

un entrepreneur et financier de haut vol. Le premier se nommait François Élie Roudaire, et le second n'était autre que Ferdinand de Lesseps. Roudaire avait été chargé, en 1872, d'un relevé topographique dans la région des chotts ; il en revint en voulant convaincre la France de l'intérêt d'une mer saharienne. Il fut appuyé par de Lesseps, auquel le percement de l'isthme de Suez avait valu un fauteuil à l'Académie des sciences, où les débats sur la mer saharienne furent vifs.

Toute cette affaire est narrée ici en détail. On voit comment Roudaire s'obstina, malgré les difficultés (les missions ultérieures montrèrent notamment que les chotts Djerid et Fejej, les plus orientaux, se trouvent au-dessus du niveau de la mer). Toutefois le projet fut soutenu par l'armée et par la marine françaises, qui voyaient dans la mer intérieure une possibilité d'un beau port de mer au Sahara et d'une barrière aquatique contre les pillards.

En 1882, une commission parlementaire finit par conclure qu'il n'y avait pas lieu d'encourager cette entreprise. Roudaire mourut en 1885 de fièvres contractées sur le terrain, et Lesseps eut bientôt d'autres chats à fouetter avec le scandale du canal de Panama. Le projet tomba... à l'eau pour resurgir dans *L'invasion de la mer*, de Jules Verne, mais aussi avec une nouvelle étude à la fin de la guerre d'Algérie : l'idée de la mer intérieure fut envisagée comme débouché pour le pétrole saharien et, aussi, pour inquiéter le gouvernement provisoire de la République algérienne (GPRA), semble-t-il. Une étude par une firme suédoise, en 1980, conclut à l'inutilité et au coût excessif d'un ultime projet algéro-tunisien.

Non contents de relater l'histoire de ces projets avortés, les deux auteurs ont examiné comment l'inondation des chotts situés au-dessous du niveau de la mer pourrait être réalisée et quelles seraient ses conséquences : ils concluent que le projet est réalisable, bien que coûteux, mais que ses effets sur l'environnement seraient désastreux, sans bénéfice aucun pour l'économie locale.

Les auteurs sont bien documentés, et leur livre comporte de nombreuses annexes et une belle bibliographie ; sa rigueur scientifique et historique ne lui nuit bien sûr en rien. Au-delà du récit passionnant d'une curieuse affaire à la fois scientifique, économique et politique, c'est une analyse pénétrante de la façon dont naît une utopie et de la manière dont elle peut résister à toutes les désillusions.

Il est donc possible qu'en dépit des études le vieux mythe du lac Triton renaisse un jour.

Eric BUFFETAUT

Biologie

Plantes transgéniques : les graines de la discorde

Sous la direction de P. Philippon et C. Tastemain. Éditions Elsevier, 1998.

Un avertissement précise clairement que ce livre de 157 pages rassemble des textes d'origines et d'intentions diverses, dont le sujet, les plantes transgéniques, défraie la chronique depuis la fin de l'année 1996, avec l'arrivée, dans les ports européens, de fèves de soja et de grains de maïs issus de plantes transgéniques. Ce livre conçu par des journalistes regroupe des articles parus dans la revue *Biofutur* et des résultats d'enquêtes récentes. Il ne se limite pas à une description des avancées scientifiques apportées par cet outil que représente la transgénèse végétale, mais élargit le débat aux choix socio-économiques suscités par le développement des plantes transgéniques.

Tout commence, naturellement, par une évaluation des potentialités scientifiques de la transgénèse végétale, suivie d'une première analyse et de leurs conséquences. Marc van Montagu, l'un des pionniers dans ce domaine, nous rappelle comment une bactérie naturelle du sol, *Agrobacterium tumefaciens*, à l'origine de l'induction de tumeur végétale, a été modifiée en outil efficace avec lequel les biologistes savent aujourd'hui transformer génétiquement des plantes d'intérêt agronomique.

Puis Philippe Bournat présente les deux grands types de méthodes pour introduire des transgènes dans le génome d'une cellule végétale : le transfert indirect, qui utilise des vecteurs biologiques comme les bactéries telluriques du genre *Agrobacterium*, et le transfert direct, qui met en œuvre des méthodes physiques et chimiques. Toutes ces méthodes sont fondées sur une propriété remarquable de la cellule végétale : la totipotence (une cellule végétale peut, dans des conditions de culture particulières, se différencier dans tous les types cellulaires qui composent une plante entière).

Plusieurs applications sont ensuite expliquées. Harry Smith décrit comment des tabacs transgéniques surproduisent le phytochrome A et augmentent la biomasse de leurs feuilles par rapport à celle de leurs tiges, lorsque ces plantes sont cultivées en densité serrée. L'ob-

jectif visé est d'augmenter la croissance des organes de stockage (semences, racines, tubercules) chez la plupart des plantes européennes de grande culture. À terme, certaines plantes transformées pourraient survivre dans des conditions de stress abiotiques comme la sécheresse, le froid, l'oxydation et la présence de métaux lourds. Julio Salinas et Friedrich Shoeffl expliquent comment l'activation d'un facteur de transcription et l'induction de gènes codant des protéines chaperonnes devraient protéger les cellules végétales de ces stress abiotiques.

La transgénèse permet également de protéger les plantes contre des pathogènes qui les agressent. Ainsi Michel Ravelonandro décrit comment des pruniers transformés qui deviennent résistants à un virus véhiculé par des pucerons présentent des symptômes qui rendent les fruits inconsommables. Dans cet exemple, les plantes ont acquis leur résistance à la maladie par insertion et expression d'un gène codant une protéine de la capsid virale.

Dans son *Plaidoyer pour la transgénèse*, Jeff Schell montre les promesses du génie génétique : compréhension des mécanismes qui gouvernent la croissance et le rendement des plantes aux stress environnementaux, amélioration des qualités nutritives ou gustatives des végétaux. On sait déjà produire des protéines riches en acides aminés indispensables en cultivant des tubercules de pomme de terre modifiés, et la tomate *Flavr Savr* mûrit plus lentement, ce qui allonge et sa longévité en rayon (ce résultat est dû au blocage d'une des étapes de la biosynthèse de la polygalacturonase, une enzyme qui dégrade les parois cellulaires au cours du mûrissement). Plus récemment, le mûrissement du melon a été contrôlé par blocage de la synthèse d'éthylène, une hormone végétale qui joue un rôle essentiel dans ce phénomène : un gène antisens de l'enzyme ACC-oxydase a été introduit dans ces melons transgéniques. Ces fruits transformés peuvent rester plus longtemps sur la plante, où ils se changent en sucres solubles, en vitamines et en molécules aromatiques volatiles.

L'obtention d'espèces transgéniques produisant des molécules sucrées « à basses calories » comme les fructosanes intéresse aujourd'hui les agronomes. De même, on doit au génie génétique des aubergines dépourvues de graines amères et qui, de plus, restent d'excellente qualité en conditions hivernales. Cette fois, le résultat résulte de l'introduction dans les plantes du gène *iaaM* d'une souche bactérienne de *Pseudomonas syringae* pv *savastanoi*, qui

POUR LA SCIENCE

8, rue Férou 75278 PARIS CEDEX 06
Tél : 01-55-42-84-00
<http://www.pourlascience.com>

POUR LA SCIENCE Directeur de la rédaction : Philippe Boulanger. Hervé This (Rédacteur en chef), Françoise Cinotti (Rédactrice en chef adjointe), Bénédicte Leclercq (Rédactrice en chef adjointe), Luc Allemand, Yann Esnault, Philippe Pajot, Loïc Mangin (Rédacteurs). Secrétariat de rédaction : Annie Tacquenot, Pascale Thiollier, Céline Lapert. Direction Marketing et Publicité : Henri Gibelin, assisté de Séverine Merviel et Christelle Dumas. Direction financière : Pierre Lecomte, assisté de Anne Gusdorf. Fabrication : Jérôme Jalabert, assisté de Camille Lamorte. Directeur de la publication et Gérant : Olivier Brossollet.

Ont également collaboré à ce numéro : Ludovic Bot, Bettina Debû, Paul Decaix, Marc Dujardin, Françoise Ferré, Ivan Ineich, Philippe Janvier, Sönke Johnsen, Marie-Thérèse Landousy, Jean-Marc Levailant, Valérie Martin-Rolland, Claude Olivier, Guy Paulus, Christophe Pichon, Pierre Thomas.

SCIENTIFIC AMERICAN Editor : John Rennie. Board of editors : Michelle Press, Mark Alpert, Timothy Beardsley, Carol Ezzell, Marguerite Holloway, Wayt Gibbs, Alden Hayashi, Steve Mirsky, Madhusree Mukerjee, George Musser, Sasha Nemecek, Ricki Rusting, Sarah Simpson, Gary Stix, Paul Wallich, Philip Yam, Glenn Zorpette. President and Chief Executive Officer : Joachim Rosler. Chairman : John Hanley. Co-Chairman : Rolf Grisebach. Vice-président : Frances Newburg.

PUBLICITÉ France

Chef de Publicité : Susan Mackie, assistée de Anne-Claire Ternois, 8 rue Férou 75278 Paris Cedex 06
Tél. : 01 55 42 84 28.
Tél. : LIBELIN 202978F.
Télécopieur : 01 43 25 18 29

Étranger : Kate Dobson, 415 Madison Avenue, New York. N.Y. 10017 - Tél. (212) 754.02.62

SERVICE ABONNEMENTS

Ginette Grémillon : 01 55 42 84 04.

SERVICE DE VENTE RÉSEAU NMPP

Henri Gibelin.

DIFFUSION DE LA BIBLIOTHÈQUE POUR LA SCIENCE

Canada : Modulo - 233, avenue Dunbar Mont-Royal, Québec, H3P 2H2 Canada

Suisse : Servioli - 5, rue des Chaudronniers - 15 Postale 3663 - CH 01211 Genève

Autres pays : Éditions Belin - B.P. 205, 75264 Paris Cedex 06.

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue «Pour la Science», dans la revue «Scientific American», dans les livres édités par «Pour la Science» doivent être adressées par écrit à «Pour la Science S.A.R.L.», 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial «Scientific American» sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à «Pour la Science S.A.R.L.»

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de Copie (3, rue Hautefeuille - 75006 Paris).

Nos lecteurs trouveront dans ce numéro des bulletins d'abonnement en pages 18A, 18B, 98A et 98B.

code la synthèse d'une autre phytohormone, l'acide indole-acétique. Certains de ces aspects sont développés dans les articles : *Ingrédients basses calories* de Leen de Leenheer et Sjef Smeekens, et *Des lignines sur mesure*, par Alain-Michel Boudet.

Autre intérêt, et non des moindres : les plantes transgéniques peuvent fournir des protéines à l'industrie pharmaceutique. Des vaccins comestibles ont été préparés à partir d'aliments qui contiennent des principes vaccinaux actifs, tels les antigènes de surface de l'hépatite B et l'entérotoxine d'*Escherichia coli*. Récemment les biologistes ont réussi à faire exprimer, dans le tabac, des gènes codant les sous-unités des immunoglobulines A sécrétées. Ces anticorps, extraits à partir de feuilles de plants de tabac transformés, étaient dirigés contre des déterminants antigéniques associés à la souche bactérienne *Streptococcus mutans* ; ils neutralisent ce micro-organisme pathogène qui cause les caries dentaires. La méthode génétique est un moyen économique d'immunothérapie passive : à quand des bâtons de réglisse ou des feuilles de menthe à mâcher pour lutter contre les caries dentaires ?

Patrick Philippon expose l'actuelle polémique concernant les risques environnementaux ou sanitaires, voire éthiques. Les organismes génétiquement modifiés (OGM) secouent les syndicats d'exploitants agricoles qui revendiquent une maîtrise correcte des risques éventuels sur la santé animale et humaine comme sur l'environnement ; un étiquetage clair et vérifiable ; une surveillance de la concurrence dans l'agriculture et dans ses filières. Les premières plantes transformées résistant aux herbicides ou résistant aux ravageurs ont suscité des inquiétudes. Le problème du transfert de gènes entre cultures transgéniques et plantes sauvages apparentées a été posé. Le colza, qui s'hybride spontanément avec les plantes sauvages comme la ravenelle ou la moutarde des champs, fait partie des plantes surveillées. La résistance à un insecte (le maïs *Bt* porte un gène de résistance aux insectes provenant de la bactérie *Bacillus thuringiensis*) ou aux herbicides (*Roundup/Glyphosate* et *Liberty/Basta/Glufosinate*) pourrait transformer certaines mauvaises herbes en super mauvaises herbes au potentiel invasif décuplé. Les effets des plantes transgéniques sur les écosystèmes sont également évoqués.

Les premières constructions génétiques utilisées, tel le maïs *Bt*, comportent un ou des gènes de résistance aux antibiotiques. Ici le problème soulevé

serait la possibilité de transmettre ce gène à une bactérie du rumen d'un bovin ou de l'intestin d'un consommateur de maïs et de provoquer l'apparition d'une souche résistante à cet antibiotique. Dans le domaine de la santé publique, le caractère toxique de certains éléments issus de plantes transgéniques est posé. Certaines protéines peuvent déclencher des réactions allergéniques chez des sujets sensibles : l'effet a été observé avec un soja transgénique ayant intégré un gène provenant de la noix du Brésil et codant une albumine riche en méthionine, un acide aminé indispensable.

Comment la transgénèse végétale pourrait-elle profiter aux pays en développement et comment pourrait-elle nourrir la planète ? Le chapitre 5 apporte des réponses diverses. Peut-on envisager de fournir des variétés résistantes à la sécheresse, aux maladies, tolérant des sols salés ? Quelle serait la dépendance de ces pays en développement vis-à-vis des fournisseurs occidentaux de matériel, de constructions génétiques, de semences chères et de variétés non replantables ? Enfin le chapitre 6 aborde la réglementation sur les conditions de dissémination des OGM dans l'environnement et de leur mise sur le marché. Toutes les réglementations suffiront-elles à convaincre les consommateurs ? À ce jour, en Europe, l'insistance des consommateurs pour obtenir un étiquetage obligatoire des aliments contenant des OGM témoigne d'une confiance très limitée sur ces nourritures du futur.

Ce livre intéressant présente, avec un juste équilibre, les avantages et les inconvénients que suscite l'émergence des plantes transgéniques ; il invite réellement un lecteur non initié à une réflexion personnelle sur cette évolution scientifique et ses conséquences. Tous les acteurs susceptibles d'être impliqués peuvent trouver écho de leurs préoccupations : chercheurs scientifiques, responsables de sociétés agroalimentaires, sélectionneurs, agriculteurs, écologistes, sociétés de distribution, consommateurs et citoyens. Dans leur forme, les différents articles se lisent facilement, seule une redondance de certains éléments de discussion peut sembler lourde ; mais la pédagogie n'est-elle pas une succession de répétitions ?

Francis DELMOTTE

La liste de tous les livres reçus en service de presse par la rédaction de *Pour la Science* est donnée sur notre site Internet, à l'adresse :

<http://www.pourlascience.com>