

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert,
Volet 11 – Appui à la Stratégie phytosanitaire

**TITRE : ÉVALUATION DE DEUX PRÉDATEURS APHIDIPHAGES DANS
LE CADRE D'UN PROGRAMME DE LÂCHERS DE TRICHOGRAMMES
CONTRE LA PYRALE DU MAÏS EN CULTURE DE POIVRONS**

NUMÉRO DU PROJET : IRDA-1-SPP-08-096

Rédigé par :
Maxime Lefebvre, M.Sc.
Josée Boisclair, agr., M.P.M.
Francine Pelletier, M.Sc.
et
Geneviève Richard, agr., M.Sc.

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
(IRDA)

DATE : 7 octobre 2011

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

ÉVALUATION DE DEUX PRÉDATEURS APHIDIPHAGES DANS LE CADRE D'UN PROGRAMME DE LÂCHERS DE TRICHOGRAMMES CONTRE LA PYRALE DU MAÏS EN CULTURE DE POIVRONS

Maxime Lefebvre¹, Josée Boisclair¹, Francine Pelletier¹ et Geneviève Richard¹

Collaborateurs : Josée Bonneville², Bruno Fréchette³, Éric Lucas⁴,
Silvia Todorova⁵ et Christine Villeneuve⁶

Durée : 04/2009 – 04/2011

FAITS SAILLANTS (Résumé du projet)

La lutte biologique à l'aide de trichogrammes pourrait remplacer l'utilisation d'insecticides chimiques pour contrôler le principal ravageur du poivron : la pyrale du maïs. Il arrive qu'en l'absence d'interventions chimiques, d'autres insectes nuisibles prolifèrent, dont les pucerons qui peuvent occasionner d'importants dommages. Cette étude a permis de dresser un portrait de l'importance relative et de la dynamique des espèces de pucerons présentes dans les champs de poivrons. En 2009, sur le site de Saint-Paul-d'Abbotsford, l'espèce de puceron majoritairement observée était le puceron du nerprun, *Aphis nasturtii*, reconnu pour être présent dans la culture du poivron. En 2010, sur le site de l'IRDA, l'espèce la plus abondante était le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (57,1 %), suivi de *A. nasturtii* (25,4 %), du puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* (13,8 %), du puceron du haricot, *A. fabae* (2,0 %) puis du puceron du melon, *A. gossypii* (0,16 %). Les populations de pucerons étaient relativement plus importantes à Saint-Paul-d'Abbotsford qu'à Saint-Hyacinthe.

Par contre, à Saint-Paul-d'Abbotsford, le nombre moyen de pucerons par plant, aptères ou ailés, n'a jamais dépassé 3,5 pucerons. Étant donné les faibles niveaux d'infestations de pucerons au moment des lâchers de prédateurs, cette étude n'a pas permis de mettre en évidence l'impact de *Aphidoletes aphidimyza* et de *Hippodamia convergens* sur les populations de pucerons dans le poivron. Même en procédant à plusieurs infestations répétées de *Myzus persicae*, les populations de pucerons n'ont pu s'établir et se maintenir. Nous avons toutefois établi un portrait des espèces bénéfiques présentes dans les champs. Pour les deux années d'expérimentation, les coccinelles ont représenté le groupe de prédateurs le plus fréquemment observé. En 2009, les espèces les plus communément observées à Saint-Paul-d'Abbotsford ont été la coccinelle maculée *Coleomegilla maculata* et la coccinelle à 14 points *Propylea quatuordecimpunctata*. En 2010, la coccinelle à 14 points et la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* ont été les plus abondantes sur le site de l'IRDA à Saint-Hyacinthe. D'autres ennemis naturels tels que des diptères prédateurs, des neuroptères et des punaises prédatrices étaient également présents. Cette étude démontre un bon contrôle naturel des pucerons par la guildes des prédateurs aphidiphages. L'utilisation de filets de protection a en outre démontré qu'en l'absence d'ennemis naturels les populations aphidiennes ne sont pas sous contrôle.

¹ Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA)

² Dura-Club

³ Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel (CRAM)

⁴ Université du Québec à Montréal (UQAM)

⁵ Anatis Bioprotection Inc.

⁶ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE OU DÉMARCHE

Ce projet a pour objectif de vérifier l'utilisation conjointe de lâchers de pupes de cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza* et d'adultes de coccinelle *Hippodamia convergens* comme moyen de lutte contre les populations de pucerons dans des champs de poivrons où des trichogrammes sont utilisés pour contrôler la pyrale du maïs.

En 2009, le site expérimental était situé sur une ferme maraîchère à Saint-Paul-d'Abbotsford (Québec). En 2010, les expérimentations ont été effectuées à la station de recherche de l'IRDA, à Saint-Hyacinthe (Québec). Les parcelles expérimentales avaient 448 m² en 2009 et 510 m² en 2010. Le poivron a été cultivé sur paillis de plastique et produit en mode de fertigation. Les parcelles ont été fertilisées à la volée à la pré-plantation avec un engrais dont la formulation était 10-12-32, à une dose de 495 Kg ha⁻¹. Par la suite, de l'engrais soluble a été apporté par le système goutte-à-goutte au cours de la saison pour combler un apport de 120 Kg ha⁻¹ d'azote et de 5 Kg ha⁻¹ de calcium. Deux traitements ont été répétés (trois fois en 2009 et quatre fois en 2010) dans un dispositif en blocs complets aléatoires : (1) témoin sans intervention phytosanitaire et (2) lâchers de prédateurs aphidiphages. En 2009, une parcelle en régie conventionnelle a été réalisée et le dépistage a été effectué. Afin de mesurer l'impact des différents traitements, les populations de pucerons ont été suivies de façon hebdomadaire. Lors de nos observations, un décompte de plus de 5 pucerons était enregistré comme étant une colonie. Afin de refléter la présence totale des pucerons, un indice a été calculé en fonction des différentes classes intégrées dans le dépistage. La formule suivante a donc été utilisée :

*Indice total de pucerons = Nombre total de pucerons ailés + nombre total de pucerons aptères + 6 * (nombre total de colonies de 6-20) + 20 * (nombre total de colonies de 20 à 50 pucerons) + 50 *(nombre total de colonies de 50 à 75 pucerons).*

Les populations des autres ravageurs et ennemis naturels ont également été évaluées afin de déterminer l'effet des lâchers sur ces derniers et de mesurer le succès d'établissement des agents de lutte introduits. À la récolte, une évaluation des dommages et du rendement a également été effectuée. La stratégie testée débutait avec un 1^{er} lâcher de *A. aphidimyza* (seuil d'intervention : 0,5 colonie de pucerons/plant), suivi une semaine plus tard, d'un lâcher de *H. convergens*. Afin de favoriser leur rétention sur le site d'introduction, les coccinelles en sortie d'hibernation étaient nourries et maintenues à 20°C durant la semaine précédant l'introduction en 2009 et pendant 2 semaines en 2010. Pour assurer un contrôle continu sur une plus longue période, un 2^e lâcher de *A. aphidimyza* était également prévu 3 semaines après la 1^{re} intervention. Dans l'éventualité où le seuil d'intervention ne serait pas atteint, un protocole alternatif a été prévu pour infester les parcelles à l'aide de pucerons. L'espèce *Myzus persicae* a été élevée en chambre de croissance et devait être utilisée pour infester 25 plants par parcelle à raison de 50 pucerons/plant.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE OU POUR LA DISCIPLINE

Évolution des populations naturelles de pucerons

Les populations de pucerons ont été suivies du 22 juin au 3 septembre 2009 et du 21 juin au 17 août 2010 (Figure 1). En 2009, sur le site de Saint-Paul-d'Abbotsford, l'espèce majoritairement observée était le puceron du nerprun, *Aphis nasturtii*, reconnu pour être présent dans la culture du poivron. En 2010, sur le site de l'IRDA, l'espèce la plus abondante était le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (57,1 %) suivi de *A. nasturtii* (25,4 %), du puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* (13,8 %), du puceron du haricot, *A. fabae* (2,0 %), puis du puceron du melon, *A. gossypii* (0,16 %). Le niveau maximum d'infestation observé dans les parcelles avec lâchers fut de 0,34 colonie/plant en 2009 et 0,08 colonie/plant en 2010. Tel que prévu dans l'éventualité où le seuil d'intervention (0,5 colonie/plant) ne soit pas atteint, les parcelles ont été infestées de pucerons et les lâchers ont tout de même été réalisés (12 août : *A. aphidimyza*; 19 août : *H. convergens*; 26 août : *A. aphidimyza* en 2009 et 27 juillet : *A. aphidimyza*; 6 août : *H. convergens*; 20 août : *A. aphidimyza* en

2010). En considérant le nombre de pucerons, on observe que les nombres moyens de pucerons par plant, aptères ou ailés, n'ont jamais dépassé 3,5 pucerons par plant (Figure 2). On voit également que les nombres de pucerons aptères par plant et les nombres de pucerons ailés par plant ont été supérieurs dans les champs de Saint-Paul-d'Abbotsford (2009) qu'à Saint-Hyacinthe (2010). On observe le même phénomène en regardant le pourcentage de plants porteurs de pucerons en 2009 comparé à ceux de 2010 (Annexe 1).

Aucun prédateur relâché (coccinelle ou cécidomyie) n'a été observé dans les parcelles lors des dépistages effectués après les lâchers en 2009 et très peu en 2010 (Tableau 1). La pression quasiment inexistante des pucerons à ce moment de la saison explique sans doute la dispersion des agents de lutte introduits n'est pas étonnante malgré les bonnes capacités de localisation des pucerons par *A. aphidimyza* et le pré-conditionnement de *H. convergens* à leur sortie d'hibernation (proies offertes durant la semaine précédant le lâcher) pour favoriser leur rétention sur les sites d'introduction.

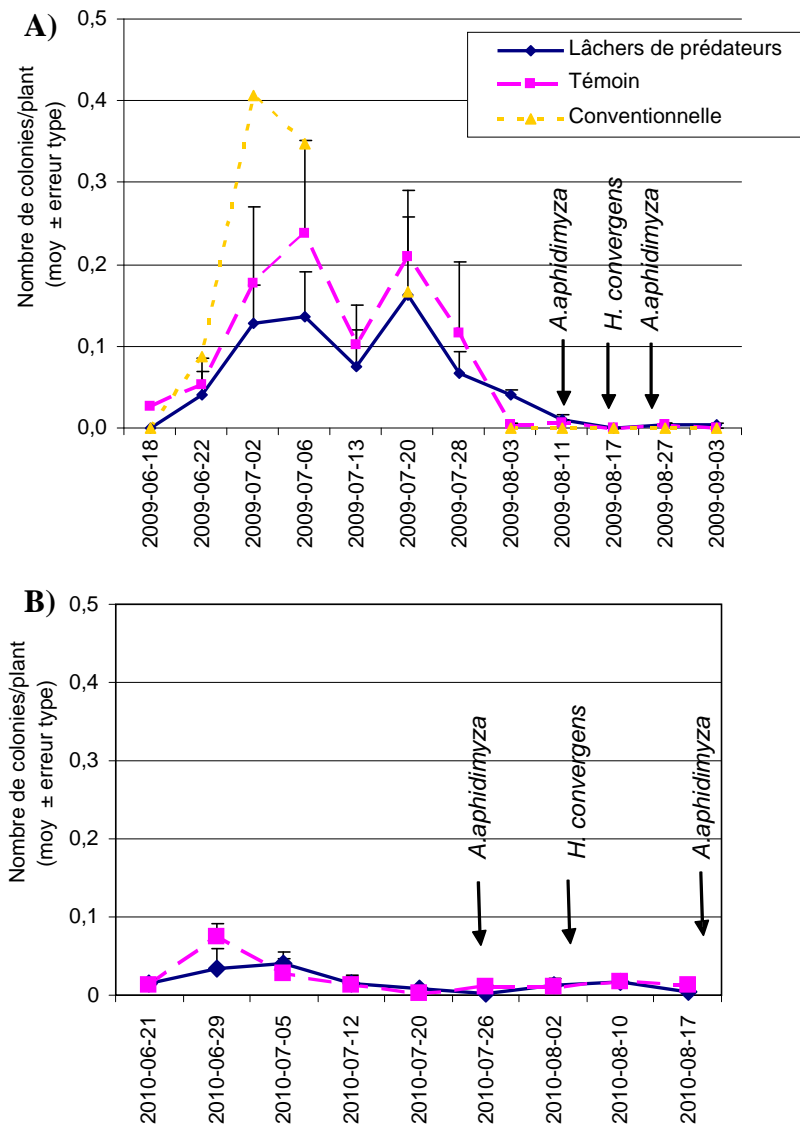
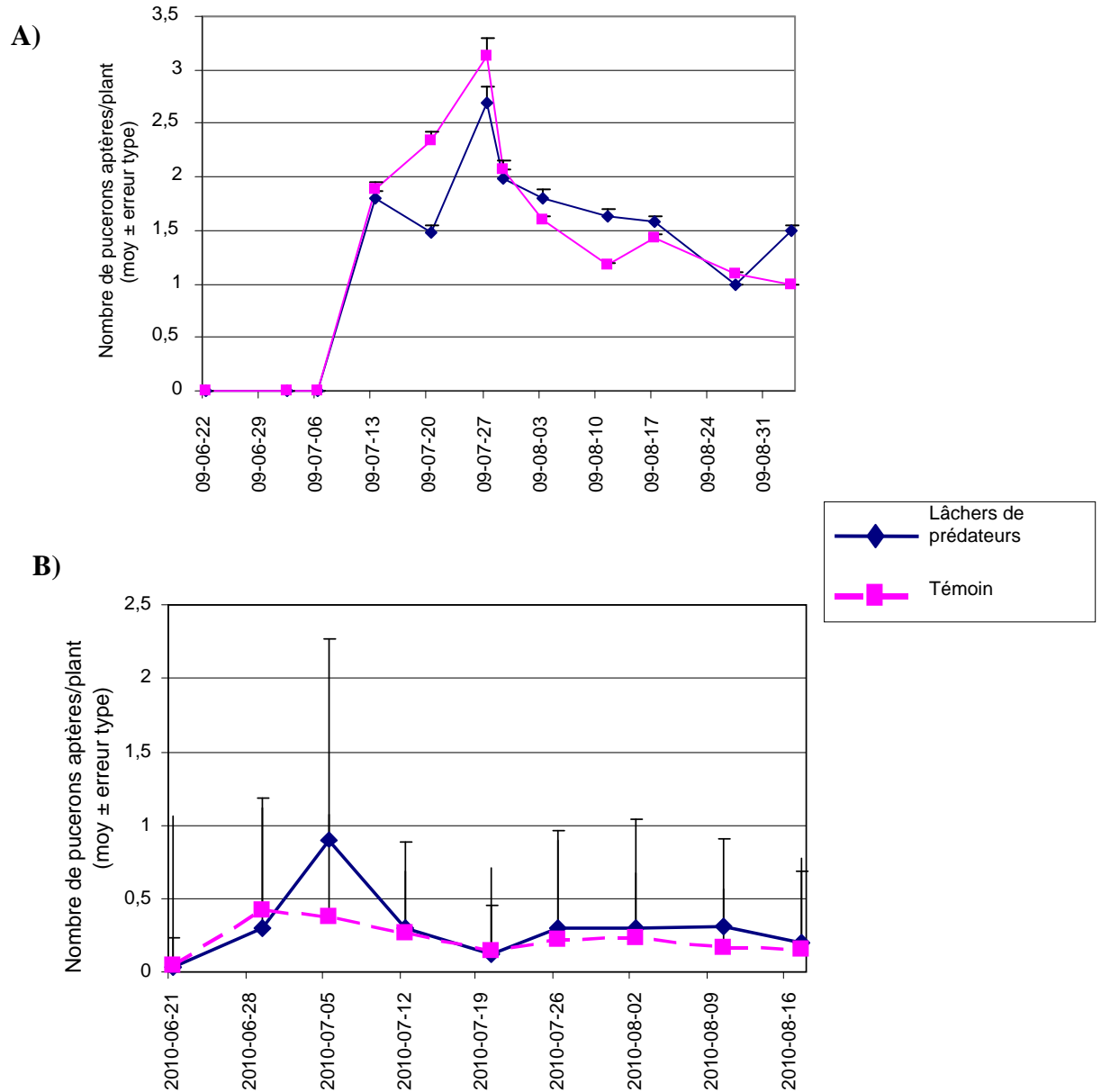


Figure 1. Suivi de la densité des colonies de pucerons (> 5) dans les parcelles de poivrons associées à différentes méthodes de lutte contre les ravageurs du poivron. A) Saint-Paul-d'Abbotsford, 2009. B) Saint-Hyacinthe, 2010.

Tableau 1. Lâchers de prédateurs auxiliaires et taux de récupération lors des dépistages dans les parcelles de poivrons, Saint-Hyacinthe, 2010.

Lâcher	Date	Auxiliaire	Dose	Récupération	
				n	%
1	27-07-2010	<i>A. aphidimyza</i>	20 000/ha	5	0,025
2	20-08-2010		20 000/ha	NA	NA
1	06-08-2010	<i>H. convergens</i>	3471/ha	6	0,173



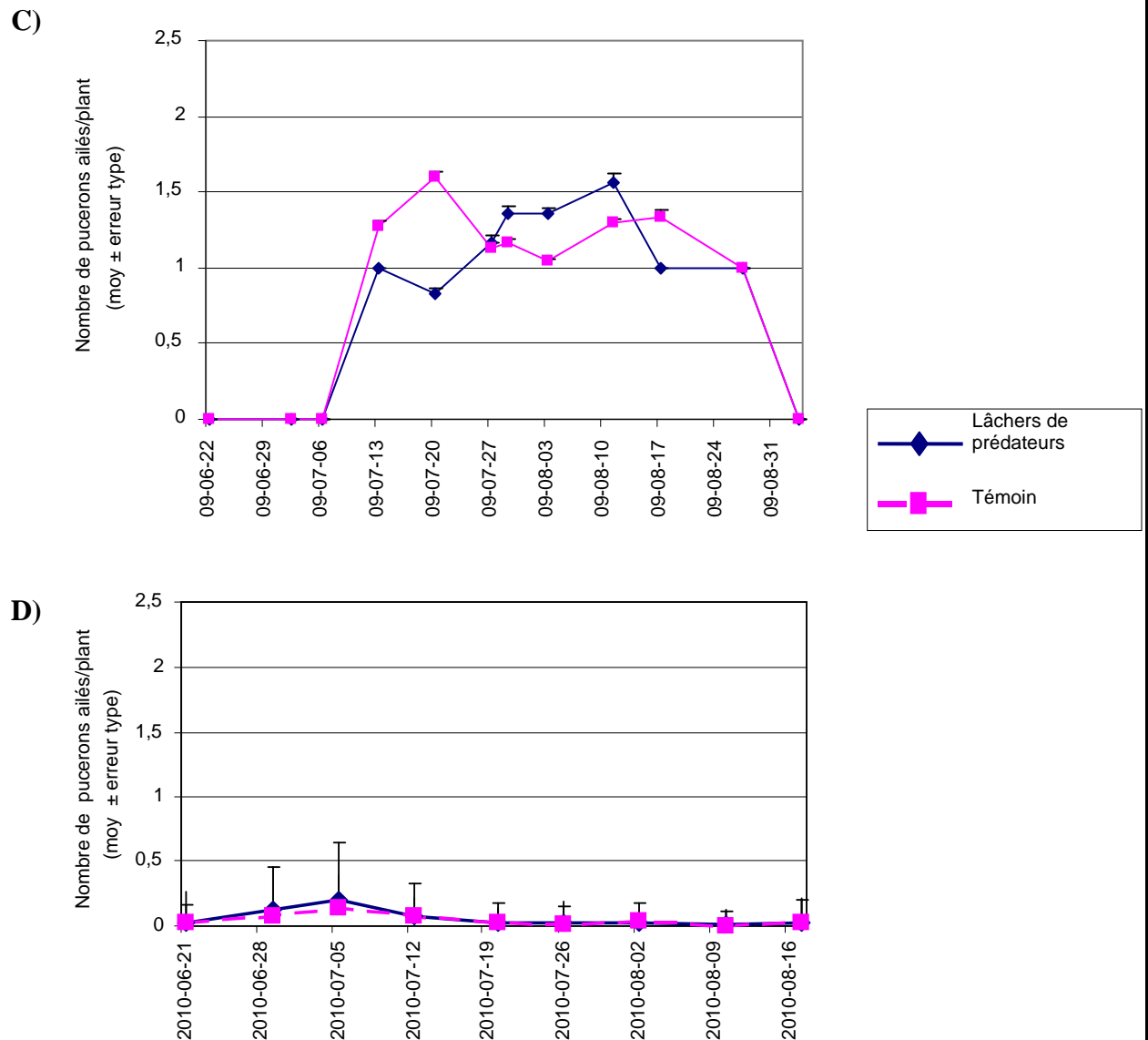


Figure 2. Suivi des populations de pucerons dans des parcelles de poivrons sans intervention phytosanitaire et avec lâchers de prédateurs aphidiphages. A) Pucerons aptères, Saint-Paul-d'Abbotsford, 2009. B) Pucerons aptères, Saint-Hyacinthe, 2010. C) Pucerons ailés, Saint-Paul-d'Abbotsford, 2009. D) Pucerons ailés, Saint-Hyacinthe, 2010.

Suivi des populations d'ennemis naturels

Le dépistage hebdomadaire a permis de dresser un portrait des populations de prédateurs naturellement présents dans les parcelles (Tableaux 2 et 3). La proportion de chaque espèce ou groupe est identifiée (% intra groupe) ainsi que le pourcentage de chaque ordre sur l'ensemble des spécimens dépistés (% du groupe). La dynamique de chaque groupe de prédateurs est représentée graphiquement dans les Annexes 2 et 3. Dans l'Annexe 2, on peut comparer la densité des coccinelles au cours des saisons 2009 et 2010. Il est intéressant de voir qu'en 2009 les populations semblent avoir chuté après la fin juillet alors qu'elles ont subi une croissance constante en 2010. Une pulvérisation de l'insecticide Orthene, effectuée le 28 juillet 2009 dans les champs voisins des parcelles expérimentales, pourrait expliquer cette diminution.

Pour les deux années d'expérimentation, les coccinelles représentent le groupe de prédateurs le plus fréquemment observé. En 2009, les espèces les plus communément observées à Saint-Paul-d'Abbotsford sont la coccinelle maculée (*Coleomegilla maculata*) et la coccinelle à 14 points (*Propylea quatuordecimpunctata*). En 2010, la coccinelle à 14 points et la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) ont été les plus abondantes sur le site de l'IRDA à Saint-Hyacinthe

La figure 3 nous présente en perspective la dynamique des pucerons et des prédateurs (total ou seulement les formes prédatrices). Il semble qu'en début de saison, la présence de pucerons ait été favorisée par l'absence de prédateurs et que, plus la saison avançait et que les prédateurs abondaient, moins il y avait de pucerons. Cependant, il n'existe pas de corrélation significative entre ces deux paramètres (Annexe 4).

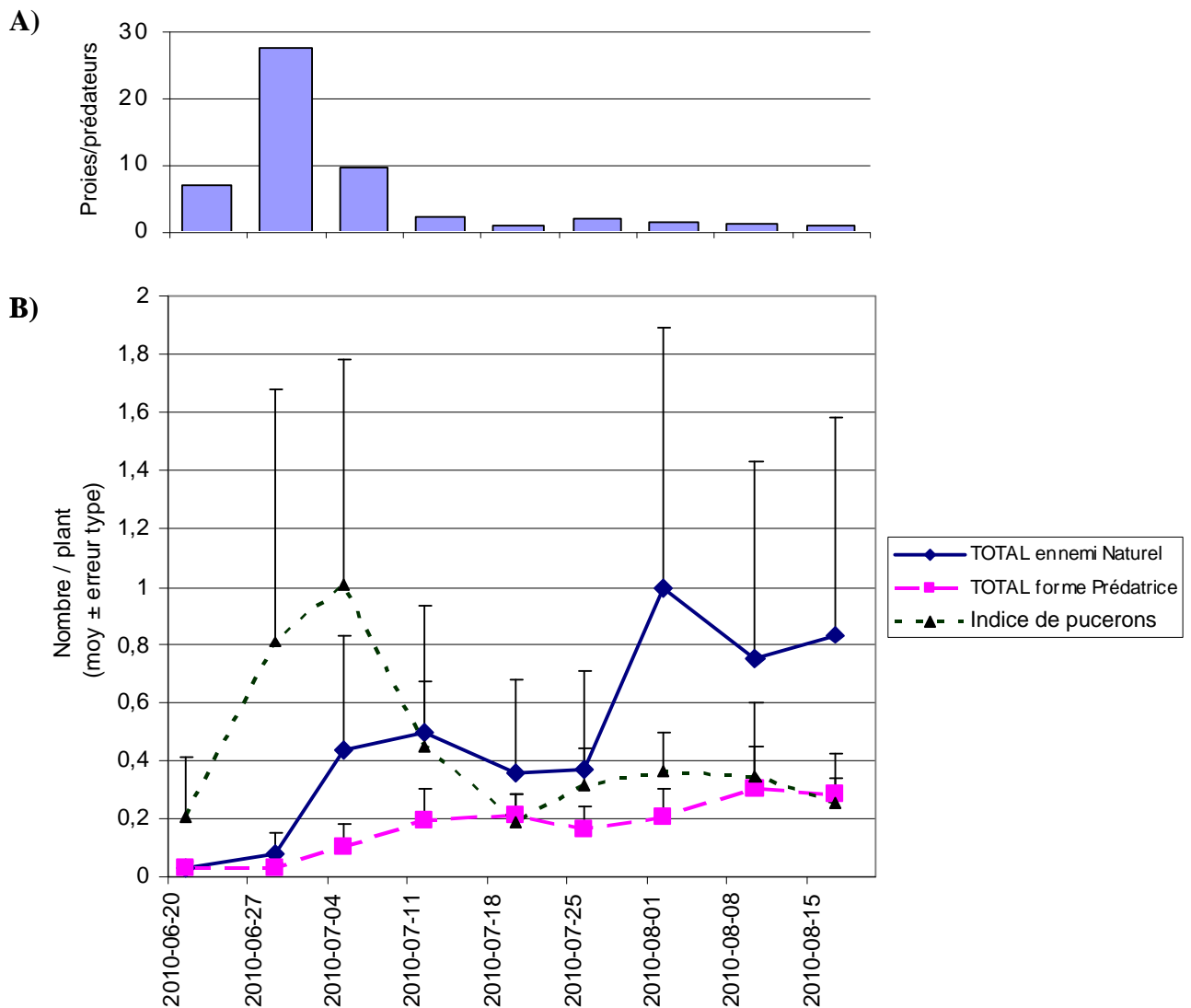


Figure 3. B) : Représentation graphique de la relation entre les pucerons et leurs ennemis naturels, Saint-Hyacinthe, 2010. Nombre total des individus des espèces prédatrices, nombre total des individus sous la forme prédatrice de ces espèces ainsi que le nombre total de leurs proies (Indice total de pucerons total). A) : L'histogramme représente le rapport proie/prédateur (forme prédatrice) de notre système.

Tableau 2. Nombre et importance relative des prédateurs observés lors des dépistages des parcelles de poivrons tout au long de la saison, Saint-Paul-d'Abbotsford 2009.

Prédateurs	Stades	Nb	% intra groupe	% du groupe
Coccinelles				
<i>Harmonia axyridis</i>	Adulte	10	5,6	52,3
	L3-L4	4		
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	Adulte	35	18,4	
	L3-L4	11		
<i>Coleomegilla maculata</i>	Adulte	42	19,6	
	L3-L4	7		
<i>Coccinella septempunctata</i>	Adulte	1	0,8	
	L3-L4	1		
<i>Hippodamia convergens</i>	Adulte	0	0,4	
	L3-L4	1		
Non identifiées	Pupe	9	55,2	
	Larve	84		
	Œufs	45		
Diptères prédateurs				
Cecidomyiidae	Larve	1	13,0	
	Œufs	6		
Syrphidae et Chamaemyiidae	Adulte	4	87,0	
	Larve	43		
Neuroptères				
Chrysopidae	Adulte	3	84,3	
	Larve	16		
	Œufs	110		
Hemerobiidae	Adulte	10	13,1	
	Larve	10		
Non identifiés	Larve	4	2,6	
Punaises prédatrices				
Myridae (<i>Orius</i> sp)	Adulte	9	42,9	
Nabidae et Reduviidae	Adulte	10	57,1	
	Larve	2		

Tableau 3. Nombre et importance relative des prédateurs observés lors des dépistages des parcelles de poivrons tout au long de la saison, Saint-Hyacinthe 2010.

Prédateurs	Stades	Prédation	Nb	% intra groupe	% du groupe
Coccinelles					
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	Adulte	+	166	13,5	
	Pupe	-	6		
	Larve	+	74		
<i>Harmonia axyridis</i>	Adulte	+	147	9,0	
	Pupe	-	2		
	Larve	+	15		
<i>Coleomegilla maculata</i>	Adulte	+	114	7,0	57,0
	Pupe	-	7		
	Larve	+	6		
<i>Coccinella septempunctata</i>	Adulte	+	39	2,8	
	Pupe	-	1		
	Larve	+	11		
<i>Adalia bipunctata</i>	Adulte	+	7	0,4	
<i>Hippodamia convergens</i>	Adulte	+	1	0,1	
	Larve	+	1		
Non identifiées	Adulte	+	19	67,3	
	Pupe	-	158		
	Œufs	-	1049		
Diptères prédateurs					
Cecidomyiidae	Adulte	-	9	20,3	
	Larve	+	3		
Syrphidae	Adulte	-	29	52,5	1,8
	Larve	+	2		
<i>Chamaemyiidae (Leucopis)</i>	Larve	+	1	1,7	
Dolichopodidae	Adulte	+	12	20,3	
Non identifiés	Adulte		3	5,1	
Neuroptères					
Chrysopidae	Adulte	-	2	87,9	4,7
	Larve	+	5		
	Œufs	-	124		
Hemerobiidae	Adulte	-	1	12,1	
	Larve	+	1		
	Œufs	-	16		

Punaises prédatrices				20,4	
Myridae (<i>Orius</i> sp)	Adulte	+	164		
Non identifiées	Adulte	+	12		25,2
	Larve	+	2	79,6	
	Œufs	-	627		
Arachnida					
Anystidae	Adulte	+	70	19,3	
Araignées	Adulte	+	3		11,4
	Œufs	-	290	80,7	

Infestations artificielles de *Myzus persicae*

Tel que prévu au protocole, compte tenu de la trop faible densité naturelle de pucerons, les champs ont été infestés de pucerons en 2010. Trois infestations consécutives ont été réalisées au total. Aucune des colonies implantées sur les poivrons ne s'est établie (Tableau 4). Pour la première infestation, 25 plants par parcelle ont été infestés avec 50 pucerons le 22 juillet. Le lendemain, un suivi nous a indiqué l'absence totale des pucerons implantés, donc une deuxième infestation à une dose plus élevée (100 pucerons) a été réalisée sur les mêmes plants. Cependant, on a observé qu'après trois jours, la densité de pucerons avait chuté de 97,7 %. Une ultime tentative a été réalisée le 8 août. Sur quatre points par parcelle, une dose plus élevée a été implantée (250-300 pucerons), mais en vain (Figure 4).

Tableau 4. Suivi des infestations artificielles de *Myzus persicae* dans les parcelles de poivrons à Saint-Hyacinthe, 2010. NA = aucun dépistage après cet intervalle.

Infestation	Date	Nombre de pucerons / plants	Points d'infestation	Dose /ha	Densités moyennes retrouvées			
					2 jours		3 jours	
					n	Réduction (%)	n	Réduction (%)
					(± S.E.)		(± S.E.)	
1	22-juil	150 (50	25	73 500			3,4	-97,7 %
2	23-juil	+100)	25		NA		(± 0,6)	
3	08-août	250-350	4	19 600-27 500	37,3 (± 7,3)	-87,60 %	NA	

Infestation	Date	Densités moyennes retrouvées					
		4 jours		10 jours		12 jours	
		n (± S.E.)	Réduction (%)	n (± S.E.)	Réduction (%)	n (± S.E.)	Réduction (%)
1	22-juil			1,1	-99,3 %	NA	
2	23-juil		NA	(± 0,3)			
3	08-août	8,9 (±2,4)	-97,00 %		NA	0,5 (±0,1)	-99,80 %

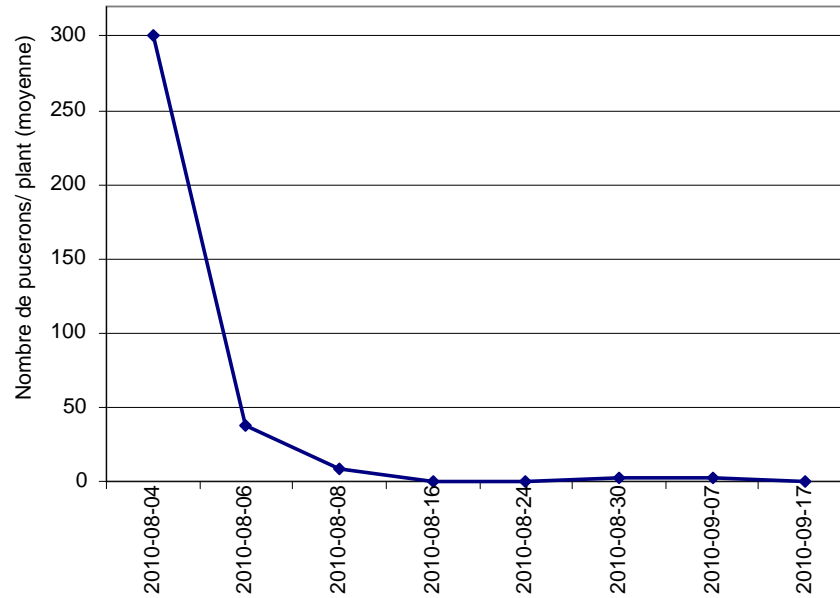
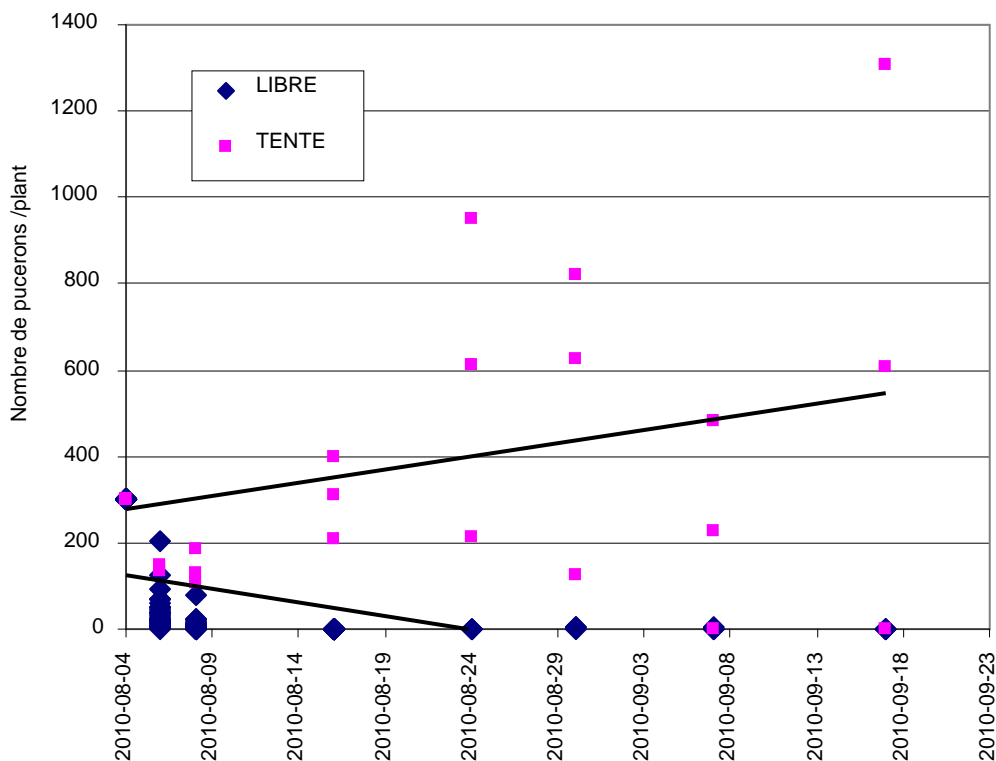


Figure 4. Densité de pucerons aux points d'infestation lors de la 3e infestation dans les parcelles de poivrons, Saint-Hyacinthe, 2010.

Protection des populations artificielles à l'aide de filets agronomiques

Pour tenter de comprendre pourquoi nous ne retrouvons plus de pucerons aux points d'infestation, un dispositif utilisant des filets agronomiques a été mis en place. Trois points d'infestation comprenant trois plants ont été infestés à des doses de 250-300 pucerons par plant et ont été isolés des prédateurs aphidiphages par des filets agronomiques, et ce, dans trois parcelles différentes. Un suivi deux fois par semaine et une comparaison du même dispositif avec des plants infestés aux mêmes doses, mais sans filet agronomique nous a permis de constater que la forte pression des prédateurs sur les pucerons empêchait ceux-ci de s'établir (Figure 5). Les populations sous tente sont en croissance, tandis que les populations témoins sont en chute. La non-conformité des données aux exigences des tests paramétriques statistiques ne nous permet pas de tirer des conclusions à l'aide de tels tests. En utilisant la méthode décrite par Conover et Iman (1982), nous avons conduit un test non-paramétrique sur les données ordonnées en rang à l'aide du logiciel JMP (SAS Institute, 2002). Ce test est plus robuste en ce qui concerne la normalité et l'hétéroscédasticité des données. Cette analyse de covariance nous indique que les deux régressions ont des pentes et des ordonnées à l'origine statistiquement différentes ($p < 0.0001$, $\alpha = 0.05$), ce qui nous permet de conclure que la protection par les filets agronomiques favorise la croissance des colonies de pucerons, comparé à des colonies non protégées.

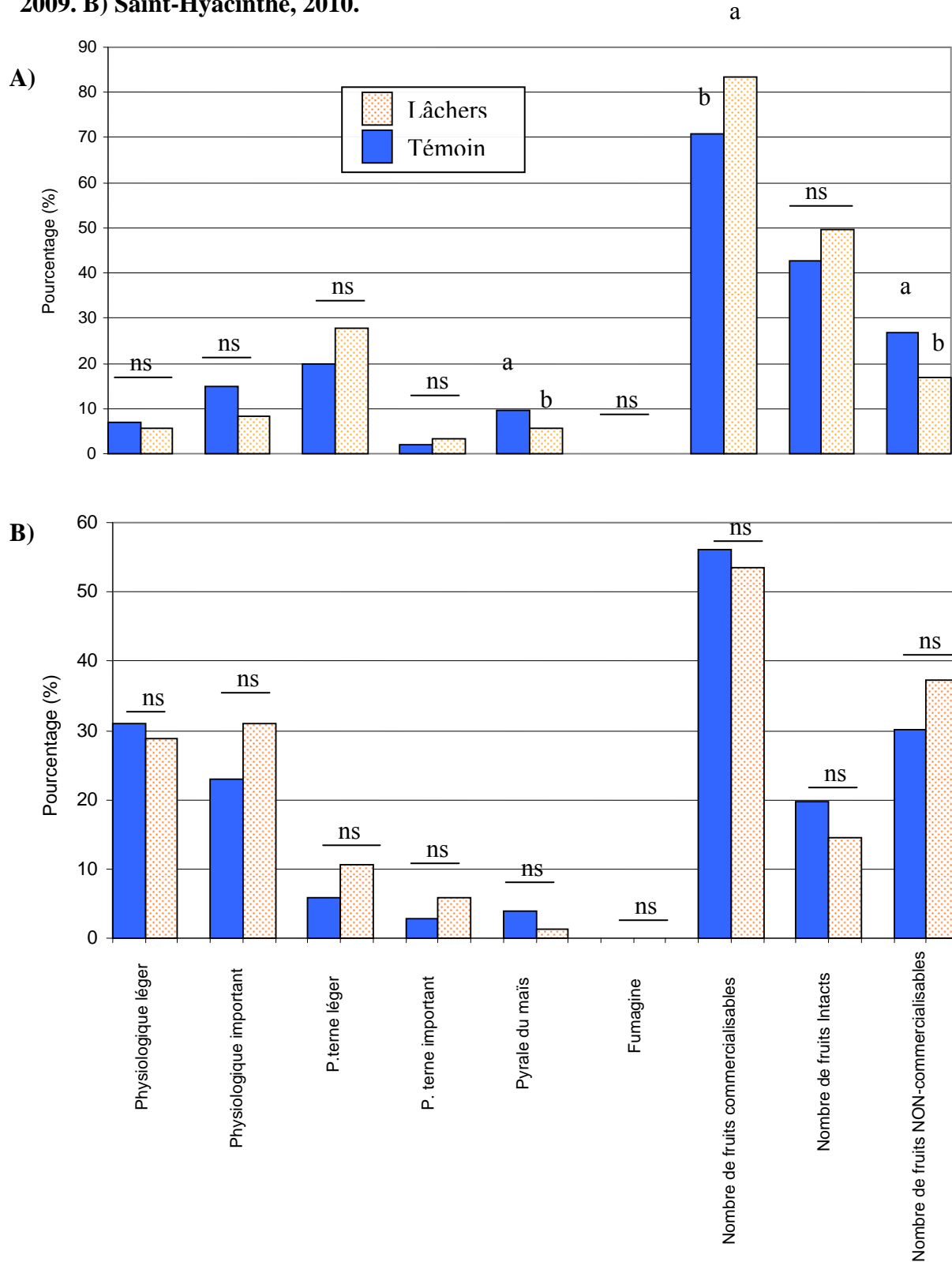
Figure 5. Densité de pucerons (indice de pucerons) par plant en fonction du temps, selon la présence ou non d'une protection par filet agronomique, Saint-Hyacinthe, 2010.



Évaluation des dommages à la récolte

En 2009, les récoltes des poivrons ont eu lieu les 24 et 31 août et les 9 et 24 septembre. En 2010, les dates de récoltes sont les suivantes : les 12 et 23 août, les 2 et 16 septembre. Le rendement des plants ainsi que la proportion de fruits non commercialisables ont été évalués. Aucun fruit porteur de dommages associés aux pucerons (fumagine ou virus) n'a été observé. Les dommages par la punaise terne ont été plus présents en 2009 qu'en 2010. Ce sont les dommages physiologiques (pourriture apicale) et mécaniques qui ont été plus problématiques (Figure 6).

Figure 6. Répartition des dommages lors de la récolte des parcelles de poivrons sans intervention phytosanitaire et avec lâchers de prédateurs. A) Saint-Paul-d'Abbotsford, 2009. B) Saint-Hyacinthe, 2010.



Un modèle linéaire mixte généralisé avec une fonction de lien binomiale a été ajusté aux données afin de comparer les traitements (PROC GLIMMIX, SAS Institute). Les moyennes suivies des lettres a et b sont significativement différentes au seuil $\alpha = 0.1$. ns signifie qu'il n'y a pas de différence significative à ce seuil.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER

Les résultats des travaux réalisés dans le cadre de ce projet ouvrent la porte à de nombreuses questions. L'hypothèse qui veut que l'absence de traitements chimiques pour la lutte contre la pyrale engendre la présence de populations de pucerons qui soient problématiques n'a pas été observée durant ces deux années d'expérimentation. Nos observations nous portent plutôt à croire que l'absence de traitements chimiques favorise la présence d'ennemis naturels. Lorsqu'ils se retrouvent ainsi en assez grand nombre, il semble possible que ces prédateurs aphidiphages parviennent à bien réprimer les populations de pucerons. Dans ces cas, l'introduction d'agents de lutte biologique est plus ou moins pertinente. Ces travaux viennent appuyer la nécessité pour que des efforts soient mis afin de privilégier une lutte intégrée qui protège donc ces prédateurs naturellement présents. L'utilisation d'insecticides à faible risque est un pas dans cette direction. Ce ne sont ici que des données préliminaires sur deux années, mais d'autres études devront être entreprises pour tenter d'éclaircir ces dynamiques de populations. Nous avons également démontré que l'emploi de filets agronomiques pourrait être une méthode fort utile dans un tel contexte. Nos données et conclusions ouvrent la porte à des études futures, avec des implications très importantes dans un contexte d'agriculture biologique ou de réduction dans l'utilisation d'insecticides chimiques pour la lutte antiparasitaire.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom du responsable du projet : Josée Boisclair

Téléphone : 450-778-6522, poste 227

Télécopieur : 450-778-6539

Courriel : josee.boisclair@irda.qc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, volet 11 – Appui à la Stratégie phytosanitaire avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Les auteurs et les collaborateurs de ce projet remercient sincèrement les personnes suivantes pour leur appui, soit technique ou scientifique : Myriam Gagnon de Dura-Club, David Côté, producteur maraîcher et propriétaire de l'entreprise Les Jardins DAMACO, les nombreux étudiantes et étudiants d'été à l'IRDA ainsi que les ouvriers de l'IRDA : Robert Boivin, Patrick Cordeau, Patrick Ménard et Sylvain Pelletier.

RÉFÉRENCES :

Conover, W.J., and R.L. 1982. Iman. Analysis of covariance using the rank transformation. *Biometrics* 38 : 715-724.

ANNEXE(S)

Annexe 1 : Suivi des populations de pucerons au cours des saisons 2009 et 2010 selon le pourcentage de plants porteurs.

Annexe 2 : Dynamique des différentes espèces de coccinelles selon leur stade et l'année d'observation.

Annexe 3 : Dynamique d'autres groupes d'ennemis naturels de pucerons.

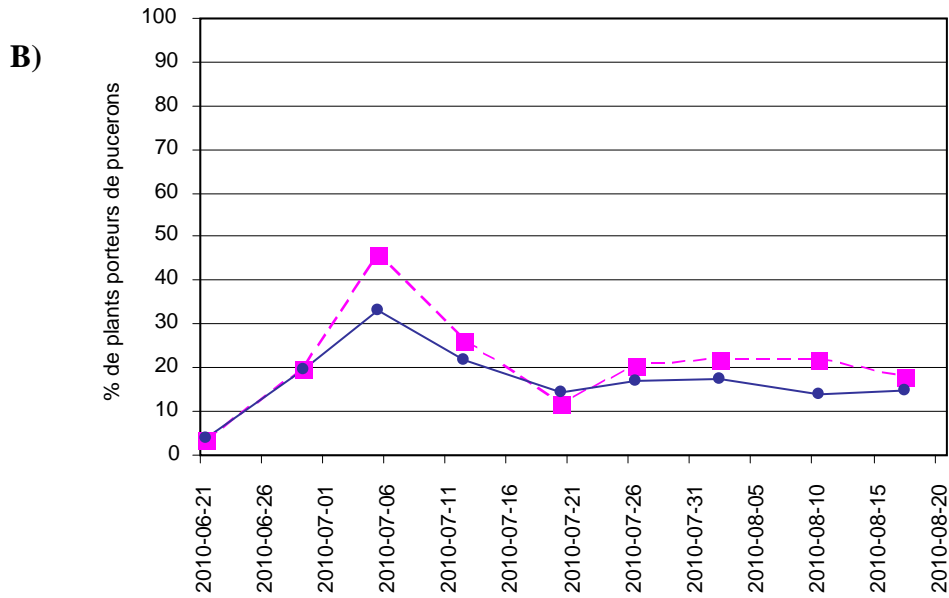
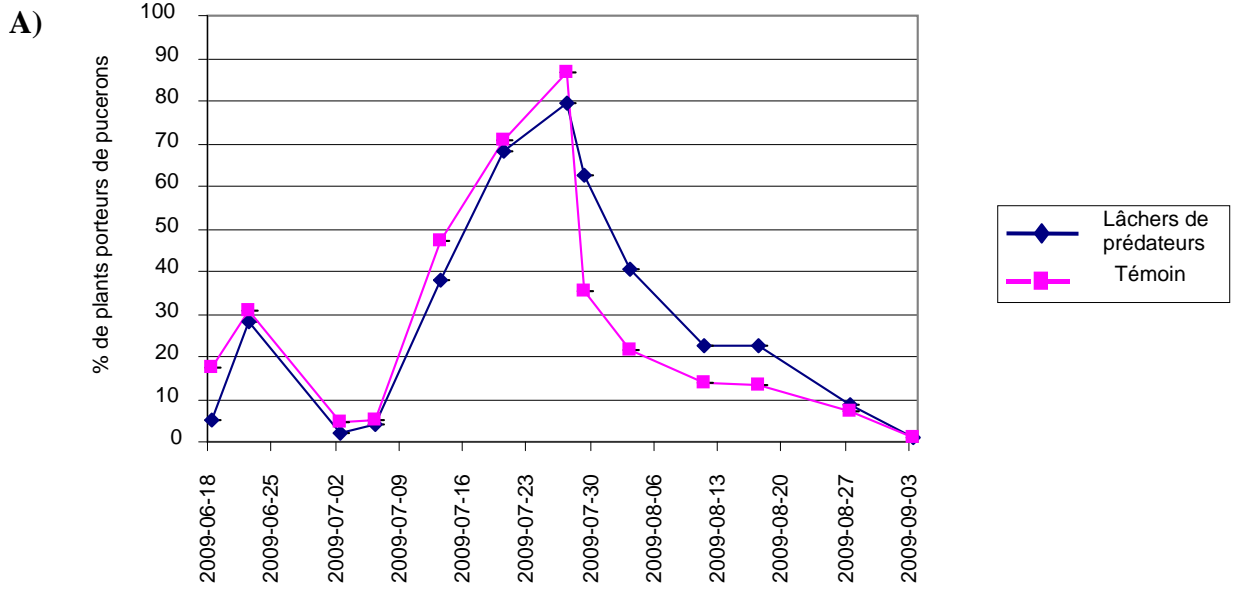
Annexe 4 : Relation entre la densité de puceron et la densité d'ennemis naturels.

Annexe 5 : Communications scientifiques et de transfert (conférences, affiches et résumés de communication).

A N N E X E 1

Suivi des populations de pucerons au cours des saisons 2009 et 2010 selon le pourcentage de plants porteurs

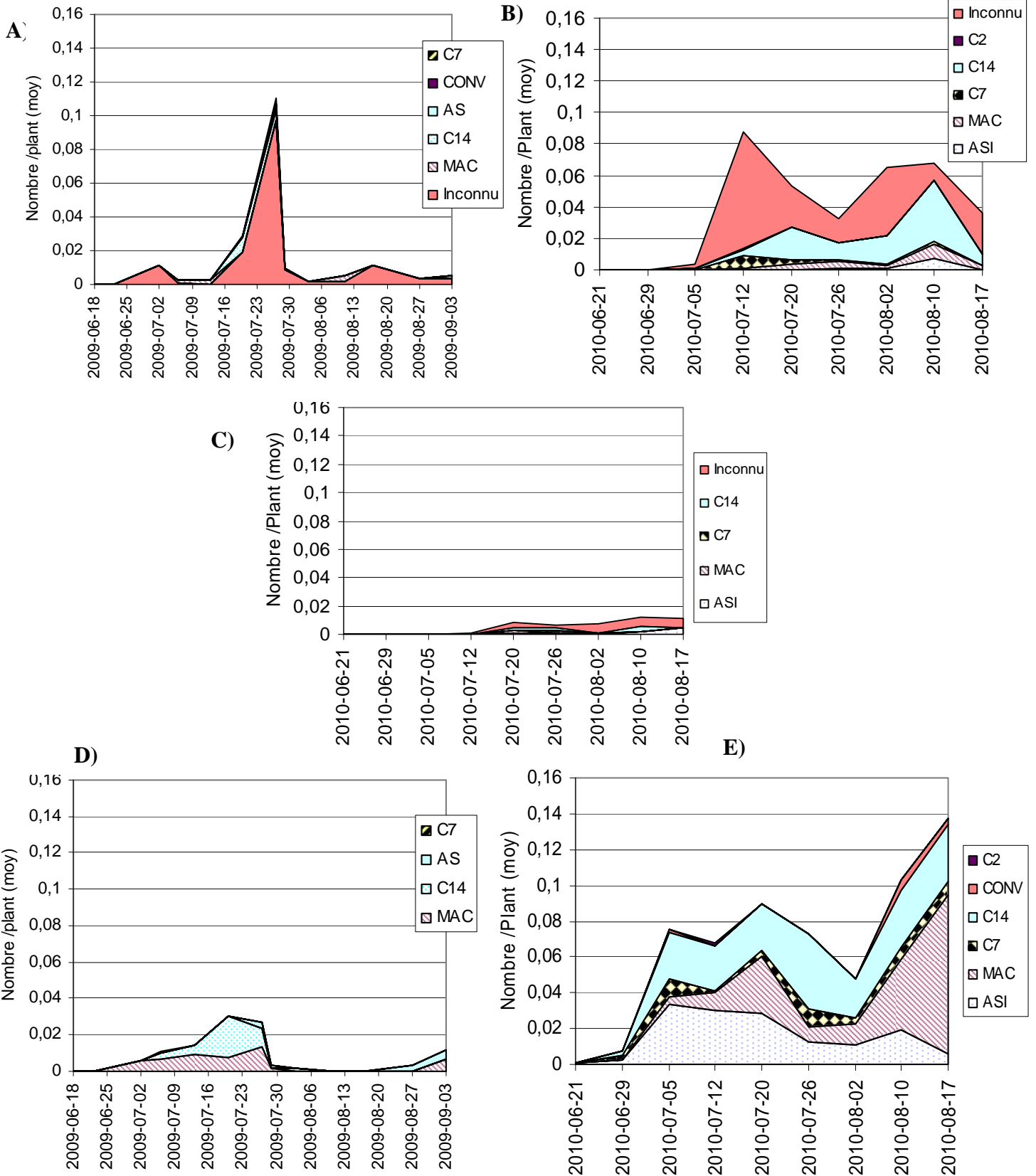
Suivi des populations de pucerons selon le pourcentage de plants porteurs de pucerons (aptères et ailés) en fonction des traitements. **A)** Saint-Paul-d'Abbotsford, 2009. **B)** Saint-Hyacinthe, 2010.



A N N E X E 2

Dynamique des différentes espèces de coccinelles selon leur stade et l'année d'observation

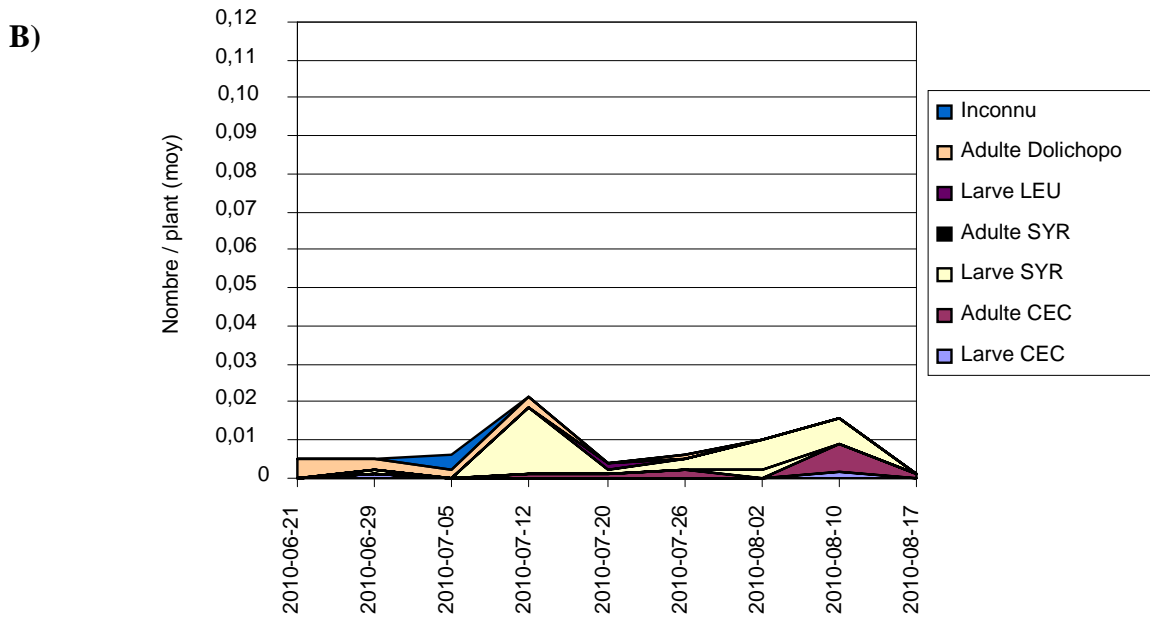
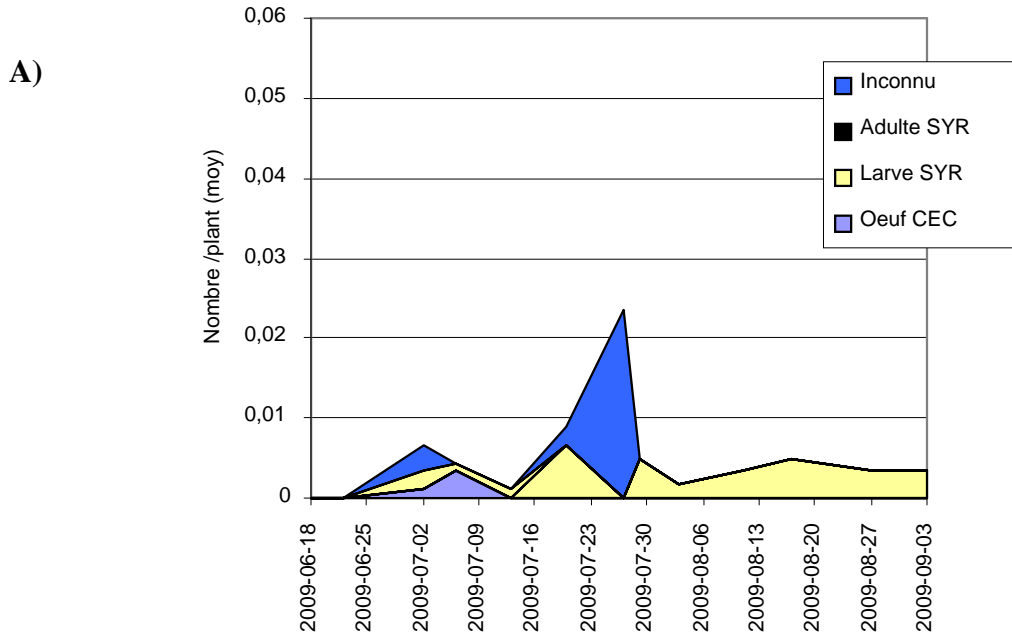
Suivi de la communauté de coccinelles en parcelles de poivrons **A)** Stade larvaire, 2009. **B)** Stade larvaire, 2010. **C)** Stade pupal, 2010. **D)** Stade adulte, 2009. **E)** Stade adulte, 2010.



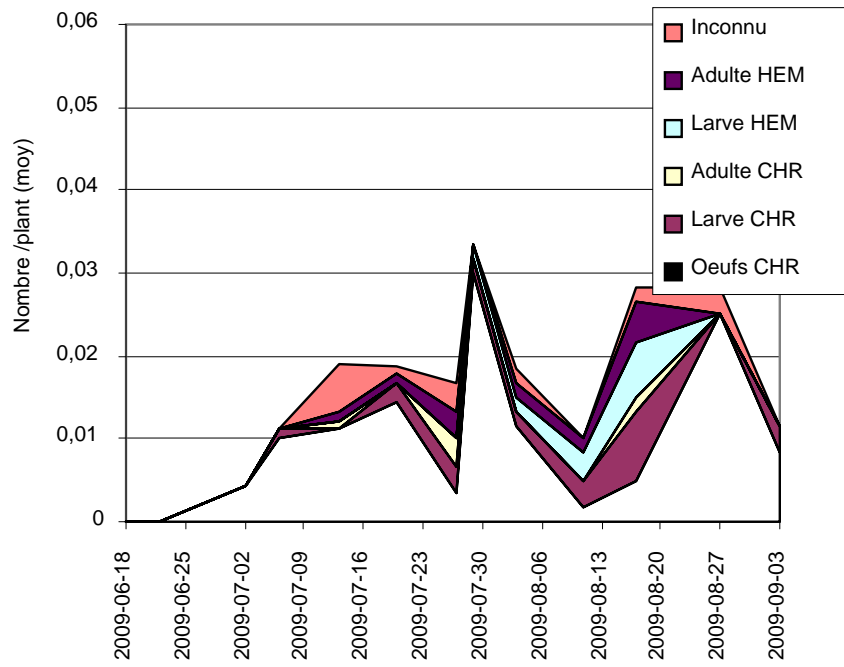
A N N E X E 3

Dynamique d'autres groupes d'ennemis naturels de pucerons

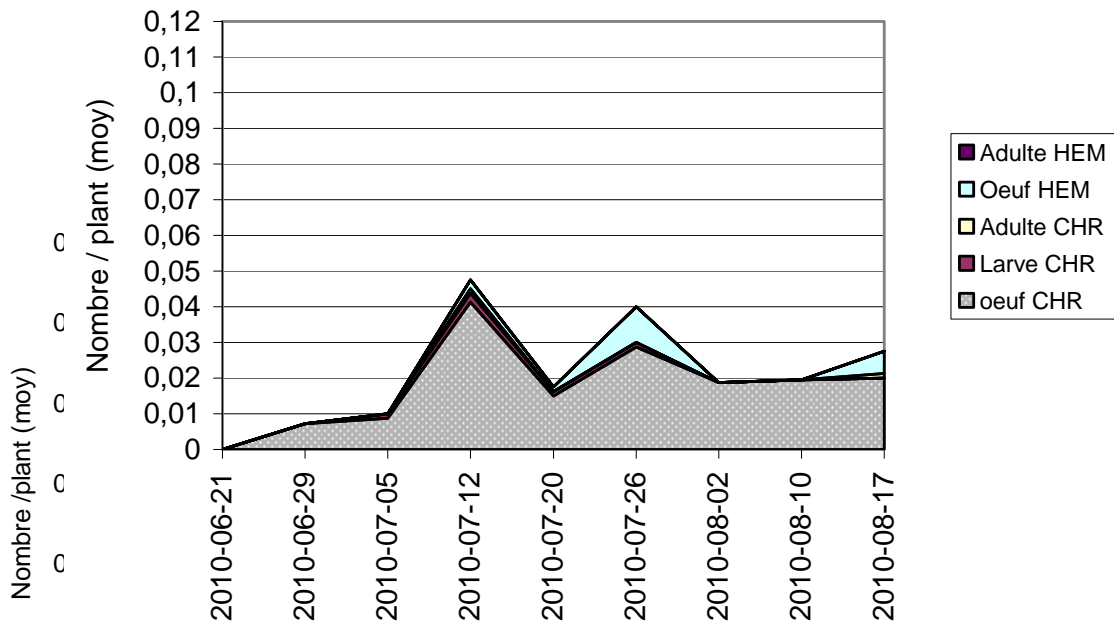
Dynamique des différents groupes de prédateurs aphidiphages. **A)** Diptères 2009. **B)** Diptères 2010, **C)** Neuroptères, 2009. **D)** Neuroptères, 2010. **E)** Punaises prédatrices 2009. **F)** Punaises prédatrices, 2010, **G)** Arachnides, 2009. **H)** Arachnides, 2010.



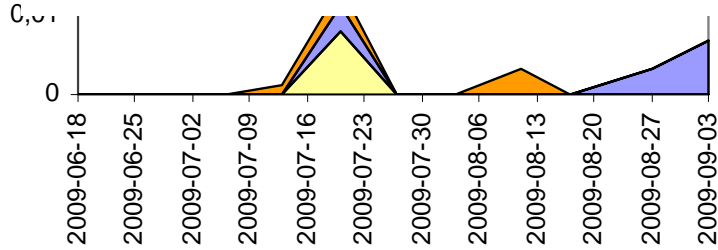
C)



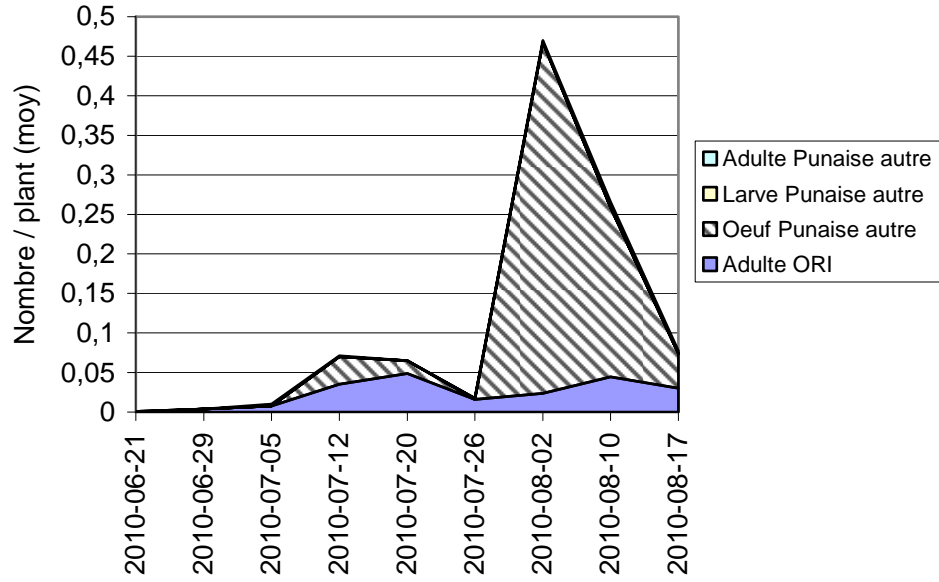
D)



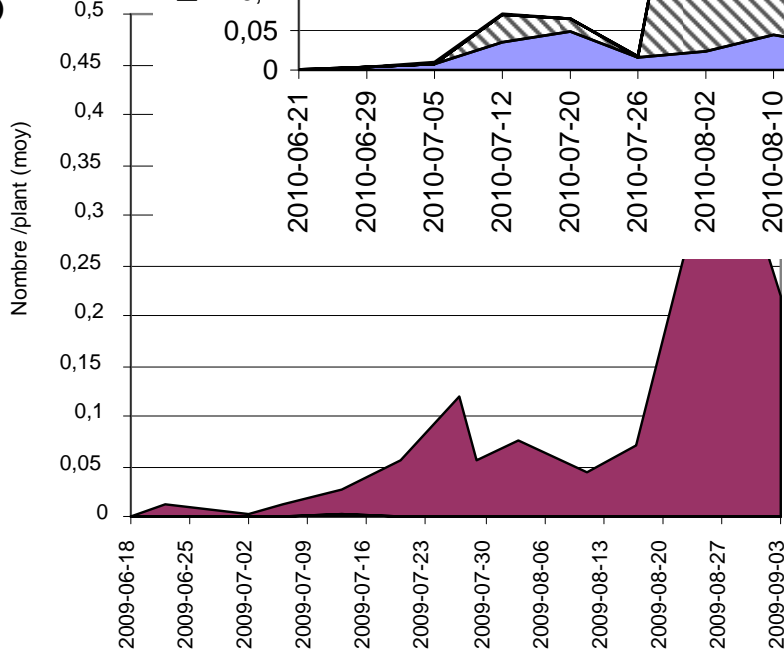
E)



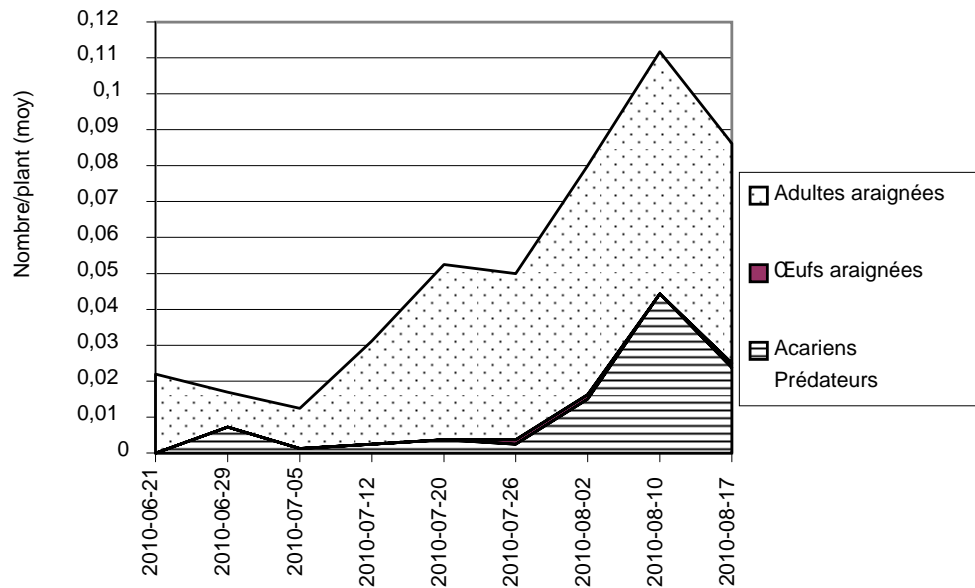
F)



G)



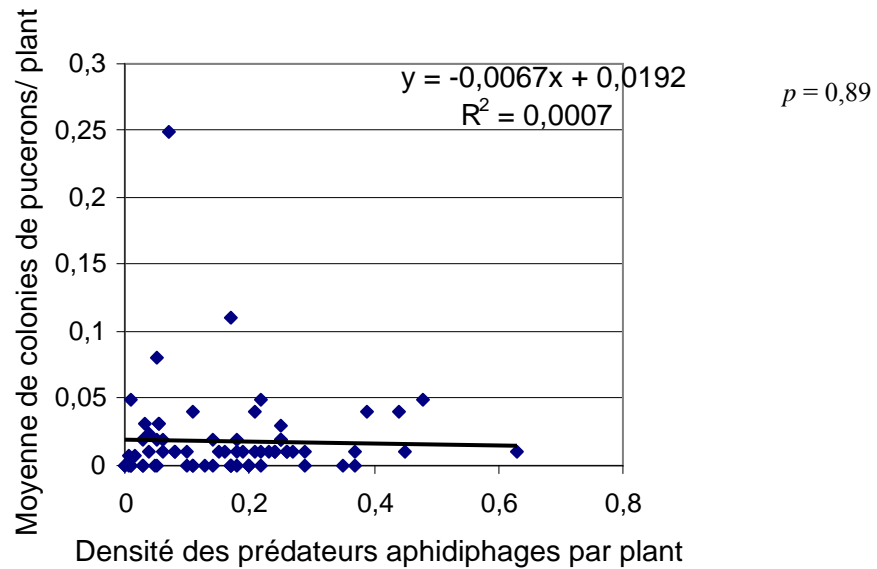
H)



ANNEXE 4

Relation entre la densité de pucerons et la densité d'ennemis naturels

Densité de colonies de pucerons par parcelle en fonction de la densité de la forme prédatrice des aphidiphages, Saint-Hyacinthe, 2010.



Cette régression linéaire ne suit pas les postulats de base (homoscédasticité et normalité des résidus). Néanmoins, on peut clairement voir qu'en considérant les données par parcelle, il n'y a pas de tendance et de relation claire.

ANNEXE 5

Communications scientifiques et de transfert
(conférences, affiches et résumés de communication)

Boisclair J., F. Pelletier, G. Richard et É. Lucas. 2009. Utilisation d'insectes prédateurs pour lutter contre les pucerons dans le poivron. Portes ouvertes IRDA 2009, Saint-Hyacinthe, 1^{er} septembre. 1 page. (Fiche technique : http://www.irda.qc.ca/_documents/_Results/191.pdf).

Richard, G., J. Boisclair, M. Lefebvre, E. Lucas et F. Pelletier. Des trichogrammes contre la pyrale du maïs dans la culture du poivron; qu'advient-il des pucerons et de leurs ennemis naturels? 138^{ième} Réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec, Orford, 13 octobre. Affiche scientifique.

Richard, G., J. Boisclair, M. Lefebvre, E. Lucas et F. Pelletier. Des trichogrammes contre la pyrale du maïs dans la culture du poivron; qu'advient-il des pucerons et de leurs ennemis naturels? 138^{ième} Réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec, Orford, 13 octobre. Résumé.