



Lutte biologique contre les ravageurs

Janet Wallace, Août 2021

Les agriculteurs biologiques peuvent lutter contre les ravageurs en fournissant un habitat propice aux organismes utiles, en utilisant des cultures pièges, en libérant des agents de biocontrôle ou en appliquant des biopesticides (pesticides fabriqués à partir de sources naturelles, comme des micro-organismes, des plantes, des tissus animaux ou des minéraux).

Les agents de biocontrôle (lutte biologique) sont des organismes vivants qui sont introduits ou soutenus par l'homme dans l'intention de nuire aux ravageurs invertébrés. Les agents de biocontrôle sont parfois appelés " ennemis " parce qu'ils s'attaquent aux ravageurs. Les agents de biocontrôle comprennent les prédateurs, les parasitoïdes, les parasites et les agents pathogènes des ravageurs.



Photo : Les coccinelles et leurs larves sont des prédateurs voraces de nombreux ravageurs, notamment des pucerons.

FAITS MARQUANTS

Dans ce bulletin, vous trouverez :

- *Qui mange quoi* - un tableau des nuisibles et des organismes bénéfiques qui les attaquent.
- *Comment attirer les organismes utiles*- une liste d'organismes utiles et des conseils sur leur habitat préféré.
- Des exemples de biocontrôle réussi dans les serres
- Les dernières recherches sur la manipulation de l'habitat pour gérer les sources de nourriture des prédateurs et des parasitoïdes
- Pesticides biologiques courants pour la gestion des prédateurs et des parasitoïdes

Pour maintenir une communauté d'agents de lutte biologique forte et stable, les agriculteurs peuvent mettre en place des « SNAP » : Shelter (abri), Nectar, Alternative prey (proies alternatives) et Pollen. Tout au long de l'année, y compris en hiver, les organismes ont besoin d'un abri, comme des terres en friches, du paillis, des plantations vivaces, des haies ou des zones sauvages.

Pour fournir du pollen et du nectar, les agriculteurs peuvent planter des bandes insectaires : des plantes à fleurs ayant des caractéristiques florales et des périodes de floraison différentes. Les zones sauvages et les bandes fleuries peuvent fournir un habitat aux pollinisateurs, ce qui peut conduire à un meilleur rendement des cultures.

Les agriculteurs peuvent concentrer les nuisibles en cultivant des cultures pièges, des plantes qui attirent les nuisibles. Cela peut détourner les nuisibles des cultures commerciales et faciliter leur élimination en fauchant ou en labourant la culture piège ou en appliquant un pesticide végétal.

Sur les fermes biologiques, la lutte biologique s'effectue en partie grâce aux organismes bénéfiques. Sur ces fermes, on retrouve généralement une abondance et une diversité de ces organismes incluant des prédateurs et des parasitoïdes, que l'on ne retrouve pas nécessairement sur les fermes conventionnelles¹. Bien que ces organismes comme les guêpes, les coléoptères et autres entraînent la mort des organismes nuisibles, les agriculteurs jouent un rôle important en procurant des habitats pour ces agents de lutte et en s'assurant que les cultures soient saines et robustes. Si ces mesures préventives sont insuffisantes, les agriculteurs peuvent effectuer des lâchers d'organismes qui attaqueront les ravageurs ou appliquer des biopesticides

Les agriculteurs biologiques bénéficient de plus en plus d'options de lutte biologique, grâce en partie aux travaux réalisés dans le cadre de la Grappe Scientifique Biologique (GSB). Depuis 2009, les chercheurs des Grappes Scientifiques Biologiques explorent, par des projets partout au Canada, comment les agriculteurs biologiques peuvent lutter contre les ravageurs soit en procurant des habitats pour les insectes bénéfiques, en relâchant des agents de lutte biologique ou en appliquant des biopesticides. Le choix de la méthode dépend du type de ravageur, du niveau de pression exercée par les ravageurs, du système de production (culture en champ, production maraîchère, culture en serre) et de la préférence de l'agriculteur.

LÂCHERS D'AGENTS DE LUTTE BIOLOGIQUE

Les agriculteurs peuvent relâcher des prédateurs, des parasites ou des parasitoïdes dans le but d'attaquer les organismes nuisibles. Le choix de l'agent dépend de la situation. Par exemple, un agriculteur peut choisir entre un prédateur généraliste qui attaque plusieurs espèces de ravageurs ou un parasitoïde spécifique qui attaque une seule espèce.

La lutte biologique convient bien à la production en serre où les infestations d'organismes nuisibles peuvent être sévères en raison du manque d'organismes bénéfiques sauvages. De plus, la structure de la serre elle-même réduit les risques que l'organisme introduit s'échappe dans l'environnement. Des organismes bénéfiques peuvent être achetés auprès de plusieurs compagnies au Canada³.

Voici quelques exemples de lutte biologique dans les serres⁴:

- Le contrôle des tétranyques herbivores par des acariens prédateurs (*Amblyseius spp.*, *Galendromus occidentalis*,

Neoseiulus californicus et *Phytoseiulus persimilis*), par la punaise miride prédatrice (*Macrolophus pygmaeus*) vendue sous le nom de Mirical et par la coccinelle prédatrice (*Stethorus punctillum*).

- Le contrôle des thrips par les acariens prédateurs (*Neoseiulus cucumeris* et *Gaeolaelaps aculeifer*), par la punaise minuscule (*Orius*) et par les nématodes parasites (*Steinernema*).
- Le contrôle des pucerons par une variété de parasitoïdes (*Aphelinus abdominalis*, *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi* et *Aphidius matricariae*), et par des prédateurs incluant la cécidomyie du puceron (*Aphidoletes aphidimyza*), la coccinelle à deux points (*Adalia bipunctata*), les chrysopes (*Chrysoperla carnea* et *Chrysoperla rufilabris*) ainsi que la coccinelle convergente (*Hippodamia convergens*).
- Le contrôle des aleurodes par des parasitoïdes, les Chalcidoidea (*Encarsia formosa*, *Eretmocerus mundus* et *Eretmocerus eremicus*), et par des prédateurs incluant la coccinelle (*Delphastus catalinae*), l'acarien (*Amblyseius swirskii*) et les punaises mirides prédatrices (*M. pygmaeus*, *M. caliginosus* et *Nesidiocoris tenuis*).

Si les organismes bénéfiques se dispersent après avoir été relâchés dans un champ, l'investissement de l'agriculteur est tout simplement perdu. Des agents de lutte moins mobiles, comme des larves de coccinelle plutôt que des adultes, sont moins susceptibles de se disperser. Toutefois, le lâcher d'agents de lutte en champ se produit occasionnellement, tel que le lâcher de parasitoïdes à l'aide de drones au-dessus des champs de maïs pour le contrôle de la pyrale du maïs.

L'effet d'un lâcher d'organismes bénéfiques est temporaire à moins que ceux-ci réussissent à s'établir. Des lâchers fréquents peuvent maintenir les populations de ravageurs à un faible niveau et prévenir des infestations sévères. Si un agent de lutte est relâché une fois que l'infestation s'est produite, il y aura un délai entre le lâcher et l'effet sur les ravageurs. Ceci est particulièrement important avec les parasitoïdes – car, contrairement aux prédateurs, ils ne tuent pas immédiatement les ravageurs.

Un des défis rencontrés avec la lutte biologique est la capacité d'obtenir les organismes bénéfiques au moment où ils sont requis – lorsque le nombre de ravageurs augmente. Ceci implique le dépistage constant des populations de

La Norme biologique canadienne de 2020 permet l'utilisation des « organismes biologiques (vivants, morts ou sous forme d'extraits) tels que les virus, les bactéries, les protozoaires, les champignons, les phages, les insectes et les nématodes » comme agents de lutte biologique².

Tableau 1. Moyens de lutte biologique

	Description	Avantages	Inconvénients	Situation idéale
Lâchers d'organismes	Lâchers de prédateurs, de parasitoïdes ou de parasites.	<ul style="list-style-type: none"> • Simple • Peut être très efficace, particulièrement dans le cas d'œufs et de larves. • Peut cibler une ou plusieurs espèces de ravageurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les organismes peuvent quitter la culture. • Cette méthode peut être coûteuse. • Il y a souvent un délai dans la livraison du produit commercial. • Délai entre l'application et l'effet. • Peut créer de nouveaux problèmes (p. ex., les organismes bénéfiques deviennent des ravageurs). • Peut nuire à d'autres organismes bénéfiques. • Les organismes relâchés peuvent ne pas se reproduire, des lâchers fréquents sont nécessaires. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultures de grande valeur. • Environnement fermé (serre).
Procurer un habitat aux organismes bénéfiques	Procurer des sources de nourriture et un abri toute l'année pour maintenir les populations d'organismes bénéfiques sauvages.	<ul style="list-style-type: none"> • Peut supporter plusieurs types d'organismes bénéfiques. • Procure d'autres avantages (p. ex., attire les pollinisateurs, améliore la biodiversité, prévient l'érosion). • Peut être autosuffisant pendant plusieurs années. • Méthode peu coûteuse ou gratuite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Long délai entre la création de l'habitat et l'effet sur les ravageurs. • Peut procurer un habitat pour d'autres ravageurs. • Ne cible pas un ravageur en particulier. • L'efficacité varie – imprévisible. • Peut être difficile ou coûteux d'établir un insectarium de plantes vivaces. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionne dans plusieurs environnements -champs, jardins maraîchers, serres. • La meilleure solution pour prévenir les infestations de ravageurs.
Biopesticides	Appliquer une substance dérivée d'une source naturelle qui nuira aux ravageurs.	<ul style="list-style-type: none"> • Simple à appliquer. • Peut être très efficace à différents stades du cycle de vie du ravageur. • Agit rapidement. • Peut cibler un ravageur ou un groupe de ravageurs. • Peut être entreposé et prêt à l'usage lorsque nécessaire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut nuire à certains organismes bénéfiques. • Peut être coûteux. • L'effet est de courte durée. • Les ravageurs peuvent développer une résistance au biopesticide 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultures de grande valeur. • Infestations importantes. • Plus efficace quand appliqué aux ravageurs immatures.

Tableau 1 : Formes de biocontrôle

ravageurs, comme d'utiliser des pièges collants jaunes. Une autre approche consiste à fournir un habitat pour soutenir les prédateurs et les parasitoïdes lorsque le nombre de ravageurs est faible. Par exemple, l'alysson et la rudbeckie fournissent un habitat à la minuscule punaise Orius lorsque les ravageurs sont peu abondants⁵. Les agriculteurs peuvent également élever leurs propres parasitoïdes. Plusieurs compagnies qui vendent des organismes bénéfiques vendent aussi des systèmes de "plantes-banques" qui consistent à produire des pucerons inoffensifs pour nourrir les parasitoïdes lorsque les ravageurs ne sont pas abondants.

Les prédateurs de la punaise terne

La punaise terne (*Lygus lineolaris*) représente un ravageur important dans la production de plusieurs fruits et légumes. Sa salive est toxique pour les plantes et cause des dommages importants lorsque la punaise se nourrit des parties de la plante (p. ex., des lésions nécrotiques sur le céleri, des nervures médianes endommagées sur la laitue). Dans la culture de la fraise, les dommages sont si fréquents (fraises rabougries et déformées) que la punaise terne pose un sérieux obstacle à la transition vers l'agriculture biologique⁶.



Photo : Les cosmos offrent un habitat aux organismes bénéfiques, notamment les guêpes chalcidées, plusieurs types d'araignées et la mante religieuse.

Dans une étude réalisée dans le cadre de la Grappe Scientifique Biologique 3⁷, deux prédatrices généralistes, la punaise (*Nabis americanoferus*) et la minuscule punaise (*Orius insidiosus*), ont été relâchées pour contrôler la punaise terne en serre et dans les fraisières⁸.

Après les lâchers de prédateurs dans les fraisières, la population de punaise terne a diminué pendant environ deux semaines. Bien que ces prédatrices soient présentes sur les fermes biologiques, les chercheurs ont démontré qu'une série de lâchers bien planifiés représente la façon la plus efficace de contrôler la punaise terne. La punaise *Nabis* s'attaque aux adultes et aux larves tandis que la minuscule punaise *Orius* consomme les œufs et les petites nymphes. Les chercheurs ont aussi relâché la punaise *Nabis* dans une serre et ont contrôlé la punaise terne en production de concombre.

Les deux prédatrices sont généralistes et mangent une variété de ravageurs. En plus de la punaise terne, la punaise *Nabis* s'attaque aussi aux pucerons et la minuscule punaise *Orius* se nourrit de petits ravageurs comme les thrips, les tétranyques et les aleurodes. Le fait d'avoir des sources de nourriture autres que le ravageur ciblé signifie que les prédateurs peuvent survivre lorsque ce ravageur est peu abondant. Toutefois, les réseaux alimentaires sont complexes; ces prédateurs peuvent s'attaquer à d'autres organismes bénéfiques ou même faire du cannibalisme.

Le contrôle de la drosophile à ailes tachetées

La drosophile à ailes tachetées (DAT) est une mouche à fruit envahissante qui est devenue un ravageur majeur partout en Amérique du Nord. Contrairement aux mouches à fruit indigènes qui pondent des œufs dans des fruits mous ou

DÉFINITIONS:

Organismes: Un terme général désignant tous les êtres vivants, qu'ils soient des plantes, des mammifères ou des microbes.

Invertébrés: Animaux dépourvus de vertèbres. La plupart des invertébrés mentionnés dans cet article sont des insectes, mais le terme « invertébré » est utilisé car un grand nombre de ravageurs et organismes bénéfiques invertébrés ne sont pas des insectes comme, par exemple, les vers de terre, les limaces, les escargots, les araignées et les acariens.

Organismes nuisibles (ravageurs): Dans cet article, le terme « organisme nuisible » ou « ravageur » désigne un insecte ou un invertébré qui endommage les cultures. La définition peut être plus générale. La Norme biologique canadienne le définit ainsi: « organisme constituant une nuisance pour les humains ou pour les ressources utilisées par les humains, comme certaines espèces de virus, bactéries, champignons, mauvaises herbes, parasites, arthropodes et rongeurs. »

Organismes bénéfiques: Organismes qui viennent en aide aux cultures comme les pollinisateurs, les organismes symbiotiques du sol et les agents de lutte biologique.

Agents de lutte biologique: Organismes vivants qui sont introduits ou soutenus par les humains dans le but de nuire ou endommager des ravageurs invertébrés. Les agents de lutte biologique sont parfois appelés « ennemis » parce qu'ils attaquent des organismes nuisibles. Les agents de lutte biologique incluent:

- **Prédateurs:** Organismes qui mangent des ravageurs. Exemples : oiseaux, carabes, punaise demoiselle (*Nabis*), punaise miniature *Orius*.
- **Parasitoïdes:** Organismes, généralement des guêpes ou des mouches qui pondent des œufs dans le corps d'un organisme nuisible (adulte, puppe, larve ou œuf). Lorsque les parasitoïdes éclosent, ils consomment le ravageur de l'intérieur. Plusieurs parasitoïdes consomment des tissus non essentiels avant de s'attaquer aux organes internes des ravageurs. Ils ont le temps de se nourrir avant que l'hôte meure et ils émergent de l'hôte au stade adulte. Exemples: Braconides, chalcidiens et tachinaires.
- **Parasites:** Organismes qui se nourrissent de l'hôte mais qui généralement ne le tuent pas. Exemples: Acariens parasites, nématodes parasites.
- **Agents pathogènes:** Microorganismes (bactérie, champignon, virus, protozoaire, etc.) qui infectent le ravageur. Certains agents pathogènes sont aussi des parasites. Exemples: *Beauveria bassiana* et *Bacillus thuringiensis* (*Bt*).

pourris, la DAT (*Drosophila suzuki*) pond ses œufs dans les fruits sains et immatures. Lorsque les larves éclosent, elles consomment la chair du fruit. Il en résulte un fruit endommagé contenant des asticots. Les fruits vulnérables incluent les petits fruits, les raisins et les tomates.

Des chercheurs de la GSB⁹ ont identifié deux parasitoïdes qui pondent leurs œufs à l'intérieur des larves de DAT : la guêpe samba (*Ganaspis brasiliensis*) et la guêpe ronin (*Leptopilina japonica*). Étonnamment, ces insectes sont originaires d'Asie mais sont déjà établis sur la côte sud de la Colombie-Britannique¹⁰. Les parasitoïdes ont pu être introduits accidentellement dans des fruits importés qui contenaient des DAT parasitées par les parasitoïdes asiatiques. Il est possible que ces parasitoïdes puissent fournir une forme de lutte antiparasitaire autonome sur la côte de la Colombie-Britannique.

Le fait que ces parasitoïdes vivaient dans les fruits sauvages, de même que dans des champs en production et des vergers, met en évidence le besoin d'avoir un habitat toute l'année pour les organismes bénéfiques - des espaces sauvages et cultivés qui ne sont pas pulvérisés avec des insecticides (y compris les biopesticides). Cela signifie que la DAT se trouve également dans ces espaces; mais c'est la seule façon pour les parasitoïdes de survivre. Les chercheurs espèrent qu'en encourageant la présence des parasitoïdes, la population de DAT diminuera et se stabilisera avec le temps, de sorte qu'elle ne soit plus un ravageur important comme elle l'est en Asie.

MANIPULATION DE L'HABITAT

Les agents de lutte biologique ont aussi besoin de nourriture tout au long de leur cycle de vie. La plupart des ravageurs ne sont pas abondants pendant toute la saison de croissance, depuis le début du printemps jusqu'à la fin de l'automne, de sorte que d'autres sources de nourriture sont nécessaires à certains moments de la saison pour soutenir les agents de lutte biologique. Le pollen et le nectar sont des sources de nourriture pour les adultes parasitoïdes et plusieurs prédateurs. D'autres proies (p. ex. des invertébrés qui ne sont pas des organismes nuisibles) peuvent aussi nourrir les prédateurs et parasitoïdes si on leur fournit un habitat (fleurs, zones sauvages ou autres plantes). On risque toutefois de fournir un habitat à d'autres ravageurs. Cela met en évidence l'un des défis de la lutte biologique contre les ravageurs.

De plus, la lutte biologique est moins prévisible face aux changements climatiques. Les cycles naturels ravageurs-prédateurs peuvent être perturbés¹¹ lorsque les conditions météorologiques changent.

Bandes insectarium (Bandes fleuries)

Pour fournir du pollen et du nectar, les agriculteurs peuvent planter des bandes insectarium (bandes fleuries): des plantes à fleurs ayant des caractéristiques florales et des périodes de floraison différentes (voir le Tableau 2). Les zones sauvages et les bandes de fleurs fournissent un habitat aux pollinisateurs, ce qui peut entraîner des rendements plus élevés. De plus, les bandes insectarium et les zones sauvages répondent à la nouvelle exigence de la Norme Biologique Canadienne de 2020 en matière de biodiversité, soit de prendre « des mesures de protection et d'amélioration de la santé des écosystèmes de l'exploitation¹². »

Les bandes insectarium peuvent fournir des habitats à d'autres prédateurs, comme les carabes. Une étude réalisée dans les Prairies canadiennes, dans le cadre de la GSB¹³ démontre que le nombre de carabes était trois fois

LES DÉFIS DES BANDES INSECTARIUM

Abriter des ravageurs. L'habitat pour les organismes bénéfiques peut fournir de la nourriture et un abri pour des ravageurs ou être une source d'ensemencement pour les mauvaises herbes.

- *Solution:* Surveiller les bandes. Travailler le sol ou tondre les bandes si elles abritent des ravageurs ou avant que les mauvaises herbes produisent des graines.

Les défis de l'établissement. Un peuplement de plantes vivaces peut être coûteux à établir. Il est difficile de maintenir la sélection des espèces désirées. Les plantes vivaces doivent survivre à l'hiver et se propager; les plantes annuelles doivent se ressemer; les plantes les plus compétitives (les mauvaises herbes) ne doivent pas dominer le mélange.

- *Solution:* La préparation du site : Attendre que le site soit exempt de mauvaises herbes, surtout si elles sont vivaces, avant de planter. Utiliser des cultures-abris.

Prendre certains risques. Bien qu'il soit connu que les bandes insectarium fournissent un habitat pour les organismes bénéfiques, elles ne fourniront pas nécessairement la nourriture et l'abri aux ennemis des ravageurs qui s'attaquent à vos cultures.

- *Solution:* Choisir des fleurs appropriées (voir Tableaux 2 et 3).

Tableau 2. Plantes pour attirer les organismes bénéfiques¹⁴

Organisme bénéfique	Ravageurs	Comment attirer/conserv	
		Plantes	Actions
Acariens prédateurs (Typhlodromus spp.)	Tétranyques		Différentes espèces ont des exigences écologiques particulières, notamment en ce qui concerne l'humidité et la température. Éviter les insecticides. Fournir un habitat pour les proies alternatives (c'est-à-dire non nuisibles) des acariens prédateurs.
Araignées	Plusieurs insectes	Carvi, aneth, fenouil, cosmos, tagète, menthe verte	
Braconides (Famille des Braconidae)	Légionnaires spongieuses, piéride du chou, carpocapse de la pomme, pyrale du maïs, larves de coléoptères, mouches, pucerons, chenilles, autres insectes.	Plantes riches en nectar avec de petites fleurs (carvi, aneth, persil, carotte sauvage, fenouil, moutarde, trèfle blanc, tansie, achillée), tournesol, vesce velue, sarrasin, dolique, renouée des oiseaux, crocus, menthe verte.	
Carabes (Famille des Carabidae)	Limaces, escargots, vers gris, mouche du chou, autres larves de papillons de nuit, larves de coléoptères. Quelques-uns s'attaquent au doryphore de la pomme de terre, aux spongieuses et aux livrées.	Trèfle d'Alexandrie et trèfle souterrain, renouée des oiseaux	
Cécidomyie du puceron (Aphidoletes aphidimyza) (Les larves sont des prédateurs du puceron)	Pucerons	Aneth, moutarde, thym, mélilot	Protège les jardins des grands vents.
Chalcidiens (plusieurs familles incluant les Trichogrammatidae)	Tordeuse des bourgeons de l'épinette, noctuelle de la tomate, sphinx de la tomate, ver de l'épi du maïs, pyrale du maïs, carpocapses.	Diversité de plantes incluant aneth, anis, carvi, vesce velue, menthe verte, carotte sauvage, sarrasin, renouée des oiseaux, achillée, trèfle blanc, tansie, dolique, fenouil, cosmos, cerfeuil. Pour les vergers: trèfle et mauvaises herbes à fleurs.	
Chrysopes, Neuroptera	Tordeuse des bourgeons de l'épinette, noctuelle de la tomate, sphinx de la tomate, ver de l'épi du maïs, pyrale du maïs, carpocapses.	Diversité de plantes incluant aneth, anis, carvi, vesce velue, menthe verte, carotte sauvage, sarrasin, renouée des oiseaux, achillée, trèfle blanc, tansie, dolique, fenouil, cosmos, cerfeuil. Pour les vergers: trèfle et mauvaises herbes à fleurs.	
Cicindèles (Famille des Cicindelidae)	Plusieurs insectes		Maintenir des plantations permanentes et certaines zones de terre et de sable exposées.
Coccinelles (<i>Hippodamia</i> spp. et autres)	Pucerons, cochenilles, tétranyques, aleurodes, petites chenilles.	Famille de la carotte*, famille du tour-nesol**, trèfle incarnat, vesce velue, grains et herbes indigènes, asclépiade, robinier faux-acacia, sarrasin, seigle, chanvre, nerprun.	Une fois que les pucerons quittent une culture, les coccinelles quittent aussi. Pour retenir les coccinelles actives, maintenir les cultures de couverture ou d'autres plantes hôtes de pucerons ou de proies alternatives.
Coccinelles prédatrices (<i>Stethorus</i> spp.)	Tétranyques	Famille de la carotte*, famille de la moutarde (alysson, thlaspi, etc.)	

Tableau 2. Plantes pour attirer les organismes bénéfiques

	Ravageurs	Comment attirer/conserver	
			Actions
Guêpe parasitoïde d'aleurode (<i>Encarsia formosa</i>)	Aleurode des serres, aleurode du tabac	Famille de la carotte*, famille du tournesol**.	
Nématodes parasites	Nématodes	Tagètes, chrysanthème, gaillarde, héliénie, <i>Eriophyllum lanatum</i> , collinsie, <i>Indigofera hirsuta</i> , ricin, <i>Crotalaria spp.</i> , <i>Desmodium spp.</i> , sesbania, lupins, <i>Phaseolus atropurpurens</i> .	
Mante religieuse (Mantis spp.)	Tout insecte (incluant les organismes bénéfiques)	Cosmos, ronces	Protéger les espèces indigènes en évitant les pesticides.
Parasites du puceron (<i>Aphidius matricariae</i> et autres)	Pucerons	Plantes riches en nectar avec de petites fleurs (anis, carvi, aneth, persil, famille de la moutarde, trèfle blanc, carotte sauvage, achillée)	Avoir des populations d'acariens hors-culture qui se nourrissent de plantes (p.ex., tétranyque rouge du pommier, tétranyque à deux points), cochenilles, pucerons, œufs de papillons, cicadelles et autres thrips.
Punaise soldat (<i>Podisus maculiventris</i>)	Légionnaire d'automne, ten-thrèdes, doryphore de la pomme de terre, coccinelle mexicaine des hari-cots.	Famille du tournesol**, ammi élevé	Maintenir des plantations permanentes.
Punaises (famille des Nabidae incluant <i>Nabis spp.</i>)	Pucerons, thrips, cicadelles, membracides, petites chenilles.	Carvi, aneth, fenouil, cosmos, tagète, menthe verte	
Punaises du genre <i>Geocoris</i> (famille des Lygaeidae)	Plusieurs insectes incluant d'autres punaises, altises, tétranyques, œufs d'insectes et petites chenilles. Se nourrissent aussi de graines.		
Réduve (Famille des Reduviidae)	Plusieurs insectes, incluant mouches, sphinx de la tomate, grandes chenilles		Maintenir des plantations permanentes.
Staphylin (Famille des Staphylinidae)	Pucerons, collemboles, nématodes, mouches; certains sont parasites de la mouche du chou.		Plantations permanentes; bandes intercalaires de seigle et autres grains et culture de couverture; paillis; aménager des allées en pierre ou en plantes pour fournir des refuges.
Syrphes	Pucerons, petites chenilles, thrips.	Famille de la carotte*, famille du tournesol**, thlaspi, alysson, ceanothus, prunier à feuilles de houx, sarrasin, scabiosa, menthe verte, renouée, bois	
Tachinaires	Larves de coléoptères et de mouches, chenilles. Vers gris, légionnaires, livrées, fausse arpegeuse du chou, spongieuse; certains s'attaquent aux tenthrèdes, scarabée japonais, hannetons, punaise de la courge, punaise verte, cloportes.	Famille de la carotte*, verge d'or, mélilot, <i>Phacelia spp.</i> , alysson, sarrasin, amarante, nerprun, <i>Heteromeles arbutifolia</i>	Maintenir des plantations permanentes et certaines zones de terre et de sable exposées.
Thrips prédateurs (Famille des Thripidae)	Tétranyques, pucerons, thrips, tordeuse orientale du pêcher, carpocapse, pique-boutons, petite mineuse du pêcher, charançon postiche de la luzerne, aleurodes, mineuses, cochenilles.		Avoir des populations d'acariens hors-culture qui se nourrissent de plantes (p.ex., tétranyque rouge du pommier, tétranyque à deux points), cochenilles, pucerons, œufs de papillons, cicadelles et autres thrips.

*Famille de la carotte: Carotte sauvage, aneth, fenouil, carvi, tanaïsie, persil, coriandre, etc.

** Famille du tournesol (*Aster*): *coreopsis*, *rudbeckia*, *achillée*, *cosmos*, *tournesol*, *tagètes*, *verge d'or*, *marguerites*, *Anthemis*, *pissenlit*, etc.



Photo : Les carabes prospèrent dans les bandes insectaires, les terrains non perturbés et les sols paillés. Ils consomment les limaces, les vers gris, les asticots de la racine du chou et les larves de nombreux ravageurs (dont la spongieuse et la livrée).

DES CONSEILS POUR FOURNIR UN HABITAT AUX AGENTS DE LUTTE BIOLOGIQUE:

Maintenez les bordures. La plus grande diversité et abondance d'organismes bénéfiques se trouve en bordure des champs où se rencontrent les zones cultivées et les zones sauvages.

Favorisez les petits espaces. Plus le champ est petit, plus il y aura de bordures et de 'bénéfices marginaux' en termes de richesse et de nombre d'espèces d'insectes qui s'attaquent aux ravageurs. Essayez de réduire la distance que les organismes bénéfiques doivent parcourir pour se déplacer entre leur habitat et les cultures.

Plantez des fleurs. Les fleurs fournissent de la nourriture (pollen, nectar et proies alternatives) aux prédateurs et aux parasitoïdes. La bande de fleurs idéale comprend des espèces qui fleurissent tout au long de la saison de croissance. Certaines plantes sont plus efficaces que d'autres (voir Tableau 2).

Évitez la distanciation physique. N'isolez pas vos cultures. Plantez des cultures intercalaires, des engrais verts, d'autres cultures et même des mauvaises herbes.

Arrêtez de pulvériser. Moins on utilise de produits phytosanitaires, mieux c'est. Les pesticides, incluant les biopesticides autorisés en agriculture biologique, peuvent tuer les organismes bénéfiques.

plus élevé dans les bandes fleuries que dans les bordures herbacées du champ témoin¹⁵. Les carabes consomment une grande diversité de ravageurs, incluant les pucerons, les acariens, les larves de coléoptères et les limaces. Ils ont une longue durée de vie et peuvent s'adapter - ils peuvent s'alimenter de graines de mauvaises herbes lorsque les invertébrés se font rares.

Les chercheurs de la GSB recommandent que les producteurs prennent le temps de préparer un site sans mauvaises herbes avant d'ensemencer une bande insectarium¹⁶.

Des chercheurs du Rodale Institute ont pris le temps de créer des bandes insectarium dans des champs de concombre. Ils ont d'abord semé une culture-abri d'avoine et de luzerne. Ils y ont ensuite transplanté des plantes pour les insectes (aneth, basilic sacré, calendula, alysson, mélisse, féverole, pois et tournesol), donnant ainsi à ces plantes un avantage sur les mauvaises herbes.

Les bandes insectarium ont attiré des prédateurs et des parasitoïdes, incluant les tachinaires, les coccinelles, la punaise miniature Orius et les carabes. Parasitées par les tachinaires attirées par les bandes insectarium, les chrysomèles rayées du concombre étaient moins nombreuses et leur taux de survie était plus faible comparativement aux champs sans fleurs. Les plantes dans les champs avec les fleurs affichaient aussi un faible taux de flétrissement bactérien, une maladie transmise par la chrysomèle rayée du concombre¹⁷.

Compagnonnage de plantes florales

Une approche ciblée de la lutte biologique consiste à planter des espèces florales pour attirer certains prédateurs ou parasitoïdes. Par exemple, une étude de la GSB¹⁸, suggère que pour attirer les coccinelles, il est préférable de planter des fleurs comme le tagète, la grande capucine, le cosmos et l'achillée (dans cet ordre) plutôt que la coriandre, l'alysson, la luzerne, le pétunia, la phacélie et la moutarde¹⁹. Les coccinelles consomment avidement les ravageurs au corps mou, y compris les pucerons, les cochenilles, les aleurodes et les thrips.

Cependant, les fleurs ont aussi attiré certains ravageurs. La punaise terne a été attirée par la phacélie et les altises ont été attirées par l'alysson, la moutarde et la capucine.

Une autre étude de la GSB²⁰ a examiné les effets de plusieurs cultures de couverture dans les vignobles et démontre que l'alysson attire plus de parasitoïdes que les autres cultures²¹. L'alysson, ainsi que la coriandre, attirent aussi les syrphes, qui s'attaquent à plusieurs ravageurs²².

Cultures-appâts (Cultures-pièges)

Les cultures-appâts ou cultures-pièges, sont des plantes qui attirent les ravageurs, les éloignant ainsi des cultures commerciales. En concentrant les ravageurs – comme en rassemblant les ennemis – les agriculteurs peuvent les détruire en tondant ou en labourant la culture-appât ou en appliquant un biopesticide. Une autre approche consiste à laisser les prédateurs et les parasitoïdes s’attaquer aux ravageurs dans la culture-appât.

Le succès de cette approche dépend de la vigueur de la culture-appât, comme l’ont découvert les chercheurs de la GSB²³. Ils ont tenté de réduire les dommages causés par les altises dans la culture de jeunes pousses d’épinard biologiques en plantant des cultures-appâts (coréopsis, zinnia, chrysanthème et un mélange d’amarante, de colza et de moutarde). Les cultures-appâts ont eu du mal à s’établir dans des conditions de sécheresse et/ou de prolifération de mauvaises herbes. Même lorsque les cultures-appâts étaient en bonnes conditions, elles étaient moins efficaces s’il y avait beaucoup de mauvaises herbes que les ravageurs préféraient aux cultures-appâts. Les chercheurs ont conclu qu’il est important d’avoir une bonne gestion des mauvaises herbes ainsi que de l’irrigation pour utiliser les cultures-appâts dans le contrôle des ravageurs²⁴. Dans l’ensemble, les fleurs ont attiré les altises plus que les autres plantes, et surtout, les ont éloignées des épinards. Plus la culture-appât est diversifiée, plus elle attire de ravageurs²⁵.

Les cultures-appâts peuvent être utilisées pour réduire les dommages causés par la punaise terne (*Lygus*) dans les fraisières. Une étude de la GSB²⁶ a démontré qu’en été, le sarrasin, la moutarde et le canola sont des cultures-appâts efficaces pour la punaise terne tandis qu’en automne, la molène (une mauvaise herbe) et le tournesol étaient de bonnes plantes hôtes. Avoir des cultures-appâts pour l’été et l’automne est l’approche la plus efficace. Certaines cultures-appâts, comme la molène, attirent des prédateurs de la punaise terne comme la punaise Nabis. La culture-appât a éloigné les ravageurs des plants de fraises – une fois dans la culture-appât, les punaises ternes ont été attaquées par les punaises Nabis.

Planter de la luzerne autour des plants de fraises peut aussi éloigner la punaise terne de la culture²⁷. Les professionnels recommandent d’utiliser un aspirateur monté sur un tracteur pour aspirer les ravageurs dans la luzerne²⁸.

Les cultures-appâts peuvent être fauchées pour diriger les prédateurs et les parasitoïdes vers la culture principale. Par exemple, le houblon et la féverole attirent communément les pucerons. Des producteurs de houblon biologique ont planté de la féverole parmi le houblon pour attirer les ennemis naturels du puceron du houblon²⁹ qui s’établiront après l’établissement du puceron. Une fois que les pucerons

ont été détectés dans le houblon, les producteurs ont coupé les plants de féveroles. Les prédateurs des pucerons établis dans la féverole ont perdu leur habitat et se sont rapidement déplacés vers le houblon. Résultat: un meilleur contrôle du puceron dans le houblon ainsi que les avantages d’un engrais vert.

BIOPESTICIDES

Les “biopesticides” sont des pesticides de sources naturelles, comme les microorganismes, les plantes, les tissus animaux ou les minéraux. Un exemple courant est le pyrèthre, fabriqué à partir de fleurs de chrysanthème écrasées. (Notez que le pyrèthre est permis en agriculture biologique, contrairement à son homologue synthétique, la perméthrine.)

Les plantes qui fournissent un habitat pour les agents de lutte biologique contiennent souvent des composés insecticides et répulsifs. En plus d’utiliser ces plantes en cultures intercalaires (p. ex., le sarrasin, la coriandre, l’origan et le faux basilic), les producteurs peuvent faire des extraits bruts avec le feuillage. Appliquer ces biopesticides sur les cultures peut éloigner ou nuire aux ravageurs³⁰.

Les biopesticides microbiens peuvent contenir des virus, des bactéries, des champignons ou des nématodes. Des chercheurs de la GSB³¹ étudient le contrôle biologique des vers fil de fer par le champignon du sol *Metarhizium brunneum* LRC112, vendu sous le nom d’Attracap³². D’autres espèces de *Metarhizium* peuvent être utilisées pour la lutte contre d’autres ravageurs.

Pour la lutte contre les chenilles dans les brassicacées, plusieurs producteurs biologiques utilisent Dipel ou d’autres produits commerciaux qui contiennent des bactéries de sol (*Bacillus thuringiensis var. kurstaki*). Malheureusement, de nombreux ravageurs ont développé une résistance au Bt. Des solutions alternatives sont étudiées par les chercheurs de la GSB³³, qui ont constaté que des applications du champignon *Beauveria bassiana* (BotaniGard), ainsi que certains virus, peuvent contrôler la fausse teigne des crucifères, la fausse arpenreuse du chou et la piéride de la rave³⁴.



Photo : Le calendula peut attirer des organismes bénéfiques tels que les coccinelles, les chrysopes et les syrphes.

Tableau 3: Ravageurs et organismes bénéfiques associés³⁵

Ravageur	Organisme bénéfique qui l'attaque
Acariens	<i>Coccinelle, punaises du genre Geocoris, chrysope, punaise miniature Orius, acariens prédateurs, punaise miride prédatrice</i>
Aleurodes	Chrysope, thrips prédateurs, guêpes parasitoïdes d'aleurode (<i>Encarsia</i> spp.)
Altises	Punaises du genre <i>Geocoris</i>
Arpenteuse	Punaises du genre <i>Geocoris</i> , guêpes parasitoïdes
Carpocapse de la pomme	Braconide, thrips prédateurs, trichogramme
Charançon postiche de la luzerne	Thrips prédateurs, guêpe parasitoïde <i>Bathyplectes</i> , <i>Tetrastichus incertus</i>
Chenilles en général	Réduve, chrysope, braconide et trichogramme, punaise Nabis, punaise miniature <i>Orius</i>
Cicadelle	Punaises du genre <i>Geocoris</i> , punaise Nabis, punaise miniature <i>Orius</i>
Cloporte	Tachinaire
Coccinelle mexicaine des haricots	Punaise soldat
Cochenille	Coccinelle, punaises du genre <i>Geocoris</i> , punaise noire et brune, chrysope
Cochenille à carapace molle	Coccinelle
Cochenille écailleuse	Chrysope, thrips prédateurs
Coléoptères	Braconide
Doryphore de la pomme de terre	Carabe, punaise soldat
Escargots	<i>Carabe</i>
Fausse arpenteuse du chou	Tachinaire
Hanneton	Tachinaire
Légionnaire uniponctuée	Punaises du genre <i>Geocoris</i> , braconide, punaise soldat, tachinaire
Limaces	Carabe, nématodes parasites
Livrée	Carabe, tachinaire
Membracides	Punaise Nabis
Mineuse	Thrips prédateurs
Mouche du chou	<i>Carabe, staphylin</i>
Mouches	Braconide
Nématodes	Staphylin
Noctuelle de la tomate	Trichogramme
Petite mineuse du pêcher	Thrips prédateurs
Piéride du chou	Braconide
Pique-bouton	Thrips prédateurs
Psylles	Punaises du genre <i>Geocoris</i>
Puceron	<i>Cécidomyie du puceron, parasitoïdes de pucerons, syrphe, coccinelles, guêpes parasitoïdes, punaises du genre Geocoris, punaise Nabis, coccinelle noire et brune, punaise soldat, chrysope, braconide, thrips prédateurs, staphylin.</i>
Punaise de la courge	Tachinaire
Punaise terne (<i>Lygus</i>)	Punaises du genre <i>Geocoris</i> , braconide, <i>Anaphes iole</i> , punaise miniature <i>Orius</i> , punaise Nabis
Punaise verte	Tachinaire
Pyrale du maïs	Braconide, Trichogramme
Scarabée japonais	Tachinaire
Sphinx de la tomate	Punaises du genre <i>Geocoris</i> , réduve, trichogramme

Tableau 3 : Ravageurs et organismes bénéfiques associés

Ravageur	Organisme bénéfique qui l'attaque
Spongieuse	Braconide, carabe, tachinaire
Tenthrede	Punaise soldat, tachinaire
Tétranyque	Coccinelle, punaise miniature Orius, acariens prédateurs, thrips prédateurs, punaise noire et brune
Thrips	Coccinelle, punaise miniature Orius, punaises du genre Geocoris, punaise Na-bis, chrysope
Tordeuse orientale du pêcher	Thrips prédateurs
Ver de l'épi de maïs	<i>Punaises du genre Geocoris, punaise miniature Orius, trichogramme, chrys-ope</i>
Ver gris	Carabe, tachinaire

CONCLUSION

D'après les résultats des recherches de la GSB, la clé du succès de la lutte biologique contre les ravageurs semble être une approche à plusieurs volets. Si fournir un habitat à l'aide des bandes insectarium n'est pas suffisant, envisagez d'introduire des organismes qui s'attaquent aux ravageurs. Si ce n'est toujours pas suffisant, songez à utiliser des pesticides approuvés pour la lutte biologique.

Une autre approche recommandée par Dr. Helen Atthowe, consiste à accepter un certain niveau de dommages causés par les ravageurs et de les considérer comme étant une « dime écologique », un coût acceptable à payer pour les nombreux avantages de promouvoir la biodiversité à la ferme³⁶.



Photo: Puceron parasité utilisé dans un système de plantes bancaires pour les serres.

Ce bulletin peut être cité comme:

Wallace J., Hammermeister A., Geldart, E. 2021. Lutte biologique contre les ravageurs . Centre d'agriculture biologique du Canada, Université Dalhousie, Truro, N.-É.. 8 pp. <https://bit.ly/3C7qdmF>

À PROPOS DE LA GSB



GRAPPE SCIENTIFIQUE
biologique

Ce bulletin présente des résultats de recherche de la Grappe scientifique biologique (GSB), programme dirigé par la Fédération biologique du Canada en collaboration avec le Centre d'agriculture biologique du Canada de l'Université Dalhousie. La Grappe scientifique biologique III (GSB3) est soutenue financièrement par le

programme Agri-science du Partenariat canadien pour l'agriculture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, un investissement des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, et plus de 70 partenaires du secteur agricole. Pour en savoir plus sur la GSB, visitez [le site du Centre d'agriculture biologique du Canada](https://bit.ly/3C7qdmF).

PARTENARIAT
CANADIEN pour
l'AGRICULTURE

OFC  **FBC**
ORGANIC FEDERATION OF CANADA
FÉDÉRATION BIOLOGIQUE DU CANADA

CABC
Le réseau du savoir biologique
Centre d'agriculture biologique du Canada

 **DALHOUSIE**
UNIVERSITY

Canada 

RÉFÉRENCES

- 1 Lichtenberg EM., et al. A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Glob Chang Biol.* 2017;11:4946-4957. <https://doi.org/10.1111/gcb.13714>
- 2 Tableau 4.2 Substances utilisées en production végétale, dans GCOG, Systèmes de production biologique: Listes des substances permises. Office des normes générales du Canada. Déc. 2020CAN/CGSB-32.311-2020.
- 3 Pour trouver des fournisseurs d'agents de lutte biologique, chercher en ligne : « fournisseurs lutte biologique, Canada » ou consulter www.omafra.gov.on.ca/french/crops/resource/beneficial.htm
- 4 Weintraub, Phyllis G., et al. Arthropod pest management in organic vegetable greenhouses. *Journal of Integrated Pest Management.* 2017; 8(1): 29., <https://doi.org/10.1093/jipm/pmx021>
- 5 Weintraub, Phyllis G., et al. Arthropod pest management in organic vegetable greenhouses. *Journal of Integrated Pest Management.* 2017; 8(1): 29., <https://doi.org/10.1093/jipm/pmx021>
- 6 The bug war in organic strawberry production: Nicole Boudreau interviews Caroline Provost and François Dumont. *Organic Science Conversations.* Organic Federation of Canada. 2020. <https://bit.ly/3jTy2WW>
- 7 GSB3 Activité 18, Potentiel des punaises prédatrices (Nabis et Orius) en tant qu'agents de lutte biologique contre la punaise terne (*Lygus lineolaris*) dans les champs de fraises biologiques, <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/Grappe-biologique-3/lutte-antiparasitaire/activite-18.html>
- 8 Drs. Caroline Provost et François Dumont (Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel). Pers. comm. 2020-21.
- 9 GSB3 Activité 20, Gestion écologique de la drosophile à ailes tachetées; <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/Grappe-biologique-3/lutte-antiparasitaire/activite-20.html>
- 10 Abram, P., et al. Guêpes samba et ronin : deux alliées dans la lutte écologique contre la drosophile à ailes tachetées en Colombie-Britannique, *La Science du Bio au Canada*, 2021, 3:27-28.
- 11 Shields, M.W., et al. History, current situation and challenges for conservation biological control, *Biological Control*, 2019, 131(6):25-35.
- 12 Clause 5.2.4. dans GCOG, Systèmes de production biologique : principes généraux et normes de gestion, 2020, CAN/CGSB-32.310-2020.
- 13 GSB3 Activité 28, Accroître la pollinisation, la lutte biologique et la diversité des insectes utiles dans les fermes grâce aux habitats fleuris, <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/Grappe-biologique-3/environnement/activite-28.html>
- 14 Adapté de Dufour, R. Farmscaping to Enhance Biological Control, *ATTRA*, Dec. 2000. attra.ncat.org/product/farmscaping-to-enhance-biological-control and Zinati, G. Invite Insect Allies To Your Farm Using Insectary Strips, *Rodale Institute*, 2018, 34pp. https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/111218_Insectary-Strips-Field-Guide_CS18-1.pdf
- 15 Gibbs, J (University of Manitoba). Annual Performance Report. Project Title: Organic Science Cluster III: Connecting Environmental Sustainability with the Science of Organic Production, Project Number: ASC-13. 2019-04-01 to 2020-03-31.
- 16 Gibbs, Jason (University of Manitoba). Pers. comm. 2020.
- 17 Zinati, G. Invite Insect Allies To Your Farm Using Insectary Strips, *Rodale Institute*, 2018. 34pp. https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/111218_Insectary-Strips-Field-Guide_CS18-1.pdf
- 18 GSB 1 Activité D1, La gestion des agroécosystèmes pour le contrôle des nuisibles dans une production de légumes biologiques, <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/grappe-biologique-sous-projet-d/activite-d1.html>
- 19 Boisclair, J, E Lefrançois, M Leblanc, M Grenier, M Lefebvre and G Richard. Beneficial And Pest Insects Associated With Ten Flowering Plant Species Grown In Québec, Canada, *Research And Development Institute For The Agri-Environment*, 2014, E-print:24006.
- 20 GSB3 Activité 15, Cultures de couverture, porte-greffes et techniques d'irrigation uniques pour les vignobles canadiens, <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/Grappe-biologique-3/horticulture/activite-15.html>
- 21 Zgurzynski, K, H VanVolkenburg and L Vasseur. Petites mais costaudes: les guêpes parasites, *La Science du Bio au Canada*, 2021, 3:23-24.
- 22 Weintraub, Phyllis G., et al. Arthropod pest management in organic vegetable greenhouses. *Journal of Integrated Pest Management.* 2017; 8(1): 29., <https://doi.org/10.1093/jipm/pmx021>
- 23 GSB3 Activité 12, Élaboration d'un système de production de microverdurettes biologique : une approche multidisciplinaire <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/Grappe-biologique-3/horticulture/activite-12.html>
- 24 Côté, C, M Généreux, A Firlej, É Ménard, C Boivin, P Deschênes, M Leblanc, M Lefebvre et C Côté. IRDA Rapport Final : Développement D'une Régie De Production Biologique De Jeunes Pousses De Légumes-Feuilles : Une Approche Multidisciplinaire, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2020, IRDA Project:400 077.
- 25 Ibid.
- 26 GSB3 Activité 18, Potentiel des punaises prédatrices (Nabis et Orius) en tant qu'agents de lutte biologique contre la punaise terne (*Lygus lineolaris*) dans les champs de fraises biologiques, <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/Grappe-biologique-3/lutte-antiparasitaire/activite-18.html>
- 27 Swezey, SL, DJ Nieto, JR Hagler, CH Pickett, JA Bryer and SA Machtley. Dispersion, Distribution, and Movement of *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae) in Trap-Cropped Organic Strawberries, *Environmental Entomology*, 2013, 42(4):770-778. <https://doi.org/10.1603/EN12353>
- 28 CalCORE Research. Improving Biological Control of Lygus Bug and Cabbage Aphid, 2016, <https://eorganic.org/node/15425>
- 29 Goller E, L Nunnenmacher, HE Goldbach. Faba beans as a cover crop in organically grown hops: influence on aphids and aphid antagonists, *Biol. Agric. Hortic.*, 1997, 15:279-84.
- 30 Amoabeng, BW, AC Johnson and GM Gurr. Natural enemy enhancement and botanical insecticide source: a review of dual use companion plants, *Appl Entomol Zool.*, 2019, 54:1-19. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13355-018-00602-0>.
- 31 GSB3 Activité 21, Nouvelles tactiques de lutte contre le ver fil de fer dans les cultures de légumes, <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/Grappe-biologique-3/lutte-antiparasitaire/activite-21.html>
- 32 Dr. Todd Kabaluk (Agriculture and Agri-Food Canada). Pers. comm. 2020-2021.
- 33 GSB2 Activité C30, Développement de stratégies de gestion intégrée des organismes nuisibles incluant les nouveaux biopesticides viraux en cultures biologiques, <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/fr-accueil/grappe-scientifique-biologique/grappe-biologique-2/theme-c/activity-c30.html>
- 34 Adabi, T, D Henderson and T Lowery. Evaluation of *Beauveria bassiana* Isolates for the Control of Cabbage Looper, *Trichoplusia ni*, on Broccoli via Direct and Residual Contact Application, 2018, PMR Report:06 And Evaluation of *Beauveria bassiana* Isolates for the Control of Diamondback Moth, *Plutella xylostella*, on Broccoli via Direct and Residual Contact Application PMR Report:07.
- 35 Basé sur Dufour, R. Farmscaping to Enhance Biological Control, *ATTRA*, Dec. 2000. <https://attra.ncat.org/product/farmscaping-to-enhance-biological-control/>
- 36 Atthowe, H. Habitat Building to Eliminate Insect & Disease Spraying with Helen Atthowe, 2021 (Feb.3), Webinar. Organic Agriculture Centre of Canada and Agricultural Campus Plant-Based Society. <https://eorganic.org/node/14134#outcomes>