

Les insectes entomophages d'intérêt agricole acclimatés en France métropolitaine depuis le début du 20^{ème} siècle

J.-C. Malausa, J.-M. Rabasse and P. Kreiter

INRA, Centre de Recherches de Sophia Antipolis, 400 Route des Chappes. F-06903 Sophia Antipolis Cedex, France;
e-mail: Jean-Claude.Malausa@sophia.inra.fr, Jean-Michel.Rabasse@sophia.inra.fr, Philippe.Kreiter@sophia.inra.fr

Au moment où les introductions de nouveaux phytophages ravageurs augmentent de façon préoccupante dans la zone paléarctique, un bilan de la lutte biologique classique en France depuis l'origine est présenté. Les références-clefs concernant les expériences d'acclimations réussies sont complétées par des informations inédites et des commentaires d'ensemble. Cet acquis devrait servir de base à un renforcement de la mise en œuvre de cette stratégie de lutte qui représente toujours une méthode efficace, économique et durable pour répondre à l'afflux de nouvelles espèces invasives.

Introduction

Si la crise phylloxérique, qui s'est développée en France à partir de 1870 (Pouget, 1990) a fait prendre conscience du danger que constituent les ravageurs accidentellement introduits à partir d'une autre écozone, il a fallu attendre 1912 pour que soit réalisée la première introduction d'un auxiliaire entomophage pour lutter contre l'un de ces ravageurs (*Rodolia cardinalis* contre *Icerya purchasi*). L'efficacité de cet auxiliaire avait, en effet, été démontrée en Californie à partir de 1888, constituant le prototype de ce qu'il est maintenant convenu d'appeler la «lutte biologique classique» et qui consiste à acclimater des entomophages aussi spécifiques que possible dans une nouvelle aire géographique pour lutter prioritairement contre les déprédateurs introduits accidentellement. Cette méthode se base sur la constatation élémentaire que les arthropodes sont limités par des ennemis naturels qui ont évolué avec eux (van Lenteren, 1993), ennemis dont ils sont dépourvus lors de leur introduction dans un nouveau milieu.

Depuis cette introduction initiale, les opérations de lutte biologique par acclimation se sont poursuivies en France sans discontinuer, toutes pilotées par l'implantation de la Recherche Agronomique dans les Alpes-Maritimes (Insectarium de Menton, puis Station de Zoologie et de Lutte biologique d'Antibes, puis Unité de Lutte biologique de Valbonne). Au début du 20^{ème} siècle, l'activité d'introduction est soutenue sous l'impulsion de Marchal qui réalise notamment, avec son ami Howard, la première installation d'*Aphelinus mali* hors de son pays d'origine, les USA. Au milieu du siècle, deux objectifs ambitieux, dotés de moyens importants, ne donnent pas les résultats attendus: la prospection d'ennemis naturels du doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*), introduit en France en 1922 (Grisson, 1992) et la lutte contre la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*). Sur pomme de terre, Trouvelot (1932) introduit, à partir de 1928, deux pentatomides, un carabique et deux tachinaires parasites contre le doryphore, mais sans réussir à les acclimater. Il n'a

pas plus de succès contre la teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella*). Les travaux sur *Psytalia concolor* ne débouchent pas non plus sur son acclimation durable dans le Sud de la France contre la mouche de l'olive. Enfin, l'apparition des premiers insecticides de synthèse en 1940 fait naître l'illusion éphémère d'une lutte chimique triomphante, tout en limitant dès les années 50 l'effet d'ennemis naturels de ravageurs qui n'étaient pas visés par les traitements (Benassy, 1958). Le dernier tiers du siècle est consacré d'une part à la mise en œuvre de la lutte intégrée et, d'autre part, au développement de nouveaux types de lutte biologique sous l'impulsion de Jourdeuil. Il s'agit de lâchers inoculatifs de divers auxiliaires en cultures protégées et de lâchers inondatifs de trichogrammes en plein champ. Les acclimations se sont cependant poursuivies en fonction des opportunités et sans stratégie globale. Malgré une reprise dans les dernières décennies, avec la création à Valbonne d'un nouveau laboratoire de quarantaine grâce à des fonds européens en 1993, la lutte biologique classique ne dispose pas de moyens suffisants pour répondre à toutes les introductions de nouveaux ravageurs, car leur nombre augmente de façon exponentielle (Streito & Martinez, 2005). Il nous a donc semblé utile de rappeler le bilan des opérations réalisées jusqu'à présent, à savoir environ quarante acclimations réussies, pour souligner l'intérêt de ce mode d'intervention et le besoin de le renforcer.

Liste commentée des entomophages acclimatés en France

Ci-dessous, les acclimations sont classées par ordre alphabétique des entomophages introduits, avec mention de l'année de lâcher. Le nom actuel de l'espèce est suivi de la position taxonomique et du pays ou de l'aire géographique d'origine. Suit le déprédateur principal visé et sa position taxonomique, ainsi que la ou les cultures principalement concernées. Les références bibliographiques sont développées

dans le texte, car leurs titres donnent des informations qui, ainsi, n'ont pas besoin d'être répétées. Souvent une référence précise les conditions de l'introduction initiale, tandis que l'autre donne une image ultérieure, plus complète, du résultat de l'opération. Une référence ne comportant que l'auteur et l'année renvoie aux quelques articles traitant des acclimations en France et autres références dans la bibliographie générale. Les commentaires sont sous la responsabilité des auteurs.

**1973 – *Amitus spiniferus* (Brèthes)
(Hymenoptera-Platygastridae)**

Origine: Mexique.

Cible: *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera-Aleyrodidae) sur Citrus.

Réfs.: Benassy C, Brun P & Onillon JC (1980) Bilan des recherches en cours sur les homoptères fixés des Citrus. Compte rendu de la 5ème réunion du groupe de travail 'Cochenilles et Aleurodes des agrumes' de la SROP/OILB, Valencia, 11–13 mars 1980. *Fruits* **35**, 447–454.

Commentaire: Première introduction par Onillon sur l'île St. Honorat (Alpes-Maritimes), d'où le parasite s'est répandu dans la zone agrumicole de la Côte d'Azur.

**1979 – *Anaphes nitens* (Girault)
(Hymenoptera-Mymaridae)**

Origine: Australie.

Cible: *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera-Curculionidae) sur Eucalyptus.

Réfs.: Pinet C (1986) *Patasson nitens*, parasite spécifique de *Gonipterus scutellatus* en France. *Bulletin OEPP*, **16**, 285–287.

Vidano C, Arzone A & Meotto F (1979) Moltiplicazione e disseminazione in Italia di *Patasson nitens* per la difesa degli eucalipiti da *Gonipterus scutellatus*. *Annali Academia di Agricoltura di Torino* **121**, 99–113.

Commentaire: Depuis le début du 20^{ème} siècle, où le charançon a colonisé l'Afrique du Sud, puis de nombreux pays, *A. nitens* est acclimaté dans les nouvelles aires d'introduction. Il a donc été introduit en Ligurie en 1978 depuis l'Afrique du Sud. De là, il s'est dispersé spontanément vers la France l'année suivante et Pinet a réalisé de nouveaux lâchers en 1981 à Antibes puis à Cannes.

**1973–1975 – *Aneristus ceroplastae* Howard
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Inde.

Cible: *Ceroplastes rusci* (L.) (Hemiptera-Coccidae) sur Citrus.

Réfs.: Muzaffar N & Ahmad R (1977) A note on *Saissetia privigna* (Hem.: Coccidae) in Pakistan and the breeding of its natural enemies. *Entomophaga* **22**, 45–46.

Commentaire: Introduit en France par Panis; établi sur *Ceroplastes rusci* (L.); polyphage sur d'autres cochenilles (*Ceroplastes*, *Coccus*, *Saissetia*, *Pulvinaria*, ...)

**1920 – *Aphelinus mali* Haldeman
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Amérique du Nord.

Cible: *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera-Aphididae) sur pommier.

Réfs.: Marchal P (1929) Les ennemis du Puceron lanigère, conditions biologiques et cosmiques de sa multiplication. – Traitements. *Annales des Epiphyties* **15**, 125–181.

Commentaire: Marchal réalise en France la première acclimation du parasite en dehors de son aire d'origine en 1920. Des lâchers sont réalisés pendant une vingtaine d'années dans de nombreux sites en France, ainsi que des expéditions pour acclimation vers plusieurs pays d'Europe et d'Afrique du Nord.

**1983–1984 – *Aphidius colemani* Viereck
(Hymenoptera-Braconidae)**

Origine: Brésil.

Cible: Nombreux Aphidinae dont *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera-Aphididae) sur de nombreuses plantes hôtes cultivées et spontanées.

Réfs.: Rabasse JM, Tardieux I & Pintureau B (1985) Caractérisation de deux populations d'*Aphidius colemani* Viereck (Hym., Aphidiidae). *Annales de la Société entomologique de France* **21**, 45–49.

Rabasse JM, Lafont JP, Guenaoui Y, Tardieux I & Lopin N (1989) Potentialités des parasites de pucerons comme agents de lutte biologique en cultures maraîchères protégées. In *Integrated pest management in protected vegetable crops*, pp. 73–78. Cavalloro R & Pelerents C eds, Balkema, Rotterdam.

Commentaire: Introduit du Brésil (Passo Fundo) par Rabasse en 1982, qui l'étudie en laboratoire, puis réalise des essais en serres ouvertes dans les Alpes-Maritimes à partir de 1984. Une population ayant la même spécificité (en particulier efficace contre *Aphis gossypii*) est commercialisée dans toute l'Europe pour un usage en serres par des compagnies privées après 1990. Tout ceci résulte dans son acclimation, au moins en zone méditerranéenne.

**1996 – *Aphytis holoxanthus* De Bach
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Hong-Kong.

Cible: *Chrysomphalus aonidum* (L.) (Hemiptera-Diaspididae) sur diverses plantes en serre.

Réfs.: Bertaux F & Marro JP (1997) Bilan des introductions d'auxiliaires dans les serres tropicales du parc Phoenix à Nice. *Bulletin OILB/SROP* **20**, 1–7.

Commentaire: Introduction depuis la Floride, qui est une des régions où ce parasite, initialement obtenu de Hong-Kong, a été acclimaté avec de très bons résultats contre *C. aonidum*.

**1973 – *Aphytis lepidosaphes* Compere
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Chine.

Cible: *Lepidosaphes beckii* (Newman) (Hemiptera-Diaspididae) sur Citrus.

Réfs.: Benassy C, Bianchi H & Franco E (1974) Note sur l'introduction en France d'*Aphytis lepidosaphes* Comp. (Hymenopt. Aphelinidae) parasite de la Cochenille virgule des Citrus *Lepidosaphes beckii* Newm. (Homopt., Diaspidinae). *Comptes-rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France* **60**, 191–196.

Commentaire: Aussi sur *Lepidosaphes gloveri*. Introduction depuis la Californie en 1971. Lâchers dans les Alpes-Maritimes et en Corse au printemps 1973, suivis de l'acclimatation.

**1966 – *Aphytis melinus* De Bach
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Inde, Pakistan.

Cible: *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan) (Hemiptera-Diaspididae) sur Citrus.

Réfs.: Benassy C (1972) Groupes de travail Lutte biologique contre les Cochenilles des Agrumes. Rapport d'activité 1971. *Bulletin OILB/SROP* **1972**, 11–12.

Kreiter P, Marro JP, Dijoux L & Tourniaire R (1998) La cochenille japonaise des agrumes, *Unaspis yanonensis*. Sur la Côte d'Azur, le problème n'est toujours pas résolu. *Phytoma – La Défense des Végétaux* **508**, 32–33.

Commentaire: En 1971, Benassy, qui avait produit *A. melinus* en quantités très importantes à l'Insectarium de Rabat quelques années auparavant, acclimata le parasite en Corse. En 1997, celui-ci est observé dans la région niçoise.

**1984 – *Aphytis yanonensis* De Bach & Rosen
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Chine méridionale.

Cible: *Unaspis yanonensis* (Kuwana) (Hemiptera-Diaspididae) sur Citrus.

Réfs.: Benassy C & Pinet C (1987) Sur l'introduction en France d'*Aphytis yanonensis* De Bach & Rosen (Hym. : Aphelinidae) parasite de la Cochenille japonaise des Citrus : *Unaspis yanonensis* Kuw. (Hom. : Diaspididae). *Comptes-rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France* **73**, 33–38.

Audant P, Kreiter P, Rigollot P, Thaon M, Giuge L & Clisson S (2005) Lutte biologique contre la Cochenille japonaise des agrumes. *Phytoma – La Défense des Végétaux* **583**, 36–39.

Commentaire: Introduction depuis le Japon où il avait montré son efficacité après acclimatation. Lâcher à St. Laurent-du-Var (Alpes-Maritimes), où il n'est pas retrouvé en 1997. Retrouvé sur bigaradier à Menton en 1999, où il donne lieu à des lâchers de renforcement à partir de 2000.

**2000 – *Arrhenophagus chionaspidis* Aurivillius
(Hymenoptera-Encyrtidae)**

Origine: Ile de la Réunion.

Cible: *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (Hemiptera-Diaspididae) sur pêcher.

Réfs.: Kreiter P, Dijoux L, Donnadiou F, Malausa JC & Quilici S (2000) Tentative d'introduction dans les Alpes-Maritimes de la souche réunionnaise d'*Arrhenophagus chionaspidis* (Hymenoptera, Encyrtidae) pour lutter contre la Cochenille blanche du mûrier. *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon* **69**, 121–126.

Commentaire: 200 adultes introduits dans un verger de pêchers de Pégomas (Alpes-Maritimes). Il est difficile aujourd'hui de conclure sur l'issue de cette introduction, les vergers ayant été arrachés. Des prospections aux alentours, en particulier sur les mûriers, seraient nécessaires pour confirmer l'acclimatation de l'espèce.

1971 – *Cales noaki* Howard (Hymenoptera-Aphelinidae)

Origine: Chili.

Cible: *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera-Aleyrodidae) sur Citrus.

Réfs.: Onillon JC & Onillon J (1972) Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux Agrumes. III. Introduction dans les Alpes-Maritimes de *Cales noacki* How. (Hyménopt., Aphelinidae), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homopt., Aleyrodidae). *Comptes-rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France* **58**, 365–370.

Commentaire: Lâché à St. Laurent-du-Var (Alpes-Maritimes), le parasite contrôle l'aleurode et se dissémine rapidement. Il sera ensuite introduit dans une grande partie du Bassin Méditerranéen : Corse, Italie, Espagne, Maroc, Tunisie, Algérie.

**1984 – *Coccobius fulvus* (Compere & Annecke)
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Chine.

Cible: *Unaspis yanonensis* (Kuwana) (Hemiptera-Diaspididae) sur Citrus.

Réfs.: Benassy C & Pinet C (1987) Sur l'introduction en France d'*Aphytis yanonensis* De Bach & Rosen (Hym. : Aphelinidae) parasite de la Cochenille japonaise des Citrus : *Unaspis yanonensis* Kuw. (Hom. : Diaspididae). *Comptes-rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France* **73**, 33–38.

Audant P, Kreiter P, Rigollot P, Thaon M, Giuge L & Clisson S (2005) Lutte biologique contre la cochenille japonaise des agrumes. *Phytoma – La Défense des Végétaux* **583**, 36–39.

Commentaire: Introduction depuis le Japon où il avait montré son efficacité après acclimatation. Lâcher à St. Laurent-du-Var (Alpes-Maritimes) où il est abondant en 1997. Retrouvé sur bigaradier à Menton en 1999.

**1919 – *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant
(Coleoptera-Coccinellidae)**

Origine: Australie.

Cible: Nombreuses espèces de Pseudococcines (Hemiptera-Pseudococcidae) sur Citrus et nombreuses autres plantes.

Réfs.: Marchal P (1922) Utilisation d'une coccinelle australienne (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls.) dans la lutte contre les cochenilles blanches et son introduction en France. *Annales des Epiphyties* **8**, 1–2.

Poutiers R (1922) L'acclimatation de *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. dans le Midi de la France. *Annales des Epiphyties* **8**, 3–18.

Commentaire: Cette coccinelle est introduite par Marchal des USA, où elle avait été introduite d'Australie par Koebele en 1892, multipliée par Poutiers à l'Insectarium de Menton et lâchée. Le prédateur est produit et fait l'objet de nombreux lâchers complémentaires pendant des dizaines d'années, car il a du mal à survivre aux températures basses ou à la raréfaction de ses proies.

**1972–1975 – *Diversinervus elegans* Silvestri
(Hymenoptera-Encyrtidae)**

Origine: Erythrée.

Cible: *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera-Coccidae) sur olivier.

Réfs.: Panis A & Marro JP (1977) L'élevage massif de *Chloropulvinaria urbicola* (Cockerell) (Homoptera, Coccoidea). *Fruits* **32**, 599–606.

Panis A (1981) Note sur quelques insectes auxiliaires régulateurs des populations de Pseudococcidae et de Coccidae (Homoptera, Coccoidea) des agrumes en Provence orientale. *Fruits* **36**, 49–52.

Commentaire: Panis introduit ce parasite de Crète avec un objectif de lâchers périodiques de renforcement des populations. Au bout d'une dizaine d'années, il observe qu'il se maintient à un niveau assez faible.

**1919 – *Encarsia berlesei* (Howard)
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Japon.

Cible: *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (Hemiptera-Diaspididae) sur mûrier et pêcher.

Réfs.: Poutiers R (1919) Note sur *Prospaltella berlesei* How. (Hym. Chalcididae) parasite de *Diaspis pentagona* Targ. *Bulletin de la Société entomologique de France* **1919**, 334–335.

Benassy C (1958) *Prospaltella berlesei* How. (Hym., Aphelinidae) et son efficacité pratique en France vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* Targ. (Hom., Diaspididae), *Entomophaga* **3**, 67–70.

Commentaire: Introduit des USA (1906), puis directement du Japon (1908) en Italie par Berlese, le parasite a colonisé

spontanément la France à partir de Menton, en même temps que son hôte.

**1987 – *Encarsia elongata* (Dozier)
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Asie.

Cible: *Lepidosaphes gloverii* Pack. (Hemiptera-Diaspididae) sur Citrus.

Réfs.: Benassy C & Brun P (1989) *Encarsia elongata* Dozier (Hym.: Aphelinidae) nouvel entomophage introduit en France au niveau de la faune des diaspiques agrumicoles. *Medelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* **54**, 861–865.

Commentaire: Acclimatation en Corse en 1987 et 1988 depuis l'Espagne.

**1976 – *Encarsia lahorensis* (Howard)
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Inde.

Cible: *Dialeurodes citri* (Ashmead) (Hemiptera-Aleyrodidae) sur Citrus.

Réfs.: Onillon JC & Brun P (1983) Integrated control against Citrus pests. *Progress report 1979–1981 of the C.E.C. programme on integrated and biological control*, 75–78.

Malaus JC, Franco E & Onillon JC (1986) Distribution on the Côte d'Azur of *Encarsia lahorensis* (How.), a parasite introduced against the Citrus white-fly, *Dialeurodes citri* (Ashm.). In *Integrated pest control in Citrus groves*, pp. 365–367. Cavalloro & Di Martino eds., Balkema, Rotterdam.

Commentaire: Introduit de Californie au Cap d'Antibes, ainsi qu'en Corse. Six ans après, il s'était implanté et disséminé dans toute la zone agrumicole des Alpes-Maritimes.

**1959 – *Encarsia perniciosi* (Tower)
(Hymenoptera-Aphelinidae)**

Origine: Chine, Corée.

Cible: *Diaspidiotus perniciosus* (Hemiptera-Diaspididae) sur pommier et pêcher.

Réfs.: Benassy C & Milaire H (1958) Perspective de lutte biologique contre le Pou de San José avec *Prospaltella perniciosi* Tow. *Phytoma – La défense des Végétaux* **99**, 7–11.

Benassy C, Bianchi H & Milaire H (1964) Recherches sur l'utilisation de *Prospaltella perniciosi* Tow. en France. *Annales des Epiphyties* **15**, 457–473.

Commentaire: Dans le cadre d'une collaboration européenne, des lâchers importants d'*E. perniciosi* ont eu lieu d'abord dans la Vallée du Rhône dès 1956, puis dans de nombreuses régions jusque dans les années 70. Des souches des USA, du Canada et de Russie ont été multipliées sur des pastèques, qui étaient ensuite suspendues dans les vergers.

**1973–1975 – *Encyrtus lecaniorum* (Mayr)
(Hymenoptera-Encyrtidae)**

Origine: Inde.

Cible: *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera-Coccidae) sur olivier.

Réfs.: Muzaffar N & Ahmad R (1977) A note on *Saissetia privigna* (Hem.: Coccidae) in Pakistan and the breeding of its natural enemies. *Entomophaga* **22**, 45–46.

Commentaire: Introduit en France par Panis. Rare.

**1982 – *Harmonia axyridis* (Pallas)
(Coleoptera-Coccinellidae)**

Origine: Asie du Sud-Est : du Sud de la Sibérie au Sud de la Chine (à l'Est des montagnes d'Altaï).

Cible: Aphides (Hemiptera-Aphididae) sur arbres et arbustes divers.

Réfs.: Ongagna P, Giuge L, Iperiti G & Ferran A (1993) Cycle de développement d'*Harmonia axyridis* (Col., Coccinellidae) dans son aire d'introduction: le Sud-Est de la France. *Entomophaga* **38**, 125–128.

San Martin G, Adriaens T, Hautier L & Ottart N (2005) La Coccinelle asiatique *Harmonia axyridis*. *Insectes* **136**, 7–11.

Commentaire: Introduite de Chine en 1982 par Iperiti, élevée et expérimentée à Antibes, cette population (dans laquelle Ferran a sélectionné la souche «non volante» actuellement commercialisée en France) semble ne s'acclimater que difficilement dans le midi de la France. Par contre, une souche invasive, au comportement différent, a colonisé, après 2000, différents pays d'Europe du Nord et le Nord de la France. Des recherches sont en cours pour tenter de caractériser génétiquement et biologiquement ces différentes souches et pour déterminer l'origine de la souche invasive septentrionale.

**1998–2000 – *Harmonia conformis* (Boisduval)
(Coleoptera-Coccinellidae)**

Origine: Australie.

Cible: *Acizzia uncatoides* (Ferris & Kylvler) (Hemiptera-Psyllidae) sur Mimosa des 4 saisons.

Commentaire: Après une première introduction menée par Onillon qui s'était soldée par un échec, environ 10 000 individus ont été lâchés par Malausa dans les Alpes-Maritimes en 1998 et 2000 à partir de souches introduites d'Australie (Canberra et Victoria). L'espèce y a été observée régulièrement dans les années qui ont suivi sur les mimosas de la vallée de la Siagne où elle a trouvé des conditions favorables à son installation (non publié). L'espèce est observée en nombre en 2006 et 2007 sur le psylle de l'Albizzia, *Acizzia jamatonica* (Kuwayama), dans les Alpes-Maritimes.

**1972 – *Leptomastix dactylopii* Howard
(Hymenoptera-Encyrtidae)**

Origine: Neo-tropical.

Cible: *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera-Pseudococcidae) sur Citrus et nombreuses autres plantes.

Réfs.: Panis A (1981) Note sur quelques insectes auxiliaires régulateurs des populations de Pseudococcidae et de Coccidae (Homoptera, Coccoidea) des agrumes en Provence orientale. *Fruits* **36**, 49–52.

Commentaire: Après une première tentative en 1953 (Greathead, 1976), c'est Panis qui acclimate cette espèce vers 1972. Elle est gênée dans son action par l'hyperparasitisme et sa sensibilité aux conditions hivernales.

**1973 – *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)
(Hymenoptera-Braconidae)**

Origine: Cuba.

Cible: Nombreux Aphidinae (Hemiptera-Aphididae) sur nombreuses plantes-hôtes cultivées et spontanées.

Réfs.: Sary P, Lyon JP & Leclant F (1988) Post colonisation host range of *Lysiphlebus testaceipes* in the Mediterranean area (Hymenoptera, Aphidiidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* **85**, 1–11.

Costa A & Sary P (1988) *Lysiphlebus testaceipes*, an introduced aphid parasitoid in Portugal (Hym. Aphidiidae). *Entomophaga* **33**, 403–412.

Commentaire: Introduit de Cuba et élevé en Tchécoslovaquie par Sary, puis lâché par Lyon à Antibes et en Corse, *L. testaceipes* se développe sur de nombreux pucerons hôtes et colonise le Bassin Méditerranéen (Italie, Espagne, Portugal ...). Cependant, dans cette aire, il ne réalise que rarement son développement complet dans sa cible prioritaire, *Aphis spiraecola* Patch sur Citrus.

**1969, 1971 – *Metaphycus helvolus* (Compere)
(Hymenoptera-Encyrtidae)**

Origine: Afrique du Sud.

Cible: *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera-Coccidae) sur Olivier.

Réfs.: Panis A (1974) Modalités de dispersion de *Metaphycus helvolus* Compere (Hymenoptera, Chalcidoidea, Encyrtidae) lâché en un point d'un verger d'agrumes. *Bulletin OILB/SROP* **1974**, 131–134.

Panis A (2001) Hymenopteran parasitoids of *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera, Coccidae) and associated insects in southern France. *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura* **33**, 417–425.

Commentaire: Introduit sur la Côte d'Azur (1969) et en Corse (1971). Il y parasite *S. oleae* et également *Coccus hesperidum* L., *C. pseudomagnoliarum* (Kuwana), *Protopuviniaria pyriformis* (Cockerell) et *P. mesembryanthemi* (Vallot). Des expéditions ont été réalisées vers de nombreux pays européens, méditerranéens, ainsi qu'en Russie et en Argentine (Jourdeuil, 1995).

1977–1979 – *Metaphycus swirskii* Annecke & Mynhardt, *M. lounsburyi* Howard, *M. annecke* Guerrieri & Noyes, *M. hageni* Daane & Caltagirone (Hymenoptera-Encyrtidae)

Origine: Afrique du Sud.

Cible: *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera-Coccidae) sur olivier et Citrus.

Réfs.: Panis A (1981) Note sur quelques insectes auxiliaires régulateurs des populations de Pseudococcidae et de Coccidae (Homoptera, Coccoidea) des agrumes en Provence orientale. *Fruits* **36**, 49–52.

Panis A (2001) Hymenopteran parasitoids of *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera, Coccidae) and associated insects in southern France. *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura* **33**, 417–425.

Commentaire: Dans l'objectif de compléter le cortège parasitaire de *S. oleae*, Panis a acclimaté de 1977 à 1979 un ensemble d'espèces de *Metaphycus*, dans le cadre d'échanges intenses avec les autres pays du Bassin Méditerranéen, dans les Alpes-Maritimes et en Corse (*M. swirskii*, *M. lounsburyi*) (Jourdeuil, 1995).

1957–1959 – *Mylabris variabilis* (Pallas) (Coleoptera-Meloidae)

Origine: Ouest Paléarctique.

Cible: *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg) (Orthoptera-Acrididae) sur plantes diverses.

Réfs.: Jourdeuil P (1995).

Commentaire: 2000 adultes introduits par le Service de la Protection des Végétaux de la Crau en Corse, où ce prédateur d'oothèques de plusieurs acridiens s'est acclimaté.

1996 – *Neodryinus typhlocybae* (Ashmead) (Hymenoptera-Dryinidae)

Origine: USA.

Cible: *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera-Flatidae) très polyphage.

Réfs.: Malausa JC (1999) Un espoir face aux pullulations de *Metcalfa pruinosa*. Introduction en France de *Neodryinus typhlocybae*, parasite larvaire de cette 'cicadelle'. *Phytoma – La Défense des Végétaux* **512**, 37–40.

Malausa JC, Giuge L & Fauvergue X (2003) Acclimatation et dispersion en France de *N. typhlocybae* (Ashmead) (Hymenoptera, Dryinidae) introduit pour lutter contre *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera, Flatidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* **108**, 97–102.

Commentaire: Le parasite a été introduit du Nord de l'Italie en 1996 où il avait été introduit des USA pour lutter contre *M. pruinosa*, qui avait envahi l'Italie un peu avant la France. L'installation et la dispersion du parasite, qui est très progressive, et son impact ont fait l'objet d'une étude coordonnée en France et en Italie. *N. typhlocybae* est désormais largement implanté en France.

1930 à 1970 – *Ooencyrtus kuwanae* (Howard) (Hymenoptera-Encyrtidae)

Origine: Japon.

Cible: *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera-Lymantriidae) sur chêne.

Réfs.: Lepiney J de (1928) Les insectes nuisibles du chêne liège dans les forêts du Maroc (Deuxième étude), *Annales des Epiphyties* **14**, 313–321.

Villemant C (2005) La gradation 2000–2003 du Bombyx disparate en Corse: échantillonnage simplifié des pontes et étendue des défoliations. *Bulletin OILB/SROP* **28**, 155–162.

Commentaire: Ce parasite d'œufs est introduit avec succès en Espagne en 1923–24 (Greathead, 1976) et en 1926 au Maroc, à partir des USA où il avait été introduit de la zone d'origine de *L. dispar*. Etant donné ce que l'on sait de sa capacité de dispersion, il faut sans doute voir dans ces introductions l'origine de la présence actuelle de *O. kuwanae* dans le Midi de la France et en Corse.

1981 – *Pauesia cedrobii* Stary & Leclant (Hymenoptera-Braconidae)

Origine: Maroc.

Cible: *Cinara (Cedrobium) laportei* (Remaudière) (Hemiptera-Aphididae) sur *Cedrus atlantica*.

Réfs.: Fabre JP & Rabasse JM (1987) Introduction dans le Sud-Est de la France d'un parasite : *Pauesia cedrobii* (Hym., Aphidiidae) du puceron : *Cedrobium laportei* (Hom., Lachnidae) du cèdre de l'Atlas : *Cedrus atlantica*. *Entomophaga* **32**, 127–141.

Remaudière G & Stary P (1993) Arrivée spontanée en région parisienne de l'Hyménoptère Aphidiide *Pauesia cedrobii*, parasite du puceron du cèdre *Cedrobium laportei*. *Revue française d'Entomologie* **15**, 157–158.

Introduction directe d'Ifrane (Maroc) de quelques centaines de parasites dans le Lubéron en 1981, puis dissémination volontaire dans les massifs du Sud de la France. Ultérieurement, diffusion spontanée amenant le parasite à Paris en 1993.

1967 – *Phanerotoma flavitestacea* Fischer (Hymenoptera-Braconidae)

Origine: Algérie.

Cible: *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) sur caroubier.

Réfs.: Daumal J, Jourdeuil P & Marro JP (1973) Acclimatation, sur la côte méditerranéenne française, de *Phanerotoma flavitestacea* Fischer (Hymenoptera, Braconidae) parasite d'*Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepid., Pyralidae)-*Annales de Zoologie – Ecologie Animale* **5**, 503–608.

Commentaire: *P. flavitestacea*, introduit d'Algérie, a été élevé pendant 5 ans à Antibes par Daumal sur un hôte de substitution, *Anagasta kuehniella* Zeller (Lep., Pyralidae), puis relâché à Nice en 1967 contre son hôte initial. L'installation du parasite a été suivie jusqu'en 1971.

**2004 – *Pseudaphycus flavidulus* (Brèthes)
(Hymenoptera-Encyrtidae)**

Origine: Chili.

Cible: *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera-Pseudococcidae) sur tomate, pommier, fraisier, vigne.

Réfs.: Kreiter P, Delvare G, Giuge L, Thaon M & Viaut M (2005) Inventaire préliminaire des ennemis naturels de *Pseudococcus viburni* (Hemiptera, Pseudococcidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* **110**, 161–164.

Commentaire: Cette espèce, introduite au laboratoire par Kreiter pour étude, est observée par lui en 2004 près de Nîmes et près de Forcalquier sans qu'il ait pu préciser l'origine de l'introduction.

**1997 – *Psyllaephagus pilosus* Noyes
(Hymenoptera-Encyrtidae)**

Origine: Australie.

Cible: *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera-Psyllidae) sur Eucalyptus.

Réfs.: Malausa JC & 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* **498**, 49–51.

Commentaire: 713 adultes introduits de Californie, où une acclimatation avait été réalisée en 1992 à partir d'une souche néo-zélandaise (l'insecte étant cependant initialement originaire d'Australie) pour résoudre le même problème et en donnant un excellent résultat. La multiplication et la dispersion naturelles en France et dans les pays voisins ont été fulgurantes.

**1920–22, 59 – *Psytalia concolor* (Szépliget)
(Hymenoptera-Braconidae)**

Origine: Tunisie et Maroc.

Cible: *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera-Tephritidae) sur olivier.

Réfs.: Monastero S & Delanoue P (1966) Lutte biologique expérimentale contre la mouche de l'olive (*Dacus oleae* Gmel.) au moyen d'*Opius concolor* Szépl. siculus Mon. dans les îles Eoliennes (Sicile) en 1965. *Entomophaga* **11**, 411–432.

Commentaire: Après une première tentative infructueuse d'introduction, *P. concolor* a été l'objet de productions et de lâchers en masse de différentes populations notamment en France, Italie, Grèce et Espagne. Le parasite ne pouvant avoir d'efficacité qu'après des lâchers massifs, la question de son acclimatation n'a pas été «complètement documentée». L'espèce semble toutefois acclimatée en France en petites populations résiduelles isolées.

**1950–1960 – *Rhizobius lophantae* (Blaisdell)
(Coleoptera-Coccinellidae)**

Origine: Australie.

Cible: cochenilles diaspines (Hemiptera-Diaspididae) sur Citrus, palmier dattier.

Réfs.: Ipert G (1986) Les Coccinelles de France. *Phytoma – La défense des Végétaux* **377**, 14–22.

Commentaire: Introduit en 1908 par Silvestri en Italie, où il s'est largement établi. Sa présence actuelle en France semble devoir être attribuée à sa dispersion spontanée (Greathead, 1976).

**1978 – *Rhizophagus grandis* Gyllenhal
(Coleoptera-Rhizophagidae)**

Origine: Belgique.

Cible: *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera-Scolytidae) sur épicéa.

Réfs.: Grégoire JC (1999) *Rhizophagus grandis* contre *Dendroctonus micans* dans les pessières françaises. *Le Courrier de l'environnement, Dossier* **19**, 119–126.

Commentaire: Au cours du 20^{ème} siècle, *D. micans* a colonisé les nouvelles plantations d'épicéa de basse altitude en Europe et, en particulier, en France. *R. grandis*, prédateur spécifique, le suit dans sa progression avec un décalage qui peut être important. Des lâchers sont donc effectués pour accélérer son implantation depuis 1978.

**1986 – *Rhyzobius forestieri* (Mulsant)
(Coleoptera-Coccinellidae)**

Origine: Australie.

Cible: *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera-Coccidae) sur olivier et Citrus.

Réfs.: Ipert G, Giuge L & Roger JP (1989) Installation de *Rhyzobius forestieri* (Col., Coccinellidae) sur l'île de Porquerolles. *Entomophaga* **34**, 365–372.

Panis A (1999) Les prédateurs de la cochenille noire, *Saissetia oleae* (Olivier) en France (Hemiptera : Coccidae). *Annales de la Société entomologique de France* **35**, 410–415.

Commentaire: Introduit en Californie en 1892 par Koebele, puis dans différents pays méditerranéens, dont l'Italie, d'où il aurait gagné la France (Jourdeuil, 1995). Re-introduit de Crète dans l'île de Porquerolles par Ipert, d'où il s'est implanté dans tout le Midi tout en restant peu abondant.

**1912 – *Rodolia cardinalis* (Mulsant)
(Coleoptera-Coccinellidae)**

Origine: Australie.

Cible: *Icerya purchasi* Maskell (Hemiptera-Margarodidae) sur plantes arbustives ornementales et cultivées.

Réfs.: Poirault G & Vuillet A (1913) L'acclimatation du *Novius cardinalis* dans les jardins de la presqu'île du Cap Ferrat envahis par l'*I. purchasi*. *Annales du Service des Epiphyties* **1912**, 27–33.

Commentaire: Introduit au Cap Ferrat en 1912, en provenance d'Italie et des USA. Ce premier exemple de lutte biologique, réalisé par Koebele en Californie, a connu à l'époque un succès retentissant et la coccinelle fut

disséminée partout dans le monde. En France, cette introduction a justifié la création de l'Insectarium de Menton en 1917, d'où *R. cardinalis* a été expédié vers de nombreux pays du pourtour méditerranéen.

1986 – *Serangium montazerii* Fürsch (Coleoptera-Coccinellidae)

Origine: Inde.

Cible: *Dialeurodes citri* (Ashmead) (Hemiptera-Aleyrodidae) sur Citrus.

Réfs.: Malausa JC, Franco E & Brun P (1988) Acclimatation sur la Côte d'Azur et en Corse de *Serangium parcesetosum* (Col.: Coccinellidae) prédateur de l'Aleurode des Citrus, *Dialeurodes citri* (Hom. : Aleyrodidae). *Entomophaga* **33**, 517–519.

Commentaire: A partir d'une souche introduite en 1985 de Géorgie soviétique (où l'espèce avait été introduite d'Inde en 1974), 176 adultes au total ont été lâchés en Corse (1986), dans le Var (1987) et dans les Alpes-Maritimes (1988) où l'espèce s'est multipliée en grand nombre et s'est acclimatée.

Discussion

Méthode

Les acclimations réalisées à Antibes ont été soit des acclimations primaires, lorsqu'elles constituaient la première utilisation de l'entomophage considéré en lutte biologique classique (*A. mali*, *C. noacki*, *P. cedrobii*, ...), soit des acclimations secondaires, lorsqu'il s'agissait de mettre en œuvre en France des solutions déjà explorées ailleurs (*C. montrouzieri*, *E. perniciosi*, *A. nitens* ...). Dans tous les cas, depuis les acclimations les plus anciennes (Marchal, 1907; Howard, 1929) jusqu'aux plus récentes (par exemple *M. helvolus* par Panis, *P. pilosus* et *N. typhlocybae* par Malausa), les échanges d'idées et de matériel ont toujours été rapides et intenses entre les chercheurs des différents pays concernés.

Dans les pays «neufs» tels que les USA ou l'Australie, l'introduction d'un nouveau ravageur sur des cultures spéculatives en plein essor a souvent déclenché une stratégie de prospection et d'acclimatation systématique de nombreuses espèces et souches d'auxiliaires. Ces pays ont consacré à ces opérations des programmes de grande envergure et installé de façon durable des laboratoires spécialisés à l'étranger (Clausen, 1978; Waterhouse & Sands, 2001). Les opérations listées ci-dessus étaient au contraire ciblées de façon précise, c'est-à-dire qu'elles ont consisté à tester et introduire individuellement un entomophage contre un prédateur.

Les bonnes pratiques veulent que l'on introduise plusieurs populations provenant de zones ayant des bioclimats différents et que l'on limite le nombre de générations pendant lesquelles on les élève avant lâcher (Hopper *et al.*, 1996). On espère ainsi augmenter les chances d'implanter une population bien adaptée au nouveau biotope. Nous savons cependant de façon sûre que certaines acclimations ont réussi à partir d'un effectif étonnamment faible d'une seule souche de l'entomophage

(*C. noacki*, *P. cedrobii*, *N. typhlocybae*). Dans le cas de *P. flavitesteacea*, l'acclimatation a même été réussie à partir d'une souche élevée pendant de nombreuses années en laboratoire sur un hôte de substitution.

Le lâcher initial est souvent limité à un seul site pour permettre un suivi précis, mais la motivation économique conduit rapidement l'introducteur ou d'autres personnes à disséminer l'auxiliaire sur de nouveaux sites. Les observations initiales permettent cependant d'affirmer que la diffusion spontanée des auxiliaires est souvent rapide (*P. pilosus*, *A. nitens*, les *Aphidiidae*, ...), mais elle peut aussi être très lente et progressive (*N. typhlocybae*).

L'acclimatation ne réussit pas toujours dans toute l'aire d'extension du ravageur (cf., par exemple, les nombreuses espèces introduites contre les cochenilles). Dans des situations où l'enjeu économique est important, il arrive que l'on fasse alors des lâchers réguliers de renforcement des populations introduites, glissant ainsi de l'acclimatation vers la lutte biologique par lâchers inoculatifs (*C. montrouzieri*, parasitoïdes de *S. oleae* ...). Cela peut être le cas pour assurer une recolonisation après un hiver trop rigoureux (*R. cardinalis*, *A. mali*) ou pour des auxiliaires agissant principalement dans des cultures soumises à une forte pression insecticide.

Un cas particulier est constitué par les entomophages exotiques utilisés pour une lutte biologique par lâchers répétés, inondatifs en plein champ (essentiellement des trichogrammes) ou inoculatifs en serre (groupes divers). C'est le cas d'*Encarsia formosa* utilisé à grande échelle depuis plusieurs dizaines d'années pour lutter contre l'aleurode des serres, pour lequel on ne peut à proprement parler d'acclimatation mais dont on note désormais la présence quasi permanente dans tous les bassins de production horticole. Ces auxiliaires largement utilisés ou développés n'ont pas été mentionnés ci-dessus et ont fait l'objet de listes déjà publiées (OEPP, 2002; ACTA, 2006). Plus de 150 espèces d'arthropodes sont désormais commercialement disponibles dans le monde. En Europe, la moitié des espèces commercialisées pour la lutte biologique en serres sont d'origine exotique (De Clercq, 2002). Elles sont en général considérées comme incapables de survie hivernale, donc d'implantation durable, car elles sont dépourvues de diapause et/ou d'hôtes-relais en dehors des cultures sur lesquelles elles sont utilisées. On peut citer l'exemple de l'utilisation du miride prédateur *Macrolophus caliginosus* Wagner dans les serres du nord de l'Europe hors desquelles il n'est pas sensé s'adapter. Du fait de l'augmentation rapide du nombre d'espèces commercialisées dans des contextes très divers et parfois de manière un peu précipitée en regard des connaissances acquises à leur sujet, l'adaptation ou l'acclimatation durable de certaines espèces exotiques ne peut être exclue sur le long terme.

Ecozones concernées

Les 7 écozones sont de grandes régions biogéographiques dans lesquelles les organismes vivants ont évolué isolément pendant une longue période, sans être capables de passer de l'une à l'autre par leurs propres moyens. Les premiers ravageurs

introduits dans notre écozone paléarctique et objets d'une lutte biologique, provenaient de la zone néarctique, c'est-à-dire l'Amérique du Nord, avec laquelle nous avons un maximum d'échanges. Les exemples suivants ont rapidement concerné les autres zones, au fur et à mesure que les transports augmentaient et s'accéléraient, à l'exception des zones afrotropicale et antarctique, pour des raisons bioclimatiques évidentes.

Des facteurs écologiques limitent l'acclimatation d'un insecte dans un nouveau biotope, notamment:

- l'absence d'un mécanisme d'arrêt de développement convenable lui permettant de survivre pendant les périodes défavorables sur le plan climatique (*A. mali*, *C. montrouzieri*, ...),
 - ou le manque de synchronisation avec ses hôtes ou ses proies.
- Il n'est donc pas étonnant que, souvent, les nouveaux ravageurs s'acclimentent d'abord en région méditerranéenne, où les hivers doux permettent une hibernation réussie à davantage d'espèces et où une plus grande variété de végétaux introduits s'offrent à elles. Ceci justifie l'implantation des laboratoires travaillant sur la lutte biologique classique en région méditerranéenne et en particulier en France et en Italie.

A partir de là, ces auxiliaires colonisent l'ensemble des biotopes de l'écozone paléarctique dans lesquels leurs caractéristiques physiologiques leur permettent de réaliser leur cycle annuel. L'extension de ces biotopes favorables peut d'ailleurs évoluer avec les changements climatiques (Harrington *et al.*, 2001).

Certaines introductions citées ont cependant été réalisées à l'intérieur même de la zone paléarctique (*R. grandis*, *P. cedrobii*, *M. variabilis*), parce que des distances importantes ou des obstacles tels que la Mer Méditerranée ne semblaient pas pouvoir être franchis dans des délais compatibles avec l'enjeu économique.

Végétaux impliqués

De nombreuses opérations ont concerné les agrumes visant notamment les Homoptères fixés de ces cultures. En effet, au fur et à mesure que des cultures de *Citrus* étaient implantées tout autour de la planète au 20^{ème} siècle, cochenilles et aleurodes étaient disséminés accidentellement sur des boutures. Une intense activité de recherche et de lutte biologique classique s'est ainsi développée au niveau international, au bénéfice de toutes les régions agrumicoles. Par exemple, *R. cardinalis* a été introduit dans 57 pays, dont 55 avec succès, entre 1889 et 1958 (Jourdeuil, 1995).

Actuellement, les espèces végétales concernées se sont considérablement diversifiées et comprennent, en plus des espèces d'intérêt agricole, de nombreuses espèces ornementales (le géranium, les plantes ornementales hôtes de *M. pruinosa* ...), des arbres forestiers et des arbres d'alignement (eucalyptus, cèdre, acacia, ...).

Incidence sur les communautés

A l'échelle de nos observations, les acclimations d'auxiliaires semblent définitives, c'est-à-dire que l'on n'a pas noté la

disparition d'un auxiliaire après qu'il ait été observé en quantités appréciables dans des sites distants. Par ailleurs, comme il a été montré, l'introduction initiale a des conséquences pour tous les biotopes convenables de l'écozone considérée. Il est donc particulièrement important de bien choisir les auxiliaires et de se préoccuper de leur incidence économique et écologique (Malausa & Lapchin, 2005).

Les bonnes pratiques consistent depuis toujours à choisir des auxiliaires spécifiques du ravageur cible (*R. cardinalis*, *E. perniciosi*, ...) essentiellement sur la base de la connaissance phylogénétique du parasitoïde et de son hôte. Dans certains cas, on accepte que le parasitoïde puisse attaquer également des phytophages indigènes appartenant à un groupe taxonomique bien délimité (*Aneristus ceroplastae*, parasites de pucerons oligophages comme *Aphidius colemani* ou *Lysiphlebus testaceipes*, ...). Ces auxiliaires oligophages peuvent d'ailleurs constituer une lutte biologique préventive contre des phytophages introduits ultérieurement. C'est le cas de *L. testaceipes*, introduit en 1973 sur la Côte d'Azur, et qui a attaqué, dès son arrivée en 1999 *Siphonotrophia cupressi*, qui était un de ses hôtes au Mexique, son pays d'origine (Rabasse *et al.*, 2005). Dans d'autres cas, on s'est même attaché à compléter le cortège des ennemis naturels d'un ravageur (*S. oleae*) en tenant compte des guildes associées (Panis, 2001).

Ces auxiliaires vont trouver des ennemis naturels dans leur nouveau biotope. C'est ainsi que *Leptomastix dactylopii* est gêné par les hyperparasites en place. L'exemple de *P. cedrobii* est intéressant à cet égard, puisque cette espèce, une fois introduite au Nord de la Méditerranée était indemne d'endo-hyperparasitoïdes spécifiques présents dans sa zone d'origine; par contre, elle était attaquée par les ecto-hyperparasitoïdes oligophages, y compris par des espèces qui n'avaient pas été observées dans son aire d'origine, au Sud de la Méditerranée (Fabre & Rabasse, 1987).

L'expérience de plus d'un siècle de lutte biologique classique dans le monde montre que le bénéfice est considérable et le risque économique constaté pratiquement nul (Bellows, 1993; van Lenteren *et al.*, 2006). Quant au risque écologique, il ne peut être évalué que par comparaison avec les autres méthodes de lutte mises en oeuvre, tout particulièrement avec la lutte chimique.

Conclusion

Après une période d'activité moindre au milieu du 20^{ème} siècle, les acclimations d'entomophages redeviennent maintenant plus nombreuses. Certaines de ces opérations donnent lieu à une coopération franco-italienne, justifiée en particulier par le fait que les nouveaux ravageurs envahissent souvent presque simultanément les deux côtés de la frontière (cas de *Metcalfa pruinosa*, des psylles de l'eucalyptus, ...). De nouvelles introductions sont programmées à court terme en France comme celle de *Psytalia lounsburyi*, parasitoïde spécifique de la mouche de l'olive qui aurait de meilleures capacités de survie hivernale que *P. concolor* et qui pourrait s'acclimater plus facilement.

Cependant, la mondialisation et l'accroissement des échanges intercontinentaux doivent sans doute conduire à un renforcement des contrôles (EPPO/CABI, 1997), mais surtout à une stratégie de lutte biologique «classique» globale. Le nombre d'introductions nouvelles de ravageurs (8 en 2005) justifierait que l'Europe se dote d'un dispositif analogue à celui que l'Australie avait mis en place en 1928 devant le péril constitué par les nouveaux ravageurs pour son agriculture nouvellement développée et qui lui a permis jusqu'à nos jours de développer des programmes de lutte biologique par introduction contre une centaine d'arthropodes (Waterhouse & Sands, 2001). Il n'en demeure pas moins que pour aboutir, cette démarche devra s'appuyer sur des procédures scientifiquement fiables et des réglementations adéquates, ni trop contraignantes, ni trop permissives qui méritent un minimum d'harmonisation notamment au niveau européen (Bigler *et al.*, 2005). L'acclimation d'agents de lutte biologique qui par nature répond pleinement au concept très actuel de la durabilité des méthodes de protection phytosanitaire pourra ainsi continuer à jouer son rôle essentiel.

Entomophagous insects of agricultural interest in France since the beginning of the 20th century

At a time introductions of new plant pests are increasing at an alarming rate in the Palaearctic Zone, this report presents an assessment of the biological control techniques used in France over the last 100 years. The key references, detailing successful acclimatisation practices, have been updated and overall conclusions drawn. This report should be used as a foundation for the implementation of effective, economic and sustainable control strategies to respond to the influx in new invasive species.

Насекомые-энтомофаги, представляющие с начала XX века интерес для сельского хозяйства во Франции

В то время как интродукция новых вредителей растений в Палеарктическую зону увеличивается тревожными темпами, это сообщение дает оценку биологических методов борьбы, использовавшихся во Франции за последние 100 лет. Ключевые ссылки, дающие детальное описание успешных методов акклиматизации, были обновлены, и сделаны общие выводы. Статья должна использоваться в качестве основы для выполнения эффективных, экономичных и жизнеспособных стратегий борьбы, с тем чтобы ответить на приток новых инвазивных видов.

References

ACTA ed. (2006) *Index Phytosanitaire*. ACTA, Paris, 832 pp.
 Bellows TS (1993) Introduction of natural enemies for suppression of arthropod pests. In: *Pest Management: Biologically Based Technologies* (Ed. Lunsden RD & Vaughn JL), pp. 82–89. Proc. Beltsville Symposium, 18. ARS/USDA, Beltsville.

Benassy C (1958) *Prospaltella berleseii* How. (Hym., Aphelinidae) et son efficacité vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* Targ. (Hom., Diaspididae). *Entomophaga* **3**, 67–70.
 Bigler F, Bale JS, Cock MJW, Dreyer H, Greatrex R, Kuhlmann AJM, Loomans AJM & Van Lenteren JC (2005) Guidelines on information requirements for import and release of invertebrate biological control agents in European countries. *Biocontrol News and Information* **26**, 115–123.
 Clausen CP ed. (1978) *Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pests and Weeds: A World Review*. Agriculture Handbooks 480, USDA/ARS, Washington, 545 pp.
 De Clercq P (2002) Dark clouds and their silver linings: Exotic generalist predators in augmentative biological control. *Neotropical Entomology* **31**, 169–176.
 EPPO/CABI (1997) *Quarantine pests for Europe* (Ed. Smith IM, Mc Namara DG, Scott PR & Holderness M), pp. 1425. CABI, Wallingford, UK.
 EPPO/OEPP (2002) List of biological control agents widely used in the EPPO region. *Bulletin OEPP/EPPO* **32**, 447–461.
 Fabre JP & Rabasse JM (1987) Introduction dans le Sud-Est de la France d'un parasite: *Pauesia cedrobii* (Hym., Aphidiidae) du puceron: *Cedrobium laportei* (Hom., Lachnidae) du cèdre de l'Atlas: *Cedrus atlantica*. *Entomophaga* **32**, 127–141.
 Greathead DJ ed. (1976) *A Review of Biological Control in Western and Southern Europe*. Tech. Bull. 7, Commonwealth Institute of Biological Control, Slough, 182 pp.
 Grison P (1992) Chronique historique de la zoologie agricole française. *Livre Premier*. INRA, Paris, 366 pp.
 Harrington R, Fleming RA & Woiwod IP (2001) Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: can they be predicted? *Agricultural and Forest Entomology* **3**, 233–240.
 Hopper KR, Roush RT & Powell W (1996) Management of genetics of biological control introductions. *Annual Review of Entomology* **38**, 27–51.
 Howard LO (1929) *Aphelinus mali* and its travels. *Annals of Entomological Society of America* **22**, 341–368.
 Jourdeuil P (1986) La lutte biologique à l'aide d'arthropodes entomophages. Bilan des activités des services français de recherche et de développement. *Cahiers de Liaison O.P.I.E.* **20**, 3–48.
 Jourdeuil P (1995) La lutte biologique à l'aide d'auxiliaires entomophages en France jusqu'en 1986, 112 pp. Mémoire polycopié, déposé à la bibliothèque du Centre INRA de Sophia Antipolis.
 van Lenteren JC (1993) Parasites and predators play a paramount role in insect pest management. In: *Pest Management: Biologically Based Technologies* (Ed. Lunsden RD & Vaughn JL), pp. 68–82. Proc. Beltsville Symposium 18, ARS/USDA, Beltsville.
 van Lenteren JC, Bale J, Bigler F, Hokkanen HMT & Loomans A (2006) Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. *Annual Review of Entomology* **51**, 609–634.
 Malausa JC & Lapchin L (2005) Introduction d'insectes entomophages: quels risques pour l'environnement? In: *Enjeux Phytosanitaires Pour l'Agriculture et l'Environnement* (Ed. Regnault-Roger C), pp. 533–548. Lavoisier, Paris.
 Marchal P (1907) Utilisation des insectes auxiliaires entomophages dans la lutte contre les insectes nuisibles à l'agriculture. *Annales de l'Institut National Agronomique* **6**, 281–354.
 Panis A (2001) Hymenopteran parasitoids of *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera, Coccidae) and associated insects in southern France. *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura* **33**, 417–425.
 Pouget R (1990) *Histoire de la Lutte Contre le Phylloxera de la Vigne en France*. INRA-OIVV, Paris, 157 pp.
 Rabasse JM, Coceano CA & Barbagallo S (2005) On the presence in France and North Italy of *Siphonatrophia cupressi* (Homoptera, Aphididae), a

- new aphid of North American origin living on Cupressaceae. *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura* **37**, 77–83.
- Streito JC & Martinez M (2005) Nouveaux ravageurs, 41 espèces depuis 2000. *Phytoma—La Défense des Végétaux* **586**, 16–20.
- Trouvelot B (1932) Recherches sur les parasites et prédateurs attaquant le doryphore en Amérique du Nord et envoi en France des premières colonies des espèces les plus actives. *Annales des Epiphyties* **17**, 348–412.
- Waterhouse DF & Sands DPA (2001) *Classical Biological Control of Arthropods in Australia*. CSIRO & ACIAR, Canberra, 560 pp.