

**ENTOMOFAUNE EN HAIES BRISE VENT RIVERAINES
DE MISSISQUOI
BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE AUX BROCHETS**

**RAPPORT RÉALISÉ POUR L'ORGANISME DE BASSIN VERSANT
DE LA BAIE MISSISQUOI**



12 FÉVRIER 2019

Rapport réalisé pour l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi dans le cadre du projet Entomofaune en haies brise vent riveraines de Missisquoi – bassin versant de la rivière aux Brochets (Phase II).

Ce projet a été financé par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) dans le cadre du Programme d'appui au développement en agriculture et agroalimentaire en région.

Document à citer :

G. Labrie, C. Lussier, J. De Almeida, S. Brazeau, C. Mercier, C. Tartera. 2019. Entomofaune en haies brise vent riveraines de Missisquoi – bassin versant de la rivière aux Brochets, Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi , CLG AGFOR 38 p., Bedford (Québec)

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Planification et coordination du projet

Charles Lussier, géographe, C L G AGFOR

Travaux terrain

Catherine Mercier, géographe

Rapport d'arthropodes et identification des insectes

Geneviève Labrie, entomologiste, consultante

Rapport d'agroéconomique

Stéphanie Brazeau, agr., Groupe ProConseil

Cécile Tartera, agr. Groupe ProConseil

Identification des insectes

Jennifer De Almeida, biologiste-entomologiste

Consultante

Cartographie

Frédéric Chouinard, chargé de projet

Organisme de bassin versant baie Missisquoi

Remerciements

L'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi remercie Charles Lussier, de CLG AGFOR et Geneviève Labrie pour leur contribution à l'ensemble des travaux réalisés en 2013 et pour leur contribution et grande collaboration pour les travaux réalisés en 2018.

Nous remercions de plus pour leurs contributions au projet :

Éric Du Pasquier, Ferme des Colombettes Inc., Marc Forgues, Ferme Violait Inc., Sylvain Duquette, Ferme Macyridge, Michel Tétreault, producteur agricole, Éric Lucas, Université du Québec à Montréal (UQÀM), David Rivest, Université du Québec en Outaouais (UQO)

TABLE DES MATIERES

1. Rapport entomologique	4
1.1 Mise en contexte	5
1.2 Méthodologie	6
1.3 Résultats	6
1.4 Discussion	15
2. Rapport agroéconomique	18
2.1 Thrips	18
2.2 Pucerons du soya	18
2.3 Conclusion	22
Références	23
Annexes	
Annexe 1	
Produits commerciaux et risques associés aux traitements contre le thrips dans la culture de blé de printemps	25
Annexe 2	
Produits commerciaux et risques associés aux traitements contre le puceron du soya dans la culture de soya	26
Annexe 3	
Carte du territoire du projet	28
Carte des 5 sites d'échantillonnage	29
Cartes et photos Sites A et B	30
Cartes et photos Sites C	35
Cartes et photos Sites D	37
Cartes et photos Site M – témoin herbacé	38

1. RAPPORT ENTOMOLOGIQUE, GENEVIÈVE LABRIE, ENTOMOLOGISTE

1.1 Mise en contexte

Depuis 2003, l'ex-Coopérative de Solidarité du bassin versant de la rivière aux Brochets (CSBVRB), l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM) et CLG AGFOR ont aménagé près de 33 km de haies brise vents riveraines et de corridors d'arbres feuillus dans le bassin versant de la rivière aux Brochets. Ces travaux ont pour but entre autre d'améliorer la qualité de l'eau en milieu agricole et de créer de nouveaux habitats fauniques riverains. Depuis 2007, des travaux d'entretiens sur les 14 000 arbres, des suivis agrosylvicoles (maladies, croissances d'arbres, biodiversité) et des études techniques et scientifiques y ont été réalisées par CLG AGFOR avec l'OBVBM et l'ex-CSBVRB, dissoute en mars 2014. Suite à des mesures de croissances de 2017, les arbres des HBVR ont entre 5 et 11 m de hauteur.

En 2013, pour le projet *Agrosylviculture riveraine de Missisquoi*, l'équipe de Geneviève Labrie du CEROM, celle de Charles Lussier, CLG AGFOR et de l'ex-CSBVRB ont réalisé une des premières études au Québec sur l'entomofaune des haies brise vents riveraines (HBVR) aménagées en feuillus et résineux en alternance (Lussier, 2014). L'équipe de Geneviève Labrie a réalisé l'identification détaillée d'une soixantaine d'espèces et de groupes taxonomiques d'insectes et d'arthropodes capturés par trois types de pièges dans les haies. Le projet *Entomofaune en HBVR de Missisquoi* de l'OBVBM est la suite du projet de 2013 avec des inventaires aux champs et une analyse coûts-bénéfices pour les entreprises agricoles.

Les objectifs du projet en 2018 étaient de :

-Déterminer l'abondance des ravageurs des grandes cultures et les ennemis naturels (prédateurs) présents dans les haies brise-vent riveraines (HBVR) de 15 ans adjacentes à des champs de grandes cultures et comparer aux résultats de 2013;

-Évaluer la dispersion aux champs des ravageurs et des prédateurs inventoriés dans les HBVR;

-Évaluer sommairement les coûts et bénéfices au champ de cette lutte biologique selon les résultats obtenus pour multiplier ce type d'aménagement agroforestier en grandes cultures.

1.2 Méthodologie

Quatre sites avec haie brise-vent riveraines (HBVR) et deux sites témoin (avec bordure herbacée) ont été visités à 8 reprises au cours de l'été 2018. Les HBVR sont toutes adjacentes à un cours d'eau redressé de 5 à 7 mètres de large, à partir des lignes de replat. Trois stations d'échantillonnage ont été installées dans la haie d'arbres à 25 m entre chacune, 3 stations vis-à-vis à 30 m dans le champ adjacent et trois autres à 60 m (voir Plans de chaque site et les photos en Annexe 3, pp 30-40). Il n'y avait pas de pièges dans les champs adjacents à la haie brise-vent pour les sites B et C puisque les champs étaient en foin. Le site témoin T n'a été échantillonné que les trois premières dates dû à des contraintes d'accès. Trois types de pièges ont été installés sur chaque site entre le 11 et le 17 mai 2018 : piège d'émergence, piège-fosse et pièges collants. Les pièges ont été relevés aux deux semaines jusqu'à la mi-septembre (28 mai, 12 juin, 26 juin, 11 juillet, 24 juillet, 8 août, 21 août, 18 septembre). Puisque la quantité d'insectes était très importante, l'identification a été effectuée pour 1 date pour les pièges d'émergence, 4 dates pour les pièges collants et 6 dates pour les pièges-fosse.

Les arthropodes ont été identifiés à la famille. L'abondance, la richesse des familles et l'indice de Simpson ont été comparés entre les types de sites (avec ou sans HBV), selon les dates d'échantillonnage et selon la distance de la haie. Les données ont été analysées à l'aide d'analyses de variance à l'aide du logiciel JMP.

L'indice de diversité de Simpson (D) est un indice qui prend en compte le nombre d'espèces (de familles ou groupes trophiques dans notre étude) et leur abondance relative, et se calcule comme suit :

$$D = \sum Ni(Ni-1)/N(N-1)$$

Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée, N : nombre total d'individus. L'indice varie entre 0 et 1, plus il se rapproche de 0, plus les chances d'obtenir des individus d'espèces différentes sont élevées.

1.3 Résultats

Pièges d'émergence

L'abondance totale des arthropodes dans les pièges d'émergence les trois premières semaines de piégeage est de 80 spécimens (Tableau 1). Aucune différence n'est observée dans l'émergence des arthropodes entre les sites avec haie et les sites sans haie ($F_{1, 25} = 0,06$; $P = 0.81$). Il n'y a pas assez

d'insectes dans chaque groupe pour comparer l'abondance des prédateurs, parasitoïdes ou ravageurs entre les sites.

Pièges-collants

Abondance. Un total de 239 498 arthropodes a été dénombré et identifié sur les pièges collants installés dans la haie et dans le champ pour quatre dates d'échantillonnage (Tableau 2). Les thrips étaient les plus abondants, avec 218 460 individus observés. Il y avait un total de 840 prédateurs observés, et 10 013 ravageurs (sans les thrips). Il y avait significativement plus d'arthropodes sur les sites témoin que les sites avec haies, lié toutefois aux thrips, puisque lorsque retirés, il y a deux fois plus d'arthropodes (14 210) sur les sites avec HBV que les sites sans HBV (6828). L'abondance moyenne des thrips est plus de deux fois plus importante dans les champs qui ne possèdent pas de haie brise-vent que dans les champs avec HBV et est significativement plus importante pour tout l'été ($F_{1,117} = 15,92$; $P < 0,001$), principalement le 28 mai ($F_{1,10} = 8,17$; $P = 0,02$) le 11 juillet ($F_{1,30} = 35,83$; $P < 0,001$) et le 8 août ($F_{1,30} = 50,43$; $P < 0,001$) (Figure 1). Le même phénomène est observé pour les pucerons (Figure 2 ; $P < 0,05$), qui sont significativement plus abondants sur le site sans HBV au début du mois d'août. Il n'y a toutefois aucune différence de façon globale entre les sites avec ou sans haie brise-vent pour les autres ravageurs (Figure 3) ou les prédateurs (Figure 4). Pour les prédateurs, il y a toutefois une plus grande abondance dans les pièges-collants à 30m de distance de la haie brise-vent ($F_{2,168} = 4.09$; $P = 0.0185$; Figure 5), qui n'est pas observé sur le site témoin ($F_{2,135} = 2.92$; $P = 0,06$). Pour les parasitoïdes, une plus grande abondance est observée au mois de juillet à 60m de la HBV ($F_{2,256} = 7.53$; $P = 0.0007$; Figure 6).

Richesse. La richesse des arthropodes varie entre 22 et 36 familles ou taxon différent (Figure 7), avec un total de 40 et 35 familles retrouvées dans les sites avec et sans HBV respectivement. La richesse spécifique (nombre de familles/site) est toutefois plus élevée sur les sites témoin ($21,64 \pm 0.96$) que sur les sites avec HBV (18.82 ± 0.68) ($F_{1,120} = 5.86$; $P = 0.02$). L'indice de Simpson était de 0.98 ± 0.02 sur les sites avec HBV et de 0.95 ± 0.02 sur les sites témoin. Aucune différence dans l'indice de diversité de Simpson n'a été observé entre les sites avec et sans HBV ($F_{1,6} = 0.70$; $P = 0.43$).

Pièges-fosses

Abondance. Un total de 5239 arthropodes a été dénombré et identifié dans les pièges-fosses installés dans la haie et dans le champ pour six dates d'échantillonnage (Tableau 3). Les carabes étaient les plus abondants, avec un total de 4574 spécimens récoltés sur les six sites. Ils étaient plus abondants sur les

sites témoins ($F_{1, 359} = 5.41$; $P = 0.02$), particulièrement aux dates 4 et 6 (Figure 8). Il n'y avait pas de différence significative pour les autres groupes trophiques ($P > 0.05$).

Richesse. Le nombre de familles ou taxon était de 13 dans les sites avec HBV et de 12 dans les sites témoin. La richesse des familles n'était pas différente entre les sites témoin (6.17 ± 0.79) que sur les sites avec HBV (6.44 ± 0.64) ($F_{1, 13} = 0.07$; $P = 0.79$). L'indice de diversité de Simpson était de 0.98 ± 0.009 dans les sites avec HBV et de 0.99 ± 0.009 dans les sites témoins, qui n'était pas significativement différent ($F_{1, 10} = 0.09$; $P = 0.77$).

Tableau 1. Abondance totale des arthropodes retrouvés dans les pièges d'émergence au cours des trois premières semaines d'échantillonnage (11 mai au 28 mai 2018).

Groupe trophique	Taxon	Avec HBV				Sans HBV	
		A	B	C	D	T	M
Ravageurs	Cécidomyie	1			1		6
	Coléoptère	1				1	
	Nitidule				1		1
Prédateurs	Araignée	1				2	
Parasitoïdes	Hyménoptère	1					
	Staphylin					1	
Autre	Diptère	7	12	14	10	7	12
	Chironomide						1

Tableau 2. Abondance totale d'arthropodes sur les quatre sites avec haie brise-vent et les deux sites avec bordure herbacée (dans la haie et dans le champ).

Groupe trophique	Espèce, Famille ou Ordre	Avec HBV				Sans HBV		Total général
		A	B	C	D	M	T	
Pollinisateur	Apoidea		2		1		1	4
	Halictidae	2						2
Décomposeur	Stratyomyidae		1					1
	Collembola			1		1	514	516
	Opilion	2			4			6
Parasitoides	Braconidae	5	8	6	12	10	5	46
	Chalcidoidea	277	364	225	6547	974	483	8870
	Hymenoptera	3	5	3	1	5	4	21
	Ichneumonidae	9	8	15	9	6	17	64
	Ichneumonoidea	28	22	15	23	35	3	126
	Ophionidae				1	2		3
	Pteromalidae		1			1		2
Staphylinidae	97	57	33	99	128	11	425	
Neutre	Cerambycidae		1	3				4
	Ephemeroptera				3			3
	Lampyridae	6	17	3	8	5		39
Omnivore	Formicidae	9	3	1	24	13	3	53
Prédateurs	Anthocoridae	145		3	2	126	1	277
	Araignée	28	15	41	22	33	10	149
	Cantharidae	2			1	1		4
	Carabidae				1	3		4
	Chrysopidae	7	1			14		22
	Cicindellidae				1	1		2
	Coccinelle à 14 points	91	2		30	81	2	206
	coccinelle à 20 taches	2	1		2			5
	Coccinelle à 7 points					8		8
	Coccinelle asiatique	15	1	5	4	54		79
	coccinelle inconnue					1		1
	Coccinelle maculée	1			15	6	1	23
	Coccinelle variée					2		2
	Dytiscidae	6	1	4	5	2		18
	Hemerobiidae	5		2	1	1		9
	Coccinelle Larve			1				1
	Pseudoscorpion				1			1
Sialidae				2			2	
Syrphidae	3	4	2	5	12	1	27	
Ravageurs	Altise à tête rouge	39				8		47
	Altise du navet	4	3	1	2	2	1	13
	Casside dorée				3	1		4
	Cecidomyiidae	15	4	94	9	15	9	146
	Cercopidae	1			3	1		5
	Charançon	1	1			2		4
	chenille				1			1
	Chrysomèle des racines du maïs de l'Ouest	4			70	15		89
	Chrysomèle des racines du maïs du Nord				9			9
	Chrysomelidae	10	12	5	8	14	5	54
	Cicadellidae	1750	93	79	1414	1629	35	5000
	Criquet					1		1
	Curculionidae	8	14	26	19	20	2	89
	Elateridae				6	2	1	9
	Fulgoridae		1		6	5		12
	Hemiptera	1				1		2
	Hemiptera nymphe						2	2
	Lepidoptera	1			2			3
	Membracidae	3		1	26	16	7	53
	Micro coléoptère	211	71	131	175	296	32	916
	Micro lépidoptère	44	19	28	113	45	5	254
	Miridae	59	5	1	29	66		160
	Nitidule à 4 points	4	1	29	8	9	2	53
	Nitidulidae	7			8	5	3	23
	Pentatomidae			2				2
	Pieridae	11			4	14	5	34
	Psyllidae	3	3		37	18	5	66
Puceron	452	108	81	76	1559	5	2281	
Scarabaeidae	41	1		18	346	10	416	
Tenthredinidae	23	160	36	18	24	4	265	
Thrips	65249	1824	2093	14616	133790	888	218460	
Total général	68684	2834	2970	23504	139429	2077	239498	

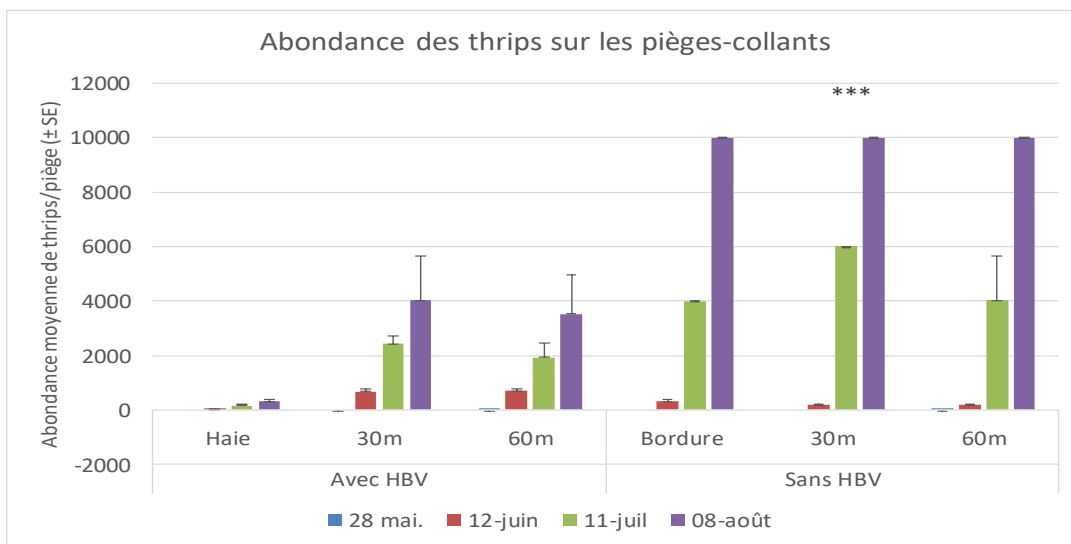


Figure 1. Abondance moyenne de thrips sur les pièges-collants sur les sites avec et sans haie brise-vent, pour 4 dates d'échantillonnage. Note : les astérisques représentent une différence significative pour la dernière date d'échantillonnage entre les sites avec et sans HBV ($P < 0,05$).

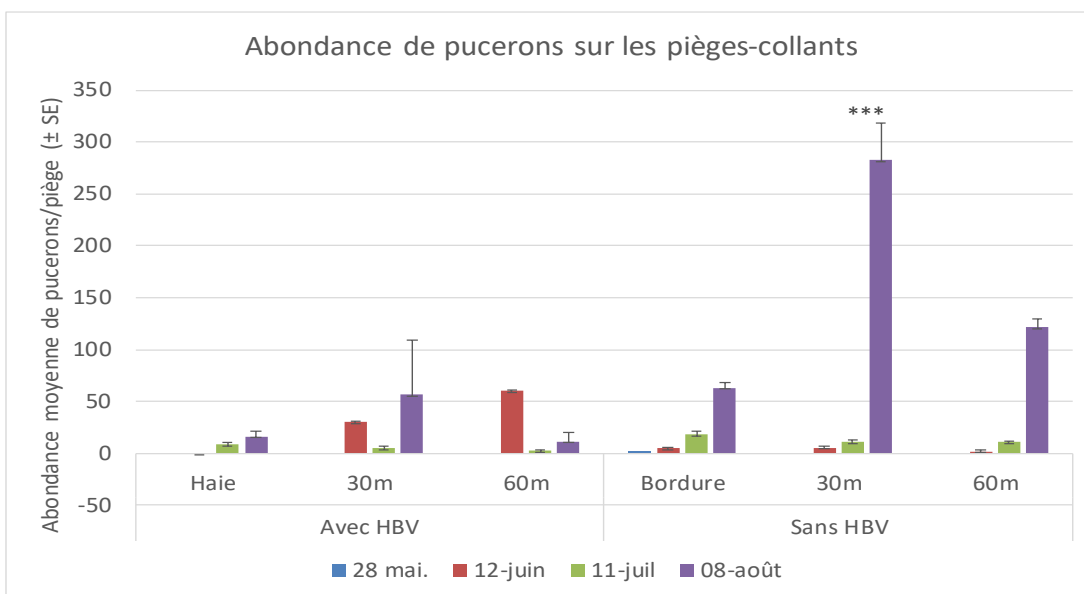


Figure 2. Abondance moyenne de pucerons sur les pièges-collants sur les sites avec et sans haie brise-vent, pour 4 dates d'échantillonnage. Note : les astérisques représentent une différence significative pour la dernière date d'échantillonnage entre les sites avec et sans HBV ($P < 0,05$).

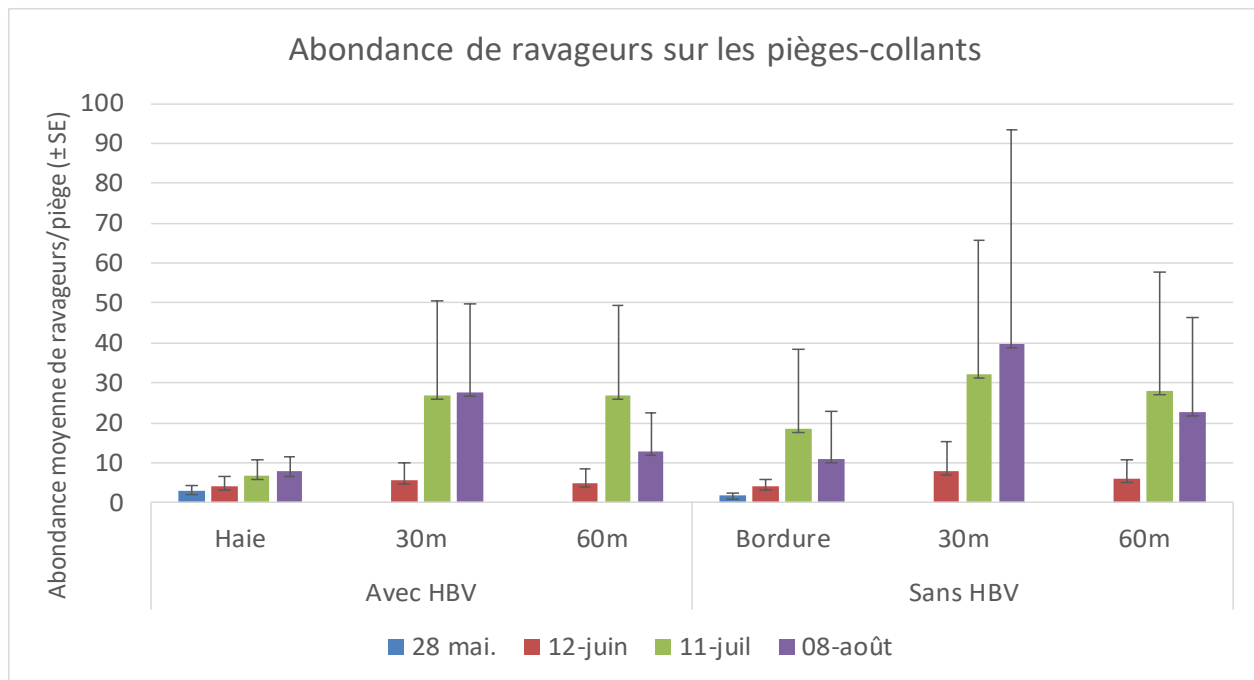


Figure 3. Abondance moyenne de ravageurs sur les pièges-collants (sans les thrips) sur les sites avec et sans haie brise-vent, pour 4 dates d'échantillonnage.

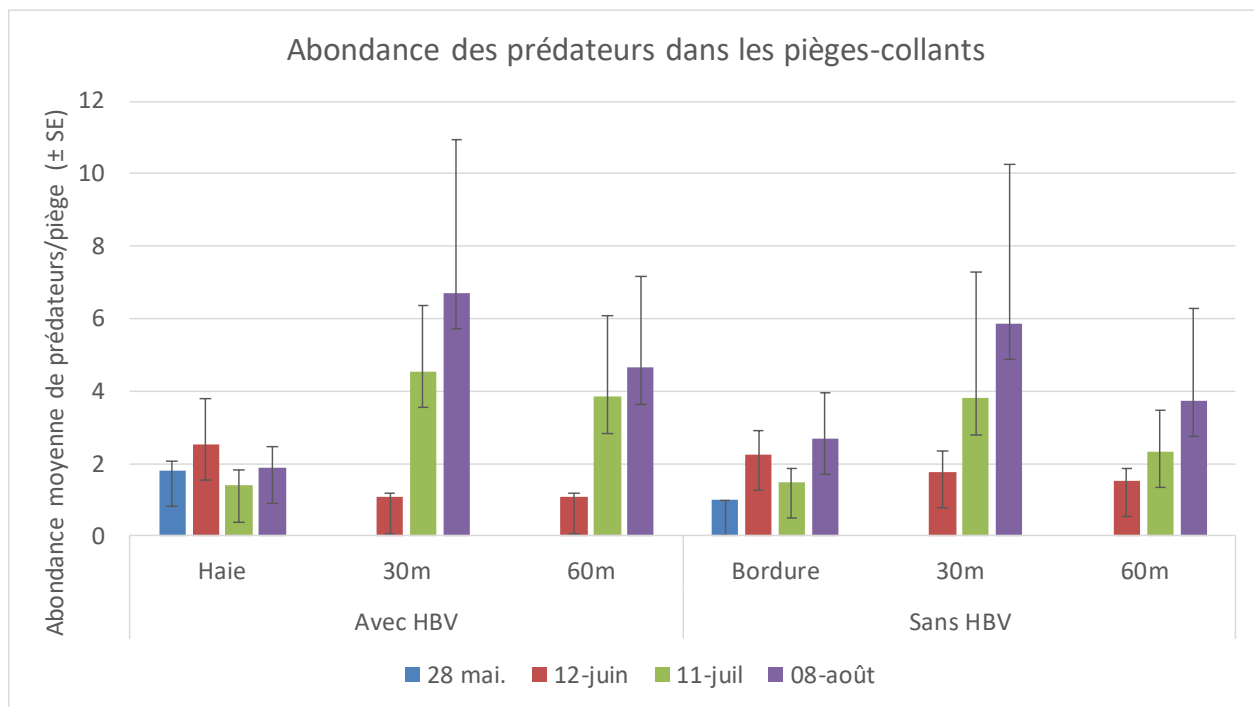


Figure 4. Abondance moyenne des prédateurs sur les pièges-collants sur les sites avec et sans haie brise-vent, pour 4 dates d'échantillonnage.

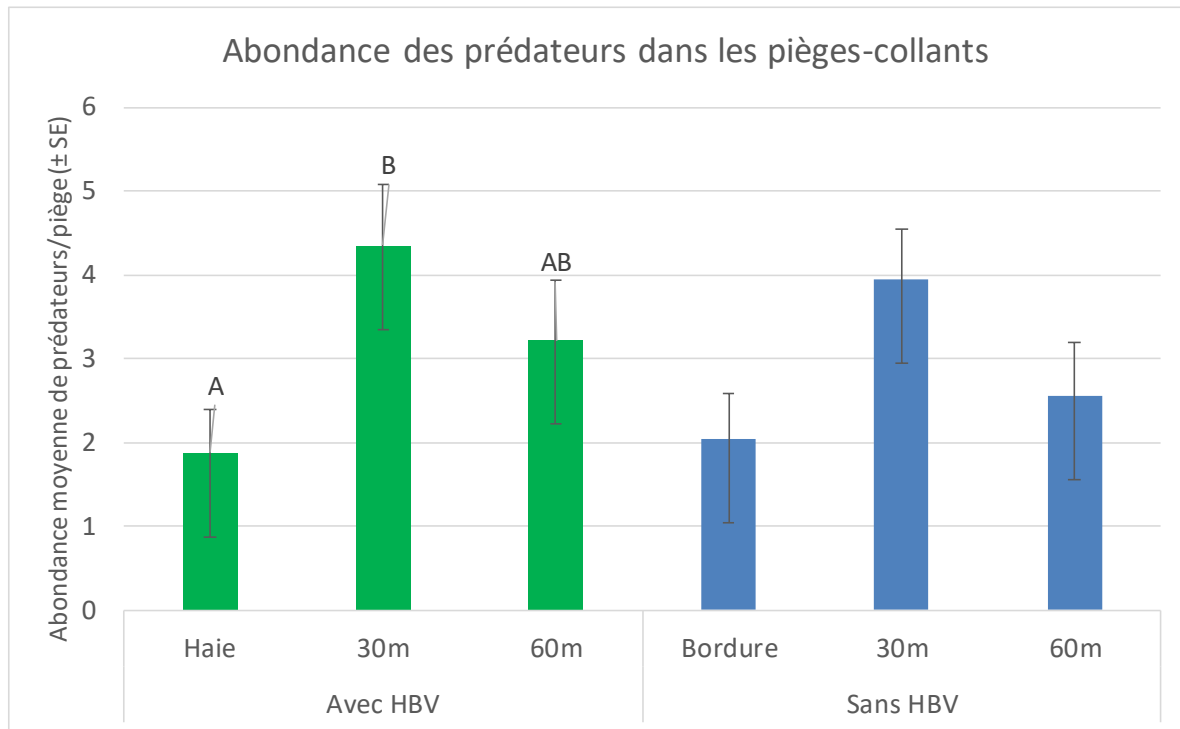


Figure 5. Abondance moyenne des prédateurs sur les pièges-collants selon la distance à la haie-brise vent (HBV) ou à la bordure herbacée. Note : les lettres différentes indiquent une différence significative au seuil $\alpha = 0.05$ entre les distances pour un même type de sites (avec HBV ou sans HBV). L'absence de lettre indique qu'il n'y a pas de différence significative.

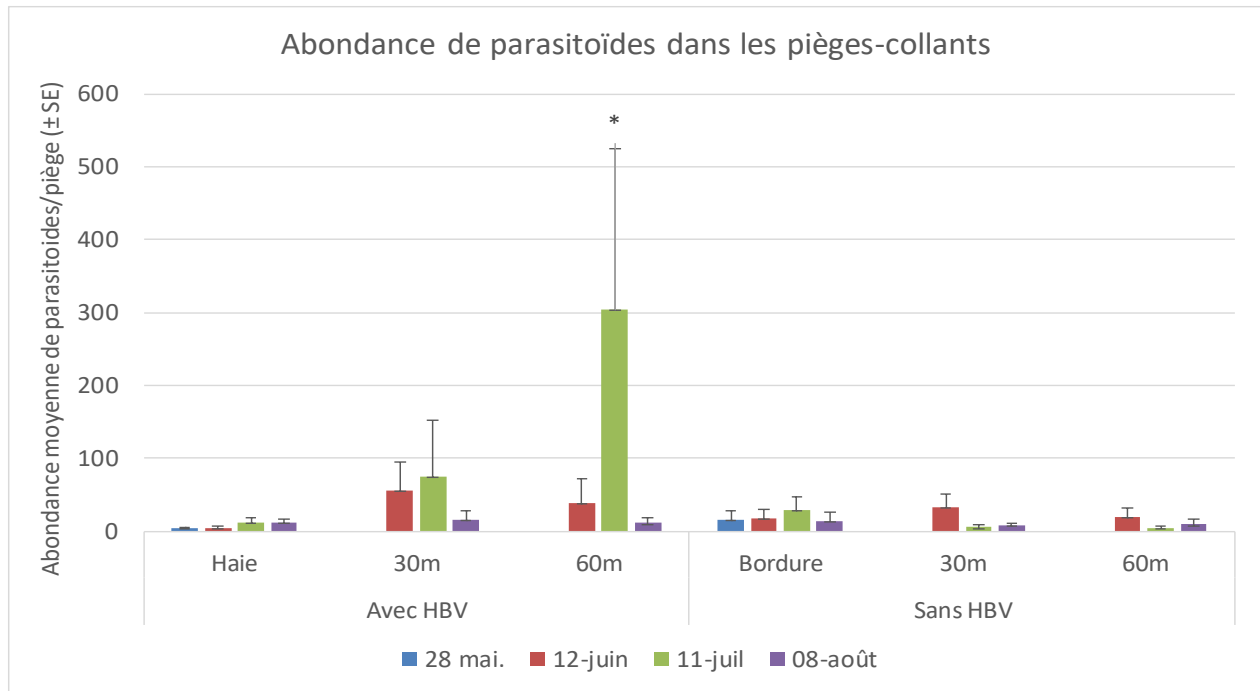


Figure 6. Abondance moyenne des parasitoïdes sur les pièges-collants sur les sites avec et sans haie brise-vent, pour 4 dates d'échantillonnage.

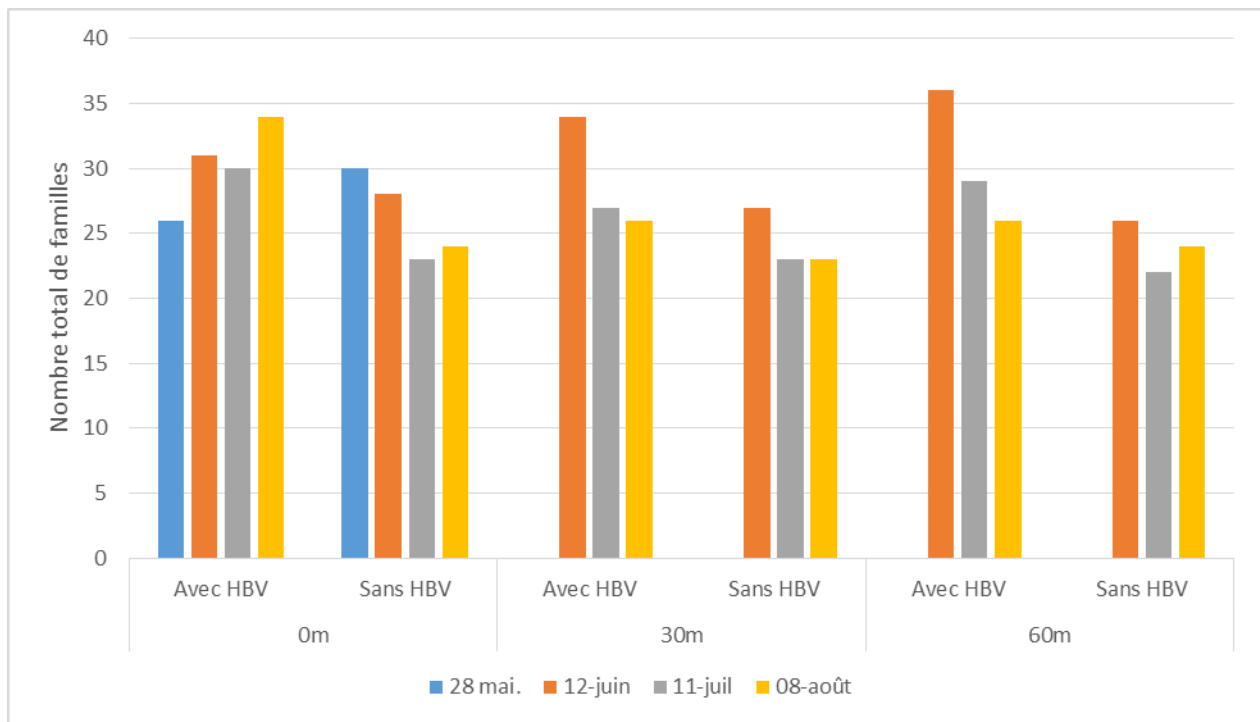


Figure 7. Nombre total de familles ou taxons dans les pièges-collants sur les sites avec et sans HBV pour quatre dates d'échantillonnage au cours de l'été 2018.

Tableau 3. Abondance totale des différentes familles d'arthropodes retrouvés sur chaque site au cours de 6 échantillonnages dans les pièges-fosses.

Groupe trophique	Famille	Avec HBV				Sans HBV	
		A	B	C	D	T	M
Ravageurs	Acrididae	2	1				2
	Coleoptera	68	4		20	32	15
	Curculionidae	3		1			2
	Elateridae				16	32	9
	Gryllidae	111	9		3		4
	Nitidulidae	55	2	1	26	59	73
	Scarabeidae	1			2		
Prédateurs	Aranea	4	15	3	3	6	11
	Carabidae	1317	201	73	526	221	2236
	Cicindellidae						2
	Coccinellidae	1				1	
Parasitoïde	Staphylinidae	4	3	14		6	
Omnivore	Formicidae	3					
Décomposeur	Silphidae	2	3	6	12		13
Total		1571	238	98	608	357	2367

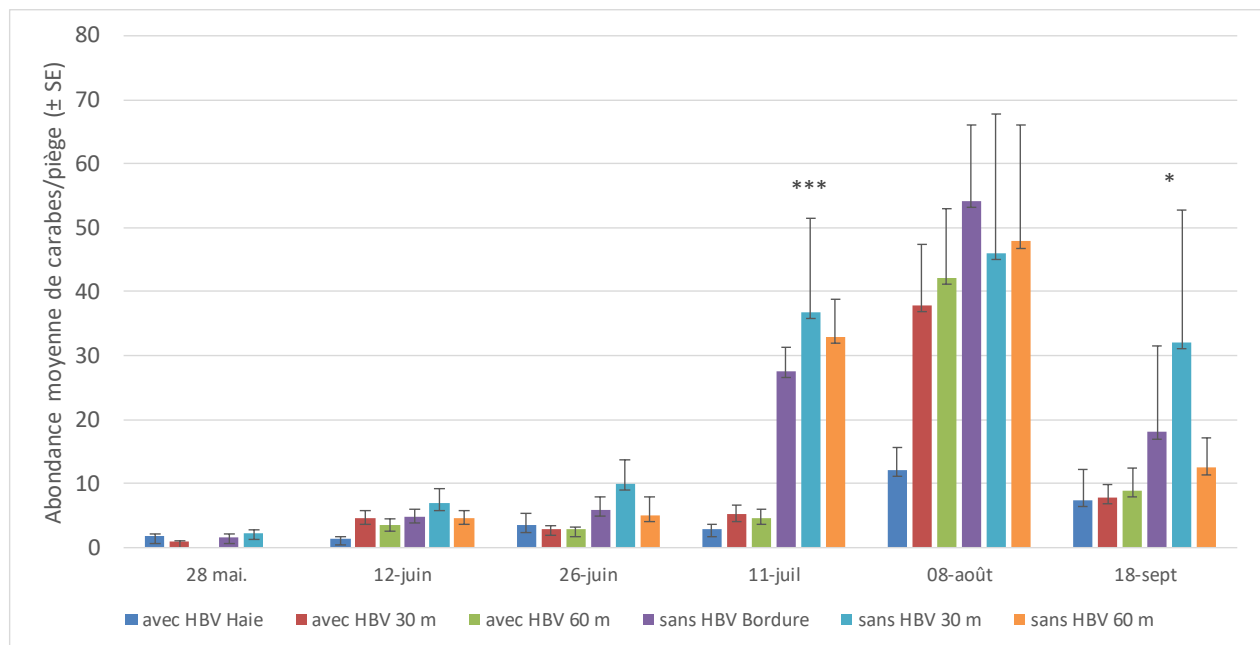


Figure 8. Abondance moyenne de carabes dans les pièges-fosses installés sur des sites avec haie brise-vent et des sites témoin avec bordure herbacée. Les astérisques représentent une différence significative entre les sites avec et sans haie pour une date.

1.4 Discussion

De façon générale, les sites avec haies brise-vent présentaient moins de ravageurs que les sites sans haie brise-vent, puisqu'on y retrouvait plus de thrips et de pucerons dans les champs adjacents à la bordure herbacée. Ces résultats confirment ce qui était observé déjà en 2013 sur les mêmes sites (Lussier, 2014). De nombreuses études montrent une abondance plus élevée de ravageurs sur des sites sans haie brise-vent, ainsi que plus d'ennemis naturels (Brewer et Elliott, 2004; Denys et Tschardtke, 2002; Desbiens, 2010; Landis et Haas, 1992; MacLeod, 1999; Marineau 2000; Marino et Landis 1996; Sinoir, 2007).

Les thrips sont des ravageurs qui peuvent avoir un impact important, principalement dans les cultures maraîchères et fruitières (Gélinas, 2000). Dans les grandes cultures, ils peuvent aussi avoir certains impacts dans le soya (Hesler et al. 2018) s'ils apparaissent en début de saison. Ils sont rarement observés dans cette culture au Québec (RAP Grandes Cultures), mais avec les changements climatiques, ces ravageurs pourraient devenir problématiques. Ces insectes sont facilement transportés par le vent, une haie brise-vent peut donc être très utile pour empêcher la propagation de ce ravageur d'un champ à l'autre. Cette étude durant une saison montre que les thrips sont très abondants dans les champs adjacents sur les sites sans haie à partir de la mi-juillet. Ils n'étaient donc pas problématiques dans le soya. La présence de haie brise-vent pourrait toutefois être très utile éventuellement dans la gestion intégrée des thrips face aux changements climatiques.

Les pucerons sont aussi plus abondants sur les sites adjacents aux sites témoin, mais à la fin de la saison, où ils ne causent plus de dommages à la culture. Les pucerons dans le soya peuvent causer des pertes de rendement lorsque ceux-ci atteignent un seuil d'intervention de plus de 600 pucerons/plant avant le stade R5 (Breault et al. 2016; Ragsdale et al. 2007; 2011). N'ayant pas fait d'observations visuelles dans les champs de soya adjacents, il n'est pas possible d'évaluer si le seuil d'intervention a été atteint sur les sites avec et sans HBV. Il a été montré dans une étude du paysage agricole québécois que la présence de boisés dans le paysage agricole permet un meilleur contrôle du puceron du soya par les prédateurs et champignons entomopathogènes, mais toutefois si le nerprun, l'hôte d'hibernation du puceron du soya, ne serait pas présent dans la bordure (Maisonhaute et al. 2017). Il serait pertinent 1) de faire des essais avec et sans insecticides dans des champs de soya bordés ou non par une haie brise-vent pour confirmer l'influence de la haie sur l'abondance des pucerons et leur contrôle biologique par les ennemis naturels; et 2) de vérifier si la présence de nerprun dans les haies brise-vent influence la présence de puceron du soya dans les champs adjacents.

L'effet de la haie brise-vent sur les ennemis naturels est assez faible dans cette étude, on retrouve plus de prédateurs à 30 m de la haie dans les pièges-collants, et plus de parasitoïdes à une seule date à 60 m de la haie. Ces résultats ne nous permettent pas de valider que la haie est un site d'hibernation en début de saison pour les prédateurs ou parasitoïdes, puisque leur abondance n'était pas plus grande la première date. Toutefois, l'identification n'a été faite que par famille, et non pas à l'espèce, ce qui pourrait apporter plus de nuances à l'analyse avec une comparaison par espèce. Dans les pièges-fosses, il y avait significativement plus de carabes sur les sites témoin avec bordure enherbée. D'autres études ont montré que les bordures herbacées permettent une plus grande abondance de cette famille, puisqu'elles peuvent servir de *beetle bank* pour l'hibernation (MacLeod et al. 2004 ; Saska et al. 2007). Les mêmes résultats étaient observés sur ces sites en 2013, lors de la première étude (Lussier, 2014).

La composition en arthropodes analysée en 2018 est différente qu'en 2013, principalement pour les prédateurs et parasitoïdes. Les araignées et les staphylins étaient beaucoup plus abondants en 2013 et plus présents dans les pièges-fosses sur les sites avec haie brise-vent (Lussier 2014). En 2018, les pièges-fosse étaient relevés aux deux semaines et la température ayant été très chaude, les insectes se sont dégradés plus rapidement qu'en 2013. Il se peut donc que les arthropodes plus mous se soient dégradés, ou que les carabes aient pu se nourrir sur les insectes dans les pièges-fosses parce que le liquide de conservation s'évaporait plus rapidement, ce qui pourrait expliquer cette différence dans l'abondance de ces deux groupes d'arthropodes. Sur les pièges collants en 2013, il y avait plus de guêpes parasitoïdes dans les HBV (Lussier, 2014). En 2018, l'abondance des hyménoptères n'était pas différente dans les haies ou la bordure herbacée. Cependant, ils étaient plus abondants à 60 m de la haie au mois d'août. L'identification ultérieure de l'ensemble des pièges collants permettrait d'évaluer s'il y a une progression des parasitoïdes de la haie vers le centre du champ. Une observation directe sur les plants de soya ou maïs permettrait aussi de confirmer si le biocontrôle est plus efficace dans les champs bordés d'une haie brise-vent que les champs bordés d'une bordure herbacée.

Bien que des résultats soient similaires entre l'étude de 2013 et 2018, cette étude n'a pas permis d'appuyer fortement les hypothèses que les haies brise-vent en bordure de champs ont un impact majeur sur la composition, l'abondance et la diversité des arthropodes dans l'agroécosystème.

Une étude plus poussée, avec plus de moyens financiers et de personnel, permettrait toutefois d'analyser plus en détail les différents groupes d'arthropodes. Une étude à grande échelle, qui regrouperait des dizaines de sites avec et sans HBV permettrait aussi d'analyser l'effet des HBV au sein

du paysage. Ce genre d'analyse permet de prendre en compte de nombreux autres facteurs, tels les pratiques culturales, conditions édaphiques, météorologiques et paysagères et de les relier à la présence des arthropodes et à leurs effets sur le rendement et sur la valeur économique des HBV en lien avec les arthropodes.

Geneviève Labrie

2 ANALYSE AGROÉCONOMIQUE, STÉPHANIE BRAZEAU, AGR., CÉCILE TARTERA, AGR., GROUPE PROCONSEIL

2.1 Thrips

Dommages aux plantes et impacts sur le rendement possibles

L’Avertissement du Réseau d’avertissements phytosanitaires (RAP) du 27 juillet 2018, indique que « les adultes et les nymphes des thrips peuvent causer des dommages aux céréales en s’alimentant sur les feuilles, les fleurs et les grains. [...] Lorsque l’alimentation des thrips sur la feuilles étendard est sévère, les grains ne se remplissent pas correctement et leurs poids est réduit. L’alimentation intensive au début de la formation de l’épi produit de petits grains ratatinés. [...] Les blessures infligées peuvent également servir de porte d’entrée à certaines maladies. » A la floraison, le nombre de grains par épi est déterminé, ainsi « ils peuvent être très abondants en conditions sèches, mais causent rarement des dégâts sérieux au Québec », ce stade étant généralement déjà dépassé lorsque cela arrive (RAP, 2018).

Seuil d’intervention

Toujours d’après l’avertissement du RAP du 27 juillet 2018, « il n’existe pas de seuil d’intervention contre cet insecte, mais des chercheurs européens ont documenté des pertes de rendement pour une densité de population de 20 adultes par tige.» Puisqu’une application d’insecticide comporte des risques pour la santé et l’environnement (voir Annexe 1 sur les produits commerciaux et risques associés aux traitements contre le thrips dans la culture de blé de printemps), une intervention chimique ne doit être envisagée qu’en dernier recours si le rendement est à risque, compte-tenu du stade de développement du blé.

Type de traitement associé au besoin

Il existe plusieurs produits homologués au Canada (exemple : Cygon).

Conclusions en lien avec l’étude

Alors que l’abondance de thrips dans les pièges collants aux dates de récolte des 28 mai et 12 juin sont faibles, elle augmente fortement aux récoltes du 11 juillet et du 8 août. A la mi-juillet, le nombre de grains par épi dans un blé de printemps est définitivement établi donc, advenant que les champs des sites suivis aient été en blé, il n’y aurait pas eu lieu de traiter.

2.2 Pucerons du soya

Dommages aux plantes et impacts sur le rendement possibles

Selon le CEROM, « de fortes infestations de puceron du soya peuvent causer des pertes de rendement à la culture notamment en raison du miellat (liquide sucré sécrété par les pucerons) qui favorise le développement de la fumagine qui laisse des taches noires sur les feuilles réduisant ainsi la

photosynthèse. De plus, le puceron du soya peut transmettre des maladies virales comme le virus de la mosaïque du soya. » Le risque de dommage est fortement relié au stade de développement du soya puisque « les infestations se produisant au cours du développement végétatif et aux premiers stades du développement reproducteur (floraison et formation des gousses) peuvent engendrer des dégâts importants et les fortes infestations survenant avant le stade R6 (grain vert), peuvent réduire le nombre de gousses et la taille des grains et ainsi affecter le rendement du soya. Par contre, les infestations survenant à partir du stade R6 affectent peu le rendement du soya », peut-on lire dans le feuillet québécois de lutte intégrée contre le puceron du soya (Jean, 2010).

Seuil d'intervention

Le seuil d'alerte pour le puceron du soya utilisé au Québec est de 250 pucerons par plant. La stratégie d'intervention recommandée au Québec contre le puceron du soya consiste, lorsque le seuil d'alerte est atteint, à effectuer un deuxième dépistage dans les trois jours suivant afin de déterminer la dynamique d'évolution de la population. Tel qu'expliqué plus haut, il est important de noter le stade de développement du soya afin d'évaluer le risque de réduction du rendement. Enfin, il est recommandé, lors du dépistage des pucerons du soya, d'évaluer également les populations d'ennemis naturels susceptibles d'effectuer un contrôle naturel de la population avant d'envisager un traitement chimique. Étant donné que les insecticides éliminent les ennemis naturels en même temps que le puceron ou les affaiblissent fortement et qu'une application d'insecticide comporte des risques pour la santé et l'environnement (voir Annexe 2 sur les produits commerciaux et risques associés aux traitements contre le puceron du soya dans la culture de soya), Jean (2010) stipule que « la lutte chimique contre le puceron du soya devrait être envisagée uniquement lorsque :

- Les populations du puceron ont atteint le seuil d'alerte et demeurent en hausse;
- Les conditions atmosphériques favorisent le développement des populations de pucerons;
- Les autres éléments à considérer dans la prise de décision, dont le stade phénologique du soya, indiquent qu'un traitement insecticide est nécessaire. »

Dans ce contexte, le potentiel de rendement du champ est également un élément à considérer afin d'évaluer l'intérêt économique de réaliser une application, à partir de données de rendements historiques de l'entreprise et du champ, de la population et de la vigueur générale des plants.

Type et coût de traitement associé au besoin

Plusieurs études réalisées tant au Québec qu'aux États-Unis ont démontré l'efficacité des traitements foliaires à réduire la densité de pucerons. Il existe plusieurs produits homologués au Canada (exemple : Matador). Le groupe de travail du RAP sur le puceron du soya a mis au point un simulateur, disponible sur Agriréseau, qui permet de déterminer la pertinence économique d'une application d'insecticide en évaluant le gain économique potentiel selon les résultats de dépistage, le stade de la culture,

l'espacement entre les rangs de soya, la largeur du pulvérisateur, et le potentiel de rendement du champ.

Conclusions en lien avec l'étude

Alors que l'abondance de pucerons dans les pièges collants aux dates de récolte des 28 mai et 12 juin sont faibles, elle augmente fortement à la récolte du 8 août, ce qui correspond aux observations réalisées par le RAP. La page Internet du RAP dédiée au puceron du soya précise que « la présence du puceron du soya est généralement aperçue dans les champs vers la fin du mois de juin et le pic d'abondance des populations survient généralement vers la mi-août » (CEROM). Dans le cadre d'une bonne gestion intégrée des ennemis de cultures, le dépistage est de mise afin de mettre en œuvre la stratégie d'intervention contre le puceron du soya. L'absence de dépistage sur les plants de soya dans cette étude ne permet pas de conclure si l'abondance beaucoup plus marquée de pucerons dans les sites sans haies auraient justifié l'utilisation d'un insecticide. Si tel était le cas, la présence de haie aurait permis d'économiser un traitement, soit le coût d'achat et d'application du produit et les pertes causées par le passage du pulvérisateur dans la culture.

Voici deux exemples d'utilisation du simulateur de gain de rendement estimé selon les statistiques du RAP de 2005 à 2014 :

<input type="radio"/> Premier dépistage <input checked="" type="radio"/> Deuxième dépistage Taux de croissance = 13% par jour		Prix de vente du soya par tonne = 440 \$ Coûts de récolte, transport et autres (par tonne) = 15 \$ Prix de vente net par tonne = 425 \$	
Stades du soya : R3 Dates : 11 juillet Densités : 250 Puc/pl	Premier dépistage Stades du soya : R3 Dates : 14 juillet Densités : 350 Puc/pl	Coût de l'insecticide (par hectare) = 15 \$ Coût de l'application (par hectare) = 14 \$ Coût du 1er dépistage (par hectare) = 2 \$ Coût du 2 ^{ème} dépistage (par hectare) = 2 \$ Coût total de l'intervention (par hectare) = 34 \$	Superficie du champ (hectares) = 10,0 ha Potentiel de rendement (T/ha) = 3,20 T/ha Largeur du pulvérisateur (pieds) = 60'
Délai (jours) pour traiter = 3 jours		Écartement des rangs : <input type="radio"/> ≤ 45 cm (18") <input checked="" type="radio"/> ≈ 76 cm (30")	
Densité provinciale <input type="checkbox"/> Considérer la moyenne provinciale des populations		Gain brut (%) de rendement estimé* = 7,6% Pertes (%) causées par le passage du pulvérisateur = 1,0%	
Gain de rendement estimé (2005 à 2014) = 7,60% Profit net estimé = 56,52 \$/ha		Gain net de rendement estimé (%) = 6,6% Gain net estimé (Kg/ha) = 212 Kg/ha Profit net par hectare estimé = 56,52 \$ Profit total estimé (10 ha) = 565 \$	

<input type="radio"/> Premier dépistage <input checked="" type="radio"/> Deuxième dépistage Taux de croissance = 13% par jour		Prix de vente du soya par tonne = 440 \$ Coûts de récolte, transport et autres (par tonne) = 15 \$ Prix de vente net par tonne = 425 \$
Stades du soya : Premier dépistage : R5 Dates : 8 août Densités : 250 Puc/pl	Deuxième dépistage : R5 Dates : 11 août Densités : 350 Puc/pl	Coût de l'insecticide (par hectare) = 15 \$ Coût de l'application (par hectare) = 14 \$ Coût du 1er dépistage (par hectare) = 2 \$ Coût du 2 ^{ème} dépistage (par hectare) = 2 \$ Coût total de l'intervention (par hectare) = 34 \$
Délai (jours) pour traiter = 3 jours		Superficie du champ (hectares) = 10,0 ha Potentiel de rendement (T/ha) = 3,20 T/ha Largeur du pulvérisateur (pieds) = 60'
Densité provinciale : [] Date dépistage du RAP : [] <input type="checkbox"/> Considérer la moyenne provinciale des populations		Écartement des rangs : <input type="radio"/> ≤ 45 cm (18") <input checked="" type="radio"/> ≈ 76 cm (30")
Gain de rendement estimé (2005 à 2014) = 2,78% Profit net estimé = -32,77 \$/ha		Gain brut (%) de rendement estimé* = 2,8% Pertes (%) causées par le passage du pulvérisateur = 2,7% Gain net de rendement estimé (%) = 0,1% Gain net estimé (Kg/ha) = 2 Kg/ha Profit net par hectare estimé = -32,77 \$ Profit total estimé (10 ha) = -328 \$

Ce simulateur, sous forme de budget partiel, permet en fait d'estimer les gains et les pertes liés à l'abondance des pucerons. Les deux exemples diffèrent selon le stade du soya au moment du dépistage.

Gains

Les gains dans les grandes cultures seront principalement attribuables à l'augmentation des rendements qu'une haie brise-vent apporterait grâce à la protection des sols et des cultures. À cet effet, pour un producteur, il serait important de considérer le rendement historique moyen du champ à l'étude et de comparer le rendement obtenu après implantation de HBV. L'impact de la haie sera plus important avec l'âge. C'est ce gain en rendement qu'il devra alors chiffrer par rapport au prix par tonne à ce moment.

Il peut aussi avoir des gains associés aux dépenses en moins. Par exemple, on note une plus grande abondance de pucerons dans le site témoin sans haies brise-vent qui pourrait dépasser le seuil nécessitant alors un insecticide. Dans les sites avec HBV, on s'attendrait à ne pas devoir appliquer d'insecticide contre les pucerons de soya, ce qui permettrait d'économiser ce coût. Ce dernier se détaille comme suit : coût du produit appliqué et coût de la pulvérisation. Dans l'exemple ci-haut, on note un coût de 15\$ par hectare pour le produit additionné de 14\$ par hectare pour l'arrosage. Il faut aussi mentionner que, selon le stade du soya au moment de passer avec le pulvérisateur, il se peut que les plants soient affectés et écrasés par l'équipement, ce qui engendrerait des pertes de rendements.

Pertes

Il y a des coûts associés à l'implantation des haies brise-vent et de leur entretien annuel. Ces dépenses doivent aussi être considérées par un producteur qui voudrait en faire l'implantation et qui voudrait évaluer les réels gains attribuables à cet aménagement. Ce coût est à évaluer selon le projet du

producteur, en fonction des espèces d'arbres ou d'arbustes, du nombre de rangées, des distances entre les plants et du travail de préparation du terrain et d'entretien nécessaires à la bonne implantation et au bon fonctionnement de la haie au vu des objectifs.

Conclusion

La présence d'insectes nuisibles peut causer des dommages importants aux cultures, en termes de rendements et de qualité et leur présence peut nécessiter l'utilisation d'intrants engendrant des coûts pour l'entreprise ainsi que des effets néfastes pour l'environnement. On peut supposer que dans certains cas, notamment en ce qui concerne le puceron du soya, la présence de haies brise-vent permettrait de réduire la pression de ravageurs et d'éviter le recours à un traitement insecticide, ce qui représente une économie pour l'entreprise et une réduction des risques pour la santé et l'environnement. Le présent projet ne permet toujours pas de le démontrer clairement; les données au champ (dépistage sur les plants, rendements) n'étant pas suffisantes pour faire les calculs.

L'intérêt économique des systèmes agroforestiers avec HBV en lien avec la réduction des dommages liés au vent, la répartition de la neige et à la réduction de l'érosion éolienne a déjà été démontré dans une diversité de cultures et situations. Le présent projet ouvre des pistes de réflexion quant au gain économique des systèmes agroforestiers comme outil de gestion du risque en lien avec la gestion intégrée des ennemis des cultures.

Stéphanie Brazeau, agr.
Conseillère en gestion agricole

Cécile Tartera, agr.
Conseillère en agroenvironnement

REFERENCES

Rapport Entomogique

Breault, J., Duval, B., Labrie, G., Meloche, F., Parent, C. et Rondeau, A. 2016. Stratégie d'intervention recommandée au Québec contre le puceron du soya. Bulletin d'information No 22 – 16 juillet 2015. Mis à jour le 29 juillet 2016. https://www.agrireseau.net/documents/Document_90333.pdf

Brewer, M.J., Elliott., N.C. 2004. Biological control of cereal aphids in North America and mediating effects of host plant and habitat manipulations. *Annual Review of Entomology*, 49: 219-242.

Denys, C., Tschardtke, T. 2002. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologia*, 130: 315-324.

Desbiens, P. 2010. Évaluations des populations de carabidés (Coleoptera : Carabidae) dans les haies brise-vent intégrant des arbustes porteurs de produits forestiers non ligneux. Mémoire de maîtrise, U. Laval. 71 pages.

Gélinas, L. 2000. Lutte biologique aux thrips sur concombre de serre: effets de la température sur la performance de *Frankliniella occidentalis* et sur la prédation exercée par l'acarien phytoséiide. M. Sc. Thesis, Université Laval, 71 p.

Hesler, L.S., K. Allen, R.G. Luttrell, T.W. Sappington, 2018. Early-Season Pests of Soybean in the United States and Factors That Affect Their Risk of Infestation. *J. Int. Pest Manag.* 9 (1) : 1-15.

Landis, D.A. et Haas, M. 1992. Influence of landscape structure on abundance and within-field distribution of European corn borer (Lepidoptera : Pyralidae) larval parasitoids in Michigan. *Environmental Entomology*, 21: 409-416.

Lussier, C. 2014. Agrosylviculture riveraine de Missisquoi – Bassin versant de la rivière aux Brochets. CLG AGFOR-RAME et Coopérative de solidarité du bassin versant de la rivière aux Brochets, cartes, tableaux, 131 p.

MacLeod, A., Wratten, S.D., Sotherton, N.W. et Thomas, M.B. 2004. Beetle banks as refuge for beneficial arthropods in farmland: long-term changes in predator communities and habitat. *Agricultural and Forest Entomology*, 6: 147-154.

Marineau, A. 2000. Étude de la diversité entomologique au sol de bandes riveraines situées en zones agricoles dans le sud du Québec. Mémoire de maîtrise, UQTR. 161 pages.

Marino, P.C. et Landis, D.A. 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecological Applications*, 6: 276-284.

Ragsdale, D.W., Landis, D.A., Brodeur, J., Heimpel, G.E. et Desneux, N. 2011. Ecology and management of the soybean aphid in North America. *Ann. Rev. Entomol.* 56: 375-399.

Ragsdale, D.W., Mccornack, B.P., Venette, R.C., Potter, B.D., Macrae, I.V., Hodgson, E.W., O'Neal, M.E., Difonzo, C.D., Hunt, T.E., Glogoza, P.A., Cullen, E.M. 2007. Economic Threshold for Soybean Aphid (Hemiptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 100 (4): 1258-1267.

Saska, P. V. Maarten, H. Theodoor, P. Westerman and W. van der Werf. 2007. The significance of a grassy field boundary for the spatial distribution of carabids within two cereal fields. *Agric. Ecosyst. Environ.* 122 (4) : 427-434.

Sinoir, N. (2007) Étude de l'impact de l'agroforesterie sur *Sitobion avenae* F., *Metopolophium dirhodum* W. et *Rhopalosiphum padi* L. (Hemiptera : aphididae) et leurs ennemis naturels. Stage de Master, INRA. 65 p.

http://www.masters-biologie-ecologie.com/ARTIO/IMG/pdf/Sinoir.Nicolas.Stage.M1IEGB-2007_2-2.pdf#page=1&zoom=auto,0,842

Rapport agroéconomique

Centre de recherche sur les grains CEROM. Réseau d'avertissements phytosanitaires. Puceron du soya. En ligne. <https://cerom.qc.ca/reseau-davertissements-phytosanitaires/puceron-du-soya/communiqués.html>. Consulté le 8 février 2019.

Jean, C. 2010. Lutte intégrée contre le puceron du soya. Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec. Longueuil. 20p.

Réseau d'avertissements phytosanitaires. Grandes cultures, Avertissement no 14, 27 juillet 2018. 4p.

Réseau d'avertissements phytosanitaires. Seuil d'intervention contre le puceron du soya - mise à jour 2016. En ligne. https://www.agrireseau.net/rap/documents/93068/seuil-d_intervention-contre-le-puceron-du-soya-mise-a-jour-2016. Consulté le 8 février 2019.

SAGe pesticides. En ligne. <https://www.sagepesticides.qc.ca>. Consulté le 8 février 2019.

ANNEXE 1

Produits commerciaux et risques associés aux traitements contre le thrips dans la culture de blé de printemps

- Blé de printemps
- Insecticides, acaricides et phéromones
- En champ
- Thrips (Thysanoptères)
- Foliaire
- Terrestre
- Produits disponibles commercialement seulement

Légende :



Traitements possibles pour la culture : Blé de printemps (5)

Appréciation des risques - santé et environnement

		Risques pour la santé *			Risques pour l'environnement **					
		Mammifères incluant l'homme			Espèces non-ciblées			Devenir et comportement		
Produits commerciaux	Matières actives	IRS	Toxicité aiguë	Effets à long terme	IRE	Organismes aquatiques	Oiseaux	Abeilles	Persistance	Mobilité
CYGON 480	diméthoate	66	⚠	♦	132	○	▼	♦	Faible	Faible
CYGON 480 AG	diméthoate	66	⚠	♦	132	○	▼	♦	Faible	Faible
CYGON 480 EC	diméthoate	66	⚠	♦	132	○	▼	♦	Faible	Faible
LAGON 480 E	diméthoate	66	⚠	♦	132	○	▼	♦	Faible	Faible
LANNATE Toss-N-Go	méthomyl	75	♦	♦	365	♦	♦	♦	Faible	Élevée
Produits commerciaux	Matières actives	IRS	Toxicité aiguë	Effets à long terme	IRE	Organismes aquatiques	Oiseaux	Abeilles	Persistance	Mobilité

* Les symboles de risque sont basés sur l'effet le plus critique de la matière active alors que l'IRS représente une appréciation globale du risque de la préparation commerciale. Il est recommandé de consulter la fiche santé afin de pouvoir apprécier le risque d'une matière active.


** Les sigles et interprétations suivants sont déterminés à partir des propriétés des matières actives et des doses maximales d'application. Ils ne tiennent pas compte des conditions environnementales au moment de l'application et sont donnés à titre indicatif. Ils ne remplacent pas une évaluation complète du risque.

ANNEXE 2









































Produits commerciaux et risques associés aux traitements contre le puceron du soya dans la culture de soya

- Soya
- Insecticides, acaricides et phéromones
- En champ
- Puceron du soya
- Foliaire
- Terrestre
- Produits disponibles commercialement seulement

Légende :

 Extrêmement élevé
 Élevé
 Modéré
 Léger
 Faible

Signification des symboles de risque

Traitements possibles pour la culture : Soya (17)		Appréciation des risques – santé et environnement								
		Risques pour la santé *				Risques pour l'environnement **				
			Mammifères incluant l'homme			Espèces non-ciblées			Devenir et comportement	
Produits commerciaux	Matières actives	IRS	Toxicité aiguë	Effets à long terme	IRE	Organismes aquatiques	Oiseaux	Abeilles	Persistance	Mobilité
VOLIAM XPRESS	chlorantraniliprole / lambda-cyhalothrine	101			191				Élevée	Élevée
EXIREL	cyantraniliprole	5			175				Modérée	Élevée
CONCEPT	deltaméthrine / imidaclopride	21			380				Élevée	Élevée
CYGON 480	diméthoate	66			132				Faible	Faible
CYGON 480 AG	diméthoate	66			132				Faible	Faible
CYGON 480 EC	diméthoate	66			132				Faible	Faible
LAGON 480 E	diméthoate	66			132				Faible	Faible
SIVANTO PRIME	flupyradifurone	18			77				Modérée	Élevée

VEGOL HUILE DE CULTURE	huile de canola	5††			ND†				Faible	
MATADOR 120 EC	lambda-cyhalothrine	98			100				Modérée	Faible
SILENCER 120 EC	lambda-cyhalothrine	98			100				Modérée	Faible
ENDIGO	lambda-cyhalothrine / thiaméthoxame	189			251				Élevée	Élevée
KOPA	sel de potassium d'acide gras	5††			100				Faible	Faible
NEUDOSAN	sel de potassium d'acide gras	5††			100				Faible	Faible
OPAL	sel de potassium d'acide gras	5††			100				Faible	Faible
MOVENTO 150 OD	spirotétramate	111			1				Faible	Faible
MOVENTO 240 SC	spirotétramate	111			1				Faible	Faible
Produits commerciaux	Matières actives	IRS	Toxicité aiguë	Effets à long terme	IRE	Organismes aquatiques	Oiseaux	Abeilles	Persistence	Mobilité

* Les symboles de risque sont basés sur l'effet le plus critique de la matière active alors que l'IRS représente une appréciation globale du risque de la préparation commerciale. Il est recommandé de consulter la fiche santé afin de pouvoir apprécier le risque d'une matière active.

** Les sigles et interprétations suivants sont déterminés à partir des propriétés des matières actives et des doses maximales d'application. Ils ne tiennent pas compte des conditions environnementales au moment de l'application et sont donnés à titre indicatif. Ils ne remplacent pas une évaluation complète du risque.

³ L'attribution du symbole de risque a été faite sur la base des conclusions des organismes de décision qui n'ont pas jugé nécessaires toutes les études habituellement exigées pour chacun des effets toxicologiques en raison de la faible toxicité des biopesticides concernés.

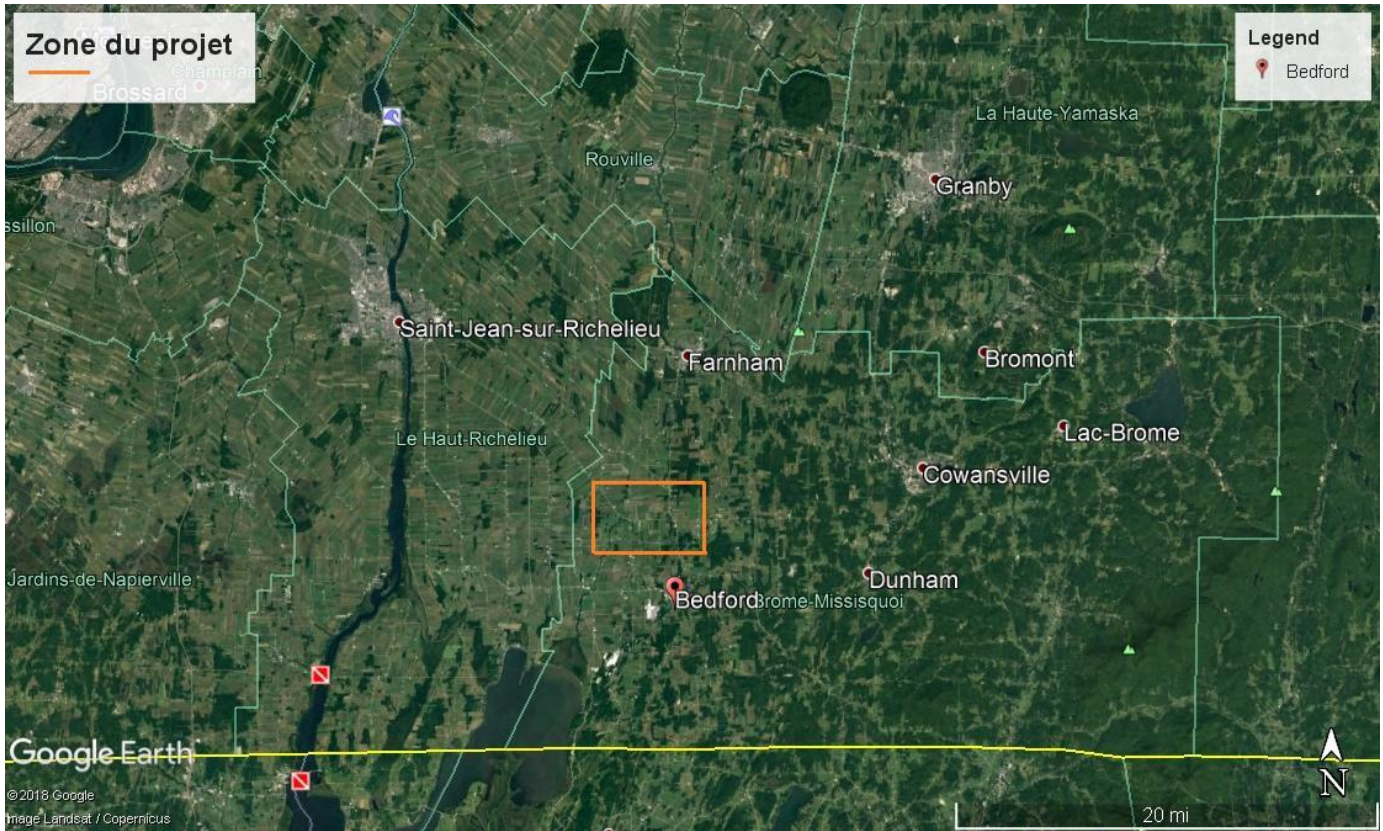
† Les informations disponibles ne permettent pas de calculer des indices de risque pour ce produit.

†† La méthodologie développée pour le calcul des indices de risque ne peut être utilisée pour certains biopesticides. Parfois, il est possible d'attribuer des indices provisoires à ces produits lorsque les documents d'évaluation récents contiennent suffisamment d'informations pour conclure que le biopesticide présente un risque très faible ou minimal.

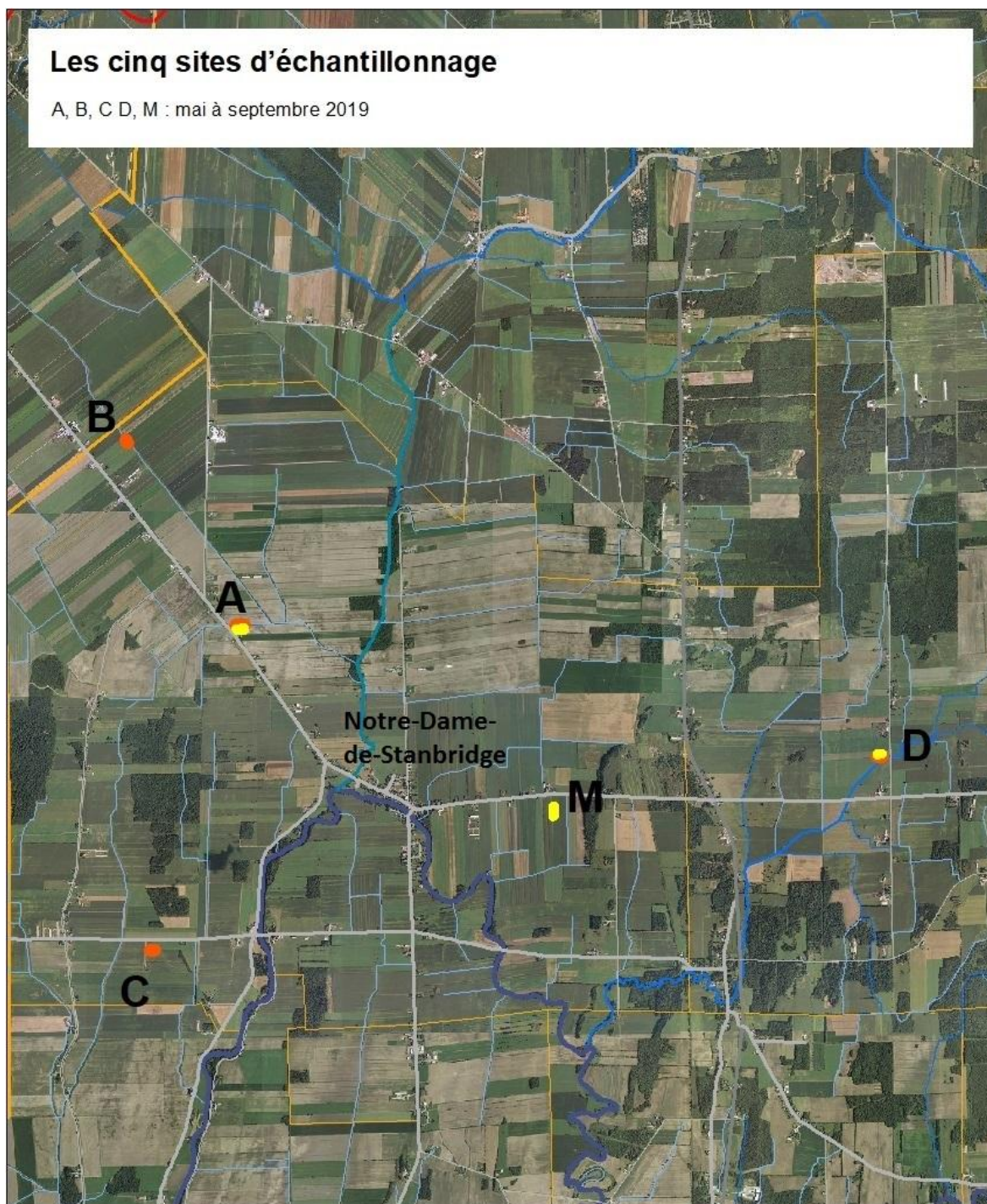
ANNEXE 3

Cartes et photos

Territoire du projet, Région de Bedford (Québec)



CARTE DES 5 SITES D'ÉCHANTILLONAGE
Haies brise vent riveraines de 15 ans d'âge



Sources : © Gouvernement du Québec;
CSBVRAB; OBVBM; CLG AGFOR
Réalisation : Frédéric Chouinard, OBVBM, 2019

0 600 1 200 2 400 Mètres
NAD_1983_MTM_8


CLG
AGFOR

Organisme
de la recherche en
haies Missisquoi


CARTES ET PHOTOS DES CINQ SITES (MAI A SEPTEMBRE 2018)

Sites A et B

Légende

 Haies brise vent riveraines (HBVR)

 3 sites d'échantillonnage en HBVR – distance de 25 m entre chaque station

 3 sites d'échantillonnage au champ – distance de 25 m entre chaque station et à 30 m et 60 m de la HBVR

Espèces arbres plantées en alternance :

Site A : Frêne d'Amérique, mélèze hybride, épinette blanche, chêne rouge

Site B : Frêne d'Amérique, mélèze hybride, épinette blanche, chêne à gros fruits



Sources : © Gouvernement du Québec;
CSBVRAB; OBVBM; CLG AGFOR
Réalisation : Frédéric Chouinard, OBVBM, 2019

0 250 500 1 000 Mètres
NAD_1983_MTM_8

**CLG
AGFOR**



Site A : Plan des 9 stations d'échantillonnage
Photo : Station A62 à 60 m de la HBVR, mai 2018




Site B : Plan des 3 stations d'échantillonnage
Photo : station B2 en HBVR, mai 2018



Site C

Légende

 Haies brise vent riveraines (HBVR)

 3 sites d'échantillonnage en HBVR – distance de 25 m entre chaque station

Espèces arbres plantées en alternance :
Frêne rouge, mélèze hybride, épinette blanche, noyer noir



Sources : © Gouvernement du Québec;
CSBVRAB; OBVBM; CLG AGFOR
Réalisation : Frédéric Chouinard, OBVBM, 2019

0 125 250 500 Mètres
NAD_1983_MTM_8

**CLG
AGFOR**




Site C : Plan des 3 stations d'échantillonnage
Photo : Vue de la station C1 vers C3 en HBVR, mai 2018




Site D

Légende

 Haies brise vent riveraines (HBVR)

 3 sites d'échantillonnage en HBVR – distance de 25 m entre chaque station

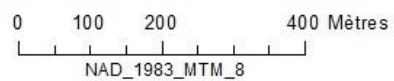
 3 sites d'échantillonnage au champ – distance de 25 m entre chaque station et à 30 m et 60 m de la HBVR

Espèces d'arbres plantées en alternance :

Frêne rouge, mélèze hybride, épinette blanche, chêne rouge



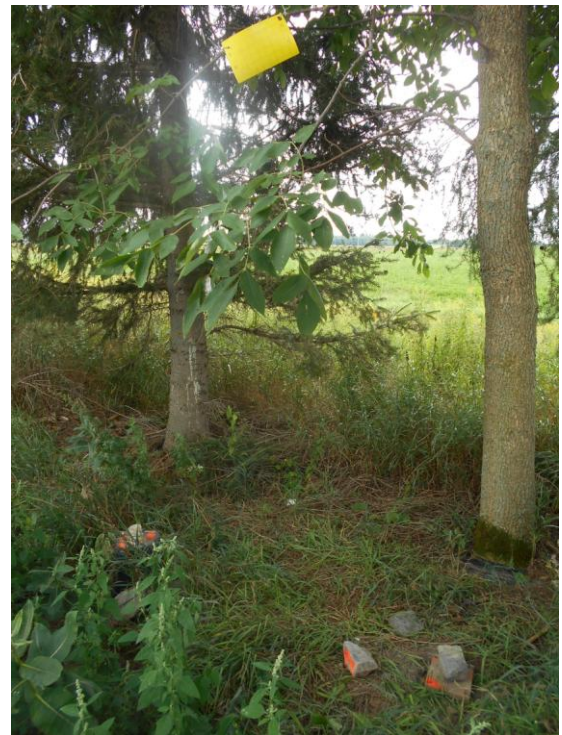
Sources : © Gouvernement du Québec;
CSBVRAB; OBVBM; CLG AGFOR
Réalisation : Frédéric Chouinard, OBVBM, 2019



**CLG
AGFOR**




Site D : Plan des 9 stations d'échantillonnage
Photos : station D2 en HBVR avec les 3 types de pièges
Récolte d'insectes avec le piège émergent, station D33, juillet 2018



Site M - Témoin herbacé

Légende

 3 sites d'échantillonnage au champ – distance de 25 m entre chaque station et à 30 m et 60 m de la HBVR

 3 sites en bandes riveraines de fossé herbacé – distance de 25 m entre chaque station



Sources : © Gouvernement du Québec;
CSBVRAB; OBVBM; CLG AGFOR
Réalisation : Frédéric Chouinard, OBVBM, 2019

0 75 150 300 Mètres
NAD_1983_MTM_8

CLG
AGFOR



Site M (témoin herbacé) : Plan des 9 stations d'échantillonnage
Photo : Vue de la station M62 vers le fossé à l'ouest, mi-mai 2018

