sur le secteur.

Ce projet était un premier pas en vue d'optimiser la technique de filet d'exclusion en verger de pommiers au Québec. Il nous a permis d'acquérir des connaissances sur l'introduction d'auxiliaires sous filet qui nous serviront lors d'autres essais prévus sur l'introduction de pollinisateurs par exemple. N'ayant pu résoudre le problème de pucerons sous filet, nous souhaitons également poursuivre d'autres projets sur l'introduction de prédateurs et de parasitoïdes sous filet pour lutter contre les pucerons. Nous envisageons également des projets combinant à la fois la lutte biologique et l'aménagement de bordures florales qui permettrait à la faune auxiliaire de s'établir de façon plus permanente. Notre objectif à long terme est d'offrir un système éprouvé aux pomiculteurs québécois, une technique de lutte qui a fait ses preuves.

- Inscrire les recommandations découlant des résultats.

La lutte biologique reste une solution intéressante pour lutter contre les pucerons sous filet. Toutefois, les filets d'exclusion n'étant pas un système fermé, le cycle de développement du ravageur comme de l'auxiliaire doit être considéré pour déterminer le meilleur organisme à introduire et le moment idéal pour le faire.

- Décrire les éléments qui assureront la pérennité du projet (collaboration, mise en œuvre et adoption par le secteur, etc.).

La collaboration entre Le CETAB+, le Club Bioaction et l'IRDA se poursuit afin d'optimiser la technique d'exclusion par filet à travers divers projets de recherche à venir. Plusieurs producteurs se sont également montrés intéressés à essayer les filets d'exclusion dans un avenir rapproché.

- Est-ce qu'il y a des suites possibles au projet?

Tel que mentionné ci-dessus, nous envisageons divers projets de lutte contre les pucerons sous filet. L'introduction seule ou combinée de plusieurs auxiliaires dont l'hyménoptère parasitoïde du puceron lanigère *Aphelinus mali* et des prédateurs comme les forficules et les syrphes nous semblent des avenues intéressantes à explorer. Le développement d'aménagement comme des bordures florales qui favoriseraient l'établissement à plus long terme des auxiliaires est aussi une option qui vaut la peine d'être testée. Parallèlement, il faut aussi déterminer les causes de cette forte abondance de pucerons sous filet pour lutter plus efficacement.

## **4. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET**

---

*Rédiger le sommaire des accomplissements du projet. Pour rédiger le texte, répondre aux six questions sous forme d'un texte suivi de moins de 2 500 caractères. Ce texte pourra servir aux fins de publication sur le site Internet du PCAA d'AAC. Le sommaire doit être compréhensible sans l'apport d'autres documents.*

- En quoi ce projet est-il important?

*Deux ou trois phrases expliquant dans quel contexte le projet s'inscrit. Quels sont les enjeux, les défis, les problèmes et les possibilités abordés dans le projet?*

- Pourquoi avez-vous mis ce projet de l'avant?

*Une phrase décrivant le but du projet.*

- Quelles activités ont été réalisées?

*Donner en deux ou trois phrases un très bref aperçu des activités réalisées.*

*Nommer les principaux partenaires qui ont contribué activement (sans avoir nécessairement participé au financement en argent) et permis la réalisation des activités.*

- Pourquoi le projet et ses résultats sont-ils importants pour le groupe cible et/ou les intervenants?

*Décrire brièvement les résultats obtenus au moyen d'indicateurs mesurables.*

- Qu'a-t-on appris?

*Préciser succinctement les leçons apprises dans le cadre du projet.*

- Quelles sont les prochaines étapes?
  - La solution ou la stratégie sera-t-elle mise en œuvre? OU
  - Le secteur adoptera-t-il le nouveau produit ou processus ou la nouvelle technologie?

*Une ou deux phrases décrivant les prochaines étapes du projet, s'il y a lieu. S'il n'y a pas de suite prévue, expliquer les raisons.*

*Insérez le texte ici :*

La technique d'exclusion par filet en verger de pommiers, testée pour la première fois au Québec en 2012 par le CETAB+, l'IRDA et le Club Bioaction, est une solution prometteuse contre plusieurs ravageurs. Malheureusement, les filets accroissent la présence de pucerons ravageurs sur les arbres. Nous désirions donc optimiser cette technique qui sera prochainement à l'essai chez des producteurs québécois. Le but était de déterminer l'efficacité d'un agent de lutte biologique, la coccinelle à deux points (*Adalia bipunctata*), pour contrôler les populations de pucerons sous filet d'exclusion en verger de pommiers biologiques. Deux types de filets d'exclusion monorang ont été comparés, le filet «français» présentant de plus grandes mailles que le «québécois». De juin à août 2013, les populations de pucerons roses, verts et lanigères et de coccinelles ont été suivies sur des pommiers semi-nains soumis à ces différents traitements: filet français sans introduction, filet français avec introduction, filet

québécois sans introduction, filet québécois avec introduction et des rangs témoins sans filet recevant les traitements insecticides normalement appliqués en régie biologique. Sur les arbres sélectionnés, deux introductions manuelles de larves de coccinelles à deux points ont été réalisées (à la fin-juin et la mi-juillet) pour un total de 30 larves introduites par arbre. Nous avons d'abord constaté que l'abondance accrue de pucerons sous les deux types de filet comparativement au témoin n'est pas due à l'absence de coccinelles prédatrices sur les arbres, contrairement à ce qui a été observé dans certains vergers européens. Les coccinelles peuvent se déplacer à travers le filet et leur abondance semble influencée par l'abondance pucerons roses et verts sur les pommiers. L'introduction de la coccinelle à deux points n'a toutefois pas permis de réduire les populations de pucerons sous filet. Comme le filet n'est pas un milieu fermé, il faut adapter notre stratégie de lutte contre les pucerons en considérant le cycle de développement du prédateur et en favorisant son établissement à plus long terme. Les connaissances acquises nous permettront de réaliser plus efficacement d'autres essais d'introduction d'auxiliaires. L'utilisation de la lutte biologique reste une option intéressante contre les pucerons sous filet d'exclusion et d'autres projets devraient être menés pour établir une stratégie efficace.

## **5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES**

---

*Remplir et transmettre le Plan de financement et conciliation des dépenses (relié à l'Annexe B de la convention de contribution financière) dont vous avez reçu une copie électronique en format MS Excel.*

Vous devez y joindre toutes les copies de factures relatives aux postes budgétaires. Les contributions du demandeur et des partenaires doivent également être justifiées. **Aucun versement ne sera effectué sans que les pièces justificatives acquittées ne soient déposées.**

Référez-vous aux instructions disponibles dans la première feuille du chiffrier Excel intitulé **Plan de financement et conciliation des dépenses**.

Tout projet peut faire l'objet d'un audit.

Conformément à l'entente de contribution, vous êtes tenu de tenir le CDAQ informé des modifications au projet et au plan de financement.

Dernière mise à jour du formulaire par le CDAQ : 17 mars 2010