

Comment les moustiques détectent leurs victimes

Les moustiques choisissent leurs hôtes à piquer en fonction de la chaleur, du gaz carbonique et des odeurs qu'elles émettent. Savoir ce qui les attire ou les éloigne est essentiel pour les inciter à s'approcher (pour les piéger) ou pour les repousser (et éviter ainsi des piqûres).

Des recherches actives sont en cours sur l'olfaction des insectes. Plusieurs familles de récepteurs olfactifs localisés sur les

antennes du moustique ont été identifiées. Ces récepteurs sont reliés à des nerfs sensoriels qui réagissent quand une molécule attractive s'y fixe.

Il existe des dizaines de molécules attractives, notamment des odeurs caractéristiques des humains comme l'ammoniac, l'acide lactique ou l'aminobutane. Selon les espèces de moustiques, ce sont les composés volatils émis dans la respi-

ration qui sont attractifs (CO_2 notamment), ou dans la sueur avec une forte participation de la microflore cutanée. En fonction du cocktail olfactif et des espèces de piqueurs présentes, certains individus ou types d'individus (femmes enceintes, personnes ayant bu de l'alcool...) sont davantage piqués que d'autres (voir « Y a-t-il des "peaux à moustiques" ? », *Pour la Science*, juillet 2012).

la France. Le vecteur est une tique du genre *Ixodes*. Le réservoir de virus est constitué de nombreux animaux (rongeurs et oiseaux, notamment). Le bétail est aussi susceptible d'héberger le virus, qui survit longtemps dans le lait des animaux, d'où la possibilité d'une transmission par voie orale.

La distinction entre nuisants et vecteurs est, comme on l'a vu, parfois malaisée. Mais ce n'est pas qu'une question de biologie théorique : elle a, au moins en France, des implications réglementaires pour les insectes vecteurs de pathogènes pour l'homme. Le texte législatif de référence mentionne en effet que là où « l'existence de conditions entraînant un risque de développement de maladies humaines transmises par l'intermédiaire d'insectes et constituant une menace pour la santé de la population [...], la définition des mesures de lutte nécessaires relève de la compétence de l'État ». À l'égard des arthropodes nuisants qui ne sont pas vecteurs, la définition de la responsabilité des actions de contrôle relève d'autres réglementations désignant, selon les cas, d'autres acteurs (Conseils généraux, communes, particuliers...).

Prévention collective ou personnelle

En pratique, le contrôle des arthropodes nuisants ou vecteurs fait l'objet de deux approches complémentaires.

La première est la « lutte antivectorielle », qui désigne comme cible le vecteur et comme bénéficiaire la collectivité. Elle vise à réduire localement la densité d'arthropodes vecteurs, en mettant en jeu de grands moyens dans des actions dirigées contre les populations de vecteurs ou les milieux où ils se développent (par exemple,

■ L'AUTEUR



Vincent ROBERT est directeur de recherche à l'IRD (Institut de recherche pour le développement), et travaille au Laboratoire MIGEVIC (unité mixte IRD-CNRS-Université Montpellier 1 et 2) du Centre IRD France-Sud, à Montpellier.



4. QUELQUES MOYENS D'APPOINT vendus dans le commerce : appareil à ultrasons, essence de citronnelle, bracelet anti-moustique, comprimés de vitamine B_1 . L'efficacité de ces dispositifs est soit faible (huiles essentielles, bracelets), soit nulle (appareils à ultrasons, vitamine B_1).

la lutte contre les simuliés en Afrique de l'Ouest pour enrayer la transmission de l'onchocercose, la lutte contre les moustiques à Mayotte qui transmettent le paludisme et des arboviroses, le contrôle des populations de moustiques sur le littoral méditerranéen ou atlantique pour réduire les piqûres, etc.).

La seconde approche est la protection personnelle antivectorielle (PPAV), qui vise plus modestement à protéger la maison, la famille ou l'individu en recourant à des dispositifs ou produits plus simples que ceux mis en œuvre dans la lutte antivectorielle. Abordons cette question de la prévention au quotidien.

Allier efficacité, simplicité, bas coût et absence d'effets négatifs

Idéalement, la protection personnelle antivectorielle doit à la fois être efficace, présenter le moins possible d'effets indésirables, être bon marché et suffisamment simple pour être suivie sur une longue période. Le domicile constitue un cadre privilégié pour envisager une désinsectisation. Encore faut-il respecter quelques principes de base, rappelés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), et qui relèvent du bon sens.

Tout d'abord, une utilisation d'insecticide « à l'aveugle » contre un insecte inconnu est presque toujours inefficace. Il faut la cibler sur un ou des insectes bien identifiés et localisés. Ensuite, toute lutte est d'abord mécanique, c'est-à-dire effectuée sans produit insecticide. Hygiène et propreté en constituent le socle : usage de l'aspirateur, lavage du linge à des températures supérieures à 40 °C, entretien des papiers peints, moquettes et tapis, bouchage des fentes dans les murs, pose de grillage moustiquaire aux portes et fenêtres, etc. L'usage d'insecticide chimique, lui-même optionnel, doit toujours être accompagné ou précédé par une lutte mécanique. Enfin, tuer les insectes adultes sans éliminer les larves et les œufs est généralement inefficace à court ou moyen terme.

Du côté des produits chimiques, l'utilisation de répulsifs cutanés (lotions ou crèmes appliquées sur la peau) est l'un des principaux moyens de protection individuelle. Sur le plan réglementaire, ils relèvent des produits biocides. On a longtemps pensé

que l'effet de ces lotions sur les insectes était strictement répulsif; il apparaît maintenant qu'ils sont également insecticides, puisqu'ils tuent l'insecte lorsqu'ils sont en contact avec lui. Les molécules actives ayant fait l'objet de l'évaluation prescrite au niveau européen (et également retenues aux États-Unis et au Canada) sont au nombre de quatre: le DEET, l'IR3535, le PMD (connu sous le nom de marque *Citriodiol*) et la picaridine (autres noms: icaridine, KBR 3023).

Les nombreux produits répulsifs commercialisés procurent des durées de protection très variables contre les piqûres, selon la substance active, sa concentration et sa formulation. Les durées maximales de protection sont d'une dizaine d'heures, mais certains facteurs les diminuent, par exemple la forte sudation, inévitable en zone chaude et humide.

Des précautions s'imposent pour l'usage des répulsifs sur les femmes enceintes, les nouveau-nés et les jeunes enfants. Ainsi, selon le Haut conseil de la santé publique, le seul répulsif utilisable chez la femme enceinte est l'IR3535, mais d'autres sources, telle l'OMS, sont plus tolérantes et admettent le DEET et la picaridine. Des recommandations de concentration minimale (pour assurer l'efficacité) et maximale (pour assurer l'innocuité) ont été émises, en particulier dans les zones impaludées, pour prévenir les piqûres d'anophèles vecteurs et dans les contextes d'épidémie d'arbovirus transmises par moustiques. Ces concentrations recom-

mandées sont légèrement plus faibles pour la femme enceinte ou les jeunes enfants; en contrepartie, la durée de protection est diminuée et il faut associer d'autres moyens personnels de prévention.

Parallèlement à ces répulsifs chimiques, l'offre en matière de substances « naturelles » reste soutenue, en particulier des substances à base d'huiles essentielles. Mais la durée de protection conférée par ces produits est en général inférieure à 20 minutes, c'est-à-dire très insuffisante. De plus, les risques d'allergie et de phototoxicité sont avérés. L'expertise collective récemment réalisée déconseille

LES NOMBREUX PRODUITS RÉPULSIFS commercialisés procurent des durées de protection très variables selon la substance active, sa concentration et sa formulation.

explicitement l'utilisation d'huiles essentielles comme répulsifs cutanés.

Un autre moyen important de protection personnelle est la moustiquaire imprégnée d'insecticide. Ces dernières années, de grands progrès ont été réalisés et ont augmenté la durée de protection conférée par de telles moustiquaires, avec une imprégnation effectuée dès le stade de la fabrication. Les procédés industriels réalisent l'incorporation de l'insecticide soit par fusion dans la fibre, soit en mélange dans une résine déposée autour de la fibre. On dispose maintenant de moustiquaires imprégnées qui restent efficaces pendant

plusieurs années, même après plusieurs lavages, sans nécessiter de réimprégnation manuelle d'insecticide.

Dans des conditions normales d'utilisation, une moustiquaire apporte une protection à la fois physique et chimique. Les insecticides utilisés sont toujours des pyréthrinoides (perméthrine ou deltaméthrine, le plus souvent), qui présentent pour l'insecte un effet létal quasi immédiat et, pour les mammifères, une faible toxicité. Sur ce point, des inquiétudes se font jour avec l'apparition de plus en plus fréquente de résistances des anophèles aux pyréthrinoides, notamment en Afrique.

Ce phénomène de résistance a été favorisé par l'utilisation agricole de ces insecticides, afin de protéger les récoltes.

En zone tropicale, les moustiquaires de lit et de berceau sont irremplaçables pour protéger les dormeurs ainsi que les jeunes enfants ne marchant pas encore contre nombre de maladies à transmission nocturne telles que le paludisme, des arboviroses, la maladie de Chagas, les leishmanioses et contre les piqûres de puces et de punaises de lit. L'OMS est particulièrement vigilante pour accorder son homologation à certaines moustiquaires du commerce, gage de qualité pour l'usager (concentration adéquate d'insecticide, répartition homogène, biodisponibilité pendant au moins 20 lavages, résistance au déchirement, etc).

L'efficacité du port de vêtements amples et couvrants pour faire écran aux

Principe actif	Durée d'action	Inconvénients	Avantages	Cibles
DEET < 10 %	1-3 heures	Huileux, odeur importante, altère le plastique, irrite les yeux, efficacité discutable contre les tiques, les réduves et les anophèles	Bon marché, bon recul sur l'utilisation, large spectre de protection, toxicologie bien connue	Moustiques <i>Aedes</i> , <i>Culex</i> , <i>Anopheles</i> , <i>Mansonia</i> ; phlébotomes; simulies; acariens trombiculidés; tiques dures et molles; punaises <i>Cimex</i> ; puces
DEET 20-33 %	6-12 heures			
Picaridine 7 %	3-4 heures	Cher, peu de recul sur l'utilisation, non actif sur certains moustiques, tiques et culicoïdes	Large spectre, n'altère pas les plastiques, faible odeur, non huileux, actif à faible concentration. Répulsif de choix de l'OMS pour le paludisme	Tiques; gale; acariens piqueurs; moustiques; culicoïdes; stomoxes; puces
Picaridine 15 %	6-8 heures			
IR3535®		Efficacité insuffisante à faible concentration (moins de 20 %), irrite les yeux et la peau	Large marge de sécurité, utilisation depuis plusieurs années, faible odeur, non huileux, n'altère pas les plastiques, large spectre	Tiques; sarcopte de la gale; acariens piqueurs; moustiques; culicoïdes; taons; phlébotomes
PMD 10 %	1-2 heures	Peu d'études d'évaluation, parfois odeur forte, irrite les yeux	Actif contre les anophèles et les tiques, dérivé naturel de plante	Moustiques; stomoxes; tiques; culicoïdes; mouches piqueuses

5. QUATRE RÉPULSIFS CUTANÉS ONT UNE EFFICACITÉ internationalement reconnue. Il s'agit du DEET [N,N-diéthyl-3-méthylbenzamide], de la picaridine [carboxylate de sec-butyl-2-(2-hydroxyéthyl)-

1-pipéridine, ou KBR 3023, ou encore icaridine], de l'IR3535® [N-acétyl-N-butyl-β-alaninate d'éthyle] et du PMD [mélange de cis- et trans-menthane-3,8-diol, ou Citriodiol®].