



*Jorge Hendrichs et
Alan Robinson*

Pour éliminer un ravageur

Le recours aux rayonnements améliore la lutte biologique contre les insectes nuisibles

Une rhyse noirâtre adulte perfore la surface du tronc d'un pin infesté de larves de sirex. (Photo : Boris Hrasovec, Faculté de foresterie, Bugwood.org)

L'aide apportée par l'AIEA aux États Membres dans le domaine de la lutte contre les insectes nuisibles a été axée principalement sur la technique de l'insecte stérile (TIS), une sorte de contrôle des naissances pour les insectes, dans le cadre de laquelle des mâles stériles élevés en masse et lâchés systématiquement s'accouplent à des femelles sauvages dans la nature, ce qui perturbe la reproduction de la population nuisible sans porter atteinte à l'environnement. Cette approche permet de réduire efficacement le recours aux insecticides et a été utilisée avec succès pour maîtriser, et dans certains cas éliminer, des populations d'insectes ravageurs importants. Les États Membres peuvent cependant bénéficier des rayonnements dans d'autres domaines de l'entomologie, et notamment dans celui de la lutte biologique.

Qu'entend-on par « lutte biologique » ?

Malgré des siècles de développement technologique, les insectes ravageurs continuent à infliger des dommages très élevés à la production agricole et à la santé humaine. Une solution probante bien établie à ce problème consiste à faire appel à des ennemis naturels, appelés agents de lutte biologique, pour maîtriser les populations d'insectes ravageurs. L'agent de lutte biologique peut être un prédateur, un parasitoïde, une bactérie, un champignon ou un virus. Dans le présent article, nous nous intéresserons surtout aux prédateurs, qui dévorent l'insecte ravageur (proie), et aux parasitoïdes, qui parasitent l'insecte (hôte) en le piquant et en déposant leurs œufs à l'intérieur.

Lorsque des insectes échappent à leurs ennemis naturels indigènes, parce qu'ils envahissent de nouveaux pays en laissant derrière eux leurs agents de lutte biologique ou que ces ennemis naturels ont été perturbés, ils se transforment en ravageurs. Comme il est indiqué dans l'encadré 1, la lutte biologique, appliquée convenablement, offre un des outils les plus prometteurs, écologiquement rationnels et durables de lutte contre ces insectes ravageurs. L'extension des programmes de lutte biologique se heurte cependant à de nombreuses contraintes touchant à la production, à l'expédition et au lâcher d'agents de lutte biologique. L'industrie publique et privée de la lutte biologique se développe mais ne représente encore que moins de 3% des ventes du secteur de la lutte contre les insectes. Des contraintes d'ordre réglementaire, technique et autre ont maintenu sa part du marché à un niveau relativement faible. Parmi ces contraintes figurent les coûts de production élevés, l'adéquation du contrôle et de l'assurance de la qualité, les obstacles au commerce et les réglementations qui compliquent l'expédition.

Les techniques nucléaires peuvent permettre de surmonter ces contraintes de diverses manières, et le Programme mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture a maintenant mené à bonne fin un projet de recherche coordonnée sur cette question avec la participation de 18 équipes de chercheurs de 15 pays.

Réglementation relative aux agents de lutte biologique

Le manque d'harmonisation au niveau international et l'absence de réglementation favorable constituent sans doute le principal obstacle à un recours plus étendu à la lutte biologique, les règlements de « filtrage » entravant une introduction et une application efficaces des agents de lutte biologique. Le secrétariat de la Convention internationale pour la protection des végétaux de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a cependant publié récemment une version révisée d'une Norme internationale pour les mesures phytosanitaires (NIMP), intitulée « Directives pour l'exportation, l'expédition, l'importation et le lâcher d'agents de lutte biologique et autres organismes utiles », qui devrait aider à résoudre certains de ces problèmes et à accroître le commerce transfrontière d'agents de lutte biologique.

Préserver la biodiversité

L'agent de lutte biologique retenu pour être lâché est parfois une espèce exotique à l'environnement. Une des principales craintes suscitées par cette approche est la question de la spécificité de l'agent de lutte biologique dans son nouvel écosystème, c'est-à-dire celle de savoir si l'agent de lutte biologique introduit restera associé au ravageur

Lutte biologique contre la cochenille du manioc

Cet insecte est devenu un ravageur dévastateur du manioc en Afrique subsaharienne à la suite de son introduction au Congo en provenance d'Amérique du Sud dans les années 1970 et de sa dissémination rapide dans le reste du sous-continent. Le manioc est la principale source de glucides, de protéines et de vitamines pour 200 millions d'Africains. Un parasitoïde naturel de la cochenille du manioc a été identifié au Paraguay, pays d'origine du ravageur en Amérique du Sud, et transféré à l'Institut international d'agriculture tropicale à Ibadan, au Nigeria, où il a été élevé en masse. Il a été lâché au-dessus de plus de 150 sites de la région, s'est établi et a maîtrisé le ravageur dans 95% de tous les champs.

Sélection d'agents exotiques de lutte biologique pour préserver la biodiversité

- ◆ Évaluation en champ, aux États-Unis, d'un herbivore exotique sous forme stérilisée en vue de son utilisation éventuelle pour lutter biologiquement contre le faux-poivrier, une plante adventice importante introduite accidentellement.
- ◆ Évaluation également de pyrales du cactus irradiées, ravageurs de différents cactus indigènes dans certains endroits et agents de lutte biologique contre les cactus à feuilles introduit dans d'autres, afin de confirmer leurs préférences en matière de ponte dans les conditions naturelles pour prévoir le spectre d'hôtes et l'aptitude des larves à survivre et à endommager des plantes indigènes apparentées, ainsi que d'étudier les interactions possibles avec des ennemis naturels.

ou étendra son spectre pour agir sur d'autres espèces dans l'écosystème et porter ainsi atteinte à la biodiversité, voire même s'attaquer à des espèces utiles ou à des cultures commerciales. Il existe de nombreux exemples d'agents de lutte biologique qui ont « changé d'espèce ». De telles erreurs ayant des effets permanents dans le temps et dans l'espace, il faut au préalable évaluer avec soin la faisabilité de l'introduction de tout agent de lutte biologique. Une des erreurs les plus connues en la matière est celle du crapaud-buffle en Australie, qui a été introduit pour lutter contre des insectes ravageurs de la canne à sucre mais qui, très rapidement, a commencé à se nourrir d'autres espèces et s'est multiplié au point de devenir lui-même un ravageur. Une fois les agents



En haut : une guêpe de l'espèce *Mucidifurax raptor* sur le puparium d'une mouche. Une fois que la femelle a choisi un puparium hôte approprié, elle pond un seul œuf à l'intérieur. L'œuf éclot, et la larve de la guêpe se nourrit sur la pupa de la mouche.
(Photo : Unité de photographie, Service de recherche en agriculture (ARS) du Département de l'agriculture des États-Unis, Bugwood.org)

En bas : braconides : parasitoïdes des sphinx tête-de-mort.
(Photo : David Cappaert, Université de l'État du Michigan, États-Unis, Bugwood.org)

de lutte biologique lâchés, on ne peut pas revenir en arrière et, s'ils sont féconds, ils ont la possibilité de se multiplier. Cela ne pose pas de problème s'ils restent « fixés » sur l'espèce nuisible mais peut être désastreux s'ils trouvent de nouveaux hôtes non nuisibles dans le nouvel écosystème.

Les rayonnements peuvent jouer un rôle important pour évaluer de façon sûre le spectre d'hôtes potentiels d'un agent de lutte biologique dans un nouvel écosystème. Ils offrent un moyen de stériliser et de lâcher des agents de lutte biologique sur le terrain sans qu'ils s'y établissent en permanence et sans influencer sur leur comportement, et de déterminer ce dont ils se nourrissent ou non, les hôtes qu'ils parasitent et où ils vont. Des lâchers répétés d'agents de lutte biologique stérilisés fourniront sans risque des informations cruciales dans les conditions naturelles pour améliorer la prise des décisions quant au lâcher éventuel d'agents fertiles.

Amélioration de la production en masse

Étant donné qu'un agent de lutte biologique se nourrit d'une autre espèce d'insecte ou la parasite, il faut élever les deux espèces pour produire l'agent de lutte biologique aux fins des lâchers ; en d'autres termes, c'est un système biologique à deux composantes, contrairement à la TIS pour laquelle il suffit d'élever

Production en masse améliorée d'agents de lutte biologique

- ◆ En Bulgarie, on utilise un hôte factice irradié pour élever la guêpe qui parasite les teignes dans les minoteries et les entrepôts de grains.
- ◆ Au Pakistan, des œufs de teignes irradiés sont utilisés comme substituts de proies pour alimenter un prédateur destiné à être utilisé pour lutter contre les ravageurs du coton et de la canne à sucre à l'échelle d'une zone.
- ◆ En Pologne, on utilise les rayonnements avec succès pour prolonger la durée de conservation de parasitoïdes en vue de lutter contre les teignes des grains stockés qui provoquent des dommages dans les entrepôts.
- ◆ En Turquie, un hôte factice irradié est utilisé pour élever en masse un parasitoïde de la mouche de l'olive destiné à être utilisé dans le cadre d'un projet pilote de lutte à l'échelle d'une zone dans une région productrice d'olives.

une seule espèce. Cette complexité accrue rend l'élevage d'agents de lutte biologique plus exigeant sur le plan logistique et plus coûteux.

La proie naturelle ou l'espèce hôte sont souvent elles-mêmes difficiles ou coûteuses à élever en grands nombres, et le recours à des substituts plus aisément disponibles – des espèces dites factices – constituerait un avantage. Toutefois, les espèces de ce type ne sont pas toujours acceptables comme proies ou hôtes naturels ; tel est le cas en particulier des agents de lutte biologique pondant leurs œufs dans un hôte vivant en sorte que ces œufs sont alors soumis à sa réponse immunitaire. Les rayonnements peuvent être utilisés pour inhiber la réponse immunitaire de l'hôte en le rendant ainsi plus adapté au parasitisme.

Un hôte n'est souvent adapté au parasitisme que pendant une période très courte de son développement, et l'on peut utiliser les rayonnements pour prolonger cette période en réduisant la vitesse à laquelle l'hôte se développe. La durée de conservation limitée des hôtes et des proies restreint en outre leur utilisation durant l'élevage en masse et pour certaines espèces les rayonnements peuvent servir à arrêter leur développement et permettre ainsi de conserver et d'accumuler les hôtes ou les proies à utiliser lorsque les clients (exploitants agricoles, serres, minoteries, élevage de volailles, etc.) en ont besoin.

On recourt aussi au phénomène controversé appelé « hormone », c'est-à-dire à de très faibles doses

de rayonnements pour stimuler des processus biologiques. Les résultats préliminaires donnent à penser que ce procédé peut accroître les taux de parasitisation et la reproduction.

Faciliter la manipulation, l'expédition, le commerce et le lâcher

Un véritable casse-tête pour les producteurs d'agents de lutte biologique réside dans le développement et l'apparition continus de certains insectes ravageurs, sous la forme d'hôtes non parasités et d'insectes proies non utilisés, parmi les ennemis naturels élevés en masse. Cette « contamination » du produit final de lutte biologique peut susciter de graves problèmes pour ce qui est de l'efficacité du procédé de production en masse. Elle exige des manipulations supplémentaires pour éliminer les grands nombres d'hôtes non parasités ou de proies non utilisées lors du processus d'élevage avant qu'ils ne soient expédiés et se transforment en insectes ravageurs chez les exploitants utilisant les agents de lutte biologique. Les rayonnements peuvent servir à stériliser les proies, les hôtes et les hôtes factices pour éviter que les insectes ravageurs continuent à se développer en supprimant ainsi la nécessité d'opérations de séparation exigeant beaucoup de main-d'œuvre.

Lors de l'expédition d'agents de lutte biologique vers d'autres pays, le fait que des ravageurs fertiles sont souvent présents dans l'envoi, comme proies ou hôtes, crée un risque réel ou supposé que cela puisse entraîner l'introduction d'insectes ravageurs non indigènes, résistant aux pesticides ou de nouvelles souches de ces insectes dans des régions ou des pays nouveaux. Ce risque peut entraîner l'adoption de règlements de quarantaine et de permis encore plus stricts pour leur expédition. L'irradiation des hôtes et des proies peut garantir que même si les hôtes ne sont pas tous parasités ou mangés, les clients recevront des envois exempts d'insectes ravageurs fertiles.

Il est en outre nécessaire de transférer en toute sécurité les hôtes et les proies entre différentes installations; une grande installation de production peut par exemple décider d'expédier des hôtes/proies à de petites installations annexes qui assurent seulement l'élevage de l'agent de lutte biologique et non pas des hôtes ou des proies. On peut assurer la sûreté de l'opération en les irradiant avant leur expédition comme ont le fait désormais couramment pour les programmes de TIS, dans le cadre desquels les pupes stériles sont expédiées vers de grandes installations d'éclosion et de lâcher. Cette façon d'utiliser les rayonnements se traduira par des gains d'efficacité dans la production des agents de lutte biologique et aidera à standardiser l'emploi de souches d'espèces hôtes/proies pour garantir la qualité du produit.

Complémentation des agents de lutte biologique sur le terrain

- ◆ En Chine, des teignes irradiées sont lâchées dans les cultures où leurs œufs stériles servent d'hôtes à des parasitoïdes sauvages dont la population peut ainsi s'accroître.
- ◆ En République tchèque, des œufs de teigne irradiés sont répandus dans une forêt naturelle pour servir d'hôtes à des agents de lutte biologique sauvages.
- ◆ En République tchèque, des larves de teigne stériles sont déployées dans des forêts pour contrôler la densité et le type de parasitoïdes et de pathogènes.
- ◆ Au Pakistan, des hôtes irradiés sont placés dans les champs au début de la saison en vue d'accroître les populations de parasitoïdes afin de lutter efficacement contre les ravageurs de la canne à sucre sur une superficie de 40 000 ha.

Manipulation, expédition, commerce et lâcher d'agents de lutte biologique

- ◆ En Argentine, des pupes de mouches domestiques sont irradiées en vue de produire en masse des parasitoïdes des œufs et des pupes destinés à être déployés dans les élevages de volailles et les parcs d'embouche du bétail.
- ◆ Au Mexique, des mouches des fruits sont irradiées à des stades immatures en vue de l'élevage en masse d'environ 100 millions de parasitoïdes des mouches des fruits par semaine dans le cadre de lâchers de parasitoïdes à l'échelle d'une zone.
- ◆ Aux États-Unis, des proies sont irradiées en vue de la production d'acaridae prédatrices pour lutter contre les ravageurs des légumes dans les serres.

Complémentation des agents de lutte biologique sur le terrain

Sur le terrain, les insectes ravageurs passent par des cycles de population tout comme les agents de lutte biologique. Souvent, malheureusement, ces cycles ne sont pas synchronisés, et les populations d'agents de lutte biologique ne progressent pas au même rythme que les populations de ravageurs. Si le nombre des agents de lutte biologique pouvait être accru avant l'accroissement de la population de ravageurs, celle-ci



Une coccinelle prédatrice à points roses se nourrit d'œufs de doryphore. (Photo : Whitney Cranshaw, Université de l'État du Colorado, Bugwood)


serait bien mieux maîtrisée. On peut y parvenir en répandant des proies ou des hôtes radiostérilisés dans le champ en début de saison afin d'accroître en toute sécurité le nombre d'agents de lutte biologique grâce aux insectes ravageurs déployés.

Dans le cadre d'un programme de lutte biologique, il est nécessaire de suivre l'agent de lutte biologique sur le terrain afin d'évaluer les niveaux de population, sa survie, sa répartition, etc., ce qui, dans ce cas également, peut se révéler assez difficile, car le nombre des hôtes peut être faible quand le programme est efficace. On peut cependant introduire en toute sécurité des hôtes radiostérilisés dans l'endroit voulu comme sentinelles pour accroître les chances d'évaluer correctement la présence et les niveaux de l'agent de lutte biologique et augmenter ainsi l'efficacité du programme.

L'étude et la collecte de nouveaux agents exotiques de lutte biologique dans les pays d'origine peuvent constituer une tâche très ardue, car les hôtes peuvent être rares ou difficiles à localiser ou les deux à la fois. Des hôtes radiostérilisés peuvent être déployés sur le terrain en des endroits stratégiques pour accroître les chances de recueillir de nouveaux agents de lutte biologique.

Association de la lutte biologique à la TIS

Il y a de nombreuses années, le père de la TIS, E.F. Knipling, a suggéré qu'il y aurait avantage à associer le lâcher d'insectes stériles à celui d'agents de lutte biologique. Il estimait que cela pourrait permettre d'obtenir une réaction synergique dans la réduction de la taille de la population cible, car les mâles stériles s'accouplant à des femelles adultes dans la nature n'ont pas de descendance tandis que les agents de lutte biologique vise les autres stades de développement de l'insecte ravageur, à savoir le stade de l'œuf, de la larve ou de la puppe.

Une telle association d'insectes stériles avec d'autres organismes utiles a maintenant été obtenue dans un certain nombre de cas de cultures et de ravageurs, et cette approche biologique intégrée et pleinement respectueuse de l'environnement est promise à un grand avenir. 

Jorge Hendrichs est chef de la Section de la lutte contre les insectes ravageurs.

Adresse électronique : J.Hendrichs@iaea.org.

Alan Robinson a travaillé comme consultant dans la même section.

Adresse électronique : alan.robinson@chello.at.

Association d'agents de lutte biologique et d'insectes stériles

Au Mexique, des mouches des fruits stériles et des parasitoïdes relâchés simultanément dans le cadre d'une grande campagne nationale ont permis d'éliminer les mouches des fruits dans le nord-ouest du Mexique et de les inhiber efficacement dans d'autres régions.

En Syrie, des lâchers simultanés de parasitoïdes des œufs et d'insectes stériles ont réduit en synergie les populations de teignes des pommes de terre sur le terrain.

En Afrique du Sud, des lâchers simultanés de parasitoïdes des œufs et d'insectes

stériles ont réduit en synergie les populations de vers roses du cotonnier dans les vergers d'agrumes. Ces constatations ont encouragé l'industrie sud-africaine des agrumes à créer une société privée.

En Inde, des nématodes entomopathogènes ont été lâchés en même temps que des teignes irradiées pour lutter contre les ravageurs du coton.

En Israël, des sous-produits de l'élevage en masse d'insectes ont été utilisés pour la production de prédateurs de ravageurs des serres et de parasitoïdes des mouches domestiques.