



RAPPORT FINAL



Identification des sources régionales d'infestation des lépidoptères internes de la pomme

Projet no° 6420

Demandeur :
Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel

Période couverte:
avril 2011 à décembre 2012

Rédigé par :
Franz Vanoosthuyse, attaché de recherche, M. Sc.
Daniel Cormier, chercheur, Ph. D.
Caroline Provost, directrice, Ph. D.

21 décembre 2012



Table des matières

1. OBJECTIFS	3
1.1 Objectif général	3
1.2 Objectifs spécifiques	3
2. RÉSULTATS ET ANALYSE	4
2.1 Résultats obtenus et analyse	4
2.2 Diffusion des résultats	22
3. CONCLUSIONS	24
4. HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE	226
5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES	27
Annexe 1	28
Annexe 2	29
Annexe 3	30

1. OBJECTIFS

1.1 Objectif général

Identifier les sources régionales d'infestation du carpocapse de la pomme et de la tordeuse orientale du pêcher (TOP) dans les trois régions pomicoles les plus importantes au Québec, soit les Laurentides, la Montérégie-Ouest et la Montérégie-Est.

1.2 Objectifs spécifiques

1) Déterminer si les vergers abandonnés, les vergers sans dépistage et les bennes d'entreposage utilisées par les industries de transformation et d'emballage peuvent constituer des sources d'infestation régionale du carpocapse de la pomme et de la tordeuse orientale du pêcher (TOP);

Pour répondre à cet objectif, le projet se divisait en 2 volets: volet 1) observation générale (années 1 et 2) et volet 2) observations détaillées des bennes (année 3).

Les trois années d'observation (générale et détaillée) ont été effectuées conformément à la demande initiale.

2) Proposer des solutions réalistes visant à diminuer les sources d'infestations de ces deux ravageurs.

Les résultats nous permettent d'éliminer certains facteurs explicatifs et de donner des pistes de solutions pour diminuer la contribution des différentes zones d'infestations aux problèmes de ravageurs

2. RÉSULTATS ET ANALYSE

2.1 Résultats obtenus et analyse

Volet 1 : Observation générale (année 1 et 2)

Le volet 1 de ce projet s'est déroulé au cours des saisons 2010 et 2011.

- **Identification des vergers expérimentaux**

Les quatre catégories de sites d'échantillonnages établies lors de la saison 2010 ont été conservées en 2011 :

- 1) catégorie « verger à traitements réduits »;
- 2) catégorie « verger non-suivi »;
- 3) catégorie « site d'entreposage »;
- 4) catégorie « témoin ».

En Montérégie-Ouest, le dépistage des TOP et des carpocapses a été effectué dans trois des cinq vergers identifiés en 2010 pour la catégorie (1). Les pommiers de deux des cinq vergers ont été arrachés entre 2010 et 2011. En ce qui concerne la catégorie (4), le dépistage des TOP a été effectué dans cinq vergers et celui des carpocapses l'a été dans 31 des 41 vergers identifiés en 2010. Dix vergers témoins n'étaient plus dépistés par le club d'encadrement technique responsable de la région en 2011.

Pour les catégories (2) et (3), aucun changement n'a été apporté depuis le dernier rapport.

En Montérégie-Est, aucun changement n'a été apporté entre les saisons d'échantillonnages 2010 et 2011.

Dans les Laurentides, le dépistage des TOP et des carpocapses a été effectué dans quatre des cinq vergers identifiés en 2010 pour la catégorie (1). Les pommiers d'un des cinq vergers a été arrachés entre 2010 et 2011.

Concernant les catégories (2), (3) et (4), aucun changement n'a été apporté depuis le dernier rapport.

- **Prise de données sur le terrain et au laboratoire**

La deuxième saison d'échantillonnage de la TOP a débuté la semaine du 12 avril 2011 en Montérégie-Ouest et la semaine du 25 avril 2011 en Montérégie-Est et dans les Laurentides. Pour le carpocapse, elle a débuté la semaine du 06 mai 2011 en Montérégie-Ouest, la semaine du 19 mai 2011 en Montérégie-Est et la semaine du 09 mai 2011 dans les Laurentides. Pour les deux ravageurs dépistés et pour les trois régions ciblées, la saison d'échantillonnage s'est terminée la semaine du 19 septembre 2010.

Le suivi et l'identification des spécimens de carpocapse et de TOP échantillonnés en 2011 ont été réalisés en utilisant les mêmes techniques qu'en 2010 décrites dans le dernier rapport.

- **Analyses statistiques**

Les niveaux de captures et de dégâts des carpocapses de la pomme et des TOP entre les catégories de vergers ont été évalués pour chaque région et chaque année à l'aide d'ANOVA à un critère de classification (catégorie de vergers) (SAS Institute Inc., 2008). Si la distribution des résidus n'était pas normale, une transformation logarithmique (ln) était effectuée (Legendre et Legendre, 1998). Les différences significatives ont été isolées par un test H.S.D de Tukey (Scherrer, 1984).

- **Résultats**

Suivi du carpocapse de la pomme (carpocapse)

Les populations de carpocapses ont fluctué au cours de la saison de façon identique quelque soit la catégorie des sites pour les trois régions échantillonnées en 2011 (figures 1, 2 et 3). Les premières captures soutenues de carpocapse ont débuté le 23 mai 2011 en Montérégie Ouest (figure 1) et le 16 mai 2011 en Montérégie-Est et dans les Laurentides (figures 2 et 3). La période de vol de la première génération a été du 23 mai au 25 juillet 2011 en Montérégie-Ouest (figure 1), du 16 mai au 01 août 2011 en Montérégie-Est (figure 2) et du 16 mai au 25 juillet 2011 dans les Laurentides (figure 3). La période de vol de deuxième génération s'est étalée approximativement du 01 août au 19 septembre 2011 pour la Montérégie-Ouest et les Laurentides (figures 1 et 3) et du 08 août au 19 septembre 2011 pour la Montérégie-Est (figure 2). Concernant la moyenne des captures totales de carpocapses par verger, quelque soit la région et l'année d'échantillonnage, aucune différence significative n'a été observée entre les catégories de vergers (tableau 1).

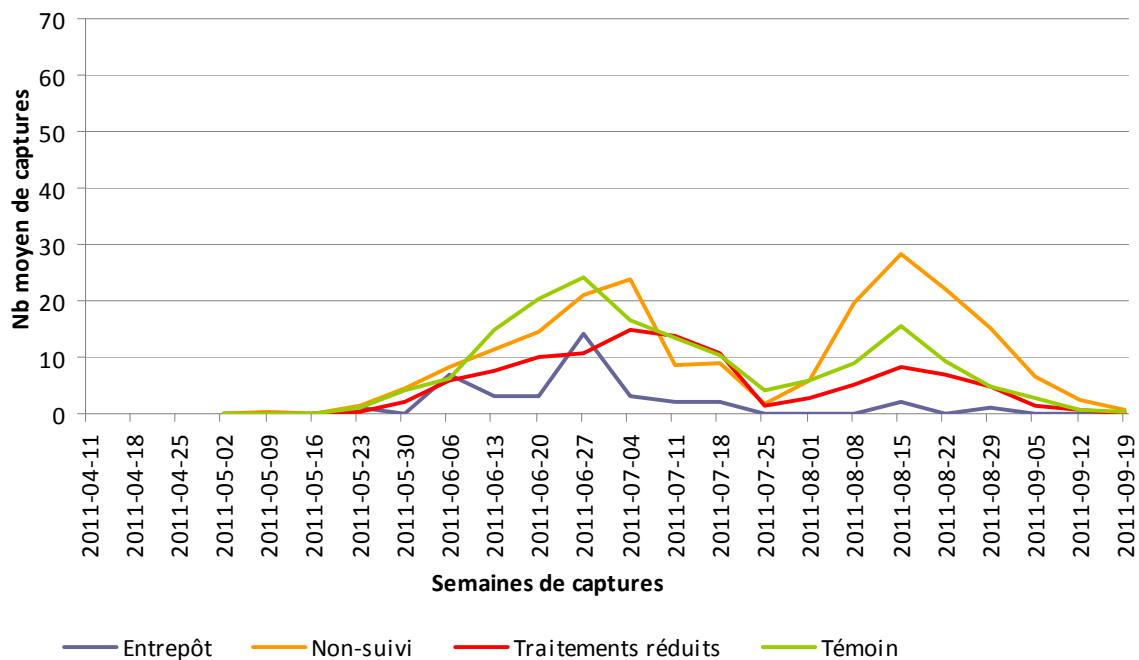


Figure 1. Captures moyennes des carpocapses de la pomme adultes par verger au cours de la saison 2011 en Montérégie-Ouest (La moyenne des vergers type "Témoin" est calculée sur 31 vergers suivis par le club des producteurs du sud-ouest).

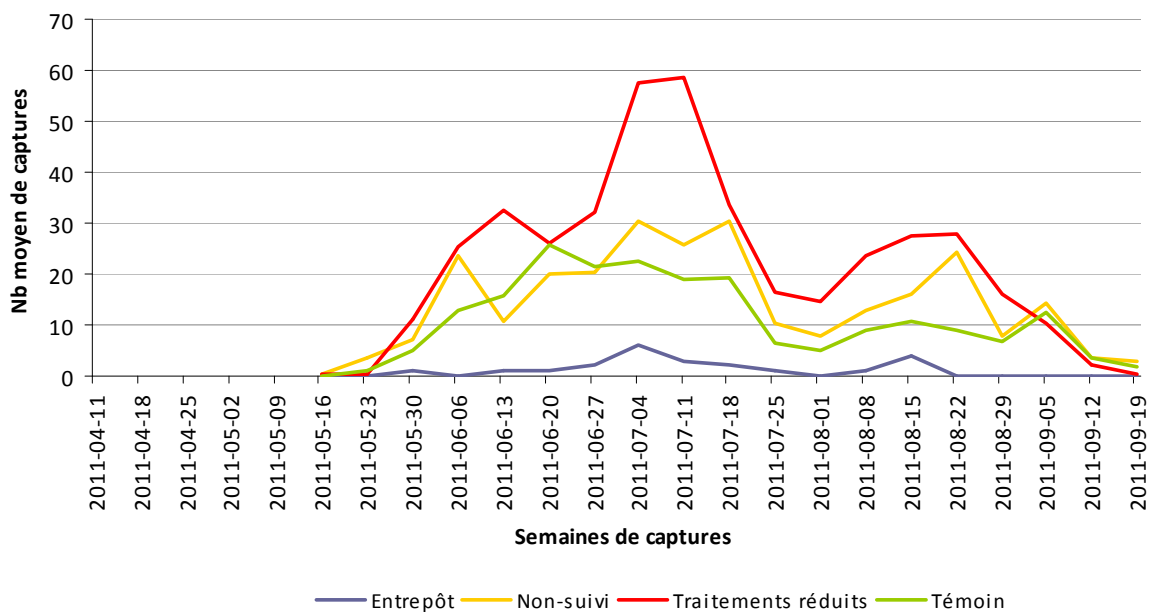


Figure 2. Captures moyennes des carpocapses de la pomme adultes par verger au cours de la saison 2011 en Montérégie-Est (La moyenne des vergers type "Témoin" est calculée sur 32 vergers suivis par le club Propomme).

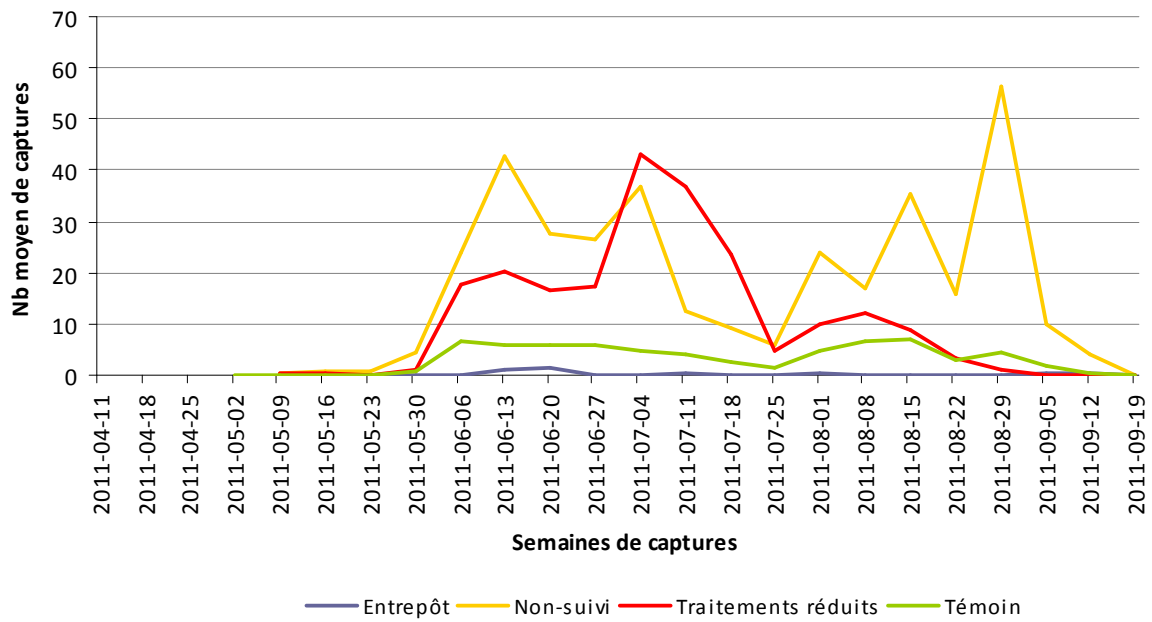


Figure 3. Captures moyennes des carpocapses de la pomme adultes par verger au cours de la saison 2011 dans les Laurentides (La moyenne des vergers type "Témoin" est calculée sur 22 vergers suivis par le club Agropomme).

Tableau 1. Moyennes des captures totales d'adultes de carpocapse et de tordeuse orientale du pêcher dans les vergers selon la catégorie et la région pour les deux années d'échantillonnage (moyenne \pm écart-type). Des lettres différentes indiquent une différence significative entre les catégories (HSD, $\alpha=0,05$)

Région	Type de verger	Année	n	Carpocapses	Stats	n	TOP	Stats
Laurentides	Non-suivi	2010	5	507,4 \pm 451,0	ANOVA, p=0,335		0	
	Témoin		5	193,2 \pm 166,4		0		
	Traitements réduits		5	216,6 \pm 198,6		0		
	Non-suivi	2011	5	353,8 \pm 178,2	ANOVA, p=0,093		0	
	Témoin		5	123,6 \pm 74,6		0		
	Traitements réduits		5	174,4 \pm 195,0		0		
Montérégie-Est	Non-suivi	2010	5	370,8 \pm 182,9	ANOVA, p=0,349	5	20,6 \pm 15,4	ANOVA, p=0,528
	Témoin		6	435,3 \pm 264,8		6	42,8 \pm 71,2	
	Traitements réduits		3	622,7 \pm 216,2		3	120,3 \pm 156,1	
	Non-suivi	2011	5	272,0 \pm 163,4	ANOVA, p=0,354	5	53,6 \pm 62,1	ANOVA, p=0,902
	Témoin		6	341,0 \pm 129,1		6	91,8 \pm 125,0	
	Traitements réduits		3	416,7 \pm 35,8		3	60,3 \pm 99,3	
Montérégie-Ouest	Non-suivi	2010	5	264,0 \pm 168,5	ANOVA, p=0,961	5	81,6 \pm 69,9	ANOVA, p=0,956
	Témoin		5	234,0 \pm 151,9		5	47,6 \pm 33,8	
	Traitements réduits		5	251,2 \pm 191,5		5	156,0 \pm 272,8	
	Non-suivi	2011	5	205,8 \pm 86,1	ANOVA, p=0,227	5	45,0 \pm 34,0	a
	Témoin		5	171,0 \pm 74,6		5	16,6 \pm 13,9	ab
	Traitements réduits		3	107,7 \pm 15,2		3	5 \pm 3,5	b

Suivi de la tordeuse orientale du pêcher (TOP)

Aucune capture de la TOP n'a été réalisée dans la région des Laurentides en 2011. En Montérégie-Ouest et Montérégie-Est, les populations de la TOP ont fluctué au cours de la saison, de façon identique quelque soit la catégorie de sites échantillonnées (figures 4 et 5). En Montérégie Ouest, les premières captures soutenues de la TOP ont débuté le 9 mai 2011 (figure 4). En Montérégie-Est, elles ont débuté le 16 mai 2011 (figures 5). Dans les deux régions où la TOP était présente, on observait trois vols générationnels. Un premier approximativement du 9 mai au 13 juin 2011 pour la Montérégie-Ouest et du 16 mai au 27 juin 2011 pour la Montérégie-Est, un deuxième vol approximativement du 20 juin au 8 août 2011 pour la Montérégie-Ouest et du 4 juillet au 8 août 2011 pour la Montérégie-Est et enfin, un troisième approximativement du 15 août au 20 septembre 2011 pour les deux régions (figures 4 et 5). Quelque soit la région, c'est lors du vol de première génération que l'on a capturé le plus grand nombre de TOP (figures 4 et

5). La moyenne des captures totales de TOP par verger a été significativement plus élevée pour la catégorie non-suivi, en Montérégie-Ouest en 2011 alors que pour les autres années et régions, aucune différence significative n'a été relevée (tableau 1).

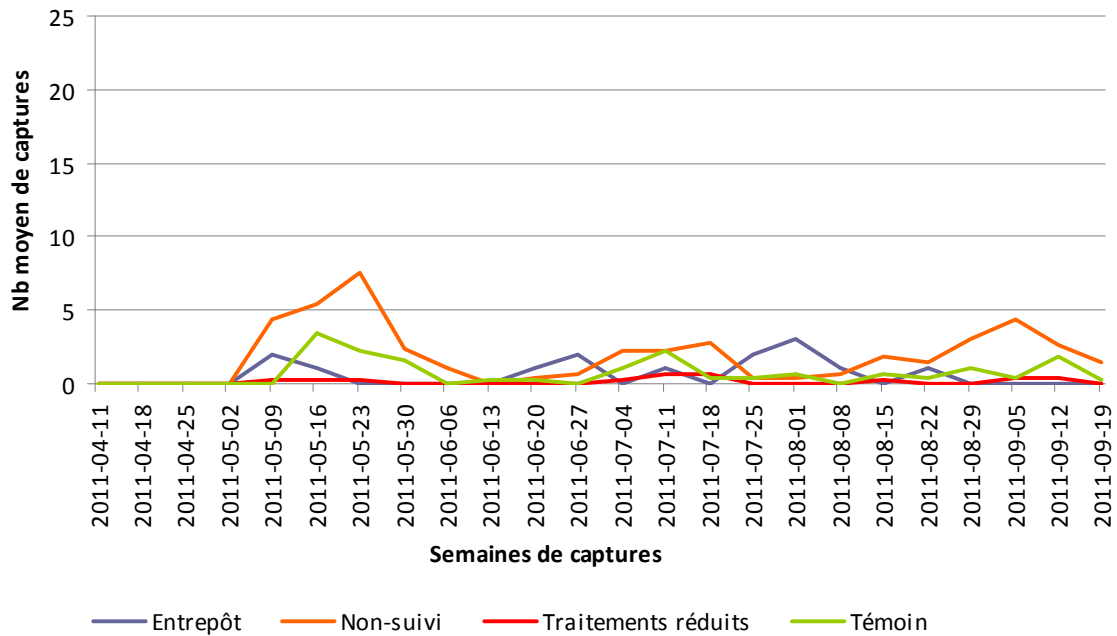


Figure 4. Captures moyennes des tordeuses orientales du pêcher adultes par verger au cours de la saison 2011 en Montérégie-Ouest.

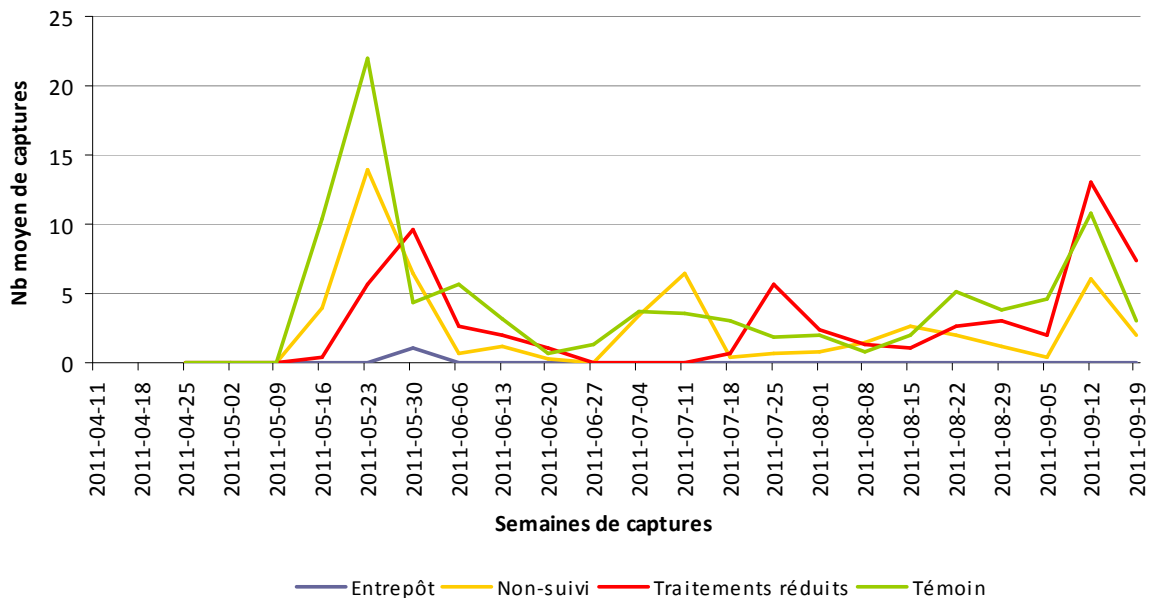


Figure 5. Captures moyennes des tordeuses orientales du pêcher adultes par verger au cours de la saison 2011 en Montérégie-Est.

Suivi des dégâts

D'une façon générale, quelque soit la région, le pourcentage moyen des dégâts a été plus faible dans la catégorie témoin et plus élevé dans la catégorie de vergers à traitements réduits (figure 6).

Montérégie-Ouest

C'est en Montérégie-Ouest que le pourcentage des dégâts a été globalement le plus faible. Quelque soit l'année d'échantillonnage, dans les vergers de la catégorie témoin ce pourcentage a été significativement plus faible que dans les deux autres catégories de vergers (en 2010 $F_{2,14}=5,77$; $p=0,0175$ et en 2011 $F_{2,12}=7,63$; $p=0,0097$).

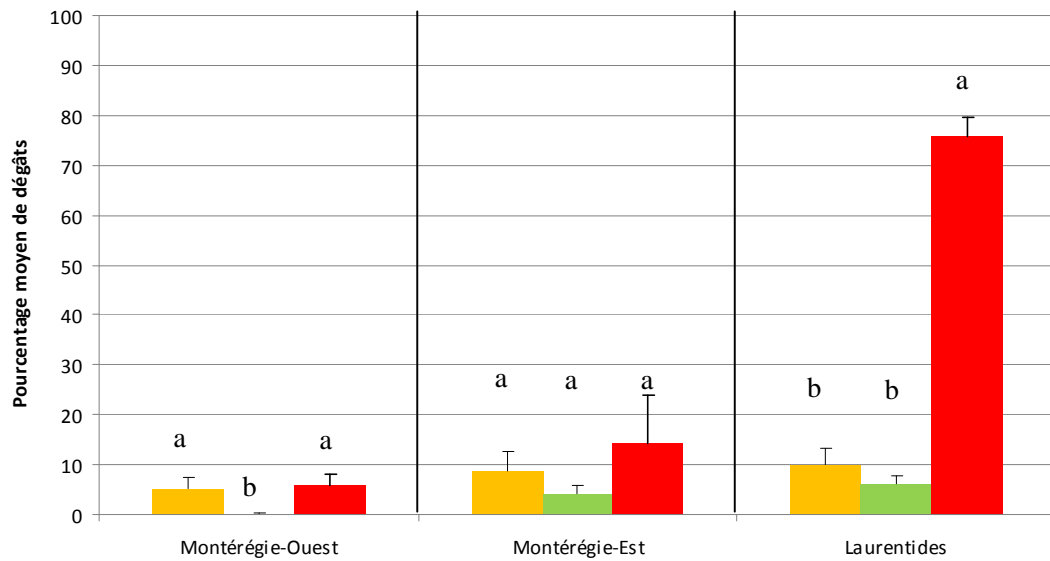
Montérégie-Est

La tendance observée en 2010 a été plus marquée en 2011. Le pourcentage des dégâts dans les vergers de la catégorie traitements réduits a été significativement plus élevé que dans les autres catégories de vergers en 2011 ($F_{2,13}=16,15$; $p=0,0005$).

Laurentides

Quelques soit l'année d'échantillonnage, le pourcentage moyen des dégâts a été significativement plus élevé dans les vergers de la catégorie traitements réduits (en 2010 $F_{2,13}=25,36$; $p<0,0001$ et en 2011 $F_{2,13}=8,49$; $p=0,0059$).

A)



B)

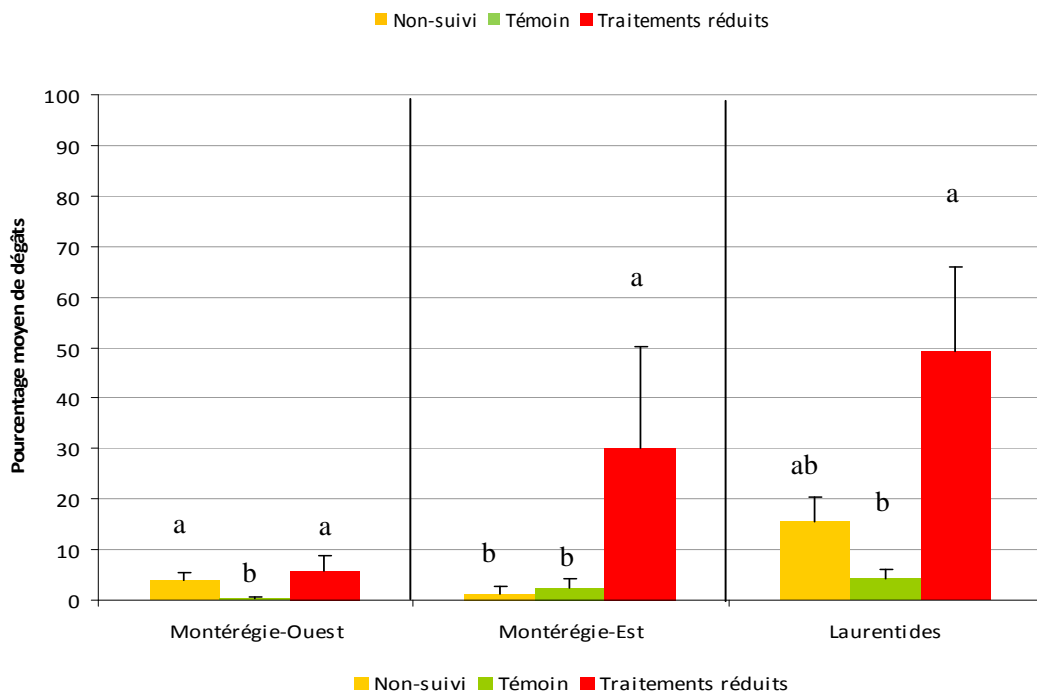


Figure 6. Pourcentage moyen des dégâts de "type carpocapse de la pomme" par verger, évalué à la récolte en 2010 (A) et en 2011 (B). Des lettres différentes indiquent une différence significative entre les catégories (HSD, $\alpha=0,05$)

Volet 2 : Observations détaillées des bennes (année 3)

Le volet 2 de ce projet a été réalisé de l'automne 2011 au printemps 2012 et avait pour objectif (1) de déterminer les proportions relatives de carpocapses et de TOP en fonction de la provenance géographique des bennes et de la régie (biologique ou conventionnelle) du verger d'origine et (2) de déterminer les patrons d'émergence des carpocapses et des TOP au sein des dépôts de bennes.

Dès leur entrée dans les sites d'entreposage, des bennes vides ont été isolées en les enveloppant individuellement dans des sacs de plastique. Des pièces collectrices (avec phéromone) ont été disposées sur ces sacs afin de permettre la récolte des adultes de carpocapse et TOP. Les pièces collectrices ont été relevées une fois, à la fin de la période d'émergence de la première génération de ces ravageurs. Les enveloppes ont été minutieusement retirées afin de récolter les papillons non recueillis dans les pièces collectrices. La variable mesurée a été le nombre d'adultes récoltés pour chaque espèce. Le nombre d'adultes récoltés a été comparé entre les traitements (origine et régie du verger). Trois sites d'entreposage (1 par région) ont été étudiés. Pour chacun des sites, 15 bennes ont été observées, soit 5 provenant de vergers conventionnels du Québec, 5 provenant de vergers conventionnels de l'extérieur du Québec et 5 provenant de vergers à régie biologique.

Au printemps, le patron d'émergence des adultes a été déterminé en fonction du nombre de degrés-jours accumulé dans les différentes parties des amas de bennes. En effet, dans les dépôts de bennes, il est possible que la température des bennes périphériques diffère de celle des bennes situées au centre des amas. Ces différences de température pourraient créer un étalement des émergences de lépidoptères, augmentant ainsi la période de susceptibilité des vergers avoisinants. Afin de vérifier cette hypothèse, la différence de température entre la partie périphérique et la partie centrale des tas de bennes a été déterminée en plaçant 15 thermomètres digitaux en périphérie (5 thermomètres par site) et 15 thermomètres digitaux dans la partie centrale (5 thermomètres par site) des tas de bennes. Les températures ont été comparées à l'aide d'analyses de variance.

- **Tests préliminaires**

Afin d'établir la technique optimale pour l'ensachage de bennes et la capture des spécimens potentiellement présents à l'intérieur des bennes, des tests préliminaires ont été réalisés en conditions extérieures, sur le site expérimentale de la ferme de l'IRDA à Saint-Bruno-de-Montarville. Trois variantes du dispositif décrit par Higbee *et al.* (2001) ont été testées entre le 8 juin 2011 et le 12 août 2012.

Contrôle de l'effet de serre du à l'ensachage des bennes

Trente chrysalides de carpocapse de la pomme et des thermomètres digitaux ont été introduits avant l'ensachage. Trois couleurs de sac de recouvrement de palette ont été comparés (noir, bleu et transparent). Un total de neuf bennes a été utilisé pour les tests préliminaires. Le dispositif avec sac noir a été retenu pour l'expérience car il a présenté un seul pic de température à 37°C en

pleine journée et a permis de capturer 90% des carpacses adultes issus des chrysalides introduites en début de pré-test (photo 1).

Description du dispositif

- Une armature formée de deux tubes de CPVC 12,7mm de diamètre et de 3,05m de long, croisés à l'intérieur de la benne, formant un support en dôme (photo 2).
- Tubes fixés à leur base à l'aide de U de cuivre.
- Benne glissée à l'intérieur d'un grand sac noir modèle S-11173 de 129,54 X 124,46 X 246,38 cm d'une épaisseur de 3mm (Uline, Brampton, ON).
- Sac fermé, formant un dôme à l'aide de ruban gommé gris Duck[®] (Shur Tech Brands, LLC, Avon, HO) (photo 1).
- Piège à anthonome du cotonnier modifié (Distributions Solida inc., Saint-Ferréol-les-Neiges, QC) avec une chambre de capture agrandie à l'intérieur de laquelle était placé une plaquette Vapona[®] (Centre agricole Bienvenue, Rougemont, QC) afin de tuer les individus capturés et les prédateurs potentiels (araignées, forficules, fourmis, etc.) (photo 3)
- Piège posée au sommet de la structure d'emballage (photo 3).
- L'ensemble posé sur une palette afin de permettre le déplacement des bennes sans risquer d'endommager le sac (Photo 1.).

N.B. : Aucune phéromone n'a été nécessaire pour capturer les adultes.



Photo 1. Bennes emballées posées sur palettes.



Photo 2. Détail de l'armature en CPVC pour le dispositif d'emballage de bennes



Photo 3. Détail de la pièce collectrice du dispositif d'emballage de bennes

- **Identification des sites expérimentaux**

De septembre à décembre 2011, les sites d'entreposage de bennes ont été sélectionnés (un par région). Avec l'aide conseillers des clubs d'encadrement technique et des représentants des entreprises d'entreposage, les stratégies d'identification des bennes et de suivi de chacune ont été établies. Au lieu de relever les captures uniquement à la fin de la période d'emballage, comme prévu, la fréquence de relevé des captures a été augmentée. Ce qui a permis de recueillir des spécimens en état de conservation permettant une identification facile.

Montréal-Ouest

Les bennes ont été sorties la semaine du 12 mars et emballées le 23 mars 2012. Les relevés de captures ont été réalisés les 26 avril, 01 juin et 07 juillet. Le déemballage et l'inspection de l'intérieur des sacs et bennes ont été effectués le 17 juillet 2012.

Montréal-Est

Les bennes ont été sorties la semaine du 12 mars et emballées le 13 avril 2012. Les relevés de captures ont été réalisés les 16 et 17 mai, 05 juin et 11 juillet. Le déemballage et l'inspection de l'intérieur des sacs et bennes ont été effectués le 16 juillet 2012.

Laurentides

Les bennes ont été sorties la semaine du 26 mars et emballées le 16 avril 2012. Les relevés de captures ont été réalisés les 15 mai, 1 juin et 5 juillet 2012. Le déemballage et l'inspection de l'intérieur des sacs et bennes ont été effectués le 18 juillet 2012.

- **Mise en place pour le profil de température des bennes**

Afin de réaliser le suivi sans nuire aux activités des entrepôts, l'empilage de bennes a été réalisé sur la ferme expérimentale de l'IRDA à Saint-Bruno-de-Montarville du 21 mars au 15 août 2012. Trente thermomètres de type Hobo[®] Pro v2 (Hoskin Scientific, Saint-Laurent, QC) ont été installés dans un empilage de 90 bennes (figures 7 à 11). Six bennes ont été requises afin de réaliser une pile en apparence de quatre bennes de hauteur.

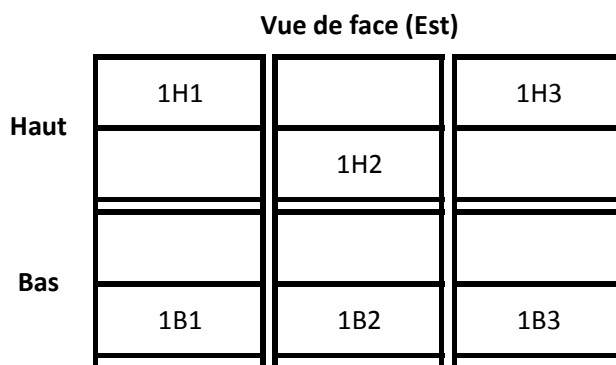


Figure 7. Schéma de la vue de face des bennes (côté Est) et positionnement des thermomètres dans l'empilage

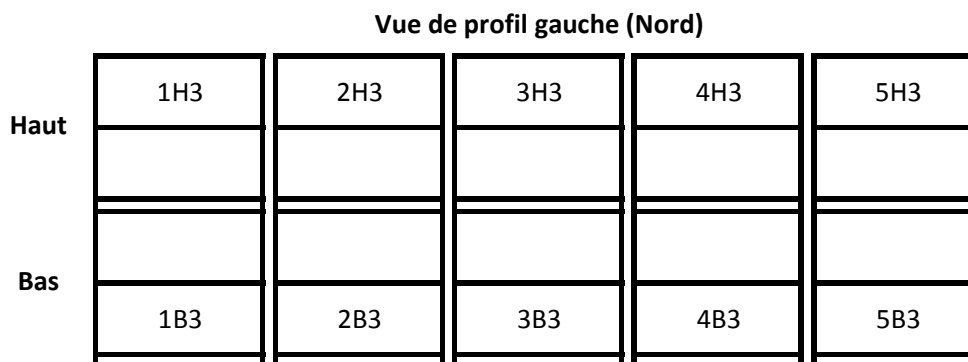


Figure 8. Schéma de la vue de gauche (côté Nord) et positionnement des thermomètres dans l'empilage

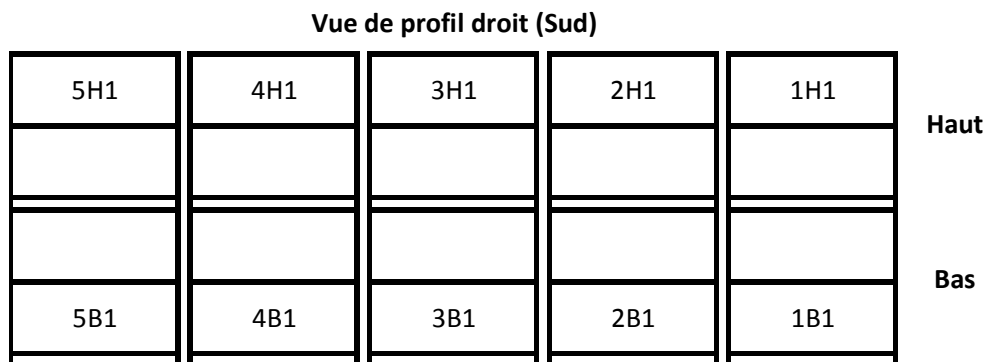


Figure 9. Schéma de la vue de droite (côté Sud) et positionnement des thermomètres dans l'empilage

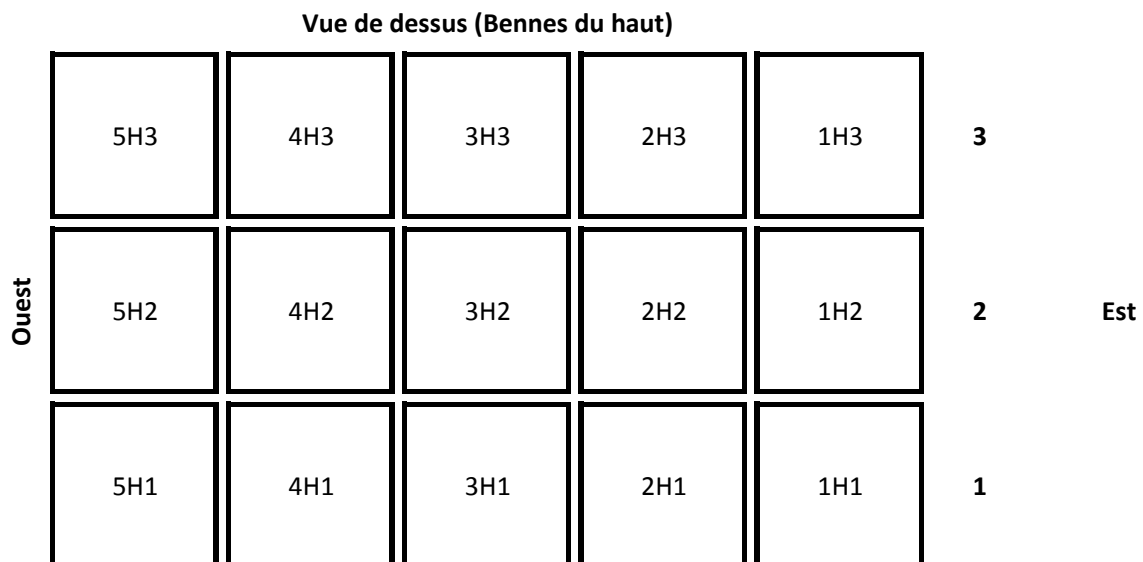


Figure 10. Schéma de la vue de dessus et positionnement des thermomètres dans l'empilage

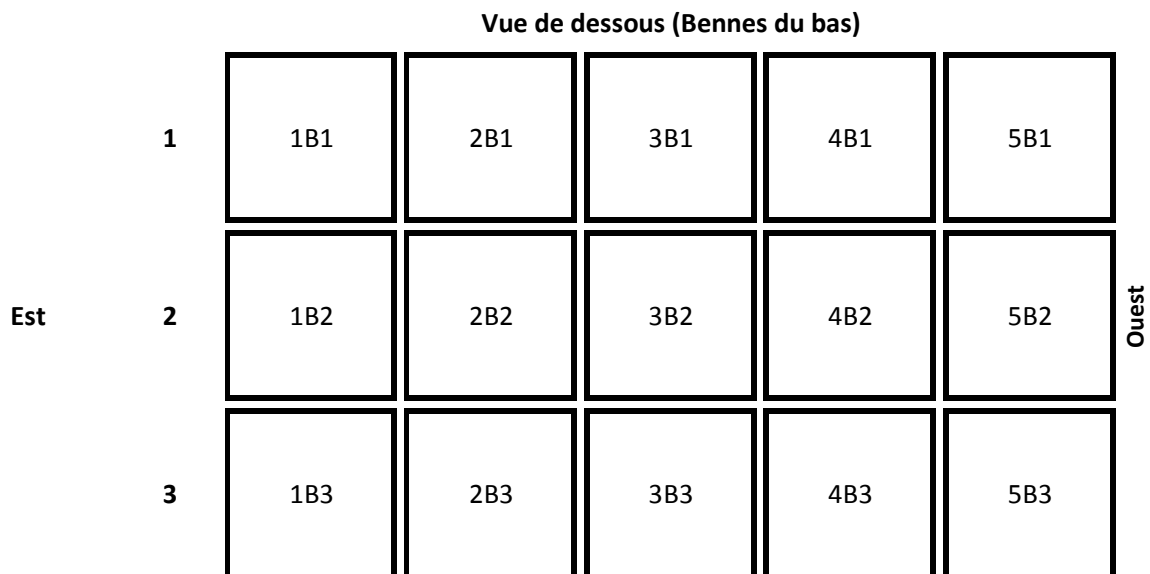


Figure 11. Schéma de la vue de dessous et positionnement des thermomètres dans l'empilage

- **Statistiques et analyses**

Aucune analyse statistique n'a été requise pour le suivi d'émergence des bennes car seules deux bennes provenant d'un verger ont eu de l'émergence d'adultes de carpocapses.

Le nombre de degrés-jours en base 10 (DJ_{10}) accumulé dans les bennes de pommes a été comparé graphiquement à la droite de 199 DJ_{10} d'accumulation correspondant au 5% d'émergence d'adultes du carpocapse correspondant au 1^{er} vol de mâles adultes de carpocapse selon le modèle prévisionnel de CIPRA (Bourgeois *et al.*, 2008).

- **Résultats**

Suivi de l'émergence dans les bennes de pommes

Quelque soit la provenance des bennes, aucun carpocapse ou TOP n'a été relevé dans les entrepôts de Montérégie-Ouest et des Laurentides. En Montérégie-Est, cinq carpocapses au total ont émergés de deux bennes de pommes provenant d'un verger biologique du Québec. À noter que le bois de ces bennes était en mauvais état et présentait de nombreuses anfractuosités. Aucun autre individu n'a été relevé dans les bennes de cette région.

Suivi des températures de bennes au printemps

Pour la période de vol de la première génération de carpocapses et TOP, les bennes ont présenté des profils d'accumulation de degrés-jours correspondant aux attentes (figure 12). La période du 1^{er} vol de mâles adultes de carpocapses calculée pour les bennes s'est étalé du 24 mai 2012 (bennes 1H1 et 5H3) au 05 juin 2012 (benne 4B2) soit sur 12 jours (figures 12, 13 et 14). Sous abri, ce premier vol théorique a été calculé au 27 mai 2012 (figures 13 et 14). Pour les bennes du

dessus, il s'est étalé sur 6 jours alors qu'il s'est étalé sur 11 jours pour les bennes du dessous (figures 13 et 14)

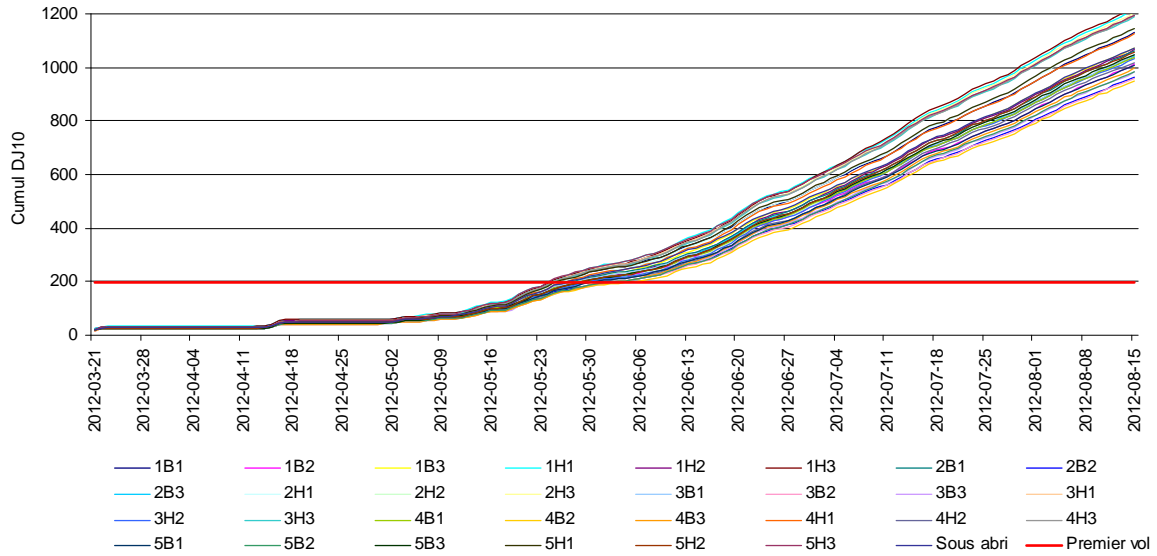


Figure 12. Profil général du cumul de DJ_{10} dans l'empilage de bennes

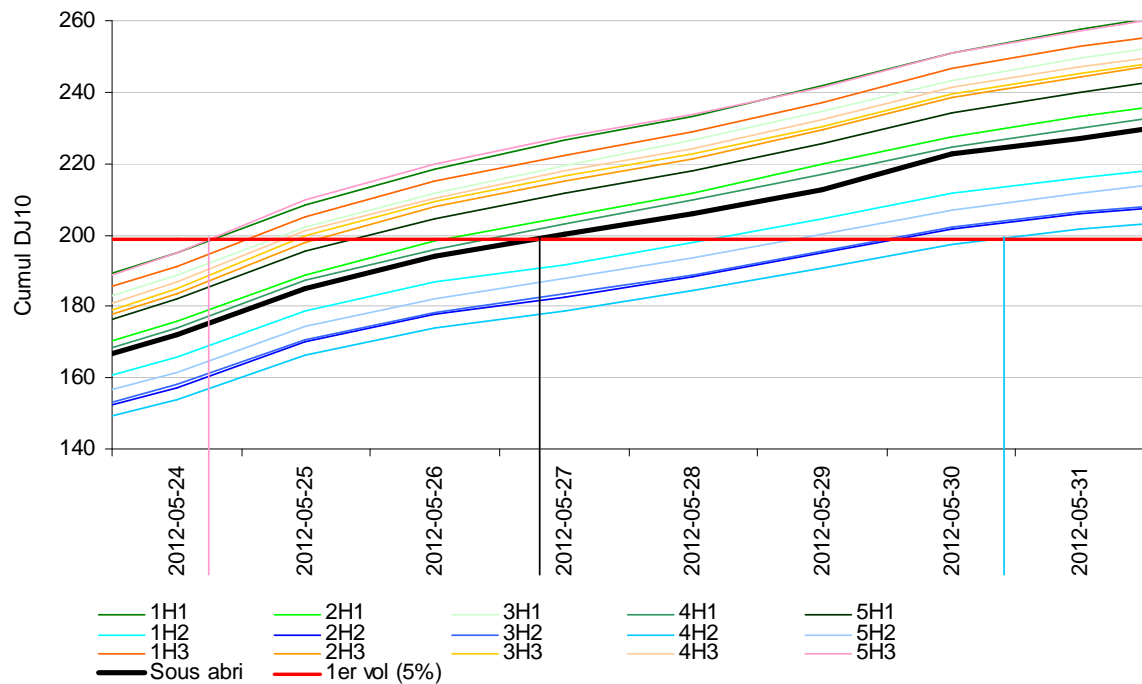


Figure 13. Profil du cumul de DJ_{10} dans les bennes du haut d'empilage (1H1 à 5H3)

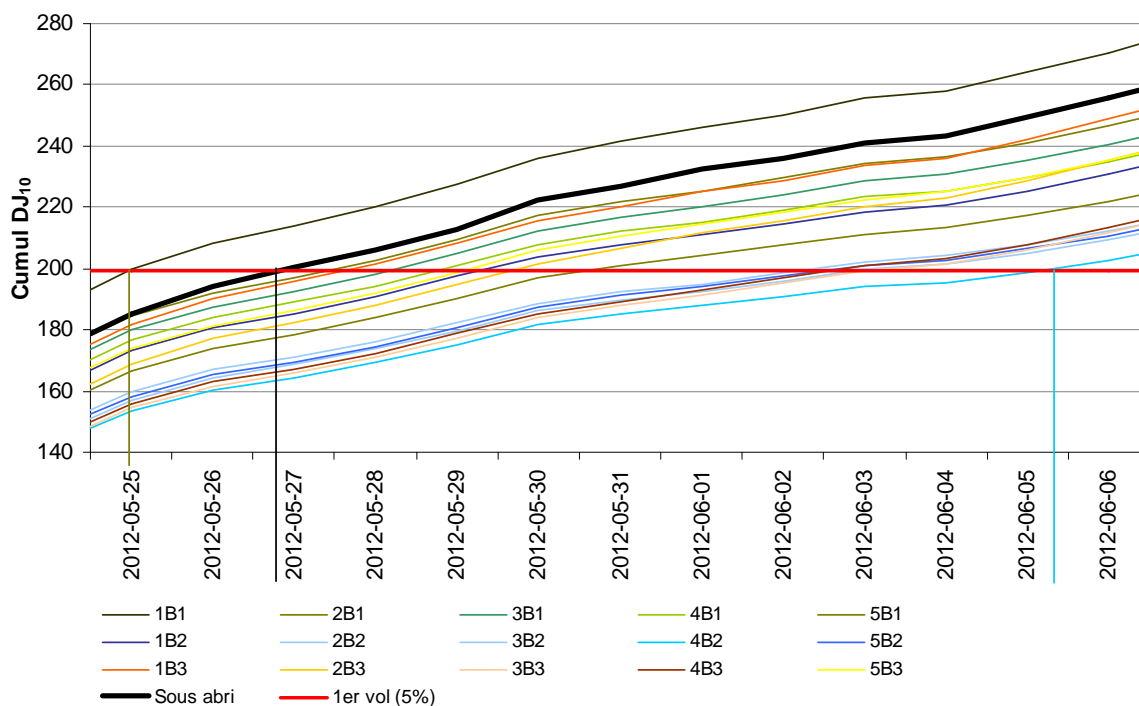


Figure 14. Profil du cumul de DJ_{10} dans les bennes du bas d'empilage (1B1 à 5B3)

Analyse globale

Les populations de carpocapses et TOP ont fluctué de façon identique entre les catégories de vergers pour les deux années d'échantillonnages et les trois régions suivies. Les populations de ces deux ravageurs étaient plus élevées dans le plus grand des entrepôts (entrepôt de Montérégie-Ouest). Cependant, quelque soit la région, le niveau de captures a toujours été plus faible en entrepôt qu'en verger, toutes années confondues. Les niveaux de captures de carpocapses ont été identiques entre les catégories de vergers et ceux de TOP ont été différents uniquement en Montérégie-Ouest, en 2011. Enfin, aucune capture de TOP n'a été faite dans la région des Laurentides. Globalement, les vergers ne semblent pas différents d'une catégorie à une autre. Cependant nous avons relevé une forte variabilité dans les niveaux de captures entre les vergers d'une même catégorie, ce qui ne nous permet pas de détecter une différence entre les catégories de vergers. Des analyses fines au niveau spatial et temporelle devront être effectuées afin d'établir l'effet de la proximité de certain vergers sur le niveau des captures des deux ravageurs suivis.

L'observation détaillée des bennes a permis d'établir que le niveau d'émergence des carpocapses de la pomme était très faible. Les seuls carpocapses observés ont émergé de bennes en mauvais état provenant d'un verger à régie biologique. De plus, sur les 45 bennes observées, aucune TOP n'a émergé. Bien que ces deux ravageurs puissent hiberner dans les bennes, il nous a été difficile de détecter leur présence fort probablement à cause des faibles niveaux de populations. Enfin, l'étude du profil d'accumulation de chaleur dans un empilement de 90 bennes, nous a permis d'établir que la période d'émergence des carpocapses provenant de bennes empliées peut s'étaler

sur une période de 12 jours. Les bennes périphériques accumulent plus rapidement de la chaleur et les bennes centrales accumulent plus lentement la chaleur. Il est donc à prévoir que dans un amas de plusieurs centaines de bennes l'étalement de la période d'émergence soit plus accentué.

2.2 DIFFUSION DES RÉSULTATS

Activités prévues de L'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (Thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au CDAQ et à AAC (logo, mention)
1 article scientifique (résultats du volet 1) 1 article scientifique (résultats du volet 2)	Communication scientifique à la 138e réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec Cf. Annexe 1	Congrès destiné à la communauté scientifique des entomologistes du Québec. Thème: <i>Les relations plantes-insectes</i> Titre de l'affiche : Portrait des sources régionales d'infestation des lépidoptères internes de la pomme Orford, Qc, Ca	Novembre 2011	100-200	Affichage des logos et remerciements de ces organismes dans la section <i>Remerciements</i> .
Présentation des résultats lors des Journées horticoles des Laurentides, Journées horticoles de Saint-Rémi, Journées pomicoles, etc.	Journée technique Agropomme 2012 Cf. Annexe 2	Journée destinée aux producteurs et conseillers pomicoles	Décembre 2012	50-100	Affichage des logos et mention orale de la contribution de ces organismes.
Présentation dans colloque international	Communication scientifique au XXIV <i>International Congress of Entomology</i> Cf. Annexe 3	Congrès destiné à la communauté internationale scientifique des entomologistes. Thème: <i>New Era in Entomology</i> Titre de l'affiche : Status of the Codling Moth and the Oriental Fruit Moth Populations in Apple Orchards of Quebec, Canada. Daegu, Corée	Août 2012	2500-3000	Affichages des logos et et remerciements de ces organismes dans la section <i>Remerciements</i> .
Fiches d'informations sur Agri-Réseau	Non réalisée car aucune différence statistique, à venir	Site internet destinés aux chercheurs, aux agronomes et aux producteurs du Québec	Date prévue: Janvier 2013-Juillet 2013	Environs 500	Remerciements de ces organismes dans la section "remerciements".

Activités prévues de L'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (Thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au CDAQ et à AAC (logo, mention)
Présentation aux journées annuelles sur la recherche et l'innovation Technologique	Présentation de la 1ère année d'échantillonnage Cf. Annexe 1 du rapport d'étape	Thème: Journées destinées aux membres du Groupe d'experts en protection du pommier (conseillers, industries, FPPQ, chercheurs, etc.). Titre: Écologie saisonnière des lépidoptères des genres <i>Cydia</i> et <i>Grapholita</i> en vergers de pommiers au Québec.	2 février 2011	30-40	Affichages des logos et mention orale de la contribution de ces organismes.

3. CONCLUSIONS

- Objectif 1

Le rôle des vergers à traitements réduits et non suivi dans la problématique de l'augmentation du carpocapse en Montérégie-Est, Ouest et dans les Laurentides n'a pu être démontré. La catégorisation des vergers que nous avons faite ne semble pas être un facteur majeur dans cette problématique. De plus, notre étude montre qu'aucune population de TOP n'est établie dans les vergers et entrepôts échantillonnés dans les Laurentides.

Le suivi de captures des carpocapses et TOP dans les sites d'entreposages de bennes de pommes et l'observation détaillée de ces bennes nous a permis d'établir qu'une faible quantité de ces deux ravageurs est présente dans les bennes et que leurs émergences peuvent s'étaler sur plusieurs semaines à cause de l'inertie thermique créée par la grande masse de bennes entreposées. Bien que l'entreposage de bennes ne soit pas un facteur majeur dans l'augmentation des populations, les bennes restent un moyen de transport et d'introduction de nouvelles espèces comme la TOP et de souches de carpocapses résistantes à certains insecticides (Blomefield et Geertsema, 1990 et Higbee *et al.* 2001).

- Objectif 2

L'identification des zones régionales d'infestations de carpocapse et de TOP permet de proposer des solutions ou d'éliminer certains facteurs explicatifs à la problématique de l'augmentation du carpocapse dans certaines régions et l'apparition de la TOP au Québec. Puisque la catégorisation que nous avons établie n'est pas un facteur explicatif pour ces problématiques, une analyse spatiale et temporelle des captures de carpocapses et TOP des différents vergers devrait être effectuée. Le patron spatio-temporel ainsi établi devra être comparé à l'historique de traitements à l'aide d'insecticides organophosphorés (OP) de ces vergers et l'incidence de la résistance des carpocapses aux OP, deux autres facteurs explicatifs pour l'augmentation des populations de carpocapse.

Afin de diminuer l'étalement de l'émergence des ravageurs hibernant dans les bennes, la solution proposée serait de diminuer le nombre de bennes par amas et favoriser l'aération entre les amas. Cette ventilation naturelle permettrait de favoriser les échanges de chaleur et ainsi diminuer l'inertie thermique existante dans de gros amas unique.

Afin de réduire la quantité de ravageurs hibernant dans les bennes de bois, de nombreuses études ont proposé divers traitements durant la récolte, l'entreposage et la sortie d'entreposage : nématodes entomophages, fumigation, chaleur, trempage et utilisation de bennes en plastique (Cossentine *et al.* 2004, Cossentine *et al.* 2010, Hansen *et al.* 2006, Higbee *et al.* 2001, Neven *et al.* 1996, Randall *et al.* 2011). Les recommandations les plus applicables sont :

- 1) Choix de bennes - Utiliser des bennes en plastique ou utiliser des bennes de bois en bon état, ne présentant pas de planches avec anfractuosités;
- 2) Présence des bennes dans le verger – Placer les bennes dans le verger uniquement pendant la période où elles seront remplies de pommes. Une fois remplies, les transporter rapidement en entreposage;

- Pérennité du projet

Grâce à la collaboration de conseillers pomicoles des Laurentides et de la Montérégie ainsi que la participation des producteurs, des entrepositaires et des transformateurs des trois régions visées par l'étude, les équipes de recherche du CRAM et de l'IRDA ont pu éliminer les facteurs de catégorisation de vergers de la liste des hypothèses expliquant l'augmentation des problèmes causés par les lépidoptères internes de la pomme. La collaboration étroite avec les conseillers pomicoles notamment Agro-Pomme, le Club des producteurs du Sud-Ouest et Pro-pomme permettra d'assurer la pérennité du projet et de diffuser largement les résultats de ce projet.

- Suites possibles au projet

Notre étude a mis en lumière la nécessité d'étudier d'autres facteurs pouvant induire l'augmentation des populations de carpocapse dans les différentes régions pomicoles du Québec. D'une part l'influence de l'historique des traitements par verger dans les niveaux de captures des lépidoptères internes de la pomme et d'autre part l'influence de la résistance à certains insecticides (dont les organophosphorés) dans l'augmentation et la saisonnalité des populations de carpocapses.

Enfin notre étude propose des méthodes de réduction de la quantité de lépidoptères internes diapausants dans les bennes. Ces méthodes devront faire l'objet d'évaluations sous nos conditions afin de s'assurer de leur efficacité.

4. HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE

Au cours des dernières années, une hausse importante des populations du carpocapse de la pomme (carpocapse) et l'apparition de la tordeuse orientale du pêcher (TOP) ont été observées dans plusieurs régions pomicoles du Québec. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces changements dans les populations de lépidoptères internes de la pomme. Nous avons donc cherché à identifier les sources régionales d'infestation de ces deux ravageurs dans les Laurentides, en Montérégie-Ouest et Montérégie-Est. Notre projet visait tout d'abord à déterminer si les vergers à traitements réduits, ceux sans dépistage par un club conseil et l'entreposage des bennes de pommes pouvaient constituer des sources d'infestation régionale du carpocapse et de la TOP. Suite aux résultats, des propositions de solutions réalistes visant à diminuer les sources d'infestations de ces deux ravageurs concluraient le rapport. Pour les trois régions visées, les deux premières années d'échantillonnages ont permis d'évaluer les fluctuations et niveaux de captures des carpocapses et TOP selon les catégories de sites (vergers et entrepôt). La troisième année a permis de faire un suivi détaillé des bennes concernant l'émergence des deux ravageurs et l'accumulation de chaleur à l'intérieur des amas de bennes. Notre projet a permis d'établir que la catégorisation des vergers ne peut être un facteur explicatif dans l'augmentation des populations de carpocapses et TOP et qu'il n'y a aucune population de TOP établie dans les sites échantillonnés des Laurentides. De plus, ce projet a mis en évidence que les bennes ne contribuent pas à l'augmentation des populations de lépidoptères internes mais peuvent être une source d'introduction de ces derniers. Enfin ce projet propose des recommandations pour diminuer l'impact des bennes dans l'apport régional de carpocapses et TOP. Les méthodes proposées devront faire l'objet d'évaluations d'efficacité sous nos conditions. Ce projet a mis en lumière la nécessité d'étudier l'historique des traitements des vergers et la résistance des carpocapses à certains insecticides comme étant des facteurs explicatifs de l'augmentation de leurs populations dans les vergers du Québec.

5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES

Plusieurs modifications ont été apportées au sein de l'administration du CRAM en 2011. Les frais fixes ont été analysés et de nouveaux taux journaliers ont été établis selon ces modifications. Un document relatant les détails de l'établissement des taux journaliers utilisés a été acheminé au CDAQ en 2011. Comme ces modifications n'étaient pas en vigueur en 2010, dans le plan de financement, les taux journaliers de 2010 sont établis selon les anciennes normes et ceux de 2011 selon les nouvelles. Si vous désirez plus de détails concernant les modifications des taux journaliers, n'hésitez pas à me contacter.

Voir le plan de financement joint.

ANNEXE

Annexe 1. Communication scientifique à la 138^e réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec

Portrait des sources d'infestation des lépidoptères internes de la pomme

irda
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

Vanoosthuyse, F.¹, G. Chouinard¹, C. Provost², S. Campagnaro² et D. Cormier¹

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)
3300, rue Sicotte, C. P. 480 - Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 7B8
fvanoosthuyse@irda.qc.ca

² Centre de recherche en agriculture de Mirabel (CRAM)
9550, rue de Belle-Rivière - Mirabel (Québec) J7N 2X8
cram@crsam.qc.ca

CRAM
CENTRE DE RECHERCHE EN AGRICULTURE DE MIRABEL

Introduction

Au cours des dernières années, une hausse importante des populations de carpocapse de la pomme, *Cydia pomonella* (L.), a été observée dans plusieurs régions pomicoles du Québec. De plus, un autre lépidoptère interne (L.I.), la tordeuse orientale du pommier (TOP), *Grapholitha pomivora* (Hufnag.), a été observé pour la première fois en 2002 dans un verger de la Montérégie-Ouest (M-Ouest) (Bélisle et al. 2007). Depuis 2007, un suivi régulier des adultes révèle que l'aire de distribution de la TOP et les niveaux de populations de carpocapse augmentent continuellement. Ces augmentations pourraient s'expliquer par (1) l'augmentation du nombre de tonnes de pommes importées par les industries de transformation et d'emballage et (2) l'augmentation du nombre de vergers abandonnés situés près des vergers commerciaux. Afin de déterminer les sources potentielles d'infestation, nous avons donc suivi le vol des adultes mâles de carpocapse et de TOP en M-Ouest, en Montérégie-Est (M-Est) et dans les Laurentides.

Matériel et Méthode

-Tableau 1. Nombre de sites échantillonnés par catégorie selon la région.

	M-Ouest		M-Est		Laurentides	
	Carpocapse	TOP	Carpocapse	TOP	Carpocapse	TOP
Echantillon	1	1	1	1	1	2
Suivi	41	5	32	5	20	3
Non-suivi	5	5	5	5	5	5
Abandonnés	5	5	3	1	5	5

-Catégories de sites d'échantillonnage:
 Catégorie (sites d'entreposage de pommes)
 Suivi (vergiers suivis par des échantillons)
 Non-suivi (vergers non-suivis, pas d'écchantillons)
 Abandonnés (vergers désaffectés pour antennes et)

-Méthodes d'échantillonnage:
 -Carpocapse: 03 mai - 20 septembre 2010 (M-Ouest),
 01 mai - 20 septembre 2010 (M-Est et Laurentides).
 -TOP: 12 avril - 30 septembre 2010 (M-Ouest),
 12 avril - 20 septembre 2010 (M-Est et Laurentides).

-Identification: Carpocapse: sur le terrain à chaque relevé de piège.
 TOP: conservées au congélateur et identifiées selon les critères taxonomiques suivants par la Laboratoire de diagnostic phyto-pathologique du MAPAQ (Heinrich, 1936; Chapman et Lienk, 1971; Chouinard, 1989).

Résultats

-Captures totales (tableau 2):
 Carpocapse: toutes catégories de vergers combinées, le moyenne des captures totales a été plus élevée respectivement en M-Est (329,38 carpocapses/piège) que M-Ouest (118,222 carpocapses/piège) et que dans les Laurentides (149,843 carpocapses/piège).
 TOP: toutes catégories de vergers combinées, le moyenne des captures totales a été plus élevée en M-Ouest (95641 TOP/piège) qu'en M-Est (115237TOP/piège). Aucune capture n'a été observée dans les Laurentides.

-Tableau 2. Moyennes des captures totales de carpocapse de la pomme et de tordeuse orientale du pommier selon la région et la catégorie.

Carpocapse	M-Ouest (M = moyenne)		M-Est (M = moyenne)		Laurentides (M = moyenne)	
	Site	TOP	Site	TOP	Site	TOP
Echantillon	106	11	11	6,5	0	0
Suivi	1647,81 (40)	1147,81 (24)	1061,41 (33)	42,81 (9)	110,34 (18)	0
Non-suivi	118,22 (5)	11 (5)	118,22 (5)	5 (5)	207,42 (24)	0
Abandonnés	741,13 (15)	11 (5)	102,74 (16)	11 (5)	74,13 (15)	0

-Les différences significatives (préval) indiquent que les moyennes sont différentes.
 En M-Ouest et M-Est, quel que soit le verger, aucune différence significative n'a été observée entre les différentes catégories de vergers (tableau 2).
 M-Ouest: Carpocapse, respectivement pour la M-Ouest et M-Est, $\chi^2 = 9,2626$, $P = 0,0048$ et $\chi^2 = 8,4970$, $P = 0,0040$.
 TOP respectivement pour la M-Ouest et M-Est, $\chi^2 = 1,9285$, $P = 0,5975$ et $\chi^2 = 0,3900$, $P = 0,5276$.
 Dans les Laurentides, le moyenne des captures totales de carpocapse a été significativement plus élevée dans les vergers non-suivis que dans les vergers suivis et abandonnés ($\chi^2 = 0,2592$, $P = 0,3326$) (tableau 2).
 Répétitions géographiques des captures de carpocapse (figure 1a-c):
 M-Ouest: les nombres de captures les plus élevés ont été observés dans le mont de Saint-Antoine-Alex (figure 1a).
 M-Est: les nombres de captures les plus élevés ont été observés dans les vergers suivis à l'ouest du mont Royalmont. De plus, au sud, on observe une diminution du nombre de captures partant d'un verger à l'autre (figure 1a).
 Laurentides: le nombre de capture le plus élevé a été observé dans un verger non-suivi (figure 1c).

Discussion

-Si, de différence de ce qui sont attendus, les faibles quantités de carpocapses et de TOP, capturées dans les vergers des différentes régions nous indiquent qu'il serait peu probable que ces sites aient été, durant la saison 2010, des zones d'infestation régionales. Cela pourrait par que les sites d'échantillonnage possèdent être une zone d'infestation de sources régionales d'origine, déjà présentes ou de nouvelles espèces, ce qui aurait à surveiller dans les prochaines années concernant la TOP, actuellement absente dans les Laurentides.

-Le niveau d'infestation ne semble pas être une aux mêmes types de catégories de verger définies dans notre étude. Toutefois certaines zones géographiques semblent plus infestées que d'autres, selon les régions d'échantillonnage.

-Afin d'avoir une meilleure image des sources d'infestations des lépidoptères internes de la pomme, une seconde année d'échantillonnage est en cours dans les trois régions étudiées et une étude plus détaillée de l'entreposage de pommes est à venir.

Remerciements

Un grand merci à nos collègues de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Bernard Jodanis et Thomas Lacombe (agronomes), Frédéric Poirier (agronome), Stéphane Lévesque (CST), professeurs de l'Université de Saint-Jacques, les producteurs agricoles et leurs familles (Laurentides) et les agriculteurs de la région de la Montérégie-Ouest.

Références

Bélisle, G., G. Chouinard et D. Provost. 2007. Occurrence of lepidopteran internal (Lepidoptera: Tortricidae) fruitworms causing damage of apples in Québec, Can. Entomol. 139: 232-240.
 Heinrich, C. 1936. Revision of the North American Tortric of the Subfamily Tortricinae and Distribution. United States National Museum Bulletin 180: 1-194.
 Chouinard, G. & Lienk, S.E. 1971. Tortricid fruit of apple in New York. Entomology. Extension New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, New York, 122.
 Chouinard, G. 1989. Révisé des Tortricidae de la pomme (Lepidoptera: Tortricidae) en France et Belgique. Rev. Entom. 36(4): 309-314.

Figure 1. Répartition géographique des captures de carpocapse de la pomme dans les vergers échantillonnés en M-Ouest (a), en M-Est (b) et dans les Laurentides (c) pour la saison 2010. La taille des cercles correspond à la quantité de captures capturées. Le couleur représente la catégorie de site d'échantillonnage.

Remerciements

Un grand merci à nos collègues de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Bernard Jodanis et Thomas Lacombe (agronomes), Frédéric Poirier (agronome), Stéphane Lévesque (CST), professeurs de l'Université de Saint-Jacques, les producteurs agricoles et leurs familles (Laurentides) et les agriculteurs de la région de la Montérégie-Ouest.

Références

Bélisle, G., G. Chouinard et D. Provost. 2007. Occurrence of lepidopteran internal (Lepidoptera: Tortricidae) fruitworms causing damage of apples in Québec, Can. Entomol. 139: 232-240.
 Heinrich, C. 1936. Revision of the North American Tortric of the Subfamily Tortricinae and Distribution. United States National Museum Bulletin 180: 1-194.
 Chouinard, G. & Lienk, S.E. 1971. Tortricid fruit of apple in New York. Entomology. Extension New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, New York, 122.
 Chouinard, G. 1989. Révisé des Tortricidae de la pomme (Lepidoptera: Tortricidae) en France et Belgique. Rev. Entom. 36(4): 309-314.

Figure 1. Répartition géographique des captures de carpocapse de la pomme dans les vergers échantillonnés en M-Ouest (a), en M-Est (b) et dans les Laurentides (c) pour la saison 2010. La taille des cercles correspond à la quantité de captures capturées. Le couleur représente la catégorie de site d'échantillonnage.

Problématique des lépidoptères internes de la pomme:

contribution des vergers et des bennes

Franz Vanoosthuyse
Daniel Cormier
Caroline Provost



Avec la participation de ... un GROS MERCI

- Sylvie Bellerose, Martin Duquette, Alessandro Dieni, Gaëlle Charpentier, Francine Pelletier et Gérald Chouinard, IRDA
- Stefano Campagnaro, Bruno Fréchette, CRAM
- Roland Joannin, Agropomme
- Yvon Morin, Pro-Pomme
- Nathalie Tanguay, CET producteurs du sud-ouest
- Producteurs participants
- Mario Fréchette, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection-MAPAQ

La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce à la contribution financière du Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire (PASCAA). Ce programme d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) est livré par l'intermédiaire du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ).



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

