

**DOCUMENTATION DE LA CONTRIBUTION D'AMÉNAGEMENTS
FAVORISANT LA FAUNE AUXILIAIRE ET LES POLLINISATEURS
DANS UN SYSTÈME DE POLYCULTURE AU QUÉBEC**

NUMÉRO DU PROJET : 16-BIO-13

DURÉE DU PROJET : JUIN 2017 – FÉVRIER 2020

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Laurence Jochems-Tanguay, IRDA; Thierry Boislard, IRDA; Sandra Mougeot, IRDA;
Sylvie Bellerose, IRDA; Josée Boisclair, IRDA; Luc Belzile, IRDA et Annabelle Firlej,
IRDA

Partenaires :

Jean-Martin Fortier, Ferme des Quatre-Temps
Jonathan Pineault, Ecomestible
Élisabeth Lefrançois, MAPAQ

DATE

Mars 2020

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

DOCUMENTATION DE LA CONTRIBUTION D'AMÉNAGEMENTS FAVORISANT LA FAUNE AUXILIAIRE ET LES POLLINISATEURS DANS UN SYSTÈME DE POLYCLTURE AU QUÉBEC

NUMÉRO DU PROJET : 16-BIO-13

RÉSUMÉ DU PROJET

Des haies diversifiées favorisant la biodiversité fonctionnelle pour l'agroécosystème ont été implantées sur une ferme de polyculture écologique située dans le sud-ouest du Québec (Ferme des Quatre-Temps). Mises en place en 2015, ces haies sont composées d'arbustes et de vivaces. Elles ont toutes exactement la même composition spécifique et bordent, à intervalle régulier, des planches de cultures maraîchères. Ce projet visait à vérifier le potentiel des espèces végétales de ces haies à favoriser les ennemis naturels des principaux ravageurs des cultures de crucifères et les pollinisateurs de cucurbitacées. Des observations mensuelles lors de l'été 2017 ont permis de décrire le système de polyculture incluant les haies et les pratiques associées à la mise en place et l'entretien de celles-ci. Des travaux entrepris par la suite en 2018 et 2019 ont mesuré l'abondance et la richesse des pollinisateurs et des ennemis naturels sur dix espèces arbustives et/ou vivaces d'intérêt. L'abondance ainsi que le taux de parasitisme des œufs/larves/nymphes des principaux lépidoptères ravageurs ont été évalués dans les parcelles de crucifères adjacentes aux haies tout comme l'abondance et la richesse des pollinisateurs dans les parcelles de cucurbitacées. L'achillée millefeuille, la consoude de Russie et le caraganier de Sibérie sont les trois espèces végétales ayant attirés le plus les familles d'hyménoptère parasitoïdes des chenilles défoliatrices des crucifères. L'achillée millefeuille s'est avérée être l'espèce la plus attirante pour les insectes parasitoïdes et les prédateurs, tous groupes taxonomiques confondus. Les taux de parasitisme des larves de piéride du chou et de fausse-teigne des crucifères étaient de 32,4% à 65,4 % selon l'espèce et l'année. Les haies ont été associées avec la présence plus marquée de deux abeilles *Lasioglossum* sp. et *Peponapis pruinosa*, pouvant polliniser les cucurbitacées. Le complément d'information économique dans cette étude permet de suggérer une approche d'analyse, en plus de certaines références existantes.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Ce projet a été réalisé de 2017 à 2019 sur une ferme de polyculture biologique située dans le sud-ouest du Québec, la Ferme des Quatre-Temps (FQT). Il visait à obtenir une meilleure compréhension des interactions entomologiques entre un système de polyculture maraîchère et des aménagements de haies diversifiées. Dans un premier volet, ce projet visait à décrire la polyculture ainsi que les pratiques associées à la mise en place et l'entretien des haies diversifiées. Pour ce faire, 14 des 18 haies et 21 planches de cultures ont été évaluées mensuellement de juin à septembre en 2017 (Fig. 1 et 2). À chaque visite, le stade phénologique et l'état de santé des plantes composant les haies étaient évalués. Pour être considérée en santé, une plante devait avoir un beau feuillage, dominer les mauvaises herbes et avoir une taille normale. Les espèces de légumes cultivés sur les planches adjacentes aux haies étaient notées. Les données sur les pratiques de mise en place et d'entretien des haies ont été fournies par la firme Écomestible agriculteurs-paysagistes. Dix espèces végétales des haies ont été identifiées comme étant les plus susceptibles d'attirer des insectes bénéfiques. Dans un deuxième volet, des travaux ont été entrepris pendant deux ans afin de mesurer le potentiel des haies à favoriser l'activité des ennemis naturels des principaux ravageurs des crucifères et des pollinisateurs dans la culture des cucurbitacées. Le tableau 1 décrit les parcelles et les périodes d'échantillonnage dans chacune d'elles. L'activité des ennemis naturels a été suivie hebdomadairement dans quatre parcelles de crucifères en 2018 et trois parcelles en 2019. Lors de ces visites, le stade phénologique des 10 espèces végétales (Tableau 2) dans les haies adjacentes aux parcelles était évalué. Lors de la floraison, les insectes présents sur ces espèces étaient aspirés durant 15 secondes à l'aide d'un aspirateur à essence. Les ennemis naturels capturés étaient identifiés en laboratoire sous loupe binoculaire. L'abondance de la piéride du chou (PC), de la fausse-arpenteuse du chou (FAC) et de la fausse-teigne des crucifères (FTC) et de leurs ennemis naturels était également évaluée toutes les semaines sur 10 plants choisis aléatoirement dans chacune des parcelles de crucifères. Les larves et nymphes dépistées étaient ensuite élevées en chambre de croissance afin de mesurer leurs taux de parasitisme et déterminer les espèces de parasitoïdes émergentes. Dix masses d'œufs sentinelles d'*Ephestia kuehniella* étaient installées hebdomadairement dans chaque parcelle de crucifères afin de mesurer l'incidence de parasitisme des œufs de lépidoptères. Les plaquettes d'œufs étaient laissées au champ pour une période de 72 heures puis incubées durant 14 jours en chambre de croissance. Le potentiel des haies à attirer les pollinisateurs des cultures de cucurbitacée a été suivi dans deux parcelles en 2018 et 2019. Lors de la floraison des cucurbitacées, entre 12 et 24 pièges bols colorés (blancs, jaunes et bleus) ont été installés dans chaque parcelle et en bordure des haies (Fig. 1). Le piégeage s'effectuait sur une période de 72 heures et était répété tous les 14 jours en 2018 et tous les 7 jours en 2019. Les pollinisateurs capturés étaient identifiés en laboratoire sous loupe binoculaire. Par ailleurs, l'analyse économique prévue initialement consistait en une analyse comparative des coûts, notamment les coûts d'implantation de différents aménagements. Cette analyse est réalisée sous un angle générique, plutôt que spécifique au site suivi dans ce projet. Deux raisons expliquent ce choix : 1) il a été impossible d'évaluer avec précision les coûts d'implantation des aménagements du site étudié de la FQT dû à l'absence de données disponibles par la compagnie Ecomestible et 2) une évaluation sommaire des coûts relatifs au site supposant au moins un 30 à 35\$/m² pour l'implantation des haies ont vite permis de constater que le cas de la présente étude ne pouvait en aucun temps servir de référence générale. Par conséquent, dans l'objectif d'outiller les producteurs et leurs conseillers le mieux possible dans la gestion d'aménagements, une approche plus générique a été adoptée.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

1. Description des haies diversifiées (2017)

Description des pratiques utilisées pour mettre en place et entretenir les haies

Les haies et les planches de cultures ont été mises en place en 2015 à la FQT. La couche supérieure du sol, précédemment en prairie, a été retirée et du terreau a été ajouté aux futures planches de culture. Les résidus de la couche supérieure du sol, composée principalement de matière organique, ont été disposés en 18 buttes de 30 m de longueur, 2,5 m de largeur et 1,5 m de hauteur. Dix-neuf espèces végétales (11 espèces arbustives et 8 espèces vivaces) ont été transplantées dans chaque butte selon une disposition précise afin de constituer les haies (Fig. 1). Les buttes ont ensuite été recouvertes de cartons et de paillis de bois raméal fragmenté. Des plantes herbacées ont été semées à la volée comme couvre-sol: fenouil commun (*Foeniculum vulgare*), lupin des jardins (*Lupinus polyphyllus*), trèfle blanc (*Trifolium repens*) et lotier corniculé (*Lotus corniculatus*). Les haies n'ont pas été fertilisées ni irriguées lors de leur implantation. L'entretien a été effectué au besoin chaque année : des désherbages manuels et de la taille des arbustes et vivaces les plus volumineux (ex : sureau du Canada, consoude de Russie) pour éviter l'empiétement sur les cultures adjacentes.

Évaluation de l'état des haies et identification des espèces d'intérêt pour les essais 2018-2019

Deux ans après leur implantation, les observations mensuelles ont démontré que la composition des haies était variable. Le pourcentage de plants en santé dans chaque haie variait entre 83,1% et 63,7% (Fig. 3). Le pourcentage de plants en santé par espèce végétale variait entre 98,2% pour la Shépherdie du Canada et 0% pour l'Aster (Fig.4). À partir des informations retirées de la littérature et des résultats de l'état de santé et de l'évolution des stades phénologiques des plantes composant les haies, dix espèces végétales ont été sélectionnées comme étant les plus susceptibles d'attirer des insectes bénéfiques (Tableau 2). Ces espèces sont l'achillée millefeuille, l'amélanchier du Canada, l'aronie à fruits noirs, le caragancier de Sibérie, le casseiller, le cassissier, la consoude de Russie, la livèche, la monarde et le sureau du Canada.

2. Interactions entre la polyculture et les haies (2018-2019)

Échantillonnage d'insectes dans les haies diversifiées

Le tableau 3 montre les différentes fleurs d'espèces végétales échantillonnées et l'abondance des parasitoïdes et des prédateurs capturés au moment où les parcelles de crucifères étaient établies à la FQT en 2018 et 2019. Au total, 114 aspirations ont été faites dans les haies. 650 insectes parasitoïdes et 310 insectes prédateurs ont été identifiés à différents niveaux (super-famille, famille, genre ou espèce). Les parasitoïdes capturés sont tous des hyménoptères et regroupent 11 super-familles dont cinq familles comprenant une ou des espèces de parasitoïdes des chenilles défoliatrices des crucifères : *Eulophidae*, *Encyrtidae*, *Pteromalidae*, *Braconidae* et *Ichneumonidae*. La famille des *Eulophidae* était la plus abondante dans les aspirations et ce groupe composait 33 % et 53 % des captures de parasitoïdes en 2018 et 2019 respectivement. Aucune activité des parasitoïdes de cette famille n'a cependant été détectée dans les parcelles de crucifères adjacentes aux haies. Seulement les parasitoïdes des familles *Braconidae* (*Cotesia* sp.) et *Ichneumonidae* (*Diadegma* sp.) ont montré une activité dans les parcelles de crucifères (tableau 4). Les espèces végétales des haies ayant le plus attiré les membres de ces deux familles étaient l'achillée millefeuille, la consoude de Russie et le caragancier de Sibérie. Entre 0,6 et 1,25 parasitoïdes braconides ou ichneumonides par plante étaient capturés par aspiration dans ces trois espèces végétales des haies diversifiées.

La majorité des prédateurs capturés dans les aspirations étaient des araignées. Ce groupe composait 55 % et 70 % des insectes prédateurs capturés dans les haies en 2018 et 2019, respectivement. Les punaises prédatrices du genre *Orius* ont également été capturées en grand nombre dans les haies. Elles ont été observées sur l'achillée millefeuille, la consoude de Russie, la livèche, la monarde et le sureau. L'achillée millefeuille a été l'espèce végétale avec la plus forte abondance de parasitoïdes et prédateurs, tous groupes taxonomiques confondus.

Suivi des ravageurs et de leurs ennemis naturels dans les parcelles de crucifère

L'abondance des larves de FTC, de FAC et de PC dans les parcelles de crucifères en 2018 et 2019 est présentée aux figures 5 et 6. En 2018, l'abondance moyenne des larves durant la saison estivale était de 1,92 larve/plant pour la PC, 0,25 pour la FTC et 0,04 pour la FAC. Selon l'abondance des ravageurs, l'équivalent de larves de fausse-arpenteuse par plant (ÉLFAC) a été calculé au cours de la saison. L'ÉLFAC est utilisé pour avoir un seul seuil de traitement pour les trois ravageurs en considérant que l'intensité des dégâts causés par une larve est différente pour chaque espèce. Pour calculer l'ÉLFAC, le nombre de larves de FAC, de PC et de FTC par plant est multiplié par 1, $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{5}$ respectivement (OMAFRA, 2009). Lors des dépistages de la mi-juin à septembre 2018 l'ÉLFAC surpassait le seuil d'intervention de 0,3 appliqué dans la culture du chou (OMAFRA, 2009). En 2019, la FTC était légèrement plus abondante sur les cultures qu'en 2018 (0,31 larve/plant en moyenne). Toutefois, les PC et les FAC étaient nettement moins abondants (moyennes pour PC = 0,46 larve/plant et FAC = 0,003 larve/plant). L'ÉLFAC a aussi dépassé le seuil de 0,3 à deux reprises durant la saison, à la fin juillet et à la fin août, mais les pics d'abondance des ravageurs étaient moins prononcés. Le nombre de cocons des parasitoïdes larvaires du genre *Cotesia* sp. échantillonnés en 2018 était nettement plus élevé qu'en 2019, ceci est très probablement relié à la plus grande abondance de larves, principalement de PC, qui ont été échantillonnées au cours de cette saison. En 2018 et 2019, le nombre moyen de cocons dans l'ensemble des parcelles au cours de l'été était de 0,18 et 0,01 cocon/plant respectivement. En 2018, la présence la plus forte des *Cotesia* sp. par plant a été mesurée le 24 juillet à 1,2 cocon/plant (Fig. 7), coïncidant avec un creux de la population de PC. En 2019, c'est également à la fin juillet que les décomptes de cocons par plant ont été à leur maximum à 0,06 cocon/plant le 30 juillet 2019 (Fig. 8).

Évaluation du parasitisme des larves dans les cultures de crucifère

Au total, 174 larves de PC, 62 larves de FTC et 13 larves de FAC ont été récoltées lors des dépistages hebdomadaires et élevés en laboratoire en 2018 et 2019. Le tableau 4 expose les taux de parasitisme des larves des trois espèces et la liste des espèces de parasitoïdes et d'hyperparasitoïdes émergentes. Le taux de parasitisme des larves de PC était de 61% en 2018 et de 34,4 % en 2019 ce qui rejoint les résultats de Godin et Boivin (1998) qui ont mesuré un taux de parasitisme de 32,4% sur les larves de PC dans la même région du Québec. Jusqu'à 58% des larves de PC parasitées l'étaient par une espèce de *Braconidae*, *Cotesia rubecula*. L'hyperparasitoïde des genres de *Cotesia* sp., *Baryscapus galactopus*, a été retrouvé dans près du tiers des larves de PC parasitées. Le taux de parasitisme des larves de la FTC était de 52,8% en 2018 et de 65,4 % en 2019 ce qui est similaire aux résultats de Godin et Boivin (1998) qui ont mesuré un taux de parasitisme de 59,4%. Pratiquement toutes les larves étaient parasitées par l'espèce *Diadegma insulare*, une guêpe de la famille des *Ichneumonidae*. Le nombre trop faible des FAC collectées lors de cette étude ne nous permet pas de tirer des conclusions sur son taux de parasitisme.

Détection de l'activité de parasitoïdes des œufs de Lépidoptères dans les cultures de crucifère

Un total de 420 plaquettes d'œufs sentinelles d'*E. kuehniella* ont été installées hebdomadairement dans les parcelles de crucifères entre le 8 mai et le 21 septembre 2018 et 270 entre le 12 juin et le 20 août 2019. La prédation et les précipitations ont entraîné la perte d'œufs au champ, mais les plaquettes avec un pourcentage supérieur à 10 % d'œufs présents en 2018 (n=307) et 2019 (n=270) ont été sélectionnées pour évaluer l'incidence du parasitisme des œufs. En 2018, 2,9 % des plaquettes étaient parasitées et aucune en 2019. Le taux de parasitisme des œufs observé en 2018 à la FQT est comparable aux résultats obtenus en 2017 dans les parcelles de choux de la Plateforme d'innovation en agriculture biologique (PIAB). Cependant, une incidence d'environ 10 % a déjà été mesurée en 2016 sur la PIAB (Boislard et al. 2018). Les résultats de la FQT montrent donc une activité faible des parasitoïdes des œufs de lépidoptères.

Détermination de la composition spécifique et de l'abondance des pollinisateurs dans les haies et les cucurbitacées cultivées sur la FQT

Un total de 120 et 306 pièges bols ont été installés dans les parcelles de cucurbitacées et dans les haies diversifiées en 2018 et 2019, respectivement. Le tableau 5 expose la composition spécifique et l'abondance des pollinisateurs échantillonnés dans la culture et les haies. Les deux pollinisateurs les plus présents sur le site étaient *Lasioglossum* sp. et *Peponapis pruinosa*. Les espèces du genre *Lasioglossum* sp. sont des pollinisateurs très communs dans l'est du Canada qui peuvent s'alimenter du pollen et nectar d'une grande variété de plantes. Elles font des nids au sol et sont des espèces solitaires (Packer et al. 2007). Ce genre a été observé au cours des deux années dans les haies et dans la culture de courgette. *Peponapis pruinosa* est une espèce d'abeille solitaire spécialiste qui se nourrit exclusivement du pollen des cucurbitacées (Kevan et al. 1989). En 2018, cette espèce a été capturée uniquement dans la culture de courgette. Toutefois, malgré l'absence de nourriture pour cette espèce dans les haies, elle y a été piégée en 2019. Cette espèce a l'habitude de nidifier au sol à proximité des cultures de cucurbitacées (Payette et Payette, 2003), ce qui peut potentiellement expliquer son activité dans les haies proches de la culture.

3. Analyse économique

L'analyse des coûts des aménagements favorisant la biodiversité doit regrouper quatre grandes catégories de coûts : 1) coût d'approvisionnement, 2) coûts des opérations culturales (OC), 3) coût de main-d'œuvre (autre que pour les OC) et 4) coût d'opportunité. Pour la grande majorité des aménagements, les semences ou transplants des espèces végétales implantées constituent l'essentiel, voire la totalité, des approvisionnements. Concernant les OC, celles-ci présentent la particularité que sur les petits espaces réservés aux aménagements, ces opérations seront très souvent de type manuel ou quasi-manuel. Les références économiques sur les coûts des OC sont alors de peu d'utilité. Toutefois, ces références demeurent utiles dans le cas des opérations mécanisées. Les coûts de main-d'œuvre autres que pour les OC, doivent être considérés pour plusieurs activités d'entretien. Enfin, il est très important de considérer les coûts d'opportunité, en particulier lorsque les aménagements sont implantés sur un espace qui aurait été autrement utilisé pour une culture principale. Il faut alors considérer comme coût d'opportunité la marge sur coût variable perdue, ou abandonnée, pour l'équivalent de cette surface. Le cumul des coûts de transplants et des coûts d'opportunité représentent généralement la grande majorité du total des coûts des aménagements.

Dans certaines analyses économiques antérieures au sein de projets menés par l'IRDA et le CEROM, il a été évalué que les coûts des aménagements, incluant l'implantation et l'entretien, variaient entre 0,90 et 1,34 \$/m² en grandes cultures et en horticulture,

respectivement (Boislard et al. 2018; Boquel et Latraverse 2020). Ces coûts représentaient surtout des aménagements de plantes annuelles et en ce qui concerne les aménagements de plantes vivaces ou de mélanges des deux types, les coûts varieraient mais dans des proportions sans commune mesure avec les coûts d'ensemble des aménagements du projet de la FQT. Aussi, il ne faudrait pas généraliser à partir de cas encore trop peu nombreux d'évaluations économiques des aménagements. Cela dit, les coûts de semence, de main-d'œuvre et d'opportunité représentaient la totalité ou la quasi-totalité des coûts dans les autres évaluations. Par ailleurs, le volet 1 du programme Prime-Vert du MAPAQ admet de son côté des dépenses maximales d'implantation de 0,90 \$/m², lorsque les travaux sont effectués par l'entreprise requérante et en excluant les dépenses des matériaux et de location de machinerie. Ces valeurs de référence ne peuvent être estimées comme des absolues puisque la situation de chaque entreprise et les caractéristiques de chaque aménagement pourront faire varier substantiellement ces coûts. Toutefois, ces valeurs offrent tout de même un ordre de grandeur fiable à leurs utilisateurs.

RÉFÉRENCES

- Boislard, T., Jochems-Tanguay, L., Chaussé, S., Boisclair, J., Richard, G., Belzile, L. 2018. Potentiel d'un mélange de plantes à fleurs pour favoriser les ennemis naturels des chenilles nuisibles aux crucifères. IRDA, 28p.
- Boquel, S. et A. Latraverse. 2020. Potentiel des bandes fleuries comme réservoir de champignons entomopathogènes pour le contrôle du puceron du soya. Rapport final 16-BIO-15. Centre de recherche sur les grains CÉROM, 21 pages.
- Godin, C. et G. Boivin. 1998. *Lepidopterous Pests of Brassica Crops and Their Parasitoids in Southwestern Quebec*. Environmental Entomology 27(5), 1157-1165.
- Kevan, P.G., N.A. Mohr, M.D. Offer et J.R. Kemp. 1989. The Squash and Gourd Bee *Peponapis pruinosa* Hymenoptera : Anthophoridae in Ontario Canada. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 119: 9-16.
- OMAFRA. 2009. Piéride du chou.
<http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/french/brassicac/insects/imported-cabbageworm.html>
- Packer, L., Genaro, J.A., and Sheffield C.S. 2007. The Bee Genera of Eastern Canada. Canadian Journal of Arthropod Identification No. 3 :1-32. Disponible à doi: 10.3752/cjai.2007.03.

DIFFUSION DES RÉSULTATS (Maximum de ½ page)

Les résultats de ce projet ont été diffusés à deux occasions :

Jochems-Tanguay, L. 2020. Pollinisateurs et bandes florales en culture maraîchère. Journée horticole 2020, Rivière du Loup, Québec, Canada.

Boislard, T., L. Belzile et J. Boisclair. 2018. Documentation de la contribution d'aménagements favorisant la faune auxiliaire et les pollinisateurs dans un système de polyculture au Québec – Aperçu du projet. Réunion 2018 de la Société d'entomologie du Québec – L'entomologie à l'ère des nouvelles technologies | Québec, Québec, Canada.

Le reste de la diffusion des résultats du projet est planifié dès l'accord du programme pour l'année 2020 et il comprendra les éléments suivants :

1. Mise en ligne du rapport sur le site web de l'IRDA;
2. Mise en ligne du rapport sur Agri-Réseau, section phytoprotection et agriculture biologique;
3. Distribution du rapport au groupe d'expert RAP cucurbitacées et crucifères;
4. Création d'une fiche synthèse IRDA pour diffusion sur le site web de l'IRDA.

Il est également prévu que les résultats des deux années de cette recherche seront présentés à une journée de démonstration prévue début juin 2020 à la Ferme Quatre-Temps.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

La présence de haies diversifiées à proximité des cultures ajoute à la biodiversité fonctionnelle d'un agroécosystème. Elle apporte des bénéfices en contribuant à certains services écologiques, dont la lutte aux ravageurs et la pollinisation des cultures. À la lumière des résultats de la première année d'observations en 2017, nous avons pu identifier 10 espèces végétales avec un potentiel intéressant pour attirer les ennemis naturels et pollinisateurs : ces espèces sont l'achillée millefeuille, l'amélanchier du Canada, l'aronie à fruits noirs, le caragancier de Sibérie, le casseiller, le cassissier, la consoude de Russie, la livèche, la monarde et le sureau du Canada. Les observations des deux années subséquentes ont démontré que les hyménoptères parasitoïdes des familles *Braconidae* et *Ichneumonidae* étaient les principales à contribuer à la régulation des chenilles défoliatrices des crucifères à la Ferme des Quatre-Temps. Le taux de parasitisme observé dans les cultures de crucifères avoisinant les haies variait entre 32,4% et 65,4 % selon l'espèce du ravageur. L'achillée millefeuille, la consoude de Russie et le caragancier de Sibérie sont les espèces végétales qui ont attiré le plus de parasitoïdes des chenilles défoliatrices des crucifères. L'achillée millefeuille a été l'espèce végétale ayant attiré la plus grande abondance de parasitoïdes et prédateurs, tous groupes taxonomiques confondus. Son potentiel à favoriser la biodiversité est grand et devrait être considéré lors de l'aménagement de haies diversifiées. Toutefois, quelques observations visuelles réalisées en marge de ce projet laissent croire que cette espèce peut aussi attirer des ravageurs comme la punaise terne. En plus d'attirer les ennemis naturels, les haies diversifiées ont aussi attiré deux pollinisateurs *Lasioglossum* sp. et *Peponapis pruinosa*, deux abeilles pouvant polliniser les cucurbitacées. Enfin, le complément économique de ce projet propose une approche méthodologique, en plus de procurer certaines valeurs de référence.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Annabelle Firlej, Ph. D.

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Plateforme d'innovation en agriculture biologique

335, rang des Vingt-Cinq Est, Saint-Bruno-de-Montarville (Québec) J3V 0G7

Tél. : 450 653-7368, poste 363

Courriel : annabelle.firlej@irda.qc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet est réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et bénéficie d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Merci à Thomas Heer, Lolita Pilet, Daniel Gagné, Chloé Ribard, Audrey Gauthier, Noémie Reid et Élisabeth Lefrançois pour leur précieuse contribution au projet.

ANNEXE(S)

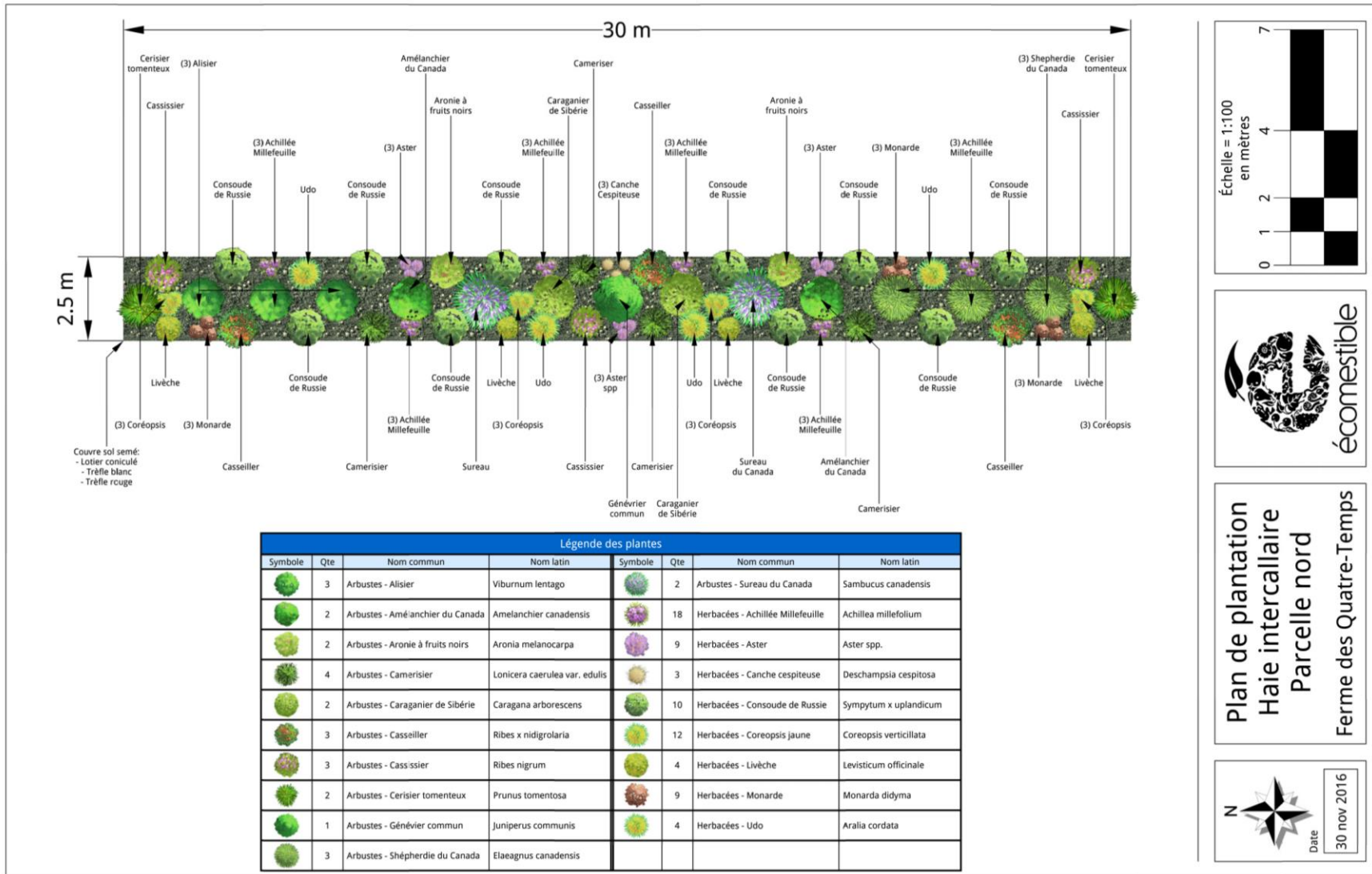


Figure 1 : Plan de plantation des haies diversifiées implantées en 2015 à la Ferme des Quatre-Temps par la firme Écomestible.

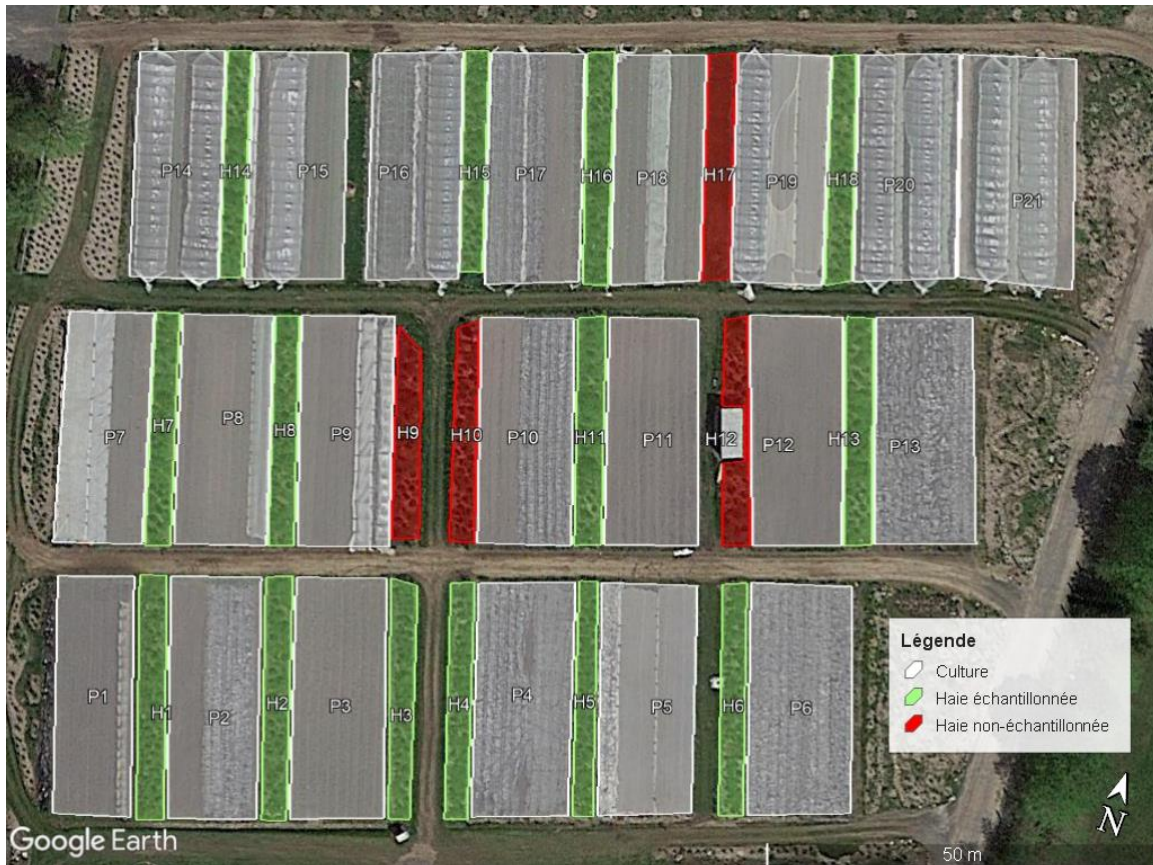


Figure 2 : Vue aérienne des 18 haies et des 21 planches de cultures échantillonnées à la Ferme des Quatre-Temps lors de l'été 2017.

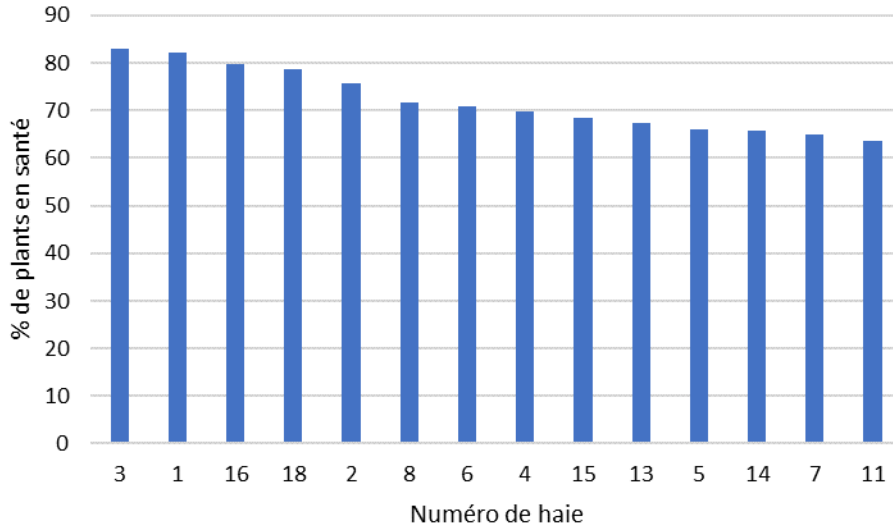


Figure 3 : Pourcentage de plants en santé des haies diversifiées à la Ferme des Quatre-Temps lors de l'été 2017.

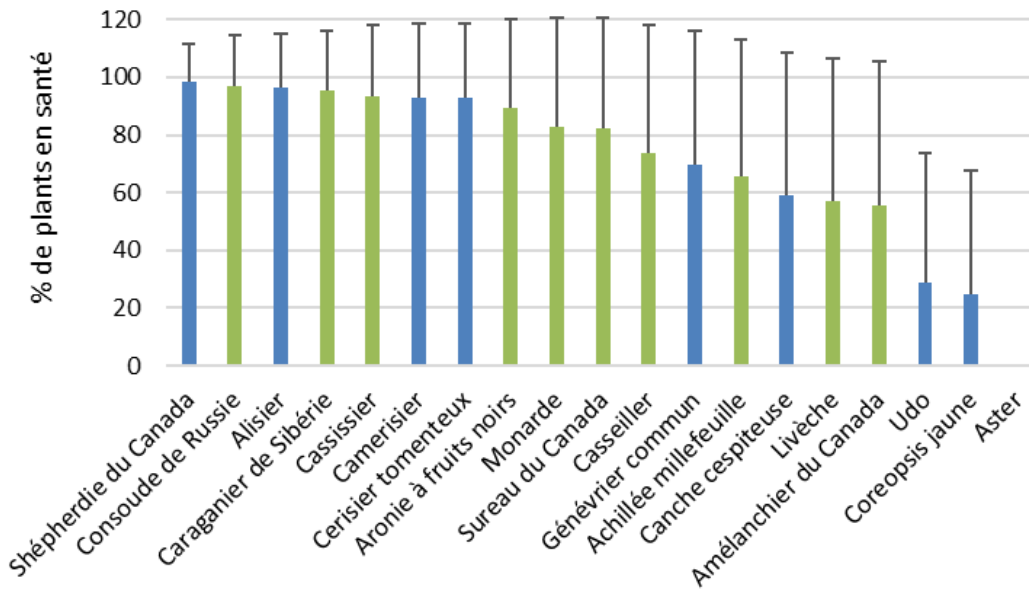


Figure 4 : Pourcentage moyen (\pm écart-type) de plants en santé par espèce végétale dans l'ensemble des haies évaluées à la Ferme des Quatre-Temps lors de l'été 2017. Les espèces avec des barres vertes sont celles retenues pour les essais en 2018 et 2019.

Tableau 1 : Calendrier d'échantillonnage des parcelles de crucifères et cucurbitacées en 2018 et 2019.

Années	Cultures	# Haie	Stade phénologique (au début des échantillonnages)	Période d'échantillonnage		
				Début	Fin	
2018	Crucifères	Chou chinois	1	5 feuilles	31-juil	04-sept
		Chou frisé	2	4 feuilles	29-mai	31-juil
		Chou rouge et broccoloni	3	4 feuilles	22-mai	03-juil
		Chou rouge, chou vert et broccoloni	3	3 feuilles	16-juil	18-sept
	Cucurbitacées	Courgette	1	Début de floraison	31-juil	28-août
Courgette		15	Début de floraison	03-juil	28-août	
2019	Crucifères	Kale	12	> 10 feuilles	06-juin	24-sept
		Chou-fleur	5	5-8 feuilles	18-juin	30-juil
		Chou-rave	1	8 feuilles	30-juil	20-août
	Cucurbitacées	Courgette	15	Début de floraison	18-juin	15-juil
		Courgette	5	Début de floraison	09-juil	10-sept

Tableau 2 : Informations sur les espèces végétales composant les haies diversifiées implantées à la Ferme des Quatre-Temps. Les 10 espèces florales avec un bon indice de floraison (vert) ont été suivies lors des essais en 2018 et 2019.

Nom commun	Nom latin	Famille	Plants par haie	Période de floraison	Indice de floraison
Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i>	Astéracées	6	juin – sept.	Bon
Alisier	<i>Viburnum lentago</i>	Caprifoliacées	3	NA	Mauvais
Amélanchier du Canada	<i>Amelanchier canadensis</i>	Rosacées	2	mai	Bon
Aronie à fruits noirs	<i>Aronia melanocarpa</i>	Rosacées	2	mai	Bon
Aster	<i>Aster spp.</i>	Astéracées	3	NA	Mauvais
Camerisier	<i>Lonicera caerulea var. edulis</i>	Caprifoliacées	4	NA	-
Canche cespiteuse	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Graminées	1	juill. – sept.	Moyen
Caragancier de Sibérie	<i>Caragana arborescens</i>	Fabacées	2	mai	Bon
Casseiller	<i>Ribes x nidigrolaria</i>	Saxifragacées	3	mai	Bon
Cassissier	<i>Ribes nigrum</i>	Saxifragacées	3	mai	Bon
Cerisier tomenteux	<i>Prunus tomentosa</i>	Rosacées	2	NA	Mauvais
Consoude de Russie	<i>Symphytum x plandicum</i>	Boraginacées	10	mai - août	Bon
Coréopsis jaune	<i>Coreopsis verticillata</i>	Astéracées	2	juill. – sept.	Moyen
Génévrier commun	<i>Juniperus communis</i>	Cupressacées	1	-	-
Livèche	<i>Levisticum officinale</i>	Ombellifères	4	juill.	Bon
Monarde	<i>Monarda didyma</i>	Labiées	3	juill. - août	Bon
Shéperdie du Canada	<i>Shepherdia canadensis</i>	Éléagnacées	3	NA	Mauvais
Sureau du Canada	<i>Sambucus canadensis</i>	Caprifoliacées	2	juin – juill.	Bon
Udo	<i>Aralia cordata</i>	Araliacées	4	sept.	Moyen

NA = Aucune floraison sur le site en 2017 entre les mois de juin et septembre

Tableau 3 : Abondance des parasitoïdes et prédateurs capturés lors des aspirations dans les haies bordant les parcelles de crucifères en 2018 et 2019.

Super-famille famille Genre - espèces	Achillée millefeuille		Alisier		Amélanchier du Canada	Aronie à fruits noirs	Caragantier de Sibérie	Cassissier	Consoude de Russie		Livèche	Monarde	Sureau du Canada		Total		
	2018	2019	2018	2019	2018	2018	2018	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019		
Parasitoïdes	148	219	2	5		1	11	1	96	62	37	1	25	29	13	350	300
<i>Ceraphronoidea</i>	3	3							10	1			2	2	1	17	5
<i>Ceraphronidae</i>	2	3							10	1			2	2	1	16	5
<i>Megaspilidae</i>	1								0							1	
<i>Chalcidoidea</i> ^{1,2}	109	172	2	3			2		43	29	22		14	8	2	200	206
<i>Aphelinidae</i>									2	1	4					6	1
<i>Chalcididae</i>	1								0				1			2	
<i>Encyrtidae</i> ¹	1	2							12	1			3	1		17	3
<i>Eulophidae</i> ^{1,2}	96	145		2			1		9	10	5		2	3	2	116	159
<i>Eurytomidae</i>											1		2	1		4	
<i>Mymaridae</i>	11	4	2	1			1		11	4	10		6	1		42	9
<i>Perilampidae</i>											1					1	
<i>Pteromalidae</i> ^{1,2}		13							9	3	1			2		12	16
<i>Chrysoidea</i>										1							1
<i>Cynipoidea</i>	2	4		2		1	1	1	11	4	9			13		38	10
<i>Diaprioidea</i>									1							1	
<i>Diapriidae</i>									1							1	
<i>Evanoidea</i>	1																1
<i>Ichneumonidea</i> ¹	13	7					5		15	15	2	1	1	1	1	35	24
<i>Braconidae</i> ^{1,3}	8	6					1		14	11	1		1	1	1	26	18
<i>Microgastrinae</i> ¹	2										1			1		4	
<i>Ichneumonidae</i> ^{1,2,3}	3	1					4		1	2	1					9	3
<i>Diadegma insulare</i> ^{1,3}									1	1						1	1
<i>Mymarommatoidea</i>		1															1
<i>Mymaromatidae</i>		1															1
<i>Platygastroidea</i>	22	32					3		16	9	4		8	5	9	58	50
<i>Platygastriidae</i>	22	29					3		16	7	4		8	5	8	58	44
<i>Scelionidae</i>		2								1						3	
<i>Sulionidae</i>		1								1					1	3	
<i>Proctotrupoidea</i>										3							3
<i>Diaphidae</i>										2							2
<i>Proctotrupidae</i>										1							1
Prédateurs	71	75	1	6		4	6	1	24	25	22	1	25	46	3	200	110
<i>Staphylinoidea</i>	1						2										3
<i>Staphylinidae</i>	1						2										3
<i>Araneae</i>	35	53	1	1			3	1	15	20	13		16	25	3	109	77
<i>Caraboidea</i>	1												1			1	1
<i>Carabidae</i>		1															1
<i>Chrysopidae</i>	1																1
<i>Cimicoidea</i>	28	3							4	3	6		4	20		62	6
<i>Anthorcoridae</i>	28	3							4	3	6		4	20		62	6
<i>Orius insidiosus</i>	17								3		5		4	20		49	
<i>Orius sp.</i>	4	3								3	1					5	
<i>Orius tristicolor</i>	7								1							8	
<i>Coccinelloidea</i>	7						1		1	2	2		2	1		7	9
<i>Coccinellidae</i>	7								1	2	2		2	1		6	9
<i>Coleomegilla maculata</i>	2															2	
<i>Harmonia axyridis</i>													1			1	
<i>Hippodamia sp.</i>											1					1	
<i>Microweisea misella</i>	3																4
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	1																1
<i>Psyllobora viginti maculata</i>									1	1			2			3	1
<i>Stethorus sp.</i>											1					1	
<i>Elateroidea</i>			5		4				3								7
<i>Cantharidae</i>			5		4				3								7
<i>Nabidae</i>	3	3															3
<i>Pentatomoidea</i>		5							1								1
<i>Reduivoidea</i>	3	3									1		2				6
<i>Reduviidae</i>	3	3									1		2				6
<i>Phymata sp.</i>	3	3											2				6
<i>Vespoidea</i>												1					1
<i>Vespidae</i>												1					1
<i>Ancistrocerus antilope</i>												1					1

¹ Groupe incluant une ou des espèces de parasitoïdes dont l'espèce hôte est la piéride du chou et/ou fausse-teigne des crucifères et/ou fausse arpeuteuse du chou

² Groupe incluant une ou des espèces d'hyperparasitoïdes de parasitoïdes de la piéride du chou et/ou fausse-teigne des crucifères et/ou fausse arpeuteuse du chou

³ Groupe incluant une ou des espèces de parasitoïdes dont l'activité a été détectée dans la culture de crucifères adjacentes aux haies

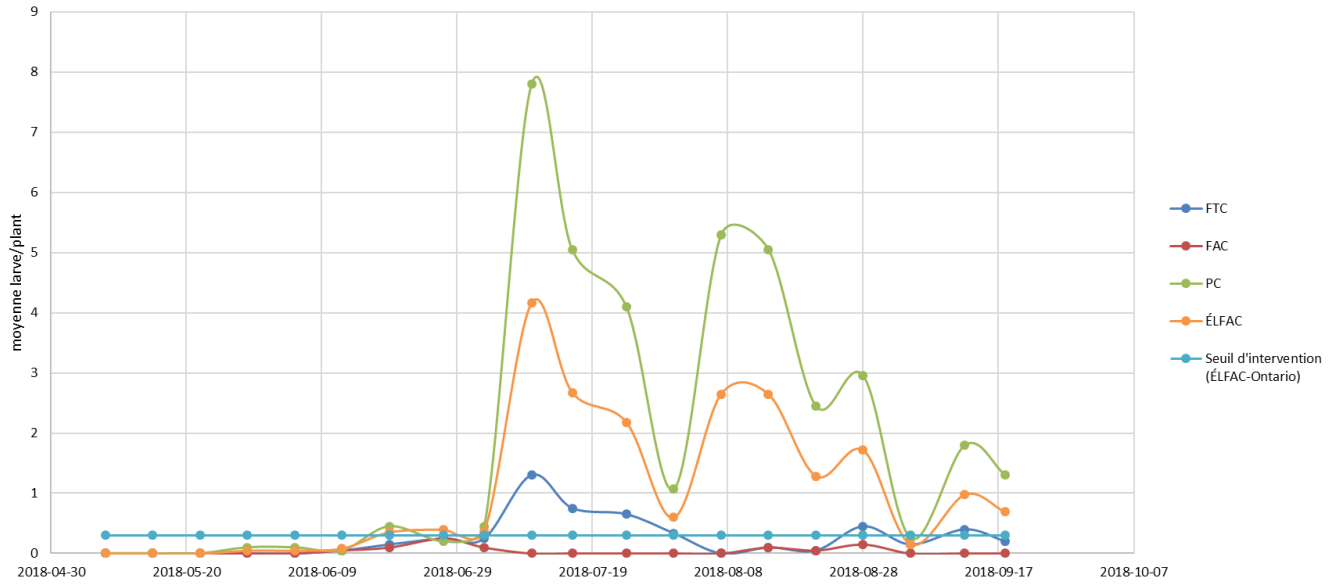


Figure 5 : Abondance des larves de fausse-teigne des crucifères (FTC), de fausse-arpenteuse du chou (FAC) et de la piéride du chou (PC) dépistées dans les parcelles de crucifère en 2018 comparées à l'équivalent de larves de fausse-arpenteuse par plant (ÉLFAC) et au seuil d'intervention recommandé pour la culture du chou en Ontario.

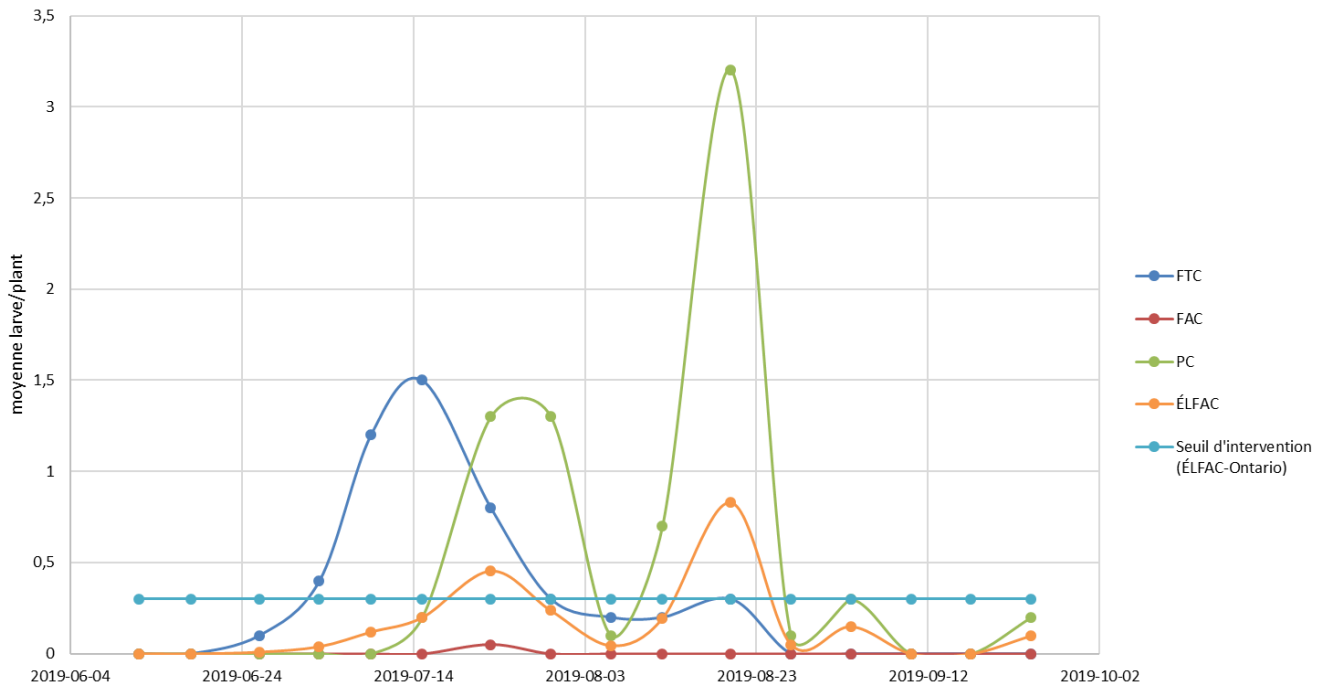


Figure 6 : Abondance moyenne par plant des larves de fausse-teigne des crucifères (FTC), de fausse-arpenteuse du chou (FAC) et de la piéride du chou (PC) dépistées dans les parcelles de crucifère en 2019 comparées à l'équivalent de larves de fausse-arpenteuse par plant (ÉLFAC) et au seuil d'intervention recommandé pour la culture du chou en Ontario.

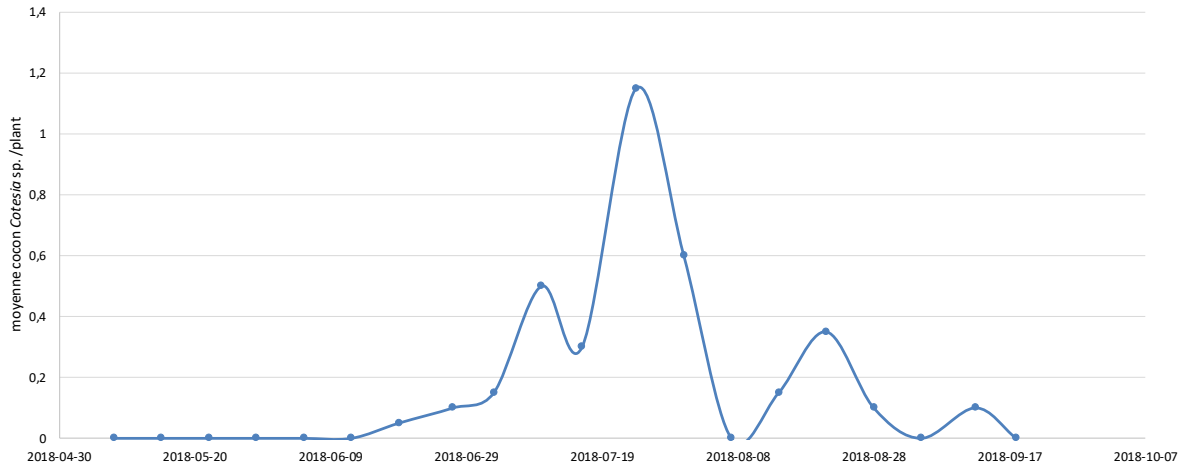


Figure 7 : Abondance moyenne de cocons de *Cotesia* sp. par plant dans les parcelles de crucifères en 2018.

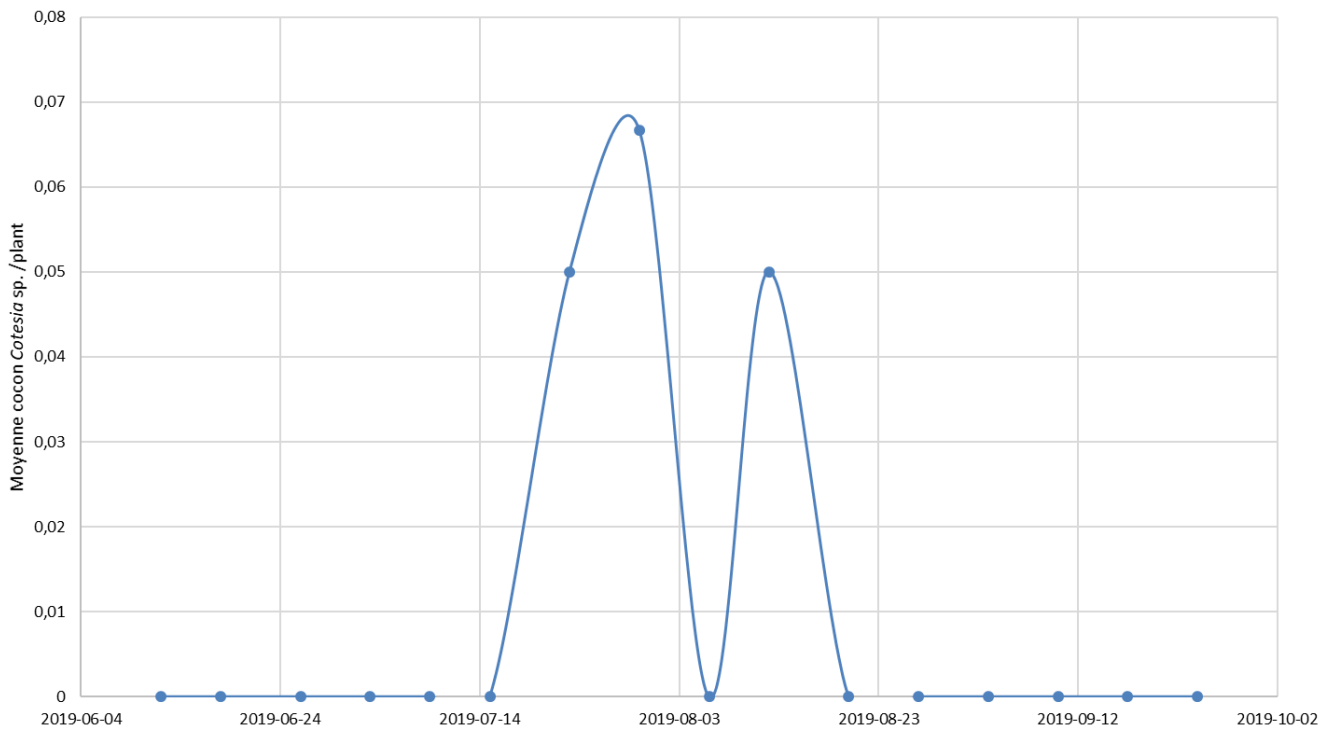


Figure 8 : Abondance moyenne de cocons de *Cotesia* sp. par plant dans les parcelles de crucifère en 2019.

Tableau 4 : Évaluations du parasitisme des larves de piéride du chou (PC), de la fausse-arpenteuse du chou (FAC) et de la fausse-teigne des crucifères (FTC) dépistées dans les parcelles de crucifères en 2018 et 2019.

	Piéride du chou		Fausse-teigne des crucifères		Fausse-arpenteuse du chou	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
N total	142	32	36	26	12	1
% Non parasité	19,0	10,0	41,7	6,0	16,7	0,0
% Mort	19,7	34,4	5,6	11,5	75,0	100,0
% Parasité	61,3	34,4	52,8	65,4	8,3	0,0
Nombre de parasitoïdes émergents						
<i>Baryscapus galactopus</i> ²	25		1			
<i>Cotesia rubecula</i> ¹	51	10	1			
<i>Diadegma insulare</i> ¹			17	15		
<i>Phryxe vulgaris</i> ¹	2					
Espèces inconnues	9	1		2	1	

¹ Parasitoïde

² Hyperparasitoïde

Tableau 5 : Composition spécifique et abondance des pollinisateurs échantillonnés dans la culture de cucurbitacées et les haies en 2018 et 2019.

Famille Genre - espèce	2018		2019	
	Courgette	Haie	Courgette	Haie
Nombre d'échantillons	60	60	174	132
Andrenidae				
<i>Andrena</i> sp.			3	2
Apidae				
<i>Apis mellifera</i>	1		3	3
<i>Bombus griseocollis</i>			2	
<i>Bombus impatiens</i>		1	3	1
<i>Bombus rufocinctus</i>			1	
<i>Bombus vagans vagans</i>				1
<i>Ceratina</i> sp.		1		1
<i>Melissodes despondus</i>				1
<i>Melissodes</i> sp.		1		1
<i>Peponapis pruinosa</i>	15		21	12
<i>Triepeolus</i> sp.			1	
Colletidae				
<i>Hylaeus</i> sp.	1			2
Halictidae				
<i>Agapostemon</i> sp.	1	1		
<i>Augochlora pura</i>	1		1	
<i>Augochlorella aurata</i>		1	3	1
<i>Dufourea</i> sp.		1	1	
<i>Halictus confusus</i>			3	1
<i>Halictus ligatus</i>		1	3	
<i>Halictus rubicundus</i>			1	
<i>Halictus</i> sp.			1	1
<i>Lasioglossum</i> sp.	13	14	22	14
<i>Sphcodes</i> sp.			1	
Megachilidae				
<i>Coelioxys</i> sp.			1	
Pemphredonidae		3		
Pompilidae	2			
Syrphidae	1	1	19	17