



Des plantes rendues résistantes aux insectes par génie génétique

Par J. Tourneur, L. Jouanin, D. Lereclus, P. Ferron

La capacité d'adaptation des insectes est remarquable ; la plupart des insecticides deviennent rapidement inefficaces. Le génie génétique qui permet de rendre certaines plantes résistantes à leurs ennemis représente une alternative pleine de promesses pour l'avenir.

Nombre d'espèces d'insectes ravageurs des cultures ou vecteurs de maladies infectieuses pour l'homme ou les animaux domestiques, deviennent résistantes aux insecticides chimiques. C'est, aujourd'hui, une des préoccupations majeures des responsables de l'Industrie phytosanitaire ou de la Santé. En effet, ces phénomènes de résistance ont souvent pour conséquence directe non seulement des pertes de récolte ou de gros risques d'épidémies, mais également une utilisation accrue de pesticides chimiques par une augmentation des doses et des fréquences de traitements, conduisant, à terme, à de grands risques d'intoxications et de pollutions de l'environnement.

La résistance concerne simultanément toutes les matières actives d'une même famille chimique. Cela réduit considérablement la durée de vie des formulations commerciales et donc, pour les industriels, la possibilité d'amortissement des frais engagés. Or ceux-ci sont incroyablement élevés, puisqu'on estime que la mise au point d'un nouveau pesticide demande 7 à 8 ans de recherches et d'expérimentations et des investissements de l'ordre de 350 millions de francs, sans compter les frais d'une campagne de lancement du nouveau produit.

Des possibilités nouvelles

En dépit des succès enregistrés avec les pesticides de synthèse, il a donc fallu rechercher d'autres solutions techniques. Celles qui relèvent des principes de la lutte biologique bénéficient d'un intérêt croissant. Jusqu'à présent cette nouvelle stratégie de lutte reposait essentiellement sur deux méthodes.

Tout d'abord, l'introduction-acclimatation d'auxiliaires qui s'est brillamment illustrée dans notre pays par l'introduction, en 1971, d'un hyménoptère entomophage originaire du Chili, *Cales noaki*, pour lutter contre l'Aleurode des Citrus sur le littoral méditerranéen ; et puis également le traitement inondatif, soit d'auxiliaires entomophages tels que les *Trichogramma* parasites oophages de la Pyrale du maïs, soit de microorganismes entomopathogènes comme la bactérie *Bacillus thuringiensis* commercialisée en France sous la forme d'un biopesticide depuis 1969 et utilisée d'abord contre les ravageurs forestiers et, plus récemment, contre les moustiques.

La maîtrise du génie génétique a récemment offert de nouvelles possibilités d'intervention par la transformation génétique, soit des microorganismes entomopathogènes eux-mêmes, soit de la plante-hôte par insertion et expression dans son génome d'un gène codant pour une toxine insecticide.

L'exemple en est donné par des plantes transformées génétiquement par insertion et expression du gène de la delta-endotoxine de *Bacillus thuringiensis*. Cette bactérie, commune dans le sol, présente en effet la particularité de synthétiser des toxines entomopathogènes pendant la sporulation, et en particulier un cristal protéique ou delta-endotoxine. Il s'agit en fait d'une protoxine -précurseur de la toxine-, transformée *in vitro* par les protéases -enzymes dégradant les protéines- digestives de l'insecte en toxine spécifiquement active sur les cellules de l'épithélium intestinal des chenilles ou des larves de moustiques. Elle agit après ingestion au niveau de l'épithélium intestinal en provoquant une paralysie quasi immédiate du tube digestif

et des pièces buccales. Cette paralysie entraîne évidemment un arrêt de la consommation, puis à terme la mort de l'insecte. Cette delta-endotoxine est tout à fait inoffensive pour l'homme et les autres Vertébrés.

Un ravageur du cotonnier

La découverte en 1978 d'une souche sauvage de *B. thuringiensis* toxique pour les larves de diptères et en particulier pour les larves de moustique, a révélé que le spectre d'activité des souches de cette bactérie n'est pas limité à certains lépidoptères, comme on l'a cru longtemps. D'ailleurs, on connaît aujourd'hui des souches actives sur larves de coléoptères, ce qui avive l'intérêt des chercheurs et des industriels compte tenu des problèmes phytosanitaires récemment posés par de tels ravageurs devenus résistants aux insecticides chimiques.

Des plantes génétiquement transformées exprimant un gène de delta-endotoxine de *B. thuringiensis* toxique pour des larves de lépidoptères phytophages comme *Manduca sexta* et *Heliothis virescens* ont été obtenues dans différents laboratoires étrangers -Plant Genetic Systems en Belgique (Vaeck et al. 1987), Monsanto (Fischhoff et al. 1987) et Agracetus (Barton et al. 1987) aux Etats-Unis- Dans le cas des expériences réalisées à l'INRA, on s'est particulièrement intéressé au gène spécifiquement actif contre des lépidoptères *Noctuidae* de l'espèce *Spodoptera littoralis*, ou ver égyptien du coton. Comme son nom l'indique, il s'agit d'un ravageur important du cotonnier en Afrique de l'est, à Madagascar, au Moyen-Orient, en Inde. La culture du coton est la cible de très nombreux traitements insecticides en raison de la diversité des

ravageurs qui l'attaquent. Seule la partie de ce gène bactérien correspondant au motif toxique de la delta-endotoxine a été utilisée. Cependant plusieurs modifications ont été nécessaires afin de faire exprimer ce gène dans un contexte végétal. Le gène a été introduit dans un vecteur d'expression, le plasmide -petit fragment d'information génétique- lui-même transféré dans une souche désarmée d'*Agrobacterium tumefaciens* et cette souche a été utilisée pour transformer par coculture des fragments foliaires du tabac.

D'autres plantes d'intérêt agronomique

L'expression du gène de *B. thuringiensis* a été observée dans les plantes transformées par la mise en évidence de l'ARN-acide ribonucléique-messager. Des tests de toxicité sur chenilles de *S. littoralis*, aux stades larvaires L2 ou L3, ont été réalisés sur les feuilles des plantes présentant le plus fort niveau d'expression du gène de la delta-endotoxine. Ces chenilles intoxiquées cessent de s'alimenter, comme dans le cas de l'ingestion du biopesticide. Le taux de mortalité des chenilles est mesuré après trois jours et permet une estimation de la toxicité de la plante.

L'introduction et l'expression du motif toxique du gène de la delta-endotoxine de *B. thuringiensis* dans le tabac confèrent donc à cette plante une toxicité pour les

chenilles de *S. littoralis*. Cette construction est en cours d'introduction dans d'autres plantes d'intérêt agronomique telles que le chou pour lutter contre la noctuelle *Mamestra brassicae* et le cotonnier pour lutter contre *S. littoralis*. Il reviendra alors aux agronomes, et aux entomologistes en parti-

culier, de contrôler les conséquences de l'application de cette nouvelle technique de lutte sur l'équilibre des biocénoses et de mesurer les risques de contournement de cette résistance... compte tenu de la remarquable capacité d'adaptation dont font preuve les insectes.



2 plants de tabac : à gauche - Plante témoins, à droite - Plante génétiquement transformée. (Cliché INRA)

Pour en savoir plus, vous pouvez consulter

- G. Riba G. et C. Silvy, 1989. Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives. INRA édit., 230 pp.
 D. Lereclus, 1988. Génétique et biologie moléculaire de *Bacillus thuringiensis*. Bull. Inst. Pasteur, 86, 337-371.
 J. Tempe et J. Schell, 1987. La manipulation des plantes. La Recherche, 188, pp. 696-709.

Les auteurs

J. Tourneur, chercheur au CNRS, travaille au laboratoire de Biologie moléculaire de l'INRA (Versailles) ; Lyse Jouanin, de l'INRA, travaille à l'Institut Pasteur (Paris) ; D. Lereclus travaille à la Station de recherches de lutte biologique de l'INRA (Versailles) dont P. Ferron est le Directeur.

Sciences & Nature

MATÉRIEL DE CHASSE ET DE COLLECTION
 LIVRES SPÉCIALISÉS - INSECTES
 FABRICANT DE BOITES - COLLECTION
 FORMATS CLASSIQUES ET SPÉCIAUX
 CADRES DÉCORATIFS (catalogue sur demande)

7 rue des Epinettes 75017 Paris - Tél. (1) 42 26 43 76