

> transmises par les moustiques auraient même précipité la chute de l'Empire romain.

Le bilan des morts dues aux moustiques s'élève à 725 000 personnes par an, d'après les estimations de la fondation Bill & Melinda Gates, dont je dirige les actions en matière de contrôle vectoriel. Ce chiffre est à comparer aux quelque 475 000 morts annuelles causées par les humains eux-mêmes. Globalement, les moustiques ont davantage tué que toutes les guerres de l'histoire réunies. Dans certains territoires où la population est exposée aux insectes durant la plus grande partie de l'année, comme l'Afrique subsaharienne et quelques régions d'Amérique du Sud et d'Asie, ces insectes entravent la croissance économique.

DÉSILLUSION APRÈS LE DDT

Pourtant, un jour, on a bien cru que l'on parviendrait à s'en débarrasser. En 1939, Paul Hermann Müller venait de découvrir que le dichlorodiphényltrichloroéthane, plus connu sous son nom abrégé de DDT, était une arme

redoutable contre ces insectes. Ce produit chimique a alors été pulvérisé dans les maisons, dans les fermes et dans les bases militaires. Et le miracle s'est produit : le paludisme a disparu de quelques-unes des régions les plus lourdement frappées par la maladie. La découverte de Müller lui a valu un prix Nobel en 1948.

Il y avait cependant un revers à la médaille : les conséquences pour la santé humaine étaient inconnues, tandis que l'environnement a payé un lourd tribut. Le poison s'est accumulé dans les poissons, les plantes et les tissus gras des mammifères, puis à travers toute la chaîne alimentaire. Lorsque certains oiseaux, tels que les pygargues à tête blanche, les balbuzards et les faucons, consommaient des poissons contaminés par le DDT, ils pondaient des œufs plus fragiles. Les effectifs de leurs populations ont chuté de façon vertigineuse.

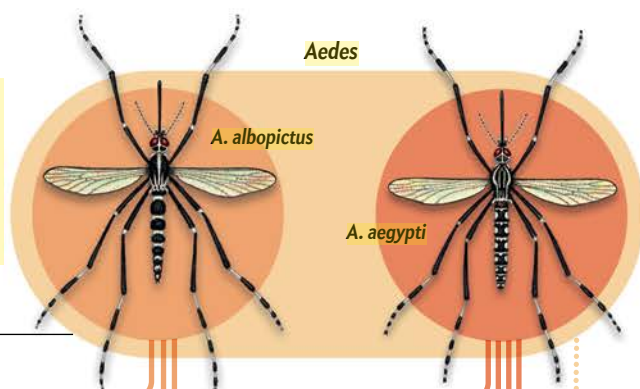
En conséquence, l'usage du DDT a été fortement limité au début des années 1970 – pour le plus grand bonheur des moustiques, qui se sont à nouveau multipliés et qui ont entraîné de nouvelles flambées de paludisme.

PETITES BÊTES, GROS IMPACT

Parmi les 3 500 espèces de moustiques qui peuplent la planète, seules quelques centaines sont nuisibles et transmettent des maladies.

DES ACTEURS MAJEURS

Certaines espèces de moustiques sont vectrices de plusieurs maladies à la fois. Le moustique *Aedes aegypti*, par exemple, qui vit dans les mêmes régions que la moitié de la population mondiale, peut transmettre les virus de la fièvre Zika, de la dengue, du chikungunya et de la fièvre jaune.



CHIKUNGUNYA

SYMPTÔMES : fièvre, douleurs articulaires, maux de tête, douleurs musculaires, éruption cutanée.

QUELQUES FAITS : au cours des cinq dernières années, la maladie s'est propagée dans 45 pays, et plus de 2 millions de cas ont été rapportés.

AGENT INFECTIEUX : virus

DENGUE

SYMPTÔMES : fièvre, migraines, douleurs articulaires et aux yeux, éruption cutanée, diminution du taux de globules blancs.

QUELQUES FAITS : avant 1970, seulement quelques pays avaient connu de sérieuses épidémies de dengue. La maladie est maintenant présente dans plus de 100 pays.

AGENT INFECTIEUX : virus

FIÈVRE ZIKA

SYMPTÔMES : souvent asymptomatique, mais possibilité de fièvre, éruption cutanée et maux de tête.

QUELQUES FAITS : l'épidémie de fièvre Zika en 2015 et 2016 avait provoqué une déclaration d'état d'urgence de portée internationale. En plus des piqûres des moustiques, le virus peut être transmis par rapport sexuel ou de la mère à l'enfant et cause, dans certains cas, des anomalies à la naissance, telles que la microcéphalie.

AGENT INFECTIEUX : virus

PALUDISME

SYMPTÔMES : fièvre, frissons, sueurs, maux de tête, nausées, vomissements.

QUELQUES FAITS : environ 445 000 personnes sont mortes du paludisme en 2016, principalement en Afrique. Cette année-là, 216 millions de cas au total ont été déclarés dans 91 pays.

AGENT INFECTIEUX : parasite unicellulaire

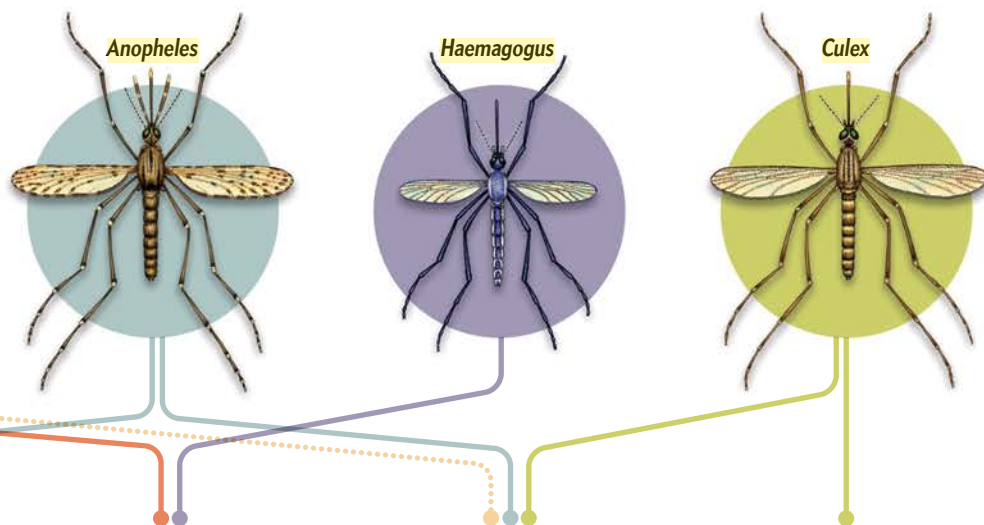
Le changement climatique et la mondialisation ont amplifié la menace

Au cours des dernières décennies, le changement climatique et la mondialisation ont amplifié la menace: les maladies véhiculées par les moustiques sont devenues de plus en plus fréquentes en de nombreux endroits.

L'année dernière, aux États-Unis, environ 2000 personnes ont contracté le virus du Nil

occidental. Depuis les années 1970, le nombre de pays affectés par la dengue n'a cessé de croître: l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime le nombre de cas annuels à 50 millions. Au cours des cinq dernières années, le chikungunya, qui cause de sévères douleurs articulaires, s'est propagé dans 45 pays: plus de 2 millions de cas ont été rapportés. Quant au virus Zika, il a touché pour la première fois le continent américain en 2015, au Brésil. Le virus s'est ensuite répandu dans différents pays et territoires d'Amérique du Sud et centrale, ainsi qu'en Afrique, au Cap Vert, puis en Guyane, en Martinique, en Guadeloupe et à Saint-Martin. En tout, plus de 47 000 cas de maladies humaines transmises par des piqûres de moustiques ont été rapportés à travers les États-Unis et ses territoires en 2016; une décennie plus tôt, ils étaient moins de 7 000.

Les meilleures stratégies pour contrôler les vecteurs visent à tuer suffisamment d'individus d'une espèce qui véhicule un agent pathogène pour en freiner la transmission. Mais les armes



FIÈVRE JAUNE

SYMPTÔMES: apparition soudaine de fièvre, frissons, maux de tête aigus, mal de dos, vomissements.

QUELQUES FAITS: à la différence de la plupart des maladies transmises par les moustiques, un vaccin éprouvé existe pour cette maladie. Ces dernières années, des pénuries de stock ont entraîné une recrudescence de la maladie.

AGENT INFECTIEUX: virus

FILARIOSE LYMPHATIQUE

SYMPTÔMES: épaississement de certaines parties du corps, dont les membres et les organes génitaux, fièvre.

QUELQUES FAITS: appelée aussi éléphantiasis, plus de 856 millions de personnes à travers l'Asie, l'Afrique, l'ouest du Pacifique, des parties des Caraïbes et de l'Amérique du Sud sont menacées par cette maladie parasitaire.

AGENT INFECTIEUX: ver parasite

FIÈVRE DU NIL OCCIDENTAL

SYMPTÔMES: souvent asymptomatique, mais peut causer fièvre, maux de tête, fatigue, vomissements, éruption cutanée.

QUELQUES FAITS: en 2017, aux États-Unis, environ 2 000 personnes ont contracté le virus du Nil occidental, dont plus de 120 sont décédées.

AGENT INFECTIEUX: virus

DES IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE

Dans les régions où la population est exposée aux moustiques durant une grande partie de l'année, ces insectes freinent la croissance économique. Ainsi, au Kenya, plus de la moitié des pertes agricoles ont été attribuées aux perturbations dues aux cas de paludisme parmi les travailleurs et leurs familles.

utilisées actuellement se heurtent à de multiples obstacles. Notamment, les insectes ont développé des résistances aux insecticides et, comme l'illustre l'expansion récente de la fièvre Zika, il est de plus en plus difficile de tuer certaines espèces de moustiques, telle *Aedes aegypti*, qui vivent dans les maisons et peuvent se développer dans de petites quantités d'eau stagnante.

Pour lever ces obstacles, des scientifiques issus de plusieurs dizaines de pays travaillent d'arrache-pied pour mettre au point de nouveaux outils: des insecticides améliorés, des pièges plus efficaces ainsi que des procédés de stérilisation des moustiques utilisant l'irradiation ou des manipulations génétiques. Les principes de base de ces techniques datent parfois de plusieurs décennies. Mais les progrès techniques, le soutien financier de nombreux organismes, dont le nôtre, ainsi que l'idée largement admise que le contrôle des moustiques vecteurs est indissociable du combat contre la maladie ont fini par remettre ces procédés au goût du jour.

Parmi les maladies véhiculées par les moustiques, le paludisme est au premier rang. En 2016, 216 millions de personnes à travers le monde ont contracté la maladie, et 445 000 en sont mortes. Certaines espèces de moustiques du genre *Anopheles* sont porteuses du parasite responsable de la maladie, un protozoaire du genre *Plasmodium*. Lorsque les moustiques femelles piquent les humains (les mâles ne piquent pas) afin de puiser dans leur sang les protéines nécessaires au développement de leurs œufs, elles peuvent aspirer en même temps le parasite. Ce dernier se multiplie ensuite dans le système digestif du moustique, avant de migrer jusqu'aux glandes salivaires de l'insecte. Environ une semaine plus tard, lorsque la femelle se nourrit à nouveau, le parasite est inoculé à un nouvel hôte humain. Il finira par gagner le foie puis le sang de la personne, qui tombe alors malade.

DES PIÈGES D'UN TYPE NOUVEAU

En réaction à la progression du paludisme dans de nombreuses régions du globe, les sources de financement se sont multipliées: 2,7 milliards de dollars (2,3 milliards d'euros) ont été dépensés en 2016 pour combattre la maladie. Toutefois, comme l'a illustré l'histoire de l'utilisation du DDT, la difficulté est toujours la même: trouver des moyens de neutraliser les moustiques tout en minimisant les risques sur la population humaine et l'environnement.

Comment relever le défi? De nouveaux pièges déployés dans les maisons dans certains pays d'Afrique constituent l'une des voies possibles. L'idée de ces pièges part d'une simple observation: en zone tropicale, les moustiques

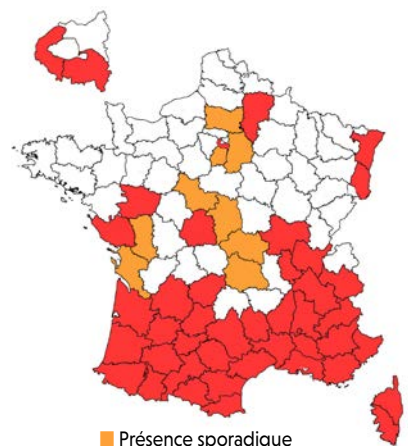
pénètrent souvent à l'intérieur des maisons via les ouvertures d'aération situées en haut des murs sous les toits. Ces insectes sont notamment attirés par le dioxyde de carbone que dégagent les personnes. Les pièges en question sont des tubes équipés d'un écran électrostatique, qui permet de retenir le moustique, et sur lequel a été saupoudré un produit insecticide. Insérés dans les ouvertures d'aération, ces dispositifs, nommés *eave tubes* en anglais («tubes d'avant-toit»), transforment les maisons en pièges à moustiques où les humains servent d'appâts.

Des chercheurs ont testé ces dispositifs sur le terrain pendant près d'une décennie. Des résultats préliminaires et non encore publiés d'une étude menée en 2016 et 2017 en Côte d'Ivoire, par l'université d'État de Pennsylvanie et des partenaires européens et africains,

EN FRANCE, LA MENACE DU MOUSTIQUE-TIGRE

Parmi la soixantaine d'espèces de moustiques présentes en France métropolitaine, le moustique-tigre, *Aedes albopictus*, fait les gros titres. Depuis son arrivée en 2004, sa population ne cesse d'enfler: l'insecte sévit à présent dans 42 départements.

Enrayer la propagation de ce moustique, vecteur potentiel de plusieurs virus, est un véritable défi. Il est particulièrement difficile à combattre, car il vit à l'extérieur et pique le jour. Sa seule nuisance, aussi insupportable soit-elle, ne justifie pas un épandage massif d'insecticides et les pièges vendus aujourd'hui ne suffiront pas à l'arrêter. Cependant, les petites réserves d'eau dans lesquelles les femelles pondent sont souvent dues aux activités humaines: chacun a donc un rôle à jouer en supprimant ces lieux de ponte des jardins. Dans les laboratoires, on peaufine de nouvelles stratégies susceptibles d'être utilisées dans l'Hexagone, comme la technique de



■ Présence sporadique
■ Présence bien établie

stérilisation des mâles par irradiation, actuellement testée à la Réunion, où sévit une forte épidémie de dengue.

« On peut s'attendre à des microépidémies chaque année en France, commente Frédéric Simard, biologiste à l'Institut de recherche pour le développement à Montpellier. Mais pas à des épidémies massives, car le système de santé est prêt à intervenir très rapidement. » Ainsi, dès qu'un médecin diagnostique la dengue, la fièvre Zika ou le chikungunya chez un patient (souvent de retour d'un pays tropical), une intervention est réalisée au domicile de la personne pour supprimer les moustiques et empêcher le développement de l'épidémie.

HÉLÈNE GÉLOT