



VACCINER LES MOUSTIQUES

Et si, au lieu de tenter à tout prix de neutraliser les moustiques, on les vaccinait contre les agents infectieux qu'ils transmettent ? Plusieurs techniques sont en cours de mise au point. La première, développée par l'équipe de Scott O'Neill, de l'université Monash, en Australie, et déjà testée sur le terrain pour combattre la dengue, nécessite le recours à la bactérie *Wolbachia*. Les chercheurs infectent en laboratoire les moustiques du genre *Aedes* avec une certaine souche de la bactérie qui bloque la réplication du virus de la dengue chez l'insecte. Une femelle porteuse de *Wolbachia* ne pourra alors plus transmettre ces virus aux humains en les piquant et léguera en outre la bactérie à sa progéniture.

Des scientifiques de l'université de Californie à Irvine, menés par Anthony James, ont choisi quant à eux de manipuler génétiquement les moustiques en utilisant l'outil CRISPR-Cas. Ils insèrent chez les moustiques anophèles un gène codant un anticorps antiparasitaire qui bloque le développement de l'agent du paludisme. Grâce au forçage génétique, le gène est transmis à la quasi-totalité de la descendance. Jusqu'à présent, ces moustiques génétiquement modifiés n'ont jamais quitté les murs des laboratoires.

Dans les deux cas, l'idée est de relâcher dans la nature les moustiques élevés et modifiés en laboratoire dans l'espoir qu'ils se reproduisent avec les moustiques sauvages. Cela propagerait la bactérie ou le gène d'intérêt au sein de la population des moustiques vecteurs, et protégerait les humains alentour.

H. G.

> logistique, avec peu de perspectives de profits financiers. Cette solution a donc été exploitée par des organismes gouvernementaux plutôt que par des entreprises privées.

Encouragées par le regain d'intérêt à l'égard de la lutte antivectorielle qui a suivi la crise liée au virus Zika, des sociétés privées misent sur un autre type de stérilisation, plus rapide, plus simple et plus robuste. Pour combattre le virus Zika et celui de la dengue au Brésil, l'entreprise Oxitec a relâché des moustiques génétiquement modifiés dans la nature. En s'accouplant avec des femelles sauvages, ces mâles transmettent à leur progéniture un gène qui bloque leur développement : les larves meurent avant leur maturité. Après un lâcher de ces moustiques dans un quartier de la ville de Juazeiro, dans le Nord-Est du Brésil, le nombre de moustiques *Aedes aegypti* a chuté de 95% en l'espace de neuf mois. Deux autres villes brésiliennes ont connu des succès similaires. Mais la méthode reste controversée et essuie de nombreuses critiques, liées aux conséquences imprévisibles sur l'environnement.

Avec la technique des mâles stériles fondée sur le génie génétique, il faudrait attendre des années avant qu'elle ait un impact sur une

étendue significative. Mais d'autres outils existent pour aller plus loin. D'après des chercheurs de l'Imperial College à Londres, la clé du succès pour vaincre le paludisme résiderait dans le « forçage génétique ». Cette méthode, qui est une amélioration de la technique CRISPR-Cas de modification du génome, défie les lois naturelles de l'hérédité. Lors de la reproduction sexuée, un caractère porté par un chromosome d'un des deux parents n'a qu'une chance sur deux d'être transmis à la génération suivante. Grâce au forçage génétique, le caractère est transmis à la quasi-totalité de la descendance. Et ce à chaque génération.

Cette technique peut être utilisée à plusieurs fins. Des chercheurs de l'université de Californie à Irvine y ont recours pour empêcher une population d'anophèles de transmettre le parasite grâce à un gène qui bloque son développement chez l'insecte (voir l'encadré ci-contre). L'équipe de l'Imperial College, elle, s'en sert afin de détruire une population d'anophèles soit en déséquilibrant, au fil des générations, le rapport des sexes au profit des mâles, soit en répandant au sein de la population un gène récessif de stérilité.

Les techniques de stérilisation par irradiation ou par manipulation génétique (sans forçage génétique) sont relativement similaires. Mais le recours au forçage génétique permet de relâcher moins de moustiques, puisque le gène d'intérêt se transmet rapidement au sein de la population. Mais les recherches dans ce domaine restent pour l'heure cantonnées dans l'enceinte des laboratoires. Les conséquences de cette pratique sur l'environnement sont difficiles à prédire et certains scientifiques craignent que les moustiques sauvages développent avec le temps une résistance au gène inséré, ce qui s'est déjà produit en laboratoire.

L'ÉRADICATION COMPLÈTE EST UN FANTASME

Quelles que soient les méthodes qu'on utilisera dans le futur, éliminer tous les moustiques relève du fantasme. Aux États-Unis, les villes qui ont vu les populations de moustiques décliner notablement dépensent entre 1 et 10 dollars par an et par personne pour pulvériser des insecticides, supprimer les points d'eau stagnante et défricher la végétation appréciée des moustiques. Et malgré toutes ces mesures, les moustiques ne disparaissent jamais complètement.

Par ailleurs, les conséquences d'une disparition complète des moustiques sur les chaînes alimentaires et la pollinisation des plantes sont difficiles à prévoir, mais pourraient être négatives. En outre, seules quelques centaines parmi les 3500 espèces connues de moustiques piquent les humains et transmettent des maladies : rayer l'ensemble des moustiques