

LA LUTTE INTÉGRÉE DANS LES ANNUELLES

Par Christine Casey

Département d'entomologie, Université de Californie, Davis

Traduit par Liette Lambert, agronome, MAPAQ St-Rémi

Dans le cadre du **COLLOQUE SUR LA LUTTE INTÉGRÉE EN SERRE**
PRODUIRE, FLEURIR ET NOURRIR avec la lutte biologique et intégrée en serre
Organisé par le CRAAQ (Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec)

3 Novembre 2000

La lutte intégrée dans les cultures annuelles telles que les impatiens, les pétunias et les géraniums représentent tout un défi pour les serristes. Le grand éventail de plantes annuelles implique également la présence d'une grande diversité de ravageurs (insectes, acariens, maladies). A cela s'ajoute la difficulté des arrosages pesticides sur de nombreuses espèces dont certaines, ayant des fleurs plus sensibles, peuvent être situées juste à côté des plantes à traiter.

Le contrôle biologique est une option que quelques producteurs et productrices intègrent maintenant dans leur programme de lutte. En utilisant des agents de lutte biologique, on s'évite des problèmes de phytotoxicité dans des cultures mixtes, des délais d'attente pour le retour en serre après des traitements et des dangers de santé des travailleurs. Vous devez planifier avant d'entreprendre tout projet de contrôle biologique car les ennemis naturels sont des organismes vivants qui fonctionnent un peu différemment des méthodes de lutte conventionnelles. Comme ces organismes ne travaillent pas aussi vite que les pesticides et peuvent parfois être expédiés à un stade qui n'attaque pas le ravageur visé (ex : pupes), en général ils ne peuvent donc pas être utilisés comme traitement de secours. Un ravageur devrait être assez bien contrôlé avant même d'introduire son ennemi naturel. Les auxiliaires doivent être soigneusement dépistés et évalués et on ne doit pas s'engager dans cette voie à moins d'avoir mis en place un bon programme de dépistage. Celui-ci doit d'ailleurs inclure non seulement l'inspection des plantes et des racines mais aussi l'utilisation des pièges collants.

Programme de dépistage

Établissez une cédule d'échantillonnage permettant de bien couvrir la surface de serres et d'inspecter les plants chaque semaine, car les ravageurs communs qui attaquent les annuelles ne sont pas répartis uniformément dans la culture. Par exemple, les aleurodes ont tendance à se regrouper par endroit; les maladies contagieuses sont généralement véhiculées par l'eau et les courants d'air qui sont rarement uniformes. Dans une section de serre typique, l'itinéraire la plus efficace serait de couvrir l'espace en zig-zag, au début de l'allée entre 2 tables. Environ 10 arrêts sont souhaitables sur une surface de 100 m², pour examiner les plants et les plateaux de chaque côté de l'allée aussi bien que les paniers suspendus. Commencer le dépistage en suivant ce schéma à partir d'un site légèrement différent chaque semaine.

Le nombre et la densité des plants vont également affecter le modèle de dépistage, de même que le site et la dimension des tables en serre. Dépister la serre une fois par semaine en inspectant les plants et en évaluant la santé racinaire des plants. Une cédule bien établie est nécessaire pour observer les activités et tendances des ravageurs. Le dépistage devrait être fait la même journée de chaque semaine et à la même période.

Pièges collants

Utilisez des pièges collants colorés pour dépister les variations de populations d'insectes et pour détecter l'arrivée d'intrus en provenance de tout nouveau matériel qui entre dans la serre. La couleur des pièges attire un insecte particulier qui va adhérer à la surface collante. Cependant, ces pièges ne réduisent pas les populations d'insectes de façon significative. Les pièges jaunes sont utilisés pour détecter les pucerons ailés, les sciarides, les mouches du rivage, les aleurodes, les mineuses et les thrips. Ils ne permettront pas d'attraper les acariens ou les pucerons qui n'ont pas d'ailes. Ils attirent également plusieurs ennemis naturels. C'est pourquoi il faut éviter de les relâcher à proximité des pièges collants jaunes. Les pièges collants bleus attirent aussi les thrips, même s'il est plus difficile de voir les thrips sur un fond bleu.

Examinez les pièges collants chaque semaine à l'intérieur de votre routine de dépistage. Identifiez et comptez les insectes et ajoutez ces informations à vos registres. Des changements hebdomadaires dans le décompte des insectes indiquent des niveaux et tendances généraux de leurs activités en serre. Comme il n'y a pas de normes qui permettent de comparer les captures d'insectes sur pièges aux populations présentes dans la culture, utilisez l'inspection des plantes comme source première d'information qui vous permettra de prendre une décision et d'intervenir.

Autres outils de dépistage

Occasionnellement, d'autres outils de dépistage sont utilisés en serre. Par exemple, des morceaux de pomme de terre peuvent être placés à la surface du sol pour dépister les larves de mouches noires. Il faut simplement couper une pomme de terre en petits morceaux de 2 à 3 cm et les presser légèrement à la surface du sol. Si les larves sont présentes, on pourra les voir se nourrir sur la pomme de terre lorsque vous la retirerez du sol après 24 heures. Pour dépister les limaces venant du sol et qui montent dans les cultures sur table, vous pouvez appliquer sur le bord extérieur des tables un ruban adhésif, côté collant à l'extérieur évidemment. En escaladant la table, elles se frottent sur les collants et y laissent leurs traces gluantes. Des pièges à phéromones sont parfois utilisés en serre, comme pour la pyrale du maïs qui est un insecte de quarantaine aux États Unis.

Dépister en fonction des ravageurs clés, des plantes et des sites

Soyez familier avec les ravageurs clés, les plantes clés et les sites clés que vous devez inspecter. Les ravageurs clés sont des insectes, acariens ou maladies qui causent le plus souvent de dommages aux plantes. Les plantes clés sont des espèces ou même des cultivars le plus souvent attaqués par les ravageurs. Les sites clés sont des sites à problèmes, tels que des endroits où le drainage est déficient, des tables près des entrées d'air ou des sites de production où l'on garde les vieux plants. Les ravageurs clés des annuelles en production sont présentés dans le prochain tableau.

RAVAGEURS CLÉS DES ANNUELLES

Préparé par Daniel Gilrein et Margery Daughtrey

Laboratoire de recherche en Horticulture de Long Island, Université de Cornell

Riverhead, New York

Plante	Cultivar (s)	Ravageur (s) ¹
Ageratum	Tous	Aleurodes, Thrips, pucerons, tétranyques
Alyssum	Tous	Aleurodes, thrips, pucerons
Begonia	Tous	Thrips, rhizoctonia (fonte de semis)
Begonia	Tubereux	Thrips, INSV/TSWV, Xanthomonas (brûlure bactérienne)
Celosia	Tous	Thrips, pucerons
Cyclamen		Thrips, pucerons, tétranyques, mite du cyclamen, INSV/TSWV, Fusarium
Dahlia	Semis	Pucerons, thrips, botrytis (moisissure grise)
Dahlia	Tubercules	Thrips, pucerons, TSWV
Dianthus	Tous	Thrips, botrytis
Dracaena		Thrips, tétranyques
Gazania	Tous	Thrips
Géraniums	Bouturés; Type Zonal	Sciarides, botrytis, xanthomonas (brûlure bactérienne), pythium (pourriture racinaire), rouille
Géraniums	Bouturés; 'Aurora' et 'Snow Mass'	Idem type zonal bouturés, en ajoutant aleurodes, toxicité fer/manganèse surtout sur 'Aurora'
Géraniums	Bouturés; Type Lierre	Thrips (surtout 'Sybil Holmes'), xanthomonas (brûlure bactérienne), œdème
Géraniums	Bouturés; 'Martha Washington'	Aleurodes, pythium (pourriture racinaire)
Géraniums	Semis; Type Zonal;	Botrytis, pythium (pourriture racinaire), rouille, xanthomonas (brûlure bactérienne) si près des boutures infectées
Gerbera		Thrips, pucerons, aleurodes
Fines herbes	Tous	Aleurodes, pucerons, thrips, tétranyques,

		cochenilles
Impatiens	Wallerana (sultani); Tous les hybrides	Thrips, puceron vert du pêcher et puceron du melon, tétranyques, TSWV/INSV, rhizoctonia (pourriture du collet, fonte de semis), botrytis
Impatiens Nouvelle-Guinée	Tous	Thrips, « BROAD MITES », INSV/TSWV, rhizoctonia et pythium (pourritures du collet), botrytis, tache foliaire (Myrothecium)
Muflier	Tous	Thrips, pythium (pourriture racinaire), mildiou, rouille
Pensée	Tous	Pucerons, thielaviopsis (jaunissement et nanisme), mildiou
Pétunia	Tous	Thrips, rhizoctonia (fonte de semis)
Poivron	Tous	Thrips, TSWV/INSV, tache foliaire bactérienne
Pourpier	Tous	Thrips, INSV
Tagètes	Tous	Thrips, pucerons, botrytis, tétranyques, alternaria, taches foliaires, toxicité en éléments mineurs
Tomate	Tous	Thrips, TSWV/INSV, botrytis, taches foliaires (bactériennes et fongiques)
Verveine	Semis d'annuelles	Thrips, pucerons
Vinca	Tous	Thrips, pythium (fonte de semis, pourriture racinaire)
Zinnia	Tous	Aleurodes, thrips, puceron du melon et puceron vert du pêcher, xanthomonas et alternaria (taches foliaires)

¹ INSV = Impatiens Necrotic Spot Virus (Virus de la tache nécrotique de l'impatiens); TSWV = Tomato Spotted Wilt Virus (Virus de la maladie bronzée de la tomate)

Démarrer le programme de lutte biologique

Commencez en utilisant le contrôle biologique pour un seul ravageur dans un endroit limité de la serre. Pratiquez-vous d'abord en commandant une petite quantité d'auxiliaires, avant même de faire votre première introduction en serre, de façon à vous familiariser avec le processus de réception du matériel et pour en vérifier la qualité. Au fur et à mesure que vous gagnez de l'expérience et de la confiance, étendez le contrôle biologique sur une plus grande surface et à plusieurs ravageurs.

Des points importants à connaître avant de commencer tout projet de lutte biologique est le coût, la compatibilité des pesticides, les bonnes conditions environnementales, le mode d'action et l'efficacité. Ces sujets seront discutés plus loin. En plus, vous devrez identifier un fournisseur d'auxiliaires fiable et connaître les taux et les périodes d'introduction requises. Communiquez avec votre fournisseur pour vous en assurer.

Le contrôle biologique coûte en général plus cher que les pesticides, bien que la demande pour les ennemis naturels augmente et que les nouveaux pesticides sont plus dispendieux. Le coût des ennemis naturels peut être compensé par les avantages qu'ils offrent, tels que l'absence de délai de retour après un traitement pesticide et les risques réduits ou nuls sur la santé et sur l'environnement, et de la phytotoxicité sur les plantes.

Compatibilité avec les pesticides

Plusieurs pesticides ne font pas de distinction entre les bons et dangereux insectes, acariens, champignons ou bactéries. Il y a bien quelques pesticides et ennemis naturels pouvant être utilisés en même temps mais ils ne sont pas nombreux. Ceci tend à changer puisqu'il y a de plus en plus de pesticides disponibles qui sont compatibles avec les auxiliaires. Si un contrôle biologique est mis en place, tout le programme de lutte intégrée devra être repensé en fonction de méthodes compatibles avec les ennemis naturels. Dans plusieurs cas, il n'y a pas toujours d'information disponible sur les compatibilités des auxiliaires avec les pesticides. Consultez votre fournisseur ou la charte de compatibilité de Koppert sur le site internet <http://www.koppert.nl>.

En général, le savon insecticide et les huiles horticoles sont sécuritaires une fois qu'ils ont séché sur le plant. Toutefois, ils tueront les auxiliaires qui entrent directement en contact avec ces produits après une pulvérisation. Les fongicides sont souvent compatibles avec les ennemis naturels, de même que les régulateurs de croissance d'insectes.

Les pyréthinoïdes de synthèse sont particulièrement nocifs à la plupart des ennemis naturels, alors que la pyrèthre naturelle est très peu résiduel et peu nocive. Par exemple, Talstar (bifenthrin) peut être résiduel pour les auxiliaires jusqu'à 3 mois après son application. Les distributeurs d'auxiliaires et les spécialistes de la lutte biologique aux

universités disposent de l'information la plus récente en matière de compatibilité des pesticides avec les agents de lutte biologique.

Une seconde considération est le niveau des résidus de pesticides dans l'environnement de la serre. Le bois et le sol peuvent absorber les pesticides et les résidus peuvent alors affecter les auxiliaires qui entrent en contact avec les surfaces traitées. Ces résidus peuvent également se volatiliser des structures de bois et du matériel ombrageant pour ensuite nuire aux auxiliaires. Une serre avec beaucoup de matériaux de bois où l'on a appliqué de pesticides très résiduels n'est certes pas le meilleur endroit pour utiliser des agents de lutte biologique.

Les résidus de pesticides peuvent aussi rester au sol et sur les plantes. C'est pourquoi il faut laisser de 1 à 3 semaines d'intervalle (ou davantage autant que possible, selon le pesticides utilisé) avant d'introduire les auxiliaires. Si vous voulez vérifier la présence de résidus dans un site donné, vous pouvez faire ce petit test : récolter des feuilles et du sol de la serre à l'endroit précis où vous désirez introduire vos auxiliaires; prenez quelques petits contenants (ex : pots de bébé) et déposez du sol dans l'un et des feuilles dans les autres pots; puis faites des pots témoins contenant du matériel (sol et feuilles) exempt de pesticides; étiquetez bien tous ces pots; ajoutez les auxiliaires dans chaque pot, en ajoutant quelques gouttes de miel sur la paroi interne des pots pour alimenter les auxiliaires temporairement; couvrez avec un tissu aéré (ex : bas de nylon) et fixez à l'aide de ruban adhésif; placez dans un endroit ombragé, en l'absence de pulvérisations pesticides et vérifiez après 24 et 48 heures la viabilité des auxiliaires dans les pots. Si vous observez de la mortalité dans les pots où le matériel (sol et feuilles) a été exposé aux pesticides, vous auriez tout avantage à attendre avant d'introduire, sinon, vous aurez une piètre qualité de contrôle avec les agents de lutte biologique.

Les résidus de pesticides peuvent aussi demeurer dans les pulvérisateurs, ce qui présente un risque supplémentaire si vous les utilisez pour appliquer des agents de lutte biologique tels que les bioinsecticides ou les nématodes bénéfiques. L'usage exclusif d'un pulvérisateur serait une meilleure idée pour appliquer des biopesticides et des ennemis naturels.

Viabilité des ennemis naturels

Les distributeurs d'agents de lutte biologique de bonne réputation travaillent fort pour assurer une qualité constante de leur matériel. En dépit de tous ces efforts, les problèmes peuvent occasionnellement arriver en cours de production et de transport. C'est pourquoi c'est une bonne pratique d'examiner la viabilité des auxiliaires dès réception. Il peut être bon de déposer un échantillon de ces auxiliaires dans un petit pot pour une journée.

Normalement le matériel vivant devrait vous parvenir de la compagnie en 1 ou 2 journées, à une période de la journée où quelqu'un est présent pour recevoir la commande. Garder le contenant à l'abri du soleil, de la chaleur ou du froid, et réfrigérer si c'est spécifié par le distributeur. Si possible, relâcher les auxiliaires ailés loin des pièges collants jaunes et à la tombée du jour, quand les ouvrants sont fermés.

Conditions environnementales

Comme tout organisme vivant, les ennemis naturels ont besoin de conditions environnementales spécifiques pour être efficaces. Par exemple, Orius et Aphidoletes entrent dans une période de dormance appelée diapause quand la longueur des jours raccourcit à l'automne et durant l'hiver; une faible humidité relative et des températures élevées ne sont pas favorables à Phytoseiulus persimilis. Discutez des meilleures conditions environnementales avec votre fournisseur. De plus, gardez en mémoire que ces conditions sont aussi importantes durant le transport et l'entreposage.

Mode d'action

Les insectes et acariens bénéfiques travaillent soit en mangeant, parasitant ou empoisonnant leurs proies, alors que les champignons antagonistes compétitionnent avec et prennent la place des champignons pathogènes. Ces activités dépendent des conditions environnementales dans la culture, du cycle vital de l'insecte ou de l'acarien et du stade de la culture.

Les ennemis naturels ne tuent généralement pas aussi rapidement que les pesticides et quelques insectes continuent de s'alimenter même s'ils sont attaqués et sur le point de mourir. Alors, le contrôle biologique doit commencer quand les populations de ravageurs

sont faibles. Quelques ennemis naturels mourront de faim une fois qu'ils auront éliminés leur proie (ex : *Phytoseiulus persimilis*). Alors, des introductions additionnelles seront requises si les ravageurs reviennent. D'autres pourront s'alimenter sur d'autres sources alimentaires alternatives jusqu'à ce que leur proie soit à nouveau disponible (ex : *Amblyseius cucumeris*). Le contrôle biologique cherche souvent à maintenir une bonne balance entre les populations de ravageurs et d'ennemis naturels. Cependant, dans les cultures de courte durée avec peu de tolérance aux dommages des ravageurs (comme les annuelles), il est souhaitable de faire des introductions répétées afin de réduire les populations de ravageurs à des niveaux négligeables, plutôt que d'essayer d'établir une balance entre l'auxiliaire et le ravageur.

Évaluation de l'efficacité

L'évaluation de l'efficacité débute par une vérification de la survie des ennemis naturels dès que vous les recevez. Vous verrez très rapidement l'état de santé général des auxiliaires dès que vous ouvrirez le contenant. Les fournisseurs envoient généralement une description de ce que vous avez à vérifier à la réception. Avisez immédiatement votre fournisseur si la livraison est de piètre qualité.

Vous devez évaluer l'efficacité des agents de lutte biologique sur une base routinière lors du dépistage. Même si les taux et la période d'introduction optimales pour plusieurs auxiliaires ne sont pas connus, une évaluation adéquate vous indiquera si vous devez réajuster vos taux d'introduction ou non, selon la situation. Les fournisseurs et spécialistes pourront vous aider.

L'évaluation de la performance peut varier en fonction du mode d'action de l'ennemi naturel, sur le comment il tue le ravageur et en combien de temps. Les prédateurs commencent souvent à se nourrir très vite après avoir été relâchés, alors qu'il peut s'écouler de 2 à 4 semaines pour que le parasitisme commence à faire son effet dans le cas d'un parasitoïde. Si le nombre d'insectes ou d'acariens ravageurs n'ont pas commencé à chuter après 2 ou 3 semaines suivant les premiers lâchers d'auxiliaires, ou si les populations augmentent rapidement quelques jours après l'introduction, songer à d'autres mesures de lutte.

Dans plusieurs cas impliquant des prédateurs, les insectes ou acariens morts ne sont pas visibles, alors l'évaluation est basée sur l'observation des populations ou la baisse de ces ennemis naturels. Les signes de parasitisme sont souvent visibles cependant, et une estimation du pourcentage de parasitisme peut être un outil important d'évaluation. Les momies de pucerons au corps comme du papier causées par *Aphidius colemani* et *Aphidius matricariae*, la puppe ambrée de l'aleurode du tabac parasité par *Eretmocerus eremicus* (= *E. californicus*) ou la puppe noire de l'aleurode des serres parasité par *Encarsia formosa* sont tous visibles. L'infection par des insectes pathogènes est quelquefois observée. Sous des conditions humides, le mycélium blanc, poudreux, couvrira le corps des insectes, alors que les aleurodes infectés tournent parfois au rouge orangé avant d'être recouvert de ce mycélium.

La prédation ou l'infection sur les différents stades des insectes habitant au sol sera difficile à déterminer. Si vous pouvez les repérer, les larves de sciarides infectés par les nématodes seront de couleur blanc ouaté à jaune. *Hypoaspis miles*, le prédateur des pupes de thrips et des larves de sciarides, est parfois visibles sur les morceaux de pomme de terre. Observez la baisse du nombre de sciarides adultes sur les pièges collants jaunes ou la baisse du nombre de larves sur les morceaux de pomme de terre pour évaluer l'efficacité du contrôle biologique.

Les champignons antagonistes peuvent être évalués avec précision dans un laboratoire seulement. Un système d'inspection racinaire régulier permettra de voir si les racines restent exemptes de maladies. Laissez quelques plateaux ou quelques pots non traités afin de valider l'efficacité d'un traitement sur les plantes en croissance.

Une liste de distributeurs d'ennemis naturels peut être obtenue de l'Agence de Protection Environnemental, Division des règlements sur les pesticides (<http://www.cdpr.ca.gov>). Le contrôle biologique est un domaine qui change rapidement. C'est pourquoi il faut vérifier avec votre fournisseur ou le spécialiste pour tout nouveaux développements avant de commencer.

Contrôle biologique des ravageurs spécifiques aux annuelles

Thrips

Plusieurs options sont disponibles pour le contrôle biologique des thrips. *Neoseiulus cucumeris* (Syn : *Amblyseius cucumeris*) est un acarien prédateur qui se nourrit du premier stade larvaire des thrips. Cet acarien prédateur est distribué dans les serres à l'aide de sachets de papier qui sont placés chaque 25 à 30 pieds carrés sur les tables tout en s'assurant que les sachets touchent aux plantes. Le sachet contient du son et un acarien du son qui sert de nourriture d'appoint à *Amblyseius cucumeris*. Ce dernier se reproduit dans le sachet et émerge sur une période de 6 semaines pour se nourrir principalement sur le premier stade larvaire du thrips (Thrips des petits fruits). Ils sont plus efficaces quand la température est supérieure à 70°F et l'humidité dans les serres est élevée. Utilisez les en prévention.

Placez les sachets dans la serre même si les thrips ne sont pas encore présents. Les prédateurs seront alors en place avant même que les thrips arrivent et les populations de prédateurs vont augmenter avant celles des thrips. La dispersion des prédateurs est facilitée par le contact des feuilles. Les sachets individuels peuvent être placés sur les paniers suspendus aussi bien. Remplacer le quart ou la moitié des sachets chaque 3 semaines pour maintenir les populations de prédateurs actives. Les *Amblyseius cucumeris* se nourriront de pollen et leurs populations peuvent augmenter considérablement sur les cultures qui produisent du pollen telle que le poivron. Évitez de mouiller les sachets parce que l'humidité élevée cause la pourriture du son dans le sachet. Les limaces et les souris se nourrissent occasionnellement dans les sachets. *A. cucumeris* est affecté négativement par la plupart des insecticides mais n'est pas compatible avec les régulateurs de croissance d'insectes (« Insect Growth Regulators = IGRs).

Iphiseius (= *Amblyseius*) *degenerans* est un autre acarien prédateur utilisé dans le contrôle biologique des thrips. Son efficacité a été démontrée dans le poivron car il lui fournit le pollen qui lui est nécessaire. Il présente également une bonne résistance à la sécheresse. Des études limitées ont montré que cet acarien pouvait être plus efficace que *A. cucumeris* contre les thrips dans les légumes de serre. La plupart des insecticides autres que les IGRs l'affectent.

Une espèce d' Orius est vendu pour le contrôle des thrips. Les membres de cette espèce attaquent tous les stades des thrips en suçant le contenu de leur proie. Ils entrent dans un état de dormance appelé diapause durant les jours courts (8 heures ou moins de luminosité) et sont alors efficaces seulement au printemps et en été. Ils mordent parfois les humains qui manipulent les plants. Orius est distribué directement sur les feuilles à partir de son contenant. Ils vont se nourrir de pollen (surtout sur gerbera, chrysanthème et poivron) en l'absence de thrips, de tétranyques ou de pucerons et peuvent aussi se manger entre eux (cannibalisme). Ils sont affecté par la plupart des insecticides.

Beauvaria bassiana est un champignon pathogène des insectes vendu comme biopesticide aux Etats-Unis sous les marques commerciales Naturalis-O et BotaniGard. Il n'est pas homologué au Canada et n'est donc pas disponible. Les spores du champignon germent et forment des hyphes qui pénètrent la cuticule des thrips qu'ils infectent. Les thrips non infectés peuvent ramasser les spores du champignon pendant qu'ils se déplacent au travers des thrips infectés. De cette manière, l'infection se propage. Contrairement à plusieurs pathogènes des insectes, Beauvaria est actif même à des humidités relatives aussi basse que 45%, mais il sera plus efficace à des humidités relatives plus élevées. Il est préférable de l'utiliser quand la pression des thrips est basse. Il est affecté par plusieurs fongicides.

Sciarides

Plusieurs options sont disponibles pour contrôler les sciarides de façon biologique, mais toutes ces options ne s'attaquent qu'aux larves et aucune ne touche aux adultes. Hypoaspis miles est un acarien qui vit au sol et qui se nourrit de larves de sciarides. Il est emballé dans du bran de scie que l'on peut saupoudrer directement sur la surface du sol ou incorporer dans le terreau avant de planter. Ces acariens se reproduiront en serre, ce qui signifie qu'une seule application peut souvent suffire. Ils sont actifs quand les températures de sol sont supérieures à 50°F et sont plus efficaces quand les plateaux ou les pots sont côte à côte, ce qui facilite leur dispersion. Si les sciarides sont déjà en grand nombre, ces acariens prédateurs devront probablement être utilisés en combinaison avec soit le Vectobac (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*) ou les nématodes (*Steinernema feltiae*) quand ils seront relâchés, car cela peut prendre plusieurs semaines pour que les populations de *Hypoaspis miles* atteignent un niveau de contrôle efficace. Ils se nourriront

d'autres proies (telles que les pupes de thrips) en l'absence de larves de sciarides. Les pesticides qui tombent au sol peuvent affecter *Hypoaspis*.

Bacillus thuringiensis israelensis est un pathogène contre les insectes qui est vendu sous la marque commerciale Gnatrol aux Etats-Unis, alors qu'au Canada, on le vend sous la marque commerciale de Vectobac. Cette sous-espèce de bactérie est spécifique à certaines larves de Diptères, ordre qui englobent les mouches. La bactérie doit être ingérée par la larve de sciaride. Puis cette bactérie relâche une protéine mortelle en forme de cristal dans l'estomac de l'insecte. L'insecte infecté cesse de se nourrir en dedans de quelques heures, mais la mort peut survenir plusieurs jours plus tard. La bactérie ne quitte pas la larve infecté et ne peut donc se répandre à d'autres larves de sciarides.

Le matériel est le plus efficace quand les jeunes larves de sciarides se nourrissent activement; les plus vieilles larves doivent se nourrir plus longtemps pour ingérer une dose mortelle de bactéries. Une à trois applications peuvent être nécessaires, dépendamment du niveau d'infestations des sciarides. Le matériel ne devrait pas être mélangé dans le pulvérisateur avec des concentrés de fertilisants (mais des solutions diluées peuvent être appliquées en même temps) ou avec tout autre composé contenant plus de 100 ppm de cuivre ou de chlorure. Il a une durée de vie d'une année lorsqu'il est entreposé sous conditions de réfrigération et est compatible avec la plupart des pesticides.

Steinernema feltiae est un nématode ressemblant à un ver microscopique. Il est vendu et homologué au Canada sous les marques commerciales de Entonem ou Nemasys. Les nématodes sont mélangés avec de l'eau et appliqués à l'aide d'un injecteur ou d'un pulvérisateur à basse pression en prenant soin d'enlever les filtres. Les nématodes se déplacent dans le substrat à l'aide du film d'humidité et pénètrent dans la larve de sciarides par les ouvertures naturelles du corps. Une fois dans le corps de l'insecte, les bactéries relâchent une toxine qui tue la larve en moins d'un à deux jours. Les nématodes se reproduisent à l'intérieur de la larve et peuvent continuer d'infecter d'autres larves de sciarides. Une humidité de sol adéquate est requise pour que les nématodes se déplacent dans le sol et trouvent leurs hôtes. Une application est parfois suffisante, spécialement si elle est utilisée en combinaison avec le Vectobac. Ces nématodes bénéfiques ne peuvent absolument pas être utilisés en combinaison avec des nématicides (pesticides chimiques).

Puceron vert du pêcher et puceron du melon

Il y a plusieurs agents de contrôle biologique pour ces deux espèces de pucerons. Ces auxiliaires doivent être utilisés lorsque les populations de pucerons sont faibles, car les pucerons peuvent se multiplier et se développer plus vite que leurs ennemis naturels. *Hippodamia convergens* est une coccinelle prédatrice qui est souvent relâchée pour contrôler les populations de pucerons. Adultes et larves de coccinelles se nourrissent des pucerons mais peuvent facilement manger d'autres insectes, du nectar ou du miellat même quand les pucerons sont présents. Ils se reproduisent quelquefois si la nourriture et la longueur du jour sont favorables. Si l'on observe ni œufs ni larves, des lâchers additionnels peuvent être nécessaires. Les adultes devraient être préconditionnés par votre fournisseur afin de réduire la migration quand elles sont relâchées. Les adultes peuvent supporter quelques pesticides (à vérifier).

Le chrysope (*Chrysoperla rufilabris*) est plus adapté aux conditions humides que *Chrysoperla carnea*. C'est pourquoi on préférera *C. rufilabris* en serre. Les adultes se nourrissent de nectar, de pollen et de miellat. La larve se nourrit sur les pucerons aussi bien que tout autre ravageur en serre, incluant les acariens et les aleurodes. Ils sont très cannibales et peuvent être relâchés de manière à éviter les contacts et les affrontements entre eux, en les introduisant aussi loin que possible les uns des autres. On peut se procurer tous les stades du chrysope auprès des compagnies d'élevage, mais les œufs et les larves sont préférables car les adultes quittent rapidement les lieux à la recherche de nourriture avant de pondre leurs œufs. Introduire les larves plutôt que les œufs peut réduire le cannibalisme. Ces insectes ne tolèrent pas la plupart des pesticides, même si des chrysope résistants aux insecticides ont été développés en laboratoire.

La cécidomie (diptère), *Aphidoletes aphidimyza*, est un autres prédateur utilisé en serre. La larve cécidomie mord les pattes des pucerons, leur injecte une toxine et en extrait tout le fluide du corps. Les adultes se nourrissent de miellat et sont rarement aperçus car ils ont une durée de vie très courte et sont actifs la nuit. Ils sont efficaces comme prédateurs d'été mais ils entreront en diapause sous des jours courts à moins d'ajouter un éclairage supplémentaire d'appoint. Ils sont expédiés sous forme de pupes et doivent traverser le stade adulte et le stade œuf avant de commencer à se nourrir des pucerons. Ils ne sont pas compatibles avec la plupart des pesticides.

Aphidius colemani est une guêpe parasitoïde qui attaque le puceron vert du pêcher et le puceron du melon en serre. La guêpe pond un œuf dans la nymphe ou l'adulte du puceron et la larve qui s'y développe se nourrit de l'intérieur du puceron, ce qui provoque la transformation de la peau du puceron qui devient brunâtre et d'aspect de papier. C'est ce qu'on appellera une momie de puceron, et le parasite adulte *Aphidius* émerge de cette momie dorée. Les momies peuvent être aperçues parmi la population de pucerons et on peut en estimer le nombre. Vous devez compter uniquement les momies qui n'ont pas encore de trou d'émergence pour éviter de les recompter une autre fois.

Aphidius matricariae est un guêpe parasitoïde semblable à *A. colemani* et est spécifique au puceron vert du pêcher. Il tue les pucerons de la même manière que *A. colemani* et le pourcentage de parasitisme peut être calculé de la même manière. Les adultes de ces espèces se nourrissent de nectar et de miellat.

Le champignon pathogène contre les insectes, *Beauveria bassiana*, n'est homologué ou vendu qu'aux Etats-Unis, sous les noms commerciaux de Naturalis-O et BotaniGard™, et sont aussi utilisés contre les pucerons. Ils sont plus efficaces contre les adultes de pucerons car les nymphes qui muent perdent leur peau trop vite, avant même que le champignon pathogène ne puisse pénétrer, ce qui nécessite plusieurs applications pour un contrôle adéquat.

Tétranyque à deux points

L'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis* est utilisé pour lutter contre le tétranyque à deux points. Il travaille mieux à température modérée (70-85°F) et à haute humidité relative (70-90%). Les plantes qui sont suffisamment près l'une de l'autre et qui se touchent faciliteront le mouvement du prédateur parmi les plantes et favoriseront une humidité élevée dans la végétation. Il est important d'introduire *P. persimilis* quand il y a très peu de tétranyques. Le taux recommandé est de 1 prédateur pour 10 tétranyques. L'approche du froid, des jours courts en automne et en hiver cause le changement de couleur vers l'orangé chez le tétranyque. Ils ne devraient pas être confondus avec son acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis* qui se déplace rapidement, qui est un peu plus large, d'une couleur orange brillant

et en forme de poire. La plupart des pesticides sont toxiques à *P. persimilis*, même s'il peut tolérer quelques fongicides comme l'Easout par exemple (thiophanate-méthyl), des régulateurs de croissance d'insectes et des résidus de savon insecticide et d'huiles horticoles.

Mesoseiulus (= *Phytoseiulus*) *longipes* est un autre acarien prédateur utilisé dans le contrôle biologique du tétranyque car il est plus tolérant à une faible humidité (40-50%). Introduire ces prédateurs lorsque les populations de tétranyques sont basses.

« BROAD MITE »

L'acarien prédateur *Neoseiulus barkeri* est disponible pour le contrôle des « BROAD MITE ». Peu de choses sont connues sur l'utilisation de cet acarien prédateur en tant qu'agent de contrôle biologique, même si des recherches limitées ont démontré son efficacité contre les « BROAD MITE ». Il se nourrira également de thrips.

Cochenilles farineuses

Deux ennemis naturels des cochenilles farineuses sont disponibles commercialement. La cochenille au revêtement cireux et les recoins cachés dans lesquelles elles s'abritent peuvent empêcher le pesticide chimique d'agir efficacement. Par conséquent, le contrôle biologique peut être une importante partie du programme de lutte aux cochenilles.

Cryptolaemus montrouzieri est une coccinelle qui mangent tous les stades de la cochenille de l'oranger. Il est relâché sous forme d'adulte et est plus efficace autour de 80°F. Sous des conditions favorables (température au-dessus de 68°F et de la nourriture à profusion), *Cryptolaemus* se reproduira dans la serre. Elle se nourrira quand les cochenilles seront abondantes mais n'élimineront pas toutes les cochenilles. Il faut donc l'utiliser en combinaison avec *Leptomastix dactylopii* pour la cochenille de l'oranger pour assurer un bon contrôle. Placez des petites boules de coton dans la culture afin de fournir un site additionnel de ponte des œufs.

Leptomastix dactylopii est une guêpe parasitoïde qui attaque les cochenilles de l'oranger (« citrus mealybug ») et ont une efficacité limitée contre d'autres espèces de cochenilles. Elle préfère pondre ses œufs dans de plus grosse cochenilles, c'est-à-dire dans les stades

larvaires plus avancés comme les 3^{ième} et 4^{ième} stade et les femelles adultes. *Cryptolaemus* se nourrira sur les cochenilles nouvellement parasitées mais ne touchera pas aux cochenilles dont le parasite est à un stade plus avancé, presque à maturité. Ces deux ennemis naturels sont sensibles aux pesticides.

Aleurodes

Le développement des méthodes de contrôle biologique pour lutter contre l'aleurode des serres et l'aleurode du tabac ont fait l'objet de nombreuses recherches, ce qui a permis la commercialisation de plusieurs prédateurs, parasitoïdes et organismes pathogènes. Tous les parasitoïdes des aleurodes attaquent les larves (aussi connues sous le nom de pupes), alors que les prédateurs et les organismes pathogènes affectent tous les stades. Les parasitoïdes tuent en parasitant et en se nourrissant lorsque la femelle perce le corps de l'aleurode et en suce le contenu. La femelle peut également pondre un œuf dans la même larve. Des lâchers réguliers sont souvent effectués sur des cultures de courte durée et un meilleur contrôle (plus grande mortalité) se produit grâce à l'action de prédation plutôt que par parasitisme. D'ailleurs, le parasitisme ne devrait pas être une mesure exclusive d'évaluation de l'efficacité du parasitoïde en raison de son action de prédation additionnelle.

Encarsia formosa est une guêpe parasitoïde qui attaque les deux espèces d'aleurodes, soit l'aleurode des serres et l'aleurode du tabac. Il est plus efficace contre l'aleurode des serres, mais a été utilisé avec un certain succès sur l'aleurode du tabac. Les guêpes parasitent les stades immatures des aleurodes. Le 3^{ième} et 4^{ième} stades sont les stades préférés pour le parasitisme mais ils vont aussi se nourrir sur les plus jeunes stades. Les aleurodes de tous les stades sont souvent présents dans la culture en même temps, ce qui implique que des lâchers réguliers sont habituellement effectués jusqu'à ce que toutes les aleurodes aient traversé les stades préférées des parasitoïdes. *Encarsia* est expédié sous forme de pupes d'aleurodes parasitées, encollées sur des cartons qui sont placés dans la serre, une fois par semaine. Placez les cartons face contre sol, dans le milieu du plant et aussi bas que possible. Parce que les larves d'aleurodes sont situées sous la face inférieure des feuilles et que les guêpes parasitoïdes émergent normalement dans cette position, imiter ce comportement en disposant les cartons face vers le bas. En plus, les guêpes volent vers le haut en spirale quand elles émergent. Donc, en plaçant les cartons près de la base des plants et au centre leur permettra de rentrer plus facilement en contact avec les larves

d'aleurodes. Votre fournisseur peut vous suggérer des taux d'introduction en fonction de la grosseur des plantes et de leur densité. Ces guêpes sont plus efficaces à 50-80% d'humidité relative et à 80°F. Ils ne peuvent tolérer la plupart des pesticides et leurs résidus, mais le savon, l'huile, la plupart des régulateurs de croissance d'insectes et Avid sont compatibles, tout comme les fongicides.

Eretmocerus eremicus (= *californicus*) est une guêpe parasitoïde utilisée pour lutter contre l'aleurode du tabac, même si elle s'attaque aussi à l'aleurode des serres. Ces guêpes parasitent les stades immatures des aleurodes et tous les stades immatures peuvent être tués par son action de prédation. Cependant, le 2^{ième} et le 3^{ième} sont ses stades favoris pour le parasitisme. Parce que tous les stades sont typiquement présents dans la culture, les introductions régulières sont effectuées jusqu'à ce que les aleurodes aient traversé tous ces stades.

Eretmocerus est expédié sous forme de pupes d'aleurodes parasitées, collées sur les cartons que l'on place en serre, habituellement une fois par semaine. Les cartons sont placés face contre sol, tout comme les cartons d'*Encarsia*, car elles ont le même comportement. On suggère des taux d'introduction de 3 à 5 guêpes par plant par semaine, mais votre fournisseur peut vous suggérer d'autres taux en fonction de la grosseur des plants et de la densité. Ces guêpes sont très attirées par les pièges collants jaunes. Il est alors préférable d'utiliser moins de pièges collants jaunes lorsqu'on les introduit. Les températures entre 77 et 84°F permettront à *Eretmocerus* de se développer plus vite que l'aleurode du tabac. Les guêpes ne peuvent pas tolérer la plupart des pesticides et leurs résidus mais le savon, l'huile, la plupart des régulateurs de croissance d'insectes (sauf le Enstar (kinoprene)) et les fongicides sont compatibles.

Delphastus pusillus est une coccinelle prédatrice qui se nourrit de tous les stades des aleurodes. Tant les larves que les adultes sont prédateurs. Ils sont plus efficaces en présence de hautes populations et sont typiquement relâchés sur les sites infestés d'aleurodes et en combinaison avec d'autres agents de lutte biologique. Ils se reproduiront dans la serre s'ils ont accès à une grande quantité d'œufs d'aleurodes. Ils ne devraient pas être introduits près des pièges collants jaunes car ils les attirent.

Beauvaria bassiana est un champignon pathogène qui s'attaque également aux aleurodes (voir description sous thrips et pucerons car les modes d'action sont les mêmes). Le champignon pénètre la cuticule des aleurodes qu'il infecte. Les aleurodes non infectés peuvent aussi contracter les spores en marchant au travers des autres aleurodes infectés, et les répandre. Les aleurodes infectés prennent une coloration brun orangé. Contrairement aux autres champignons pathogènes des insectes, *Beauvaria* peut infecter à des humidités aussi basses que 45%, même s'il est plus efficace à hautes humidités relatives. Il est plus efficace de l'utiliser en présence de faibles populations d'aleurodes. Il n'est pas compatible avec les fongicides.

Chenilles

Bacillus thuringiensis kurstaki est un organisme pathogène des insectes et est vendu en tant que biopesticides sous les marques commerciales de Dipel, Bactospeine, Foray au Canada et Dipel, MVP et MVP II aux Etats-Unis. Cette sous-espèce de bactéries est spécifique aux insectes de l'ordre des Lépidoptères incluant les papillons et les chenilles. La bactérie doit être ingérée par la chenille et tel que décrit précédemment, une protéine létale est alors relâchée dans l'estomac et la mort survient dans les jours qui suivent. La bactérie ne peut quitter la larve pour aller infecter d'autres larves. Ce matériel est plus efficace sur de petites larves qui se nourrissent activement. Les plus vieilles doivent se nourrir plus longtemps pour ingérer une dose létale de bactéries. Une à trois applications peuvent être nécessaires, dépendamment de la populations de chenilles et de leur développement. Le produit peut se conserver une année s'il est réfrigéré et n'est pas compatible avec la plupart des pesticides.

Champignons pathogènes d'autres champignons

Gliocladium virens GL-21 est un champignon qui vit naturellement dans le sol et vendu aux Etats-Unis sous le nom commercial de SoilGard™ 12G. Il n'est malheureusement pas encore disponible au Canada. C'est un champignon antagoniste à d'autres champignons pathogènes des plantes comme le pythium et le rhizoctonia. Il aide à prévenir la fonte de semis causés par ces champignons. Le SoilGard™ 12G colonise la zone racinaire au fur et à mesure que les racines poussent, rendant l'établissement des autres champignons pathogènes difficile. Une fois que les champignons pathogènes sont présents, son effet est

limité et il ne peut pas guérir les plantes infectées. Le matériel est mélangé au substrat et on laisse reposer une journée avant de planter. Les fongicides ne devraient pas être utilisés à la plantation, mais peuvent l'être plus tard.

Trichoderma harzianum T-22 (KRL-AG2), homologué et vendu aux États-Unis sous les noms commerciaux de RootShield et PlantShield, n'est malheureusement pas encore disponible au Canada. Il s'agit d'un champignon que l'on retrouve naturellement dans le sol et qui agit comme antagoniste contre le pythium et le rhizoctonia. Il n'est actif qu'à des températures de sol supérieures à 50°F. Il peut être incorporé dans le sol juste avant la plantation ou appliqué en mouillage superficiel (« drench ») après la plantation. Les fongicides peuvent être utilisés avec ces produits.

Pour plus d'informations, consultez le site internet <http://www.bioworksbiocontrol.com>. Une évaluation soigneuse de ces champignons antagonistes peut être réalisée en laboratoire, mais une inspection régulière du système racinaire permettra de voir si elles restent exemptes de maladies. À titre de comparatif, laissez quelques plateaux et quelques pots non traités et les identifier. Ceci vous permettra de bien évaluer l'efficacité des traitements à base de ces biopesticides.