

## LES INTRODUCTIONS D'INSECTES EXOTIQUES COMME AGENTS DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES RAVAGEURS DES CULTURES

Jean-Claude MALAUSA\*

### SUMMARY

The use of exotic entomophagous insects to control pests of agriculture is more than one century old. During the fifties, development of classical biological control have been noted consecutively to the increase of agronomic problems due to the rise of chemical control. After a development of scientific and ecological approaches, biological control is more and more considered as an economic and safety strategy of integrated pest control for environment and is now developed in many agricultural systems.

The industrial and commercial development of biological control joined to the awareness of the problem of protection of environment and biodiversity are at the origin of the question of the non-target effects of introductions of exotic entomophagous insects. As a matter of fact, such strategy commonly considered as safe for environment may have undesirable effects on indigenous species or ecosystems. Precautionary measures, needs of complementary studies and also regulations are recommended to limit these non-target effects with the aim to facilitate biological control strategy as an important part of integrated pest management in a sustainable agriculture.

### RÉSUMÉ

L'introduction d'insectes auxiliaires exotiques destinés à lutter contre les ravageurs des cultures remonte à plus d'un siècle mais c'est dans les années 50, après la résurgence de problèmes de ravageurs consécutifs à l'utilisation croissante d'insecticides que le développement de la lutte biologique classique s'est fortement accéléré. Plus récemment, une approche plus scientifique a permis de conforter cette stratégie de lutte. Aujourd'hui, les procédés de lutte biologique sont entrés dans la pratique dans le cadre de stratégies de protection intégrée dans tous les systèmes agricoles et la lutte biologique contre les insectes ravageurs des cultures représente une alternative séduisante à la lutte chimique sur les plans économique et environnemental.

L'industrie de la lutte biologique est en pleine croissance et augmente du même coup l'intérêt de rechercher de nouveaux auxiliaires à commercialiser dont beaucoup sont exotiques. Ce développement commercial associé à une prise de conscience générale des problèmes de protection de l'environnement et de la biodiversité est à l'origine d'un certain nombre de questions quant à l'effet éventuel des introductions d'organismes exotiques sur la faune indigène et sur les équilibres naturels. En effet, si la lutte biologique est considérée depuis longtemps comme bénéfique pour l'environnement, elle peut également avoir des effets indésirables sur ce dernier. On se trouve donc actuellement dans une situation paradoxale où l'on observe parallèlement une valorisation des procédés de lutte biologique

---

\* INRA. Centre de Recherches d'Antibes. Entomologie et Lutte Biologique. 1382 route de Biot, F 06560 Valbonne. E-mail : malausa@antibes.inra.fr.

reconnue comme bénéfique pour l'environnement et une crainte de ses effets négatifs sur les équilibres naturels et sur la diversité biologique. Un certain nombre de précautions et de recommandations, voire de réglementations doivent permettre de limiter les effets non intentionnels de cette stratégie de lutte qui a montré dans le passé toute son efficacité et qui doit rester une des composantes d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement.

## INTRODUCTION

L'idée d'utiliser des organismes auxiliaires pour combattre les ravageurs des cultures n'est pas récente car les premiers exemples d'utilisation d'insectes entomophages remontent au XIX<sup>e</sup> siècle. Après une première phase dominée par l'empirisme et l'improvisation, une seconde phase, plus rationnelle et méthodique, a vu le jour à partir de la seconde guerre mondiale (Jourdeuil *et al.*, 1991). C'est dans les années 50 après la résurgence de problèmes de ravageurs consécutifs à l'utilisation croissante d'insecticides que le développement de la lutte biologique a été fortement encouragé en Europe, principalement en vergers et en cultures sous serres (Van Lenteren, 1997). Les recherches engagées au cours des dernières décennies sur les interactions entre les différents maillons de la chaîne trophique étudiée « plante cultivée / ravageur des cultures / auxiliaire » et sur la génétique et la dynamique de leurs populations ont été de nature à conforter cette stratégie de lutte en lui permettant d'accéder à une véritable gestion des populations. Récemment, une approche plus scientifique préalable à toute introduction d'un ennemi naturel a été conseillée et appliquée afin de définir ce qui constitue l'efficacité d'un auxiliaire, de réduire les coûts de recherches et de limiter les risques liés aux introductions (Van Lenteren, 1997).

Aujourd'hui, les procédés de lutte biologique sont entrés dans la pratique dans le cadre de stratégies de protection intégrée dans tous les systèmes agricoles (Waage, 1997). La lutte biologique contre les insectes déprédateurs des cultures représente une alternative séduisante à la lutte chimique sur les plans économique et environnemental (Van Lenteren, 1997). En France, 50 000 ha de maïs ont été protégés en 1998 contre les chenilles de la Pyrale par des lâchers de Trichogrammes (source BIOTOP). L'industrie de la lutte biologique est en pleine croissance et favorise le développement de telles méthodes, augmentant du même coup l'intérêt de rechercher de nouveaux auxiliaires à commercialiser dont beaucoup sont exotiques.

Le développement commercial de tels procédés, désormais mieux connus du grand public, associé à une prise de conscience générale des problèmes de protection de l'environnement et de la biodiversité est à l'origine d'un certain nombre de questions quant à l'effet éventuel des introductions d'organismes exotiques sur la faune indigène et sur les équilibres naturels. En effet, si la lutte biologique est considérée depuis longtemps comme bénéfique pour l'environnement, cela ne doit pas signifier qu'elle ne peut avoir aucun impact sur ce dernier. Nous nous trouvons donc actuellement dans une situation paradoxale où l'on observe parallèlement une valorisation des procédés de lutte biologique bénéfiques pour la protection de l'environnement et une crainte des effets négatifs des introductions d'auxiliaires sur les équilibres naturels et sur la diversité biologique. Le rôle des ennemis naturels comme éléments clés dans la composition de la biodiversité et dans le maintien d'une agriculture durable mérite certainement d'être mieux compris et expliqué.

## LA LUTTE BIOLOGIQUE À L'AIDE D'INSECTES ENTOMOPHAGES

Il existe deux grands types de stratégies de lutte biologique faisant appel à des insectes entomophages :

— *La lutte biologique par acclimatation dite « lutte biologique classique »* : elle a pour but de rechercher et d'introduire un auxiliaire originaire de la même zone géographique que le ravageur exotique qui a été introduit accidentellement dans une région nouvelle sans son cortège de parasites ou de prédateurs associés. Il s'agit dans ce cas d'établir un équilibre permanent entre le ravageur et l'auxiliaire à l'image de ce qui se passe dans l'aire de répartition originelle en faisant en sorte qu'il soit situé en dessous du seuil de nuisibilité pour la plante cultivée. Un ou plusieurs lâchers ponctuels dans le temps peuvent suffire et quelques dizaines d'individus seulement ont permis dans certains cas d'obtenir des succès spectaculaires. L'acclimatation, à partir du moment où l'auxiliaire se reproduit dans son nouveau milieu, devient alors une naturalisation (Di Castri, 1990).

— *Les traitements biologiques* : comme pour tout traitement phytosanitaire, ils sont répétés dans le temps et permettent d'obtenir soit un effet d'élimination rapide du ravageur par les organismes directement lâchés (lâchers inondatifs), soit un effet différé par la descendance des individus lâchés (lâchers inoculatifs). C'est ce que les anglophones appellent les « seasonal inoculative and inundative biological controls ». Dans le cas des traitements biologiques et surtout pour les lâchers inondatifs, il est nécessaire de mettre en place des unités importantes de production d'entomophages. Ce sont les auxiliaires utilisés dans ce cadre qui font l'objet du développement commercial de la lutte biologique observé actuellement.

Le développement des introductions d'auxiliaires pour combattre les ravageurs des cultures est en régulière progression dans le monde. On note un regain d'intérêt pour la lutte biologique classique pour des raisons économiques et pour la permanence des solutions qu'elle est capable d'apporter contre les ravageurs visés. De récents et spectaculaires succès dans différentes parties du monde ont favorisé la promotion de la lutte biologique. Plus près de chez nous, en France, le succès en 1997 de la lutte contre le Psylle de l'eucalyptus *Ctenarytaina eucalypti* grâce à l'introduction d'un de ses parasites d'origine australienne (*Psyllaephagus pilosus*) a montré encore récemment tout l'intérêt de cette méthode (Malausa, 1998 ; Malausa & Girardet, 1997).

Ce développement est lié à l'accroissement dramatique des introductions accidentelles de ravageurs exotiques dû au développement des échanges commerciaux notamment dans le domaine horticole (Fig. 1). Une étude récente effectuée en Italie (Bin & Bruni, 1997) a montré que le nombre d'espèces de ravageurs accidentellement introduites dans ce pays est passé d'une par an avant les années 60 à 4 par an dans les 20 dernières années. Beaucoup de ces nouveaux ravageurs sont des cibles idéales pour la lutte biologique classique et ont été à l'origine de nouveaux programmes d'introductions d'auxiliaires. Cela a été le cas pour de nombreux insectes ravageurs d'origine exotique introduits accidentellement dans les cultures sous serre (aleurodes, mineuses, thrips, cochenilles, etc.).

Parallèlement, la lutte biologique a été perçue comme une solution pour un autre type de ravageurs, à savoir les espèces exotiques envahissantes considérées souvent comme un risque majeur pour la conservation de la biodiversité. L'élimination mécanique ou chimique des espèces végétales et animales envahis-

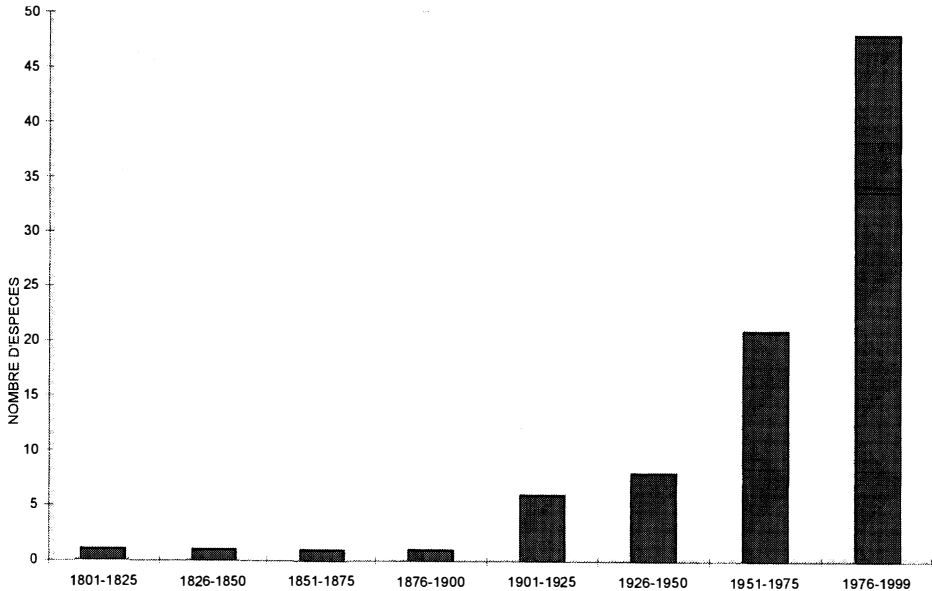


Figure 1. — Nombre d'insectes ravageurs introduits accidentellement et acclimatés en France depuis 1800.

santes est très coûteuse et dangereuse pour la faune et la flore locale. La lutte biologique est beaucoup plus sélective et peut permettre de maîtriser la démographie de ces espèces sur de grandes surfaces (Waage, 1997). La figure 2 représente l'évolution du nombre d'acclimations d'entomophages réalisées en France métropolitaine et d'outre-mer entre 1900 et 1984 en données cumulées (d'après Jourdeuil, 1986).

Mais ce qui a certainement le plus favorisé l'accroissement des introductions d'auxiliaires est lié au développement de l'industrie de la lutte biologique qui produit massivement et qui commercialise de nombreux prédateurs et parasitoïdes. Ainsi, une dizaine de fournisseurs d'auxiliaires commercialisent en France des insectes pour la lutte biologique. Van Lenteren (1997) dresse une liste complète des auxiliaires commercialisés en Europe occidentale pour les traitements biologiques inoculatifs ou inondatifs.

Les sociétés productrices cherchent en permanence à diversifier leur gamme de produits dans un double souci d'efficacité et de rentabilité. L'exemple de la lutte biologique en cultures protégées est le plus connu. Beaucoup des agents commercialisés pour les serres sont d'origine exotique ; les producteurs d'auxiliaires cherchant à trouver de nouveaux marchés internationaux favorisent ainsi l'introduction d'organismes dans de nouveaux pays sans que cela soit reconnu comme tel, ces produits étant formulés et distribués comme des produits chimiques. Il est en effet plus rentable d'importer dans un pays un ennemi naturel déjà développé et utilisé sur un autre continent plutôt que d'engager des recherches et développer des espèces locales proches pour créer un produit nouveau. De nombreux insectes sont désormais utilisés à une large échelle dans des régions et pays différents de celui dans lequel ils ont été isolés. Ainsi, l'utilisation croissante en horticulture des

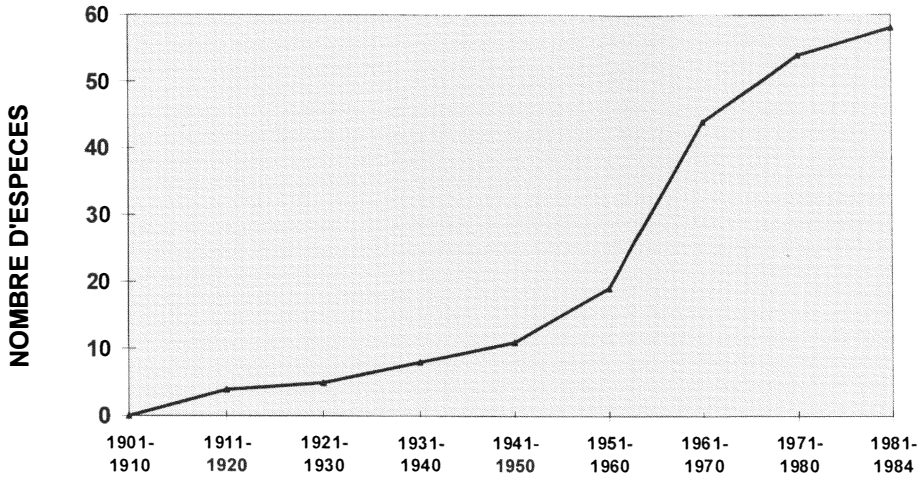


Figure 2. — Nombre d'acclimations d'entomophages réalisées en France métropolitaine et d'outre-mer entre 1900 et 1984 en données cumulées (d'après Jourdheuil, 1986).

punaises prédatrices de la famille des Anthocoridae, famille très diversifiée dans le monde, s'est longtemps limitée à l'utilisation de l'espèce nord-américaine *Orius insidiosus*, simplement parce qu'elle était la première espèce développée commercialement.

Van Lenteren (1997) signale que, depuis le début des années 70, une quarantaine d'espèces d'auxiliaires ont été importées en Europe pour être commercialisées afin de lutter contre une cinquantaine d'espèces de ravageurs dans les serres, vergers et grandes cultures. Globalement, c'est environ 135 espèces exotiques qui ont été introduites depuis le début du siècle en Europe dans le cadre de la lutte biologique contre les arthropodes ravageurs.

## LES RISQUES LIÉS À L'INTRODUCTION D'ESPÈCES EXOGÈNES

Les risques liés à l'introduction d'une espèce exogène à un milieu donné dépendent de nombreux facteurs comme la nature de l'auxiliaire (parasitoïde ou prédateur), de sa spécificité alimentaire (monophage, oligophage ou polyphage), du nombre d'individus introduits (de quelques dizaines à plusieurs millions), des caractéristiques bioclimatiques de sa zone géographique d'origine, des capacités d'adaptation de l'organisme, etc.

Pourtant, le bilan d'un siècle de lutte biologique démontre l'innocuité impressionnante de cette méthode pour l'agriculture : en effet, sur environ 5000 introductions effectuées contre des insectes nuisibles aux cultures et sur un millier contre les mauvaises herbes, on ne compte que quelques rares cas ayant eu des effets indésirables sur l'agriculture (Waage, 1997). Par contre, on ne sait pas grand chose de l'impact des organismes introduits sur les systèmes non agricoles et sur les espèces indigènes non visées, impact qui est très difficile à évaluer. Le peu

d'effets négatifs mis en évidence tient certainement au fait que l'évaluation des introductions est restée très superficielle ou bien, lorsque cette dernière a été engagée, elle n'incluait pas les espèces indigènes non visées.

Les premiers exemples d'introduction de lutte biologique utilisant des vertébrés ont souvent révélé une inefficacité des prédateurs généralistes à contrôler le ravageur visé. Parfois, ces prédateurs devenaient des ravageurs eux-mêmes en s'attaquant à d'autres organismes. On peut citer l'exemple de l'introduction à Trinidad et dans différentes îles des Antilles des mangoustes d'origine indienne pour combattre les rats dans les plantations de canne à sucre. Une réduction considérable des populations de rat a été observée mais ces prédateurs polyphages ont par la suite attaqué de nombreux vertébrés terrestres, contribuant au déclin d'espèces indigènes d'oiseaux et à l'extinction de serpents et de lézards endémiques sur plusieurs îles de la Caraïbe. L'introduction d'autres prédateurs généralistes comme le crapaud géant *Bufo marinus* a également eu des effets indésirables (Greathead, 1995). Le plus souvent, ces opérations étaient réalisées sans la supervision d'experts en lutte biologique. De même, de nombreuses introductions intentionnelles ou non intentionnelles de plantes et d'animaux phytophages ont eu des conséquences très néfastes pour l'environnement (Van Lenteren, 1997). Ces exemples d'introductions malencontreuses aux conséquences très spectaculaires et parfois dramatiques ont eu un impact négatif sur l'opinion publique et sont restés ancrés dans la mémoire pendant des décennies.

Les craintes portent généralement sur le fait que les ennemis naturels lâchés pourraient attaquer d'autres phytophages indigènes non visés en provoquant par exemple la raréfaction, voire l'extinction d'espèces rares ou menacées comme des papillons pour ne parler que des familles les plus remarquables. Mais ils peuvent également agir directement par prédation ou parasitisme ou indirectement par compétition inter-spécifique sur d'autres ennemis naturels indigènes (voir plus bas le cas d'*Encarsia pergandiella*, parasitoïde d'aleurodes). La limitation des populations de phytophages peut également avoir une influence négative sur la faune auxiliaire qui lui est associée.

Il est vrai que l'on dispose de beaucoup plus de connaissances sur les animaux supérieurs ou sur la flore que sur la faune des petits invertébrés qui, bien que beaucoup plus diversifiée, passe souvent inaperçue. Il faut constater également que l'on met beaucoup plus en avant actuellement les risques d'effets indésirables et non intentionnels d'agents introduits à des fins de lutte biologique que toutes les conséquences directes et indirectes des déséquilibres créés par l'introduction accidentelle des ravageurs. On peut citer l'exemple d'actualité de l'introduction volontaire du charançon phytophage *Rhinocyllus conicus* en Amérique du Nord pour lutter contre les chardons d'origine eurasiennne (Louda *et al.*, 1997) ; on est en train de déplorer l'impact négatif de ce charançon sur les chardons indigènes mais a-t-on réellement et objectivement comparé cet impact à celui engendré par l'introduction accidentelle du chardon exogène lui-même ?

En fait, on ne dispose que de très peu d'exemples ayant fait l'objet d'études scientifiques évaluant l'impact de l'introduction d'agents de lutte biologique sur la faune indigène :

On peut citer les études menées en Australie et en Nouvelle-Zélande à la suite de l'introduction de l'hyménoptère Braconide *Microctonus aethiopoïdes* pour lutter contre le charançon *Sitona discoidens* (Aeschlimann, 1995) ainsi que les récents travaux de Purcell & Messing à Hawaii sur les mouches des fruits

(Diptères Tephritidae) qui ont montré que l'introduction de parasites exogènes contre des mouches introduites accidentellement a eu un impact relativement limité sur les espèces indigènes.

Mais il existe des exemples avec des effets négatifs comme celui de *Coccinella septempunctata* qui introduite aux Etats-Unis pour lutter contre les pucerons, s'attaque maintenant entre autre aux œufs et aux chenilles d'un Lycaenide en voie d'extinction, *Everes comyntas* (Samways, 1995).

Un autre exemple intéressant concerne les deux psylles des agrumes introduits accidentellement sur l'île de la Réunion : le psylle asiatique *Diaphorina citri* et le psylle africain *Trioza erytraeae*. Deux parasites ont été introduits pour lutter contre le psylle asiatique : *Tamarixia radiata* (introduit d'Inde) et *Diaphorencyrtus aligharensis*. Contre le psylle africain, l'introduction de *Tamarixia dryi* depuis l'Afrique du sud a procuré des résultats spectaculaires car ce parasite a éliminé le psylle. On s'est aperçu *a posteriori* que *T. dryi* a parasité aussi un hôte relais inconnu auparavant auquel il s'est adapté, un psylle indigène aux Mascareignes : *Trioza eastopi*. Ces opérations d'introduction montrent qu'il y a un manque évident de connaissances préalables sur les biocénoses et les faunes locales et que dans un système insulaire, on peut aboutir à l'éradication d'une espèce (Chapuis *et al.*, 1995).

Ce manque de connaissances préalables apparaît chaque fois qu'un nouveau ravageur est introduit. Par exemple, c'est seulement après l'introduction accidentelle de la Mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* (Lépidoptère Gracillaridae) sur l'île de la Réunion que l'on a découvert l'importance du rôle des Gracillaridae indigènes (mineuses du caféier) comme sources de parasites indigènes ayant un rôle potentiel dans la régulation des populations de l'espèce introduite (Quilici *et al.*, 1997). Une observation identique a été effectuée sur les mouches des fruits, toujours à la Réunion (Quilici, comm. pers.).

Il est toutefois difficile de citer un seul exemple de « catastrophe écologique » consécutive à l'introduction volontaire d'un insecte auxiliaire dans le cadre d'une opération de lutte biologique et les centaines d'introductions d'ennemis naturels d'insectes effectuées jusqu'à présent n'ont pas entraîné de problèmes pour l'environnement dans les cas où une procédure de sélection, d'importation et de lâcher était correctement appliquée (Van Lenteren, 1997). Le même bilan a été effectué par l'International Institute of Biological Control (IIBC) qui a analysé tous les projets de lutte biologique avec des insectes et qui a signalé l'absence d'effet négatif (Greathead, 1995). Ces conclusions sont rassurantes mais aussi très surprenantes si l'on considère parallèlement les nombreuses introductions volontaires ou non d'animaux ou de plantes qui se sont soldées par de véritables désastres écologiques (Hokkanen & Lynch, 1995).

Les auxiliaires choisis pour des opérations de lutte biologique sont en général des parasitoïdes ou des prédateurs spécifiques, monophages ou oligophages. Bien que l'introduction d'un ennemi naturel polyphage ne soit généralement pas conseillée, certaines espèces généralistes sont utilisables comme agents de lutte biologique : en particulier si les prédateurs sont de petites tailles et vivent dans des habitats où ils rencontrent une majorité d'organismes phytophages, leur utilisation ne devrait pas avoir d'impact négatif (Van Lenteren, 1995). C'est la cas par exemple pour les acariens prédateurs en serres et en vergers de fruitiers. Quelques espèces de gros prédateurs peuvent parfois être utilisées sans risque comme certains poissons prédateurs de moustiques lorsqu'ils sont introduits dans des étangs d'où ils ne peuvent s'échapper (Greathead, 1995). L'innocuité reconnue des

opérations de lutte biologique prouve à quel point les scientifiques ont correctement identifié les ennemis naturels qu'ils allaient introduire avec un risque limité, après avoir acquis des connaissances suffisantes sur leur spectre alimentaire dans le but d'éviter qu'ils ne deviennent eux-mêmes des ravageurs ou qu'ils ne menacent d'autres espèces. Ceci se traduit généralement par une préférence pour les auxiliaires les plus spécifiques.

Un minimum d'études est toujours effectué pour préparer ces introductions qui ont manifestement toujours conduit à des résultats positifs ou nuls à court ou moyen terme. Cependant, en l'absence de protocoles rigoureux de préparation et surtout de suivi des introductions, il est souvent impossible de disposer de toutes les informations relatives à l'impact à long terme d'une introduction volontaire. Il faut admettre la difficulté de prévoir les impacts d'une introduction car ils sont dus à une interaction complexe de nombreux facteurs comme l'efficacité de l'auxiliaire, son taux de reproduction ainsi que celui de son hôte, sa distribution et celle de son hôte sur le terrain, et les interactions avec les autres organismes (Van Lenteren, 1997).

Les connaissances scientifiques dans le domaine de l'écologie des populations tendent à montrer que comme pour un ravageur d'origine exotique, l'éradication d'un auxiliaire introduit devient pratiquement impossible une fois qu'il est installé (Waage, 1997). C'est dire l'importance de la décision d'introduire ou non un organisme exogène dans une aire donnée.

Les ennemis naturels introduits ne restent pas nécessairement dans le milieu dans lequel ils ont été lâchés. Leur dispersion dans d'autres milieux peut avoir des effets directs ou indirects difficilement prévisibles.

Parmi les effets directs, la réduction des populations, voire l'extinction d'espèces indigènes peuvent se produire. Les avis sont très contradictoires à ce sujet et ne permettent pas de se faire une idée objective (Funasaki *et al.*, 1988 ; Howarth, 1991). Ce qui est certain, c'est qu'en plus de cent ans de lutte biologique, pratiquement aucun insecte ravageur n'a été exterminé et que l'extinction involontaire d'une espèce non visée est d'autant plus improbable. On peut par contre avancer que l'introduction de parasites spécifiques pour lutter contre des ravageurs exogènes peut s'avérer fatale aux espèces indigènes dans la mesure où, n'ayant pas coévolué avec ces parasites, elles peuvent se révéler beaucoup plus sensibles que les ravageurs introduits (Lambert, 1996). Mais la littérature récente sur les introductions d'ennemis naturels pour lutter contre les insectes ne met en évidence aucune extinction d'espèce liée à la lutte biologique.

Parmi les effets indirects, la prédation ou le parasitisme de l'entomophage introduit sur les ennemis naturels indigènes peut provoquer la réduction des populations de ces derniers (exemple de l'introduction en Italie du parasitoïde *Encarsia pergandiella* contre les aleurodes des cultures maraîchères qui s'est avéré avoir un comportement hyperparasite vis-à-vis d'espèces locales parasites des larves d'aleurodes) ; la compétition alimentaire pour les proies et les hôtes avec les organismes locaux peut également affecter les populations des ennemis naturels indigènes ou modifier les habitats (Van Lenteren, 1997). C'est ainsi que certains lâchers de prédateurs et de parasitoïdes polyphages n'ont pas seulement provoqué une diminution des populations de chenilles de ravageurs mais aussi de celles de chenilles non visées, induisant un déclin de leurs prédateurs locaux et des populations d'oiseaux (Simberloff, 1992).

Dans ce contexte, on ne peut pas rester indifférent aux conséquences de lâchers d'insectes exogènes et sur leurs conséquences sur la faune entomologique



indigène. La communauté scientifique interpellée tente de donner une réponse à ce sujet, voire à se justifier dans la mesure où ce qui était considéré il y a quelques années comme un procédé de lutte « écologique » est de plus en plus considéré comme étant du rôle d'un « apprenti sorcier ».

Face à ces critiques, des groupes de travail se sont créés à l'occasion de conférences ou de congrès internationaux pour faire le point sur la question et tenter de trouver des solutions à ces problèmes. Ce fut le cas par exemple à l'occasion du dernier Congrès international d'Entomologie à Florence en Italie lors du Workshop « Importation and legislation issues affecting foreign exploration for natural enemies » (1996). On est obligé de constater qu'il existe peu d'études sur l'effet non intentionnel de l'introduction d'entomophages sur la faune indigène. Les avis sont très partagés, voire opposés dans l'attente de données beaucoup plus objectives basées sur des expériences passées. Certains experts recommandent l'établissement de réglementations très restrictives pour les importations d'auxiliaires, réglementations qui sont considérées par d'autres comme très néfastes pour l'environnement ; une réglementation trop stricte aurait un effet démotivant pour développer des méthodes biologiques plus respectueuses, sous certains aspects, de l'environnement et continuerait à favoriser les méthodes de lutte chimique beaucoup plus préjudiciables (Van Lenteren, 1996).

A l'inverse, il ne faut pas risquer de voir la lutte biologique être discréditée par une opération d'introduction malheureuse avec des conséquences négatives sur l'opinion publique. On aboutirait vite à des restrictions trop draconiennes et à une sur-réglementation qui entraveraient le développement de ces méthodes biologiques de lutte qui ont montré par ailleurs tout leur intérêt.

## RÉGLEMENTATIONS

La réglementation française concernant l'importation d'agents de lutte biologique a fait l'objet d'un article de synthèse de Theissen & Ferrière (1996). Les insectes, qui font l'objet de la présente note, rentrent dans la catégorie des macro-organismes, terminologie utilisée pour les arthropodes, en opposition avec les micro-organismes et virus. La France a fixé sa politique nationale en matière de protection des végétaux et notamment en matière d'importation et d'utilisation des agents de lutte biologique. Cette politique est cependant orientée par un certain nombre de références internationales contractuelles (accords, conventions) signées par la France, dont les dispositions européennes (directives, règlements), ainsi que par des références non contractuelles internationalement reconnues.

L'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture des Nations-Unies (F.A.O.) a pour sa part élaboré et approuvé en 1996 un code de conduite pour l'importation et le lâcher des agents exotiques de lutte biologique. Ce *Code F.A.O.* a pour objectif de faciliter l'importation et le lâcher d'agents de lutte biologique sans danger. Il encourage en particulier les états à établir des procédures de contrôle pour l'importation et le lâcher de ces agents (Schulten, 1997). Un des points clés de ce code est de recommander aux importateurs d'auxiliaires de donner des informations sur les éventuels effets non intentionnels des introductions d'organismes exotiques. L'autre point important est d'avoir inclus dans le code les agents de lutte biologique introduits à des fins commerciales.

A ce jour, aucune disposition européenne ne fait référence explicitement aux agents de lutte biologique. Seules des recommandations sur la sécurité et

l'efficacité de la lutte biologique en Europe viennent d'être faites par l'Organisation Européenne et méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP) à l'occasion d'un atelier qui s'est tenu en Grande-Bretagne en 1996 (OEPP/CABI, 1997). Cet atelier remarque que les pratiques actuelles d'importation d'agents microbiologiques varient beaucoup selon les pays européens et qu'une harmonisation paraît nécessaire. Cette dernière est en cours de discussion et des efforts sont faits actuellement pour inclure le Code de conduite FAO dans les règlements européens en matière d'importation et d'introduction d'agents exotiques de lutte biologique (Klingauf, 1995). Compte tenu de la multiplicité des conditions climatiques et environnementales rencontrées dans les pays de la Communauté, la notion d'approche éco-régionale est évoquée pour permettre d'estimer la valeur et les risques présentés par l'établissement d'agents exotiques de lutte biologique en Europe. L'atelier recommande que des directives soient préparées pour répondre aux besoins européens dans les différents domaines concernés et le groupe d'experts de l'OEPP est actuellement fortement impliqué dans cette réflexion et dans la mise en place d'un système de certification.

Par ailleurs, il est question d'établir une *liste positive* d'organismes auxiliaires déjà utilisés avec succès et sans effets négatifs dans certaines régions afin de faciliter leur introduction dans des zones écologiquement similaires (Van Lenteren, 1997). Les auxiliaires commercialisés à grande échelle depuis des années représenteraient la base d'une telle liste positive. Les demandes d'autorisations d'introduction dans un pays seraient ainsi facilitées si des évaluations sur l'impact d'un auxiliaire ont déjà été effectuées ailleurs, ce qui éviterait une perte de temps importante pour refaire des tests ou collecter des données déjà existantes. Une liste préliminaire d'un peu plus de 40 arthropodes auxiliaires a été proposée lors de la réunion de l'OEPP de mars 1998 au Portugal.

Pour être lâchés dans l'environnement, les insectes auxiliaires de lutte biologique comme tous les autres macro-organismes sont soumis à la loi 95-101 du 2 février 1995 (dite loi Barnier) relative au renforcement de la protection de l'environnement. Cette dernière interdit l'introduction volontaire ou non de tout spécimen d'une espèce animale ou végétale non indigène (à l'exclusion des espèces domestiques ou cultivées). Toutefois, l'introduction dans le milieu naturel de spécimens de telles espèces peut être autorisée par l'autorité administrative concernée, à savoir le ministre chargé de l'Environnement et le ministre chargé de l'Agriculture dans le cas présent, à des fins agricoles, piscicoles ou forestières ou pour des motifs d'intérêt général et après évaluation des conséquences de cette introduction. Le décret devant préciser les conditions d'application de cette disposition n'a pas encore été publié.

À l'heure actuelle, il n'existe donc pas encore en France de dispositions réglementaires concernant l'introduction et l'importation d'insectes auxiliaires. Ces derniers ne sont pas concernés par le récent décret de 1997 (n° 97-857) qui nécessite la délivrance des lettres officielles d'autorisation pour les établissements introduisant ou faisant circuler des organismes nuisibles et/ou végétaux relevant des dérogations pour des travaux à des fins d'essais ou à des fins scientifiques. Il est toutefois demandé d'établir une déclaration d'intention d'importation d'organismes vivants à la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt (Service de la Protection des Végétaux) de la région concernée. Cette déclaration remplace en fait les anciennes « Autorisations d'Importation à Titre Scientifique » (A.I.T.S.) qui avaient été mises en place à titre expérimental par le Service de la Protection des Végétaux mais qui ne faisaient référence en fait à aucune assise réglementaire.

## NORMES DE CONFINEMENT ET QUARANTAINE

Toutes les introductions d'auxiliaires exogènes, justifiées par l'introduction accidentelle de nouveaux ennemis des cultures, présentent des risques écologiques potentiels justifiant l'intérêt de quarantaines, même s'il s'agit *a priori* d'organismes considérés comme utiles. La quarantaine apparaît comme l'outil indispensable et incontournable permettant de mieux connaître les potentialités de nouveaux entomophages et de relâcher des auxiliaires sains et adaptés au milieu (Leclant, 1996). C'est la quarantaine qui permettra d'estimer les capacités d'acclimatation puis de naturalisation d'une espèce que l'on souhaite introduire (Di Castri, 1990).

Un projet de normes pour les installations de confinement (serres et laboratoires) a été proposé à la sous-direction de la Protection des Végétaux du Ministère chargé de l'Agriculture. Trois niveaux de confinement ont été définis (NS1, NS2 et NS3) correspondant à différents niveaux de risques liés aux organismes à introduire. Chacun d'eux comporte un cahier des charges bien précis relatif aux installations requises.

Le niveau de confinement attribué à un organisme donné dépend :

- de la région dans laquelle il est prévu de l'introduire,
- du risque potentiel qu'il représente pour les végétaux et produits végétaux d'intérêt économique de la région concernée,
- de sa capacité de dissémination (facilité d'acclimatation, potentiel reproductif, mobilité, etc.)

Ce projet ne donnera pas lieu à une énumération des organismes correspondant aux niveaux de confinement 1, 2 ou 3, ceux-ci étant définis au cas par cas pour chaque espèce proposée (Theissen & Ferrière, 1996).

## PROPOSITIONS DE RECOMMANDATIONS

Le développement de la lutte biologique comme composante incontournable d'une lutte phytosanitaire intégrée et viable dans le cadre d'une production agricole durable et respectueuse de l'environnement doit être encouragé. L'introduction d'agents exotiques de lutte biologique demeure une technique valable pour combattre de nombreux organismes nuisibles et en particulier ceux d'origine exotique (Waage, 1997) mais il est nécessaire de prendre un certain nombre de précautions afin de limiter au maximum les risques environnementaux et les effets non intentionnels sur les équilibres et les faunes indigènes. Un effort de recherche dans ce domaine tirant partie des expériences du passé pour évaluer et prévoir les risques liés à de nouvelles introductions paraît primordial.

Les recommandations doivent prendre en compte en amont les recommandations déjà faites par d'autres organes de réflexion comme la FAO ou l'OEPP.

Les informations suivantes devraient être prises en compte dans les procédures d'autorisation d'introduction d'un nouvel auxiliaire (Van Lenteren, 1997) :

- \* données sur le ravageur, sur son importance économique et sur les avantages et inconvénients des méthodes de lutte existantes,
- \* inventaire et données taxinomiques sur les ennemis naturels connus et identifiés,

- \* informations sur la biologie des principaux auxiliaires,
- \* évaluation de l'innocuité de l'auxiliaire sur les autres ennemis naturels, les espèces menacées ou les espèces non ciblées (avis d'experts, tests de spécificité), sur la santé humaine ou animale et vérification de l'absence d'effets négatifs connus sur l'environnement,
- \* évaluation de la spécificité de l'auxiliaire sachant qu'il est impossible de tester toutes les espèces et qu'il est impossible de prévoir le comportement précis d'une espèce introduite dans un nouvel habitat à partir d'études *a priori*. Une garantie absolue ne peut ainsi jamais être donnée. Les études de spécificité consistent principalement en tests de préférence sur toute une gamme d'hôtes ou de proies présents dans le milieu dans lequel l'auxiliaire sera introduit ou dans celui où il pourra se disperser. La gamme à tester sera beaucoup plus limitée pour un parasitoïde que pour un prédateur polyphage. Des informations complémentaires sur des espèces proches sont parfois disponibles dans la bibliographie et permettent d'avoir des indications sur la spécificité de l'organisme étudié.

Il paraît en outre intéressant de tenir à jour un inventaire national exhaustif de l'ensemble des insectes introduits ou dont l'introduction est demandée. Ce point est en partie initié par la mise en place progressive des déclarations d'intention d'importation d'organismes vivants effectuées auprès des Directions Régionales de l'Agriculture et de la Forêt.

La liste positive d'auxiliaires qui faciliterait l'introduction ou la commercialisation de ces derniers en Europe, discutée actuellement au niveau de l'OEPP mériterait certainement d'être revue dans le détail pour son application en France avant son adoption définitive. En effet, certaines espèces font actuellement l'objet d'une controverse quant à leur impact non intentionnel sur d'autres espèces indigènes : c'est le cas de l'hyménoptère parasitoïde *Eretmocerus californicus* ou de certaines espèces de punaises prédatrices polyphages d'origine américaine (*Orius* sp., *Podisus maculiventris*).

Des études scientifiques plus poussées et sur plus long terme devraient être engagées pour évaluer les effets non intentionnels des introductions de lutte biologique sur la faune entomologique indigène.

Il faudrait développer les recherches faunistiques et taxinomiques, en particulier des faunes tropicales insulaires (la faune continentale métropolitaine est généralement beaucoup mieux connue). C'est le manque de données préalables qui rend souvent difficile, voire impossible l'évaluation de l'effet des introductions sur les faunes endémiques.

La réglementation à venir, en particulier celle qui est discutée actuellement au niveau européen, devrait tenir compte des zones biogéographiques où seront effectuées les opérations de lutte biologique ; cette approche éco-régionale est particulièrement importante pour les départements et territoires d'outre-mer situés en milieu tropical insulaire ; éventuellement, pour certaines de ces zones, il pourrait être créée une commission d'experts chargée de répondre au cas par cas aux demandes locales d'introductions (cas posé à la Réunion).

L'homologation des macro-auxiliaires devrait être beaucoup plus souple que pour les micro-organismes. Un test général d'efficacité montrant les capacités d'un auxiliaire à limiter le nombre des ravageurs visés et une estimation des effets sur l'environnement (à partir des données existantes et/ou de tests appropriés) devrait suffire. Au niveau commercial, la première mise sur le marché d'un nouvel

auxiliaire exotique destiné à être utilisé pour les traitements biologiques devrait faire l'objet des mêmes procédures que pour les introductions de lutte biologique classique.

## CONCLUSION

Nul ne remet en cause l'intérêt et le bien-fondé de la lutte biologique et de l'introduction d'auxiliaires exotiques dans le cadre de la mise en place d'une agriculture et d'une conservation durables. L'introduction de nouveaux auxiliaires est nécessaire dans un but de recherche et dans un but commercial à condition de prendre un minimum de précautions au travers d'une recherche scientifique performante et d'une réglementation adéquate, ni trop permissive, ni trop contraignante. Il est crucial de montrer relativement rapidement et sans ambiguïté que la lutte biologique reste une méthode fiable et sans risque à condition bien sûr de procéder préalablement à une sélection rigoureuse des auxiliaires utilisés. Le code de conduite FAO permet de disposer actuellement de procédures limitant considérablement les risques d'effets non intentionnels lors d'opérations d'introductions d'auxiliaires exotiques.

La lutte biologique est aussi dans la ligne de la Convention sur la Diversité Biologique de 1992 du programme des Nations-Unies pour l'Environnement qui reconnaît le risque lié aux espèces exogènes et qui stipule aux parties contractantes « d'empêcher l'introduction, de contrôler ou d'éradiquer les espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces ».

Il n'existe pas actuellement de réglementation française spécifique aux agents de lutte biologique et en résumé, rien n'interdit l'importation de macro-organismes auxiliaires dont les insectes entomophages font partie, dans la mesure où ceux-ci ne figurent pas sur la liste des organismes dont l'importation est prohibée. Seule la loi Barnier relative au renforcement de la protection de l'environnement pourrait permettre de limiter, lorsque le décret d'application sera paru, l'introduction dans le milieu naturel d'une espèce non indigène.

Pourtant, il paraît souhaitable de ne pas mettre de barrière au développement de la lutte biologique par une sur-réglementation beaucoup trop contraignante. De telles procédures comme celles mise en place par exemple au Japon ou au Maroc montrent leurs limites et souvent leur inefficacité, retardant ainsi la mise en place de techniques déjà largement éprouvées dans d'autres pays. Pour ce faire, les propositions qui pourraient être faites par les spécialistes, chercheurs et producteurs d'auxiliaires, sur les réglementations à venir pourraient permettre de trouver un compromis raisonnable.

## RÉFÉRENCES

- AESCHLIMANN, J.P. (1995). — Lessons from post-release investigations in classical biological control : the case of *Microctonus aethiopoïdes* introduced into Australia and New Zealand for the biological control of *Sitona discoideus*. Pp. 75-83, in : H.M.T. Hokkanen & J.M. Lynch (Eds). *Biological Control : Benefits and risks*, Cambridge University Press.
- BIN, F. & BRUNI, R. (1997). — Evaluating one century of classical biocontrol in Italy. *Bulletin OEPP/EPPO*, 27 : 53-59.

- CHAPUIS, J.L., BARNAUD, G., BIRET, F., LÉBOUVIER, M. & PASCAL, M. (1995). — L'éradication des espèces introduites, un préalable à la restauration des milieux insulaires. Cas des îles françaises. *Nature-Sciences-Sociétés*, hors-série : 51-65.
- DI CASTRI, F. (1990). — On invading species and invaded ecosystems : the interplay of historical chance and biological necessity. Pp. 3-16, in : F. Di Castri, A.J. Hansen & M. Debussche (Eds). *Biological invasions in Europe and the Mediterranean basin* - Kluwer Academic Publishers, Monographicae biologicae, 65.
- FAO (1996). — *Code de conduite pour l'importation et le lâcher des agents de lutte biologique*. Section I. Réglementation à l'importation. 21 pp.
- FUNASAKI, G.Y., LI, P.Y., NAKAHARA, L.M., BEARDSLEY, J.W. & OTA, A.K. (1988). — A review of biological control introductions in Hawaii : 1890-1985. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 28 : 293-305.
- GREATHEAD, D.J. (1995). — Benefits and risks of classical biological control. Pp. 53-63, in : H.M.T. Hokkanen & J.M. Lynch (Eds). *Biological control : Benefits and risks*, Cambridge University Press.
- HOKKANEN, H.M.T. & LYNCH, J.M. (Eds), 1995. — *Biological control : Benefits and risks*. Cambridge University Press, Cambridge (GB).
- HOWARTH, F.G. (1991). — Environmental impacts of classical biological control. *Annual Review of Entomology*, 36 : 485-509.
- INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY (1996). — Importation and legislation issues affecting foreign exploration for natural enemies. *Proceedings* (Florence - Italy) : 633-635.
- JOURDHEUIL, P., GRISON, P. & FRAVAL, A. (1991). — La lutte biologique : un aperçu historique. *Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA*, n° 15 : 37-60.
- KLINGHAUF, F.A.J. (1995). — Registration requirements of biological control agents in Germany and in the European Union. Pp. 283-290, in : H.M.T. Hokkanen & J.M. Lynch (Eds). *Biological Control : Benefits and risks*, Cambridge University Press.
- LAMBERT A., (1996). — Introduction d'espèces dans les milieux aquatiques continentaux « Quid de leurs parasites ? ». In : *Les introductions d'espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Enjeux, conséquences et recommandations*. Recueil de résumés du séminaire national GIP Hydrosystèmes, Ministère de l'Environnement, Conseil Supérieur de la Pêche. 13, 14 et 15 février 1996, Paris.
- LECLANT, F. (1996). — Le monde fascinant des entomophages. Ce qu'ils sont, quand, où et comment les utiliser. *Phytoma, la Défense des Végétaux*, n° 487 : 26-29.
- LOUDA, S.M., KENDALL D., CONNOR, J. & SIMBERLOFF, D. (1997). — Ecological effects of an insect introduced for the biological control of weeds. *Science*, 277 : 1088-1090.
- MALAUSA, J.C. (1998). — Des insectes au secours des eucalyptus. *Biofutur*, n° 176 : 34-37.
- MALAUSA, J.C. & GIRARDET, N. (1997). — Lutte biologique contre le Psylle de l'Eucalyptus. Acclimatation sur la Côte d'Azur d'un auxiliaire prometteur, *Psyllaephagus pilosus*. *Phytoma, la Défense des Végétaux*, n° 498 : 49-51.
- OEPP (1997). — Atelier OEPP/CABI sur la sécurité et l'efficacité de la lutte biologique en Europe recommandations. *Bulletin OEPP/EPPO*, 27 : 1-3.
- QUILICI, S., LASALLE, V., KURTZ, C. & FRANCK, A. (1997). — Preliminary study of indigenous parasitoids of the Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Stainton) (Lepidoptera Gracillariidae) in la Réunion. Poster abstract, 1 pp.
- SAMWAYS, M.J. (1995). — *Insect Conservation Biology*. Chapman & Hall, London : 358 pp.
- SCHULTEN, C.G.M. (1997). — The FAO code of conduct for the import and release of exotic biological control agents. *Bulletin OEPP/EPPO*, 27 : 29-36.
- SIMBERLOFF, D. (1992). — Conservation of pristine habitats and unintended effects of biological control. Pp. 103-117, in : W.C. Kaufmann & R.J. Nichols (Eds). *Selection criteria and ecological consequences of importing natural enemies*. Entomological Society of America.
- THEISSEN, G. & FERRIÈRE, J. (1996). — Importation d'agents de lutte biologique en France. Pas de mesures réglementaires spécifiques... mais une réglementation précise ! *Phytoma, La Défense des Végétaux*, n° 480 : 51-53.
- VAN LENTEREN, J.C. (1996). — Harvesting safely from biodiversity : natural enemies as sustainable and environmentally friendly solutions for pest control. *Proceedings of the XXth international congress of Entomology* (Florence, Italie) : 634.
- VAN LENTEREN, J.C. (1997). — Benefits and risks of introducing exotic macro-biological control agents into Europe. *Bulletin OEPP/EPPO*, 27 : 15-27.
- WAAGE, J. (1997). — Global developments in biological control and the implications for Europe. *Bulletin OEPP/EPPO*, 27 : 5-13.