



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

La dissémination d'organismes dans l'environnement

Guy Riba

Citer ce document / Cite this document :

Riba Guy. La dissémination d'organismes dans l'environnement. In: Économie rurale. N°208-209, 1992. L'agriculture et la gestion des ressources renouvelables. Session des 29 et 30 Mai 1991, organisée par Maryvonne Bodiguel (CNRS) avec la collaboration de Michel Griffon (CIRAD) et Pierre Muller (CRA-FNSP) pp. 89-94;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.1992.4460>

https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_1992_num_208_1_4460

Fichier pdf généré le 08/05/2018

Résumé

La dissémination volontaire d'organismes auxiliaires dans l'environnement suit deux stratégies majeures. L'introduction acclimatation consiste au lâcher d'un effectif réduit qui sera néanmoins suffisant pour juguler l'ennemi cible pendant plusieurs générations. Le traitement biologique qui se définit par l'introduction d'un effectif plus élevé induisant un effet choc non persistant. L'usage de fertilisants biologiques s'inspire de cette deuxième stratégie. Pour éviter tout danger et respecter l'environnement, l'utilisation agronomique d'auxiliaires biologiques doit respecter des contraintes écologiques. Ainsi le praticien estime le spectre d'hôte de l'agent, il s'assure des flux géniques potentiels que l'auxiliaire peut avoir avec d'autres organismes indigènes, enfin il appréhende les risques de sélection de populations résistantes. Ces interrogations doivent être traitées avec une extrême rigueur lorsqu'il s'agit d'organismes transgéniques. Ces questions sont à l'origine d'une procédure réglementaire française dont le but est de protéger l'environnement, l'utilisateur, l'industriel, le consommateur et le citoyen.

Abstract

Release of organisms in the environment

Release of organisms into the environment concerns two main strategies. The acclimatization consists in the introduction of few individuals which will be able to maintain the target population under an economic threshold during several generations. A biological treatment is the release of many individuals which will induce an immediate but not persistent break in the target population. To respect the environment the agronomic utilization of biological aspects must take care of host specificity, potential for genetic transfers and probability to induce host resistant populations. Because of those risks reglementary rules have been established in order to protect environment, users, industrials and citizens.

LA DISSÉMINATION D'ORGANISMES DANS L'ENVIRONNEMENT

Guy RIBA*

Résumé :

La dissémination volontaire d'organismes auxiliaires dans l'environnement suit deux stratégies majeures. L'introduction acclimatation consiste au lâcher d'un effectif réduit qui sera néanmoins suffisant pour juguler l'ennemi cible pendant plusieurs générations. Le traitement biologique qui se définit par l'introduction d'un effectif plus élevé induisant un effet choc non persistant. L'usage de fertilisants biologiques s'inspire de cette deuxième stratégie. Pour éviter tout danger et respecter l'environnement, l'utilisation agronomique d'auxiliaires biologiques doit respecter des contraintes écologiques. Ainsi le praticien estime le spectre d'hôte de l'agent, il s'assure des flux géniques potentiels que l'auxiliaire peut avoir avec d'autres organismes indigènes, enfin il appréhende les risques de sélection de populations résistantes. Ces interrogations doivent être traitées avec une extrême rigueur lorsqu'il s'agit d'organismes transgéniques. Ces questions sont à l'origine d'une procédure réglementaire française dont le but est de protéger l'environnement, l'utilisateur, l'industriel, le consommateur et le citoyen.

RELEASE OF ORGANISMS IN THE ENVIRONMENT

Summary :

Release of organisms into the environment concerns two main strategies. The acclimatization consists in the introduction of few individuals which will be able to maintain the target population under an economic threshold during several generations. A biological treatment is the release of many individuals which will induce an immediate but not persistent break in the target population. To respect the environment the agronomic utilization of biological aspects must take care of host specificity, potential for genetic transfers and probability to induce host resistant populations. Because of those risks regulatory rules have been established in order to protect environment, users, industrials and citizens.

INTRODUCTION

Un intrant chimique ne peut que disparaître de l'environnement dans lequel il fut introduit bien que l'itinéraire et la cinétique de disparition du produit varient en fonction d'une multitude de facteurs biotiques et abiotiques. Par contre, le devenir d'un organisme vivant disséminé dans l'environnement est plus incertain puisque *a priori* il peut aussi s'y multiplier et s'y propager.

Par tradition, les plantes cultivées ainsi que les animaux de rente sont l'objet de soins et de contrôles techniques tels que leur dissémination dans l'environnement pose des problèmes bien identifiés dont les méthodologies d'étude sont pour la plupart connues et auxquels l'homme s'il le désire peut apporter des réponses.

Notre propos se limitera donc aux avantages et inconvénients potentiels des plantes transgéniques ou des micro-organismes sauvages ou génétiquement modifiés, tous destinés à être disséminés dans l'environnement. En effet, les biotechnologies offrent aujourd'hui des perspectives de création et d'utilisation d'organismes vivants dont

l'exploitation agro-économique dans l'environnement soulève des problèmes écologiques, écotoxicologiques, génétiques et juridiques. Après avoir vu les stratégies d'exploitation agronomique, nous évoquerons les risques écologiques liés à la dissémination dans l'environnement et leurs conséquences juridiques.

Glossaire

Acclimatation : type d'intervention surtout envisagé lorsqu'on veut limiter la pullulation d'un ravageur accidentellement introduit dans une nouvelle contrée où il est dépourvu de son cortège d'ennemis naturels. On recherche alors des auxiliaires dans l'habitat d'origine du ravageur.

Auxiliaire : en défense des cultures, organisme vivant qui, par son mode de vie, entraîne l'inhibition ou la destruction d'espèces nuisibles à l'agriculture.

Parasitoïde : organisme parasite qui tue son hôte au cours de son cycle de développement.

Prédateur : animal qui se nourrit de proies qu'il a attaquées et tuées.

Transgénique : organisme qui a reçu un fragment d'ADN hétérologue à la suite d'une manipulation *in vitro*.

* INRA, Lutte biologique, La Minière 78285 Guyancourt Cedex.

LES STRATÉGIES D'UTILISATION

Chaque population d'une espèce évolue dans un complexe biotique composé de diverses espèces sympatriques dont certaines aident tandis que d'autres freinent sa dynamique. L'homme sut profiter de ces processus en sélectionnant des espèces auxiliaires qui contribuent à la rentabilité d'une culture. A cette fin, il a défini deux principes stratégiques, l'un consistant en la dissémination pérenne d'un auxiliaire qui manifesterait son effet au cours de plusieurs générations, l'autre correspondant à l'introduction massive d'un organisme qui induirait un effet choc brutal et fugace.

A. L'introduction-acclimatation

La multiplication des échanges de productions agricoles est source d'introductions accidentelles de ravageurs, d'adventices et de pathogènes de plantes ou d'animaux. Ces espèces souvent non accompagnées de leur cortège de parasites ou de pathogènes indigènes peuvent pulluler dans le nouvel environnement. La lentille d'eau, le doryphore sont des exemples historiques dans notre pays encore récemment affecté par l'introduction de la mouche mineuse serpentine, *Lyriomiza trifolii* ou du ver blanc *Hoplochelus marginalis*. Ce potentiel démographique de nombreuses espèces fut mis à profit par l'homme pour la protection de plantes cultivées.

En 1888, la coccinelle australienne *Novius cardinalis* fut acclimatée dans les vergers d'agrumes californiens pour détruire les populations de la cochenille des agrumes *Icerya purchasi*. Clausen (1978) et Jourdeuil (1986) ont respectivement retracé l'historique des centaines de projets d'introduction-acclimatation d'insectes auxiliaires qui furent tentés pour juguler des populations d'insectes ravageurs. Les données récentes contenues dans les catalogues du CIBC (BIOCAT) sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1. — Récapitulatif des tentatives d'introduction-acclimatation d'auxiliaires biologiques pour lutter contre des ravageurs ou des mauvaises herbes.

nombre de	contre des insectes	contre des mauvaises herbes
pays	138	48
projets	1 361	96
espèces introduites	4 271	574
espèces cibles	494	93
réussites agronomiques	305	48

Après la guerre, se sont multipliées les acclimatations de pathogènes dont la plupart des réussites concernent des introductions en milieu forestier (Riba et Silvy, 1991). Enfin, pour souligner la diversité des projets, on soulignera les remarquables succès des équipes australiennes qui préconisèrent audacieusement le lâcher d'insectes consommateurs de mauvaises herbes ou de pathogènes de ces plantes (Riba, 1991).

Aujourd'hui grâce à une meilleure connaissance de la biologie des populations des ennemis et des auxiliaires, on définit de nouvelles tactiques (Hokkanen et Pimentel, 1984) et on note une nette amélioration des fréquences de succès (Hokkanen, 1986) ainsi qu'un accroissement sensible des superficies concernées par chaque projet comme l'illustre le programme de lutte contre la cochenille du manioc (Herrén et al., 1987).

La valorisation économique de tels programmes est tout à fait remarquable puisque les experts s'accordent à considérer qu'un programme réussi permet une économie de 30 \$ pour 1 investi. Au-delà de cette moyenne, des succès remarquables ont été enregistrés. Ainsi, on estime que de 1985 à l'an 2000, le programme de lutte contre la cochenille du manioc aura coûté près de 15 millions de \$ pour une économie de plus de 2 000 millions. Le programme de lutte microbiologique contre la composée *Chondrilla juncea* aura rapporté 100 fois son prix de revient (3 millions de \$).

B. Le traitement biologique phytosanitaire

Ce type de traitement biologique consiste au lâcher d'un organisme auxiliaire dans le but d'induire un effet choc immédiat et non pérenne. On différencie généralement le traitement préventif (introduction précoce d'une quantité réduite) du traitement curatif (introduction massive).

1. Les insectes entomophages

Les travaux de l'INRA sont à l'origine de l'exploitation de plusieurs auxiliaires en grandes cultures ou en cultures protégées. La réussite est telle que des partenaires privés ou des Groupements de producteurs exploitent ces procédés de lutte sur bientôt près de 40 000 ha de cultures de maïs (par lâcher de trichogrammes, Kabiri *et al.*, 1990) et 800 ha de cultures protégées (par introduction de parasitoïdes ou de prédateurs, Maisonneuve, 1990).

2. Les micro-organismes pathogènes

Le marché actuel des pesticides microbiens est représenté par *Bacillus thuringiensis* dont l'exploitation représente près de 80 millions de \$ soit une fraction infime du marché phytosanitaire. Pour percevoir la diversité des perspectives d'utilisation des agents entomopathogènes, nous invitons le lecteur à consulter l'ouvrage de Riba et Silvy (1989). De plus on assiste aujourd'hui à une grande diversification des espèces microbiennes, de leur mode d'action, des stratégies d'utilisation et des cultures cibles (Riba, 1991).

Le champ d'application des micro-organismes auxiliaires connaîtra une extraordinaire extension dès lors que les techniques de biologie moléculaire aboutiront à la conception de souches entomopathogènes hypervirulentes (Hammock *et al.*, 1990) ou au contraire de souches phytopathogènes rendues avirulentes mais restées compétitives après manipulation génétique (Trigalet et Demery, 1989).

3. Les nématodes entomoparasites

Plusieurs espèces de nématodes entomoparasites sont à la base de préparations expérimentales dont l'usage ne cesse de s'accroître (tableau 2).

Tableau 2. — Préparations expérimentales à base de nématodes entomoparasites

Nématode	Insecte cible	Famille
<i>Heterorabditis</i> spp.	<i>Otiorynchus sulcatus</i>	Curculionide
<i>Steinernema feltia</i>	<i>Solenopsis richteri</i>	Formicidae
	<i>S. invicta</i> <i>Coptotermes formosanus</i>	Rhinotermitide
<i>Deladenus siridicola</i>	<i>Sirex noctilio</i>	Hyménoptère Siricidae
<i>Neoaplectana bibionis</i>	<i>Synanthedon tipuliformis</i>	Aegeriide
	<i>Agrotis segetum</i>	Noctuide

C. Les fertilisants biologiques

Les bactéries du genre *Rhizobium* induisent des nodules racinaires chez les Légumineuses. On estime que cette association symbiotique fixe annuellement 90.10⁶ tonnes d'azote, soit le double de ce qui est fixé à partir des engrais chimiques, et la moitié de tout l'azote fixé par les organismes vivants. Le genre *Rhizobium* comprend trois espèces majeures, *R. meliloti* inféodé aux *Medicago* (parmi les 700 000 ha de luzerne à peine 15 000 sont annuellement traités), *R. loti* qui se fixe sur *Lupinus* et *Lotus* enfin *R. leguminosarum* sur *Trifolium*, *Phaseolus* ou *Pisum*. Pour l'instant l'essentiel du marché français correspond à l'inoculation des semences de soja avec *Bradyrhizobium japonicum* (60 000 ha en France). En l'absence de plantes cette bactérie ubiquiste persiste en saprophyte dans le sol. Il est raisonnable de penser que dans un avenir proche la biologie moléculaire permettra de concevoir des souches hautement performantes (Hodgson et Stacey, 1986).

De nombreuses autres espèces fixatrices de l'azote atmosphérique ont été isolées. Parmi elles retenons les actinomycètes du genre *Frankia* qui vivent en symbiose avec des espèces ligneuses (*Alnus*, *Casuarina*, *Myrica*). L'exploitation de ces bactéries filamenteuses n'est en fait limitée que par les difficultés de production en masse.

Enfin, nous évoquerons les perspectives d'utilisation des champignons endo ou ectomycorrhiziens ainsi que les bactéries de la rhizosphère comme *Pseudomonas fluorescens* qui manifestent une aptitude à accélérer la croissance des plantes (Okon et Hadar, 1987).

Bien que non fertilisantes nous allons évoquer les perspectives d'utilisation de souches bactériennes antigél. En effet, des bactéries sauvages dites glaucogènes (*Pseudomonas syringae* ou *Erwinia herbicola*) peuvent induire la cristallisation de l'eau entre + 1°C à + 5°C (Lindow *et al.*, 1977) dont le coût des dommages s'élève à près de 1 milliard de francs (Luisetti *et al.*, 1990). On peut envisager de lutter contre ce phénomène en pulvérisant à la surface du feuillage une souche modifiée dont le gène « ice » a été délété.

D. Les plantes transgéniques

Nous ne développerons pas cette stratégie d'amélioration végétale qui est en pleine explosion. Simplement rappelons quelques stratégies d'obtention (transfert par le plasmide Ti d'*Agrobacterium tumefaciens* ou par le plasmide Ri d'*A. rhizogenes*, électroporation, canon à particules) en précisant quelques objectifs agronomiques notamment ceux qui correspondent à la création de variétés résistantes (tableau 3).

Tableau 3. — Exemples de création de variétés transgéniques résistantes

fragment introduit	résistance
RNA anti sens, RNA satellite gènes de la capsid	virus
gènes de Pr protéine (chitinases) gènes de cécropines, attacines, diptéricines	bactéries ou champignons
gènes d'hydrolyse d'herbicides : EPSP synthase modifiée nitrilase phosphinotricine acétyl transférase	herbicides : glyphosate bromoxynil glufosinate d'ammonium
gène endotoxine de <i>B. thuringiensis</i> anti-protéases, anti-glycosylases	insectes

LES CONTRAINTES ECOLOGIQUES

Les risques écologiques et génétiques sont d'autant plus marqués que l'installation de l'organisme dans l'environnement sera étendue dans l'espace et dans le temps. Autrement dit, l'estimation des risques dépend de la stratégie d'exploitation envisagée.

A. Le spectre d'hôte

Une insuffisante appréciation du spectre d'hôte peut favoriser le développement sur un hôte non cible. Ainsi l'introduction à Moorea de l'escargot polyphage *Euglandina rosea* décima la cible *Achatina fulica* mais aussi les populations de *Portula* autre genre d'escargot indigène de l'île. Ces études sont particulièrement longues et onéreuses telles qu'en témoignent l'analyse de la spécificité de la rouille *Puccinia chondrillina* qui fut éprouvée sur plusieurs dizaines d'espèces de plantes avant d'être utilisée en Australie dans la lutte contre la composée *Chondrilla juncea* (Hasan, 1972).

B. La colonisation pérenne d'une niche

Ce risque est particulièrement élevé dans les écosystèmes stables tels que le sol. Son appréciation est compliquée par l'absence de techniques fiables spécifiques et suffisamment sensibles pour détecter et quantifier des doses réduites de micro-organismes dans un sol. Pourtant l'acuité du problème est accentuée par le fait qu'une souche peut définitivement empêcher l'installation d'une autre souche même si l'effet agronomique de cette dernière est supérieur, car l'efficacité agronomique n'est pas forcément corrélée à la compétitivité. D'une analyse de 57 sols français, Amarger (1988) prouve la persistance des souches introduites ou indigènes dont les populations se stabilisent entre 10⁴ et 10² bactéries par gramme de terre. Cette dose n'induit pas d'effet agronomique mais est suffisante pour empêcher la colonisation ultérieure d'un sol par une autre souche introduite.

A l'opposé nous évoquerons les risques inhérents à la libération pérenne d'une niche jusqu'ici occupée par un nuisible. Son élimination peut favoriser le développement d'un autre ennemi de la culture ce qui peut être évité par exemple dans le cas d'une adventice des pâturages par le semis d'une graminée.

C. L'apparition de résistance

Des traitements répétés à *B. thuringiensis* ont abouti à la sélection d'individus résistants (Mac Gaughey, 1985). Par conséquent comme pour les pesticides chimiques, l'usage excessif de biopesticides conduit à la sélection de sous populations résistantes. Ce risque s'accroît dès lors que l'on préconise l'usage d'un organisme génétiquement modifié qui ne contiendrait qu'un seul gène actif (Stone *et al.*, 1989). Toutefois, ceci confirme le fait que la probabilité d'apparition de résistance est plus faible qu'avec les produits chimiques puisque le mode d'action des organismes auxiliaires est souvent complexe.

D. Les flux géniques

Les organismes vivants s'adaptent sans cesse à l'environnement qu'ils colonisent grâce à une perpétuelle évolution de leur génome. Cette plasticité est induite par des mécanis-

mes sexués ou asexués. Elle est dépendante des relations entre les génotypes (sexualité, parasexualité, conjugaison, hybridation cytoplasmique ou nucléaire) mais aussi des relations avec d'autres organismes vivants (fécondation entomophile, enchaînement de maladies) enfin de la constitution du génome lui-même (présence de séquences répétées, de transposons). Le problème est donc d'estimer les risques de flux géniques dans chaque situation (la souche peut perdre ses propriétés d'origine, transférer ou acquérir des propriétés nouvelles néfastes) puis d'en apprécier l'impact sur l'environnement.

Ainsi bien qu'utilisées avec succès en Australie, la souche K84 d'*Agrobacterium tumefaciens* n'a pas été efficace en Grèce puisque le plasmide porteur du gène de l'agrocine s'est transmis aux souches indigènes de la même espèce. Ce flux génique fut interrompu par la création d'une souche génétiquement modifiée dont le transfert du plasmide est défectif (Jones *et al.*, 1988).

Les faits que, d'une part certains baculovirus peuvent intégrer un fragment répété du génome de l'hôte (phénotypes FP, Hink et Vail, 1973 ; Miller et Miller, 1982) et que d'autre part certains virus ont l'aptitude de s'hybrider entre eux (Croizier *et al.*, 1988) laissent à penser que des virus d'insectes ont le potentiel de recevoir ou transmettre des informations hétérologues qui pourraient *a priori* modifier le spectre d'hôte de ce type d'organisme.

On connaît depuis de nombreuses années l'aptitude des Hyphomycètes à décrire des cycles parasexuels infra ou interspécifiques dont il convient de mesurer l'impact en conditions naturelles. De même, chez les champignons filamenteux il faut estimer l'aptitude des transposons récemment découverts à transmettre des fragments nucléiques codants et exprimés (Daboussi *et al.*, 1990).

Dans le cas d'organismes génétiquement modifiés, il faut distinguer d'une part les risques liés à la construction génétique elle-même (Casse-Delbart et Tepfer, 1990) et ceux qui sont inhérents à la dissémination du fragment introduit soit par hybridation interspécifique soit par des insectes pollinisateurs des parasites ou des pathogènes. Certes les organismes obtenus par délétion d'un fragment codant offrent des perspectives d'exploitation plus aisées puisque ces risques sont réduits.

En fait plutôt que de nier ou de sous-estimer les phénomènes qui viennent d'être illustrés, nous préconisons d'en apprécier les risques écologiques d'une part en vérifiant les propriétés biologiques des descendants de ces remaniements, d'autre part en replaçant les organismes en condition naturelle c'est-à-dire dans un environnement variable dans lequel les facteurs biotiques et abiotiques exerceront des pressions de sélection variables.

LES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES

Il faut bien reconnaître qu'il fallut attendre l'arrivée des organismes transgéniques pour que la communauté scientifique, la presse et la société prennent sérieusement en considération les risques liés à la dissémination dans l'environnement. En fait, il est *a priori* tout aussi dangereux ou inoffensif d'introduire dans l'environnement un organisme sauvage qu'un organisme génétiquement modifié. Cette réflexion qui fut initiée il y a quelques années commence à porter ses fruits puisque différents organismes responsables édictent aujourd'hui des recommandations ou plus

précisément des codes de bonne conduite qui devront aider à l'élaboration de normes plus appropriées et plus définitives. Autrement dit, les procédures nouvelles que nous évoquons sont encore grandement perfectibles, bénéficieront de l'expérience des uns et des autres et de la multiplicité des expérimentations pour améliorer leur pertinence. A ce titre le lecteur est invité à faire bénéficier l'auteur de sa réflexion.

A. Les procédures d'introduction

Depuis une dizaine d'années, les introductions d'auxiliaires se sont multipliées et diversifiées. Elles impliquent aujourd'hui des organismes publics ou privés. Elles ont un enjeu commercial sans cesse grandissant qui freine les échanges d'informations devenues plus ou moins confidentielles. De plus un pétitionnaire peut rechercher ou souhaiter expérimenter, dans un pays tiers, un auxiliaire en provenance d'un pays et à destination d'un autre. Ces situations nouvelles incitent les autorités compétentes à concevoir une procédure de contrôle. En France, la décision dépend du Service de la Protection des Végétaux qui travaille en liaison avec le Groupe d'experts que vient de constituer la Commission d'Etude de la Toxicité des produits phytosanitaires et fertilisants. De plus chaque pétitionnaire devrait concevoir et utiliser des unités de quarantaine parfaitement hermétiques à la propagation des organismes introduits. Cette structure doit également permettre de vérifier que l'introduction de l'auxiliaire ne s'accompagnera pas de l'introduction involontaire d'un nuisible (Wapshere, 1989).

B. Les procédures d'expérimentation

La procédure d'expérimentation a pour but d'estimer aussi bien l'efficacité du procédé que les risques écologiques, écotoxicologiques et toxicologiques immédiats, elle s'inspire de la recommandation 90/220 parue au J.O. L 117 de la CEE. Pour définir le nombre et l'échelle des essais il conviendra de savoir d'une part si l'organisme est ou non indigène à l'environnement, d'autre part s'il présente des risques aigus de toxicité et d'infectiosité. Enfin, dans le cas où l'organisme est exotique ou transgénique il faudra apprécier sa plasticité génétique ou celle des gènes hétérologues qu'il héberge. Pour évaluer ces risques les autorités compétentes demandent une description détaillée de l'organisme, de son cycle biologique et de sa construction génétique dans le cas d'un organisme transgénique. De plus il convient de décrire avec précision la localisation, l'échelle et l'itinéraire technique de la culture cible.

La Commission du Génie Biomoléculaire du ministère de l'Agriculture émet un avis sur l'ensemble des expérimentations dans la nature avec des organismes transgéniques alors que la Commission d'Etude de la Toxicité émet un avis sur l'expérimentation des organismes sauvages ou mutés. Outre leur intérêt décisionnel, ces procédures engagent un dialogue qui a le mérite d'aider le pétitionnaire dans l'élaboration de son produit. Depuis sa création plus d'une centaine de dossiers ont été examinés par la Commission du Génie Biomoléculaire.

C. Les procédures de mise sur le marché

La procédure de mise sur le marché d'organismes transgéniques n'est pas encore définie. L'exploitation commer-

ciale de métazoaires qui seront disséminés dans l'environnement ne fait pas l'objet d'une étude de toxicité. En revanche, la mise sur le marché de micro-organismes est assujettie à une étude de toxicité aiguë, d'infectiosité et de mutagenicité. A cette fin la Commission d'Etude de la Toxicité vient d'élaborer une notice de base qui est conforme aux réglementations européennes. Cette étude est complétée par un dossier écotoxicologique et écologique qui prend en compte l'estimation des risques de pollution écologique et génétique précédemment évoqués. D'une manière générale, il faut souligner le fait que chaque dossier sera examiné au cas par cas, les tests requis, les protocoles expérimentaux et l'interprétation des résultats pouvant varier selon l'organisme ou les conditions d'utilisation. Comme pour les produits chimiques, après avoir obtenu la proposition d'étiquetage de la Commission d'Etude de la Toxicité, le pétitionnaire dépose le dossier auprès du Comité d'Homologation qui juge, pour chacun de ses usages, de l'efficacité du produit.

D. La protection du fabricant

Parce qu'ils sont très spécifiques, les produits biologiques offrent un marché réduit dont la rentabilisation implique d'une part la diversification de l'utilisation d'une même technologie pour fabriquer plusieurs produits, d'autre part la protection des préparations commercialisées. Autrement dit la meilleure façon de protéger une préparation biologique destinée à être disséminée dans l'environnement consiste encore aujourd'hui à maîtriser une technologie de fabrication originale et protégée. En effet, malgré les remarquables progrès des techniques de caractérisation des organismes vivants, il reste difficile de protéger une souche sauvage puisque deux organismes génétiquement très proches l'un de l'autre peuvent avoir des origines géographiques distantes de plusieurs milliers de km. Il en est ainsi des souches types des variétés *tenebrionis* et *San Diego* de *Bacillus thuringiensis*. Cependant, pour disposer d'un éventuel recours il est conseillé au pétitionnaire de déposer la souche dans une collection officielle. Enfin, nous tenons à souligner le fait qu'une argumentation biologique peut paraître en contradiction avec la jurisprudence et les traditionnelles réglementations appliquées aux produits chimiques. En effet, pour éviter qu'un sol ne soit contaminé par une multitude de souches exotiques et sans aucune arrière-pensée protectionniste, on peut être amené à ne pas autoriser l'exploitation de souches lorsque l'une est déjà préconisée pour le même usage.

E. La protection de l'agriculteur

L'application des produits biologiques requiert fréquemment un suivi très précis des cultures, un respect strict des conditions d'usage, une analyse soignée de la compatibilité et de la complémentarité des différentes interventions, enfin un contrôle régulier de l'efficacité des traitements. Cet effort, cumulé au fait que ce type de productions sera exempt de résidus chimiques, mérite d'être récompensé par une plus-value.

Dans la même logique, il est normal que le consommateur qui contribuera à cette plus-value en achetant plus cher ces produits biologiques soit assuré de la qualité des produits. Ceci remet à jour la création de labels ou de certifications et l'actualisation de ceux qui existent déjà. Toutefois cette procédure ne sera pleinement efficace que si des systèmes de contrôle performants sont mis en place.

CONCLUSION

Quelle soit très intensive et hautement compétitive ou bien qu'elle corresponde à des activités de maintien dans des zones de déprise agricole, l'agriculture utilisera de toutes façons de plus en plus d'intrants auxiliaires biologiques sauvages ou génétiquement modifiés. Ces produits seront compétitifs par rapport à ceux qui existent déjà et contribueront à un meilleur respect de l'environnement, d'une part parce qu'ils sont spécifiques, d'autre part parce qu'ils réduisent l'usage d'intrants chimiques.

Les dix prochaines années verront une explosion de projets très diversifiés. Certains d'entre eux préconiseront des plantes, des micro-organismes, des nématodes voire des insectes transgéniques, d'autres exploiteront le potentiel de souches sauvages souvent exotiques à l'environnement. Il est probable aussi que la plupart de ces projets suivent une échelle d'exploitation réduite ne dépassant pas quelques dizaines de milliers d'hectares. Il convient de profiter de cette situation favorable pour apprécier de façon comparée la compatibilité, la complémentarité, l'efficacité et l'inocuité de ces divers procédés tout en concevant une réglementation perfectible et adaptée.

Enfin nous soulignerons le fait que les problèmes de dissémination d'organismes sont particulièrement propices à une interaction fructueuse entre écologistes et biotechnologues puisque les outils de la biologie moderne permettent de traiter convenablement des préoccupations écologiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMARGER N. (1988). — The microbial aspects of faba bean culture. In **Nitrogen fixation by legumes in Mediterranean Agriculture**, Beck D.P. et Materon L.A. (Eds.), ICARDA, 173-179.
- CASSE-DELBART F. et TEPFER M. (1990). — Essais en champ : savoir ce que l'on transfère. **Biofutur**, Juin, 56-59.
- CLAUSEN C.P. (1978). — Introduced parasites and predators of arthropods pests ans weeds : a world review. USDA, Hadbook 480, Washington, 545p.
- CROIZIER G., CROIZIER L., QUIOT J.-M. et LERECLUS D. (1988). — Recombination of *Autographa californica* and *Rachiplusia* ou nuclear polyhedrosis viruses in *Galleria mellonella* L., *J. gen Virol.*, 69, 177-185.
- DABOUSSI M.J., LANGINT., BRYGOO Y. (1992). — Fot 1, a new family of fungal transposable elements. *Mol. Gen. Genet.*, (under press).
- HAMMOCK B.D., BONNING B.C., POSSEE R.D., HANZLIK T.N. et MAEDA S. (1990). — Expression and effects of the juvenile hormone in a baculovirus vector, **Nature**, 344, 458-461.
- HASAN S. (1972) — Specificity and host specialisation of *Puccinia chondrillina*, *Ann., Appl., Biol.* 72, 257-263.
- HERREN H.R. NEUERSCHWANDER P. et HENNESSEY R.D. (1987). — Introduction and dispersal of *Epidinocarsis lopezi* (Hym. Encyrtidae), an exotic parasitoid of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* (Hom. Pseudococcidae). In **Africa. Agric. Ecosyst. et Environ.**, 19, 131-144.
- HODGSON A. et STACEY G. (1986). — Potential for Rhizobium improvment, **Critical Rev. Biotechnol.**, 4, 1-74.
- HOKKANEN H.M.T. (1986). — Success in classical biological control. CRC. Critical review. In **Plant Science.**, 3, 35-72.
- HOKKANEN H.M.T. et PIMENTEL, D. (1984). — New approach for selecting biological control agents. *Can. Entomol.*, 116, 1109-1121.
- JONES D.A., RYDER M.H., CLARE B.G., FARRAND S.K. et KER A. (1988). — Construction of a Tra-deletion mutant of pAg K84 to safeguard the biological control of crown gall, *Mol. gen. Gen.*, 112, 207-214.
- JOURDHEUIL P. (1986). — La lutte biologique à l'aide d'arthropodes entomophages. Bilan des activités des services français de recherche et de développement. **Cah. Liaison OPIE**, 20, 3-48.
- KABIRI F., FRANDON J., VOEGELÉ J., HAWILTSKY N. et STENGEL M. (1990). — Stratégie évolutive des lâchers inondatifs de *Trichogramma brassicae* Bezd. (Hym., *Trichogrammatidea*) contre la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lép., *Pyralidae*). 2^e Conf. Internat. *Rav. Agric.*, 4 déc., 125-1232.
- LINDOW S.E., ARNY D.C., BARCHET W. et UPPERT C.D. (1977). — Leaf surface bacterial ice nuclei as incitants of frost damage to corn and other plants. *Plant Physiol.*, 59, 4-12.
- LUISETTI J., GAIGNARD J.L. et DEVAUX M. (1990). — Rôle des bactéries glaçogènes dans les dégâts dus au gel de printemps, *INRA mensuel*, 53, 34-37.
- MAC GAUGHEY W.H. (1985). — Insect resistance to the biological insecticide *Bacillus thuringiensis*. *Science*, 229, 193-195.
- MAISONNEUVE J.-C. (1990). — Evolution en France des surfaces consacrées à la lutte biologique sous serre, 1980-1990. 2^e Conf. Internat. *Rav. Agric.*, Versailles, 4-6 déc., 1003-1010.
- OKON Y. et HADAR Y. (1987). — Microbial inoculants as crop-yield enhancers, **Critical Rev. Biotechnol.**, CRC, 6, 61-85.
- RIBA G. (1991). — Les biopesticides, INRA, (sous presse).
- RIBA G. et SILVY C. (1991). — Perspectives de la lutte microbologique contre les insectes ravageurs des cultures, **Bull. Soc. Zool.**, Fr., 116, (sous presse).
- RIBA G. et SILVY C. (1989). — Combattre les ravageurs des cultures. **Enjeux et perspectives**, INRA, 230 p.
- TRIGALET A. et DEMERY D. (1989). — Use of avirulent mutants of *Pseudomonas solanacearum* for the biological control of bacterial wilt of tomato plants, *Physiol. Mol. Plant Pathol.*
- WAPSHERE A.J. (1989). — A testing sequence for reducing rejection of potential biological control agents for weeds. **Ann. Appl. Biol.**, 144, 515-526.