

MEDECINE TROPICALE

Diplôme de Médecine Tropicale des Pays de l'Océan Indien

La lutte antivectorielle

Professeur Pierre Aubry, Docteur Bernard-Alex Gaüzère. Texte revu le 12/07/2023

www.medecinetropicale.com

Ce texte est présenté sous forme de questions - réponses. Les auteurs répondent aux questions d'un voyageur candide.

Quels sont les principaux arthropodes vecteurs de maladies ?

Les Arthropodes (du grec *arthron* « articulation » et *podos* « pied », aussi appelés « articulés ») sont un embranchement d'animaux protostomiens dont le plan d'organisation est caractérisé par un corps segmenté. Ils sont formés de métamères munis chacun d'une paire d'appendices articulés et recouvert d'une cuticule ou d'une carapace rigide, qui constitue leur exosquelette, dans la plupart des cas constitué de chitine. Ils seraient apparus il y a 543 millions d'années et comportent quatre groupes principaux : les insectes, les arachnidés, les crustacés et les myriapodes.

De nombreux insectes piqueurs sont des vecteurs potentiels de maladies. Les moustiques sont les plus redoutables car ils sont vecteurs du paludisme, des arboviroses (fièvre jaune, dengue, infection à virus *Chikungunya*, infection à virus *Zika*, Fièvre de la vallée du Rift, encéphalite japonaise, infection à virus *West-Nil*, ...), de la filariose lymphatique.

D'autres insectes piqueurs, comme les phlébotomes, les puces, les poux, les mouches sont également vecteurs d'autres maladies tropicales.

En effet, bien que cosmopolites, les insectes sont des vecteurs de maladies principalement dans les zones tropicales d'Afrique, d'Amérique et d'Asie et à moindre degré dans les zones plus tempérées.

Quels sont les moustiques piqueurs vecteurs du paludisme ?

Ce sont des anophèles. Comme chez tous les moustiques, seules les femelles piquent pour se gorger du sang nécessaire à la maturation de leurs œufs. Les anophèles femelles piquent la nuit, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur des habitations et sont très agressifs entre vingt heures et trois heures du matin. Les moustiques du genre *Aedes*, *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus*, transmettent des arbovirus, comme heures du matin.

Voici quelques caractéristiques écologiques de l'anophèle femelle :

- a besoin de prendre des repas sanguins pour assurer la maturation des œufs,
- a une espérance de vie de 3 à 12 semaines,
- reste près de son lieu de naissance (à moins de 300 m),
- pique la nuit entre le coucher et le lever du soleil,
- vit dans ou hors des maisons (endophile / exophile),
- préfère l'homme ou les animaux (anthropophile / zoophile),
- abonde dans certains gîtes et pas dans d'autres.

Ceci explique que *An. arabiensis*, de par sa faible longévité inférieure à 14 jours et de par son comportement exophile et zoophile, favorise le maintien de l'état d'éradication du paludisme à l'île de La Réunion et à l'île Maurice. Il faut, en effet, 4 à 5 semaines pour qu'un anophèle infesté devienne infestant.

Pourquoi les anophèles sont-ils attirés par l'homme et pourquoi piquent-ils davantage certaines personnes que d'autres ?

Les anophèles seraient attirés par les odeurs naturelles du corps humain, mais également par le gaz carbonique émis par la respiration et par la sueur. Il nous faut donc rester «propres et nets». Ces facteurs étant variables d'un individu à l'autre, «des peaux à moustiques» ont un pouvoir attractif de plus de vingt fois supérieur par rapport à une peau «normale». Certains médicaments, pris par voie orale, auraient un pouvoir attractif sur les moustiques.

Quels sont les moustiques piqueurs vecteurs des arboviroses ?

ceux de la fièvre jaune, de la dengue, du chikungunya, du Zika... Les *Aedes* piquent le jour, avec un pic d'activité en début et fin de journée.

A. albopictus ou moustique tigre a longtemps été cantonné à l'Asie du Sud Est, puis s'est propagé à travers le monde ces dernières décennies à la faveur du réchauffement climatique, de l'augmentation des voyages et de sa très grande capacité d'adaptation. Il est arrivé en Europe du Sud dans les années 1990 avant de remonter progressivement vers le nord. Il a été détecté pour la première fois en France métropolitaine en 2004. D'abord cantonné au sud-est, il s'est répandu dans presque tout le pays.

Les moustiques du genre *Culex* transmettent des virus, comme ceux de l'encéphalite japonaise, de l'infection à virus *West-Nile*. Ils piquent plutôt la nuit. La fièvre de la Vallée du Rift est transmise par les moustiques des genres *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* et *Mansonia*

Certains moustiques sont capables de transmission trans-ovarienne, ce qui permet aux virus de se maintenir durablement dans la nature, les œufs pouvant survivre plusieurs années dans des conditions de sécheresse. Au moment de la saison des pluies, les œufs éclosent, les moustiques se multiplient et transmettent la maladie.

Quels sont les moustiques vecteurs des filarioses lymphatiques.

Les filarioses lymphatiques sont transmises par des moustiques des genres *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* et *Mansonia*.

Que faire pour éviter les piqûres de moustiques ?

Encadré 1 : moyens recommandés disponibles contre les piqûres de moustiques.

- Moustiquaires imprégnées d'insecticides pour berceau, poussette ou lit, selon l'âge et les vecteurs,
- Moustiquaires grillagées aux fenêtres et aux portes,
- Répulsifs cutanés sur les parties du corps non couverte, en complément du port de vêtements amples, couvrants, et légers.

Encadré 2 : moyens d'appoint recommandés contre les piqûres de moustiques.

- Diffuseur électrique d'insecticides (à l'intérieur),
- Raquettes électriques,
- Pulvérisation intra-domiciliaire de « bombes » insecticides (disponibles dans le commerce,
- Climatisation,
- Ventilation,
- Serpentin fumigène (extérieur)
- Moustiquaire non imprégnée d'insecticides.

Encadré 3 : moyens non recommandés contre les piqûres de moustiques (efficacité non démontrée – à ne pas utiliser).

- Les bracelets anti-insectes pour se protéger des moustiques et des tiques
- Les huiles essentielles dont la durée d'activité, généralement inférieure à 20 minutes, est insuffisante et qui peuvent causer des irritations cutanées ou une photosensibilisation,
- Les appareils sonores à ultrasons, la vitamine B1, l'homéopathie, les rubans, les papiers et autocollants gluants sans insecticide.
- Vêtements imprégnés d'insecticides ne sont plus recommandés (BEH 2022) en population générale, sauf pour des groupes de

population particuliers (refugiés, militaires), en l'absence d'accès aux moustiquaires imprégnées

Notons qu'il faut se protéger contre les moustiques à comportement nocturne en dormant sous une moustiquaire imprégnée d'insecticide, pulvériser des insecticides dans les maisons, demeurer dans des habitations avec grillages aux fenêtres et aux portes, et utiliser des répulsifs, encore appelés repellents ou insectifuges ou anti-moustiques.

De plus, une tenue vestimentaire réduisant la surface cutanée exposée et l'enduit d'un produit insectifuge sur la peau dénudée sont les meilleures précautions à prendre contre les moustiques à comportement diurne.

Enfin, la destruction, autour des habitations, des collections d'eau qui constituent les gîtes larvaires, ainsi que la bonne gestion des ordures, sont également primordiales dans la prévention des nombreuses maladies transmises par les moustiques.

Faut-il utiliser les moustiquaires et comment ?

Oui, ce sont des moyens indispensables hautement recommandés. Il faut utiliser des moustiquaires imprégnées d'insecticides avec des pyréthrinoïdes (perméthrine, deltaméthrine, bifenthrine). Elles ont fait la preuve de leur efficacité dans la prévention du paludisme, grâce à leur effet à la fois insectifuge (qui écarte les insectes) et insecticide (qui tue les insectes). Soit la moustiquaire est vendue imprégnée, soit on peut l'imprégner soi-même avec des kits d'imprégnation. La rémanence du produit étant de trois mois environ, il faut refaire l'imprégnation régulièrement. Actuellement, il existe des moustiquaires imprégnées «longue durée» qui résistent à plusieurs lavages avec une efficacité d'environ 5 ans. La moustiquaire doit être en bon état, ne pas être trouée et être correctement bordée sous le matelas ou toucher le sol.

Que penser des vêtements imprégnés ?

« En matière de protection personnelle anti-vectorielle contre les maladies transmises par les arthropodes, l'actualité en 2022 est l'abandon de la recommandation d'imprégnation des vêtements par la perméthrine pour la population générale. L'absence de preuve de son efficacité et le risque de sa toxicité individuelle et environnementale sont désormais bien documentés. Elle n'est plus recommandée que pour des groupes de population particuliers (réfugiés, militaires), en l'absence d'accès aux moustiquaires imprégnées »

Quand faut-il utiliser les insecticides ?

Le soir dans les chambres, il faut utiliser les bombes insecticides et/ou les diffuseurs électriques d'insecticides contenant des pyréthrinoïdes (avec tablette ou avec flacon de liquide) en n'oubliant pas l'adaptateur pour la prise de courant, selon que le pays visité. Dans une pièce aérée ou bien à l'extérieur, il faut faire brûler des serpentins fumigènes contenant des pyréthrinoïdes.

La climatisation et la ventilation protègent-elles contre les moustiques ?

Non, car l'air frais ne fait que réduire la virulence des moustiques sans les tuer. Il faut donc continuer d'utiliser les insecticides en milieu climatisé.

Pour les *Anophèles* et les *Culex* qui piquent la nuit, ce sont les moustiquaires imprégnées d'insecticides qui sont les plus efficaces. Pour les *Aedes* qui piquent le jour, les répulsifs cutanés sont les plus efficaces

Il s'agit là de moyens de prévention pour les particuliers. Quelles sont les méthodes de prévention réservées aux professionnels de la lutte antivectorielle ?

Les méthodes de prévention réservées aux professionnels de la lutte antivectorielle visent à contrôler les populations vectorielles. Si la priorité reste la lutte antipaludique, le paludisme restant endémique dans de nombreux pays du Sud, les épidémies de dengue et de *Chikungunya* ont justifié d'étendre la lutte antivectorielle aux *Aedes*. La lutte antivectorielle est dite « AV intégrée » associant la lutte larvicide dans les gîtes permanents et la lutte adulticide par insecticides, la destruction des gîtes sans utilisation d'insecticides et l'éducation sanitaire. Un dispositif de toxicovigilance doit être mis en place pour surveiller les éventuelles intoxications liées à l'utilisation des insecticides larvicides ou adulticides.

Comment agissent les répulsifs ?

Les répulsifs déposés sur la peau contiennent un principe actif qui ne tue pas les insectes, mais qui brouille leurs antennes et les éloigne. Il faut les appliquer sur les parties découvertes exposées aux moustiques, ainsi que celles qui peuvent se découvrir lors des mouvements en sachant que leur durée d'action n'est que de quelques heures, selon les produits et la température extérieure. L'application doit être renouvelée plus fréquemment en fonction de la transpiration (qui lave le produit et qui attire particulièrement les moustiques), des bains et des douches. L'application de crème solaire diminue la durée de protection des répulsifs. Les produits à base de DEET auraient, en plus de leur effet de brouillage, une certaine action insecticide directe sur les moustiques.

Quels sont les principaux répulsifs ?

Beaucoup de répulsifs (insecticides ou repellents) sont disponibles sur le marché. Il faut faire un choix parmi les quatre substances actives entrant dans la composition des répulsifs corporels :

- DEET (N,N-diéthyl-m-toluamide),
- IR3535 (N-acetyl-N-butyl-β-alanilate d'éthyle),
- Icaridine (Carboxylate de Sec-butyl 2-(2-hydroxyéthyl)pipéridine-1) ou KBR3023,
- Huile d'*Eucalyptus citriodora*, hydratée, cyclisée (produit naturel, le dérivé de synthèse étant le PMD (Para-Menthane-3,8, diol)

Les produits contenant du DEET et de l'IR3535 font l'objet d'une Autorisation de mise sur le marché (AMM), assortie d'un résumé des caractéristiques du produit (RCP). Ce RCP indique les instructions d'emploi nécessaires pour garantir une efficacité du produit et une utilisation sans risques inacceptables pour l'homme ou l'environnement. Ils ont une efficacité large contre les arthropodes.

L'icardine ou KBR3023 a un large spectre de protection à une concentration de 20 à 25 %. L'huile d'*Eucalyptus citriodora* n'a été que partiellement évaluée en terme de toxicité.

Quelle est la durée de protection des répulsifs ?

La durée d'action des répulsifs est, tout comme leur efficacité, très variable en fonction de la concentration du produit. La durée d'action du DEET est, par exemple, pour le DEET 30 % de 6 heures. Elle dépend aussi des conditions d'application (températures, bains, crème solaire) Il ne faut pas dépasser 3 applications par jour.

Les prescriptions des répulsifs sont-elles les mêmes selon l'âge et le sexe ?

Non. Le tableau I traite des répulsifs pour la protection des piqûres de moustiques : substances actives et mode d'utilisation, selon l'âge de l'enfant et chez la femme enceinte.

Note : La liste des produits biocides est accessible via la base de données en ligne Simmbad (www.simmbad.fr). Pour les produits répulsifs disposant d'une AMM (DEET, IE3535), les décisions contenant les conditions d'utilisations autorisées sont disponibles sur le site de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (https://www.anses.fr/fr/decisions_biocide). Les conditions d'utilisation indiquées dans les AMM n'ont pas comme unique objectif la prévention des maladies vectorielles : elles prennent en compte les risques de toxicité individuels et environnementaux liés aux substances contenues dans ces produits.

Il convient de lire attentivement les instructions exactes du produit avant son acquisition. Pour les produits disposant d'une AMM se référer au RCP pour leur utilisation.

Tableau I . Les répulsifs disponibles pour la protection contre les piqûres de moustiques.

Molécules et substances actives	Concentrations usuelles	Avantages	Inconvénients	Enfants*	Femmes enceintes
DEET (N1, N-diéthyl-m-toluamide)	30 à 50 % [10-25 %]	Molécule utilisée depuis plusieurs décennies. Large spectre d'utilisation	Huileux Fait fondre les plastiques Irritant pour les yeux	10 % entre 1 et 2 ans 30 % et plus à partir de 2 ans	≤ 30 % Zone à risque élevé
IR3535 (N-acetyl-N-butyl-β-alaninate d'éthyle)	20 à 35 % [10-20 %]	Très sûre selon les données Faible odeur Non huileux N'altère pas les plastiques Large spectre d'utilisation	Parfois inefficace aux faibles concentrations	10 à 20% à partir de 6 mois	≤ 20 %
KBR3023 ou Icaridine ou picaridine (Carboxylate de Sec-butyl 2-2-hydroxyéthyl)pipéridine-1)	20 à 25 % [10-20 %]	Large spectre d'activité N'altère pas les plastiques Faible odeur	Pas aussi efficace que le DEET	10 % à partir de 24 mois	≤ 0 %
Huile d'eucalyptus citriodora, hydratée, cyclisée, produit naturel, le PMB ou para-menthane-3,8 diol étant un produit de synthèse)**PMD (mélange de cis- et trans-p-menthane-3,8 diol) ou 2-Hydroxy-α,α,4-triméthylcyclohexanemethanol	10 à 30 %	Large spectre d'activité	Évaluation partielle Moindre durée d'efficacité Forte odeur Très irritant pour les yeux	Pas chez les enfants de moins de 3 ans ***	≤ 10 %

Source : D'après Debboun M, Frances SP, Strickman DA. Insect repellents handbook, CRC Presse 2015

* Pour les nourrissons, l'utilisation d'une moustiquaire sur le berceau ou le landau est recommandée.

** L'huile d'Eucalyptus n'est pas une huile essentielle

*** CDC Atlanta, Yellow book.

Les précautions en vue d'une protection efficace contre les moustiques doivent être prises dès la tombée de la nuit. Mais, certains moustiques, comme *Anopheles darlingi* de la Région amazonienne, piquent entre 8 et 10 heures du soir, avant l'heure du coucher. Il faut alors combiner moustiquaires imprégnées et répulsifs.

Quelles sont les précautions d'emploi des répulsifs ?

Il ne faut pas les utiliser en cas d'antécédents d'allergie cutanée, ne pas les appliquer sur les endroits où la peau est très fine, sur des blessures ou abrasions de la peau, sur le pourtour des yeux et des lèvres. Il convient de se laver les mains après application des répulsifs, pour ne pas risquer de se frotter les yeux, car les produits sont irritants. Enfin, il ne faut pas faire plus de trois applications par jour.

Quelles sont les précautions d'emploi chez le jeune enfant ?

Devant le risque de contracter une maladie potentiellement grave, comme le paludisme, aucun moyen de protection contre les piqûres de moustiques ne doit être négligé chez le jeune enfant. L'utilisation de répulsifs ne doit donc pas être absolument exclue. En France, leur utilisation n'est

restreinte que chez les nourrissons de moins de 6 mois. Les moustiquaires de berceau et de poussette imprégnées ou non d'insecticides restent alors le moyen le plus efficace.

Les Anglo-saxons n'ont pas les mêmes recommandations en ce qui concerne les répulsifs ?

C'est exact. Les Anglo-saxons ont actuellement une bonne expérience des répulsifs. Depuis 1999, des épidémies dues à un arbovirus, le *virus West Nile*, transmis par un moustique du genre *Culex*, frappent les États-Unis d'Amérique et le Canada. Le CDC d'Atlanta restreint l'utilisation des répulsifs que chez les nourrissons de moins de 2 mois. Ainsi, le DEET est conseillé aux USA à une concentration à moins de 30 % chez l'enfant dès l'âge de deux mois et sans restriction chez la femme enceinte. Le Canada est plus restrictif quant à son utilisation : le DEET y est déconseillé à des concentrations de plus de 30 %, mais conseillé à des concentrations de moins de 10 % dès l'âge de six mois et à moins de 20 % chez la femme enceinte.

Quels sont les risques des répulsifs ?

Les effets secondaires des répulsifs, telles les irritations de la peau, sont assez fréquents mais disparaissent généralement en quelques heures après l'arrêt de l'application. Les personnes allergiques ou à la peau sensible doivent appliquer un peu de produit sur une petite zone pour tester leur réaction. Les effets secondaires plus graves sont très rares et principalement liés à une mauvaise utilisation du répulsif : surdosage dû à une quantité appliquée trop importante ou à des applications trop rapprochées, application autour de la bouche, dans les plis du coude ou sur les paumes de mains, ingestion accidentelle par l'enfant.

Aucun répulsif n'a été étudié lors d'un usage prolongé supérieur à trois mois. Le DEET est le produit avec lequel le recul est le plus grand. Les études effectuées avec ce produit chez les enfants et les femmes enceintes n'ont pas confirmé la suspicion de toxicité sur le système nerveux central, ni montré de risques de malformation du fœtus. Enfin, différents répulsifs ne doivent pas être utilisés en même temps.

Quels répulsifs utiliser chez l'enfant et chez la femme enceinte et à quelle concentration ?

Chez les nourrissons de zéro à six mois, les répulsifs sont déconseillés.

Chez les enfants de l'âge de la marche à 24 mois : DEET 10 %.

Chez les enfants de 24 mois à 12 ans : DEET 20 à 30 %.

Chez l'enfant de plus de douze ans : tout répulsif peut être appliqué.

Chez les femmes enceintes : IR3535 20 %.

Que retenir en définitive ?

Retenons que le DEET semble le produit le plus efficace et que les études menées aux USA et au Canada n'ont pas confirmé la suspicion de neurotoxicité chez les enfants, ni le risque de malformation chez le fœtus. Il faut cependant particulièrement veiller à l'utilisation des insecticides chez l'enfant : éviter de les appliquer sur les mains pour éviter ensuite tout contact avec les yeux et la bouche, garder tout produit insecticide hors de sa portée, toujours en surveiller l'application. Il faut utiliser les insecticides en fonction des heures d'activité des insectes vecteurs : les *Anophèles* piquent la nuit, les *Aedes* piquent dans la journée, le matin et le soir.

Quels sont les autres arthropodes piqueurs autres que les moustiques responsables de maladies sous les tropiques ?

Ce sont :

- **les phlébotomes**, minuscules moustiques mesurant de 1 à 4 millimètres de long, qui transmettent les leishmanioses viscérale et cutanée. Ils piquent du coucher au lever du soleil ou le jour dans l'obscurité. On peut s'en protéger par les moustiquaires, obligatoirement imprégnées d'insecticides (les phlébotomes passent à travers les mailles des moustiquaires) et les répulsifs.

- **les poux de corps** peuvent transmettre une rickettsiose, le typhus exanthématique, et la fièvre récurrente à poux. Ils piquent jour et nuit. Les personnes dans les camps de réfugiés ou dans les prisons sont à risque.
- **les puces** peuvent transmettre la peste et le typhus murin. Elles piquent jour et nuit. La prophylaxie repose sur l'hygiène individuelle et collective de base et sur le contrôle des puces et des rats.
- **les mouches** peuvent transmettre par leurs pattes et à distance les maladies du péril fécal. Les mouches vectrices de maladies par leurs piqûres sont d'une part les mouches tsé-tsé ou glossines qui transmettent en Afrique subsaharienne la trypanosomiase humaine africaine ou maladie du sommeil, d'autre part les simulies qui transmettent une filariose dermique, l'onchocercose ou cécité des rivières. Glossines et simulies piquent le jour.
- les tiques se différencient en tiques molles (*Argas, Ornithodoros...*) et en tiques dures (*Ixodes, Dermacentor, Hyalomma, Rhipicephalus...*). Elles ont une répartition mondiale. Les tiques dures transmettent les Rickettsioses, la maladie de Lyme, les Erlichioses. Les tiques molles transmettent les Fièvres récurrentes. Il faut, pour s'en protéger, prendre des précautions lors des promenades et dans les campements en brousse : pantalons longs et chaussettes, répulsifs (DEET), vêtements imprégnés d'insecticides. Les tiques s'accrochent sur un hôte de passage qui circule dans leur milieu naturel et il faut, après une promenade en milieu rural rechercher la présence de tiques sur le corps et sur la tête afin de les enlever le plus rapidement possible.

Qu'en est-il des punaises ?

Cosmopolites, les punaises de lit, *Cimex lectularius* (commun) et *C. hemipterus* (tropical), de la famille des *Cimicidae*, ne transmettent pas de maladie mais elles perturbent le sommeil des voyageurs peu exigeants sur la qualité des logements. La maladie de Chagas est transmise en Amérique latine par des triatomés ou **réduves**, qui sont des punaises hématophages qui piquent la nuit à l'intérieur des habitations.

Le tableau II donne la liste des répulsifs disponibles contre les piqûres d'arthropodes

Substance Active	Concentration	Principaux Arthropodes	Avantages	Inconvénients	Enfants (3)	Femmes enceintes
DEET (1)	30 à 50 %	Culicoïdes Moustiques Phlébotomes Simulies Tiques dures	Molécule utilisée depuis des décennies Large spectre d'utilisation	Huileux Fait fondre les plastiques Irritant pour les yeux	10 % entre 1 et 2 ans et plus à partir de 2 ans	30 %
IR3535 (1)	20 à 35 %	Culicoïdes Moustiques Phébotomes Tiques dures	Très sûre Faible odeur Non huileux N'altère pas les plastiques Large spectre d'utilisation	Parfois inefficace aux faibles concentrations	20 % entre 6 mois et 2 ans 25 % et plus à partir de 2 ans	20 %
KBR3023 (2)	20 à 25 %	Culicoïdes Mouches piqueuses Moustiques Puces Tiques dures	Large spectre d'activité N'altère pas les plastiques Faible odeur	Pas aussi efficaces que Le DEET contre les tiques, certaines anophèles et les culicoïdes	25 % à partir de 24 mois	20 %
PMD (2, 4))	10 à 30 %	Culicoïdes Mouches piqueuses Moustiques Tiques dures	Efficace contre les anophèles et les tiques	Évaluation partielle Forte odeur Très irritant pour les yeux	Pas chez les enfants de moins de 3 ans (5)	10 % -

D'après Debboun M, Frances SP, Strickman DA. Insect repellents handbook, CDC Press 2015

1- Produits disposant d'une AMM

2- Produits en cours d'évaluation au niveau européen

- 3- Pour les nourrissons, l'utilisation d'une moustiquaire sur le berceau ou le landau est recommandée
- 4- L'huile d'Eucalyptus n'est pas une huile essentielle
- 5- CDC Atlanta

Comme il est impossible de ne pas être piqué, que faire contre les piqûres d'insectes ?

La réaction cutanée élémentaire la plus fréquente après une piqûre d'insecte est l'urticaire papuleuse : œdème très prurigineux, localisé au siège de la piqûre, évoluant vers une papule, voire une bulle. Toute piqûre d'insecte peut entraîner des complications infectieuses. Les insectes en cause sont des hyménoptères (abeilles, guêpes, frelons, bourdons), des diptères (moustiques, mouches, glossines, larves de mouches), des punaises, des puces, des lépidoptères (chenilles, papillons), des coléoptères ou scarabées. Le traitement des piqûres d'insectes repose sur une crème à base d'antihistaminiques ou d'analgésiques ou, pour les moustiques, de dermocorticoïdes. Le traitement préventif est basé sur les répulsifs.

Vous avez parlé des maladies liées aux piqûres d'arthropodes vecteurs, mais vous n'avez pas évoqué les risques liés aux envenimations par les arthropodes ?

C'est un autre problème : celui des envenimations par les arthropodes, soit par des insectes piqueurs en particulier les hyménoptères (abeilles, guêpes, frelons, fourmis) ou par des arachnidés (araignées, scolopendres, scorpions). Ce sujet est traité dans le cours sur les envenimations par les animaux terrestres.

Y a-t-il de nouvelles méthodes de lutte de lutte contre les moustiques ?

Oui, il existe des méthodes de lutte contre les moustiques sans l'utilisation de pesticides. Trois sont retenues :

- La technique de l'insecte stérile (TIS) : elle consiste à élever des moustiques, à les stériliser aux rayons X et à les lâcher sur le terrain où ils vont s'accoupler avec les femelles sauvages. Ces dernières ne s'accouplant qu'une seule fois, elles n'auront pas de descendance. Le TIS est largement utilisé dans de nombreux pays, notamment en agriculture. L'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) conduit, depuis 2009, des recherches visant à étudier la faisabilité de la TIS pour lutte contre *Aedes albopictus*, le moustique-tigre.

- La technique utilisant la bactérie *Wolbachia* : c'est la technique de l'insecte incompatible qui repose sur l'utilisation de la bactérie *Wolbachia* qui infecte naturellement 60 % des arthropodes et est transmise de la mère aux descendants via les cellules sexuelles femelles. Si des moustiques mâles porteurs de *Wolbachia* sont libérés dans l'environnement et qu'ils s'accouplent avec des femelles n'ayant pas la bactérie, les œufs n'éclore pas : c'est la stratégie dite de « suppression ». Une autre stratégie dite « remplacement » repose sur les femelles porteuses de *Wolbachia* : celles-ci vont pondre des œufs et transmettre la bactérie à toute leur descendance, que les mâles soient ou non porteurs de *Wolbachia*. Cette technique est appliquée en Nouvelle-Calédonie.

- Les moustiques génétiquement modifiés : il s'agit de la technique RIDL (*release of insects carrying a dominant lethal gene* ou lâcher d'insectes porteurs d'un gène de létalité dominante). Des moustiques mâles qui, contrairement aux moustiques femelles ne piquent pas, sont génétiquement modifiés. Leur descendance meurt avant d'atteindre l'âge adulte. C'est la technologie *Friendly* qui fonctionne grâce à un système exclusif mis au point par la société Oxitec Ltd. Elle a reçu l'autorisation de l'Agence américaine de protection de l'environnement. Cette technologie a déjà été utilisée au Brésil et aux États-Unis (Floride, Californie) pour lutter contre *Aedes aegypti*. Elle doit être étendue à la lutte contre des anophèles largement résistants aux insecticides, comme *Anopheles stephensi*, dont on prévoit qu'il sera à l'origine d'épidémies de paludisme dans les villes d'Afrique, et à *Anopheles albimanus*, qui ralentit les efforts d'éradication du paludisme en Amérique centrale et dans certaines régions d'Amérique du Sud, car il pique volontiers à l'extérieur, ce qui réduit l'efficacité des moustiquaires et autres outils de prévention à l'intérieur. *An. stephensi* est le vecteur dominant du paludisme en Asie du Sud et au Moyen-Orient. Il a envahi Djibouti, dans la Corne de l'Afrique, en 2012. Il a la capacité de se reproduire dans les

villes, ce qui le distingue des autres moustiques vecteurs du paludisme.

Oxitec Ltd doit commencer des essais sur le terrain de ses moustiques autolimités génétiquement modifiés en Méso-Amérique et dans la Corne de l'Afrique, dans le but de ralentir la progression du paludisme.

L'utilisation de nanocristaux de cellulose (CNC) est une méthode nouvelle, évolutive et sûre pour lutter contre les moustiques. Ils empêchent l'émission d'indices corporels recherchés par les moustiques pour atterrir sur la peau et se nourrir de sang. C'est également une plate-forme pour la dispersion sûre et stable avec une libération prolongée des répulsifs actifs existants contre les moustiques. La biocompatibilité des CNC, leur omniprésence ainsi que la capacité de production de masse rentable font de ceux-ci un outil idéal pour le développement d'une nouvelle génération d'équipements de protection individuelle (EPI) anti-moustiques.

Références

- Numéro thématique sur l'évaluation du paludisme et de la lutte antivectorielle, coordonné par Christophe Rogier. Méd. Trop., 2009; 69, 106-207.
- Debecq J.S, Bavielle M., Margueron T., Mussard R., Filleul L. La réémergence du Chikungunya à La Réunion en 2010 : évolution des actions de lutte antivectorielle. Bull. Soc. Pathol. Exot.; 2011,104, 153-160.'
- OMS-Voyages internationaux et santé, éditions 2011 des recommandations de l'OMS pour les voyages internationaux. Chapitres 3, 5 et 7.
- Bavielle M., Debecq J.S., Reilhes O., Margueron T., Polycarpe D. Filleul L. L'évolution de l'organisation de la lutte antivectorielle à La Réunion entre 2005 et 2010. Méd. Trop., 2012, 72, 43-46.
- Boyer S. La technique de l'insecte stérile une lutte ciblée sans insecticide. Méd. Trop., 2012, 72, 60-62.
- Utarini A, Indreani C, Ahmad RA et coll. Efficacy of Wolbachia-infected mosquito deployments for the control of dengue. N Engl J Med 2021; 384 (23) : 2177-2186;
- InvS. Recommandations sanitaires pour les voyageurs 2022. BEH Hors-série 3 juin 2022, pp. 33-39.
- The Conversation. Les moustiques modifiés pour lutter contre la dengue, le chikungunya ou la fièvre jaune. 7 septembre 2022.
- Conrow J (Cornell Univ). Oxitec étend ses essais de moustiques GM afin de lutter contre la progression du paludisme.2022.
- Voignac D, Sar-Shamom E, Paltel Y et al. Mosquito bite prevention through self-assembled cellulose nanocystis. PNAS Nexus 2023; 2 (4): pgado69.