

les stériliser. Par exemple, on a créé une souche de mouche des fruits dont tous les embryons femelles meurent, après un temps très bref à une température élevée. Cette souche permet de produire en masse, de stériliser et de lâcher uniquement des mâles. En éliminant les femelles, la technique de l'insecte stérile devient encore plus efficace.

Les généticiens espèrent créer par transgénèse des souches d'insectes où seules les femelles portent des gènes létaux. Ces segments mortels d'ADN seraient exprimés dans des conditions particulières, tel un traitement à haute température utilisé dans l'approche

classique. Plus généralement, les biologistes se tournent vers les insectes transgéniques pour la prochaine génération d'armes contre les ravageurs. On réduira ainsi l'usage des pesticides, on ralentira l'apparition de résistances aux produits utilisés, et l'on évitera l'accumulation de produits chimiques et de leurs métabolites toxiques dans nos aliments, dans l'eau, le sol et les textiles.

En outre, les insecticides ne sont pas sélectifs : ils tuent de nombreuses espèces bénéfiques, anéantissant d'utiles prédateurs et parasites, ce qui donne ainsi à des espèces secondaires

de ravageurs une chance d'émerger. Par exemple, les araignées rouges (des acariens microscopiques) attaquent les amandiers de Californie. Les agriculteurs luttent contre elles soit en utilisant un insecticide, soit en lâchant une espèce prédatrice qui les tue. Cependant, les arbres sont également victimes de coléoptères et de papillons ; il faut donc les traiter par d'autres insecticides spécifiques de ces insectes, mais l'un d'entre eux tue l'insecte prédateur qui débarrasserait les arbres des araignées rouges ravageuses. Un prédateur transgénique rendu résistant aux insecticides dirigés contre les coléoptères et les papillons permettrait dans ce cas une réduction de l'épandage de pesticides.

Brian Croft et ses collègues de l'Université de Californie ont sélectionné des insectes prédateurs résistants aux insecticides et les ont introduits avec succès dans des vergers de Californie du Sud. Par ailleurs, Marjorie Hoy et ses collègues de l'Université de Floride ont sélectionné une araignée prédatrice résistante aux insecticides, qui a participé au traitement des amandiers mentionnés précédemment.

Toutefois, ces sélections nécessitent souvent plusieurs générations d'insectes, et le croisement des descendants résistants conduit à une diminution de la diversité génétique dans les colonies de laboratoire. Cette perte de diversité génétique réduit l'adaptabilité des animaux lors de leur libération en champ. Ce problème a limité l'application de la sélection artificielle de résistances dans l'effort d'amélioration de la lutte biologique en agriculture. Le génie génétique évite cet écueil. Il procure rapidement, et à un coût moindre, des espèces résistantes, réduisant le recours aux traitements chimiques.

Considérations écologiques

D'autres applications du génie génétique aux insectes sont étudiées, notamment la résistance aux agents pathogènes, une meilleure adaptation à l'environnement, une augmentation de la fécondité, une amélioration de la capacité à trouver des hôtes et, même, l'amélioration des matériaux et des produits fournis par les insectes, telle la soie. Des programmes d'élevage ont créé des souches de vers à soie qui sécrètent une soie en plus grande quantité et de meilleure qualité. Toutefois,



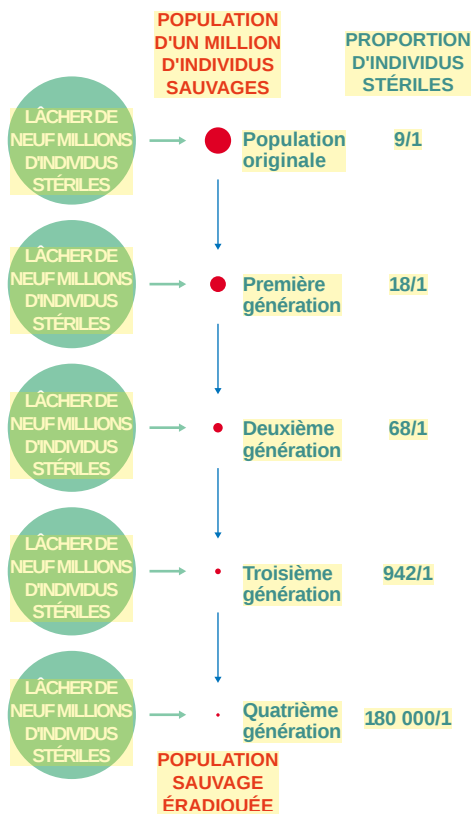
USDA/Agricultural Research Service

7. CES ÉNORMES CAGES renferment des centaines de milliers de mouches des fruits, que nécessite la mise en œuvre des stratégies de lutte génétique.



Marjorie A. Hoy, University of Florida

8. LA LUTTE BIOLOGIQUE, sous forme d'insectes prédateurs des araignées rouges, a sauvé les amandiers à gauche de la route. Les arbres non protégés (à droite) ont été détruits par les araignées rouges.



Dimitry Krasny, d'après Gerald Franz

9. LA TECHNIQUE DE L'INSECTE STÉRILE est parfois une arme efficace contre les ravageurs. Les insectes stériles (surtout des mâles), lâchés par vagues successives, surpassent en nombre les individus fertiles de la même espèce et rendent la plupart des accouplements inféconds. Après quelques générations, la population de ravageurs est décimée.

les industriels sont handicapés par la fragilité de ces fils, et ils lorgnent sur les fils de soie produits par les araignées, qui sont plus solides que le Kevlar (lequel entre dans la composition des gilets pare-balles et de pièces d'avions). Malheureusement, les araignées ne produisent pas leur fil au rythme des usines de Kevlar ni même des larves du bombyx. D'où la tentation d'introduire des gènes arachnéens de la soie dans le génome des vers à soie.

Évidemment ces études posent aux scientifiques comme aux hommes politiques le problème général de

l'utilisation du génie génétique dans les laboratoires et dans la nature. Des réglementations régissent déjà le transfert du laboratoire au champ des applications de la transgénèse. Toutes les techniques, notamment la fabrication d'insectes transgéniques, font encourir des risques que nous devons comprendre et minimiser. Par exemple, on étudie d'éventuels transferts imprévus de transgènes d'une espèce d'insectes à une autre. Dans certains cas, le risque semble minime : lorsqu'on lâche dans la nature des individus stériles d'une espèce transgénique, les gènes ajoutés à ces insectes restent confinés dans ces individus.

Les agences techniques qui dépendent des États se préoccupent d'évaluer les risques et les avantages des nouvelles techniques. Aux États-Unis, elles ont élaboré des procédures qui garantissent la sécurité génétique et écologique de l'utilisation en agriculture d'insectes transgéniques.

Les recherches sur la transgénèse ont bouleversé toute la biologie, parce que les résultats obtenus lors de l'étude d'espèces particulières s'appliquent aux autres espèces. Les modestes plants de pois de Gregor Mendel ont révélé la génétique de toutes les espèces végétales ou animales, et les études sur la drosophile ont posé les fondations de l'essentiel des recherches modernes dans le domaine de la génétique. Les investigations dont a fait l'objet la bactérie *Escherichia coli* ont conduit à l'exploration des mécanismes de régulation qui ont accéléré le développement du génie génétique. Des mammifères transgéniques produisent déjà toute une variété de médicaments. Appliquée aux insectes, la transgénèse ouvrira aux biologistes de nouvelles voies d'exploration, de contrôle et d'exploitation de ces créatures qui exercent une emprise considérable sur une importante part des activités économiques de l'homme.

David O'BROCHTA travaille l'Université du Maryland. Peter ATKINSON travaille à l'Université de Californie.

C.F. CURTIS et P.M. GRAVES, *Methods for Replacement of Malaria Vector Populations*, in *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 91, n° 2, pp. 43-48, avril 1988.

The Ecology of Agricultural Pests : Biochemical Approaches, sous la direction de W.O.C. Symondson et J.E. Liddell, Chapman and Hall, 1996.

Frank H. COLLINS et Anthony A. JAMES, *Genetic Modifications of Mosquitoes*, in *Science & Medicine*, pp. 52-61, novembre / décembre 1996.

Margaret G. KIDWELL et Alice R. WATAM, *An Important Step Forward in the Genetic Manipulation of Mosquito Vectors in Human Disease*, in *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 95, n° 7, pp. 3349-3350, 31 mars 1998.