

Aedes albopictus et le risque arbovirus en France métropolitaine : la nécessité d'une surveillance intégrée

Frédéric Jourdain (1) (frederic.jourdain@ird.fr), Marie-Claire Paty (2), Yvon Perrin (1), Didier Fontenille (1, 3).

(1) Centre national d'expertise sur les vecteurs, Montpellier, France

(2) Institut de veille sanitaire, Département des maladies infectieuses, Unité d'infections entériques d'origine alimentaire et zoonoses, Saint-Maurice, France

(3) Institut de recherche pour le développement, UMR MIVEGEC 224-5290 CNRS-IRD-UM1-UM2, Montpellier, France

Résumé

Aedes albopictus, communément appelé moustique tigre, est une espèce particulièrement invasive du fait de ses caractéristiques biologiques. Initialement considéré comme un vecteur secondaire, l'espèce a cependant été impliquée comme principal vecteur lors d'épidémies de dengue, de chikungunya et, plus récemment, du virus Zika. L'extension de son aire de répartition entraîne de nouveaux risques sanitaires en France métropolitaine et nécessite un cadre pluridisciplinaire pour la préparation et la mise en œuvre de la réponse à ces risques.

Mots-clés

Aedes albopictus, chikungunya, dengue, espèce invasive, gestion du risque surveillance

Abstract

Aedes albopictus and arboviral risk in metropolitan France: the need for integrated surveillance

Aedes albopictus, commonly known as the Asian tiger mosquito, is one of the most invasive species because of its biological characteristics. Originally considered as a secondary vector, it has nevertheless been involved as the main vector during epidemics of arboviruses such as dengue virus, chikungunya virus and more recently Zika virus. The geographical spread of this mosquito raises new threats to human health in mainland France. Dealing with these risks requires response preparedness within a multidisciplinary framework.

Keywords

Aedes albopictus, Chikungunya, Dengue, Invasive species, Risk management, Surveillance

Aedes albopictus est une des 3 500 espèces de moustique actuellement décrites dans le monde. Elle se caractérise par sa couleur zébrée noire et blanche, responsable du nom vulgaire du moustique tigre (Figure 1).

Biologie - Ecologie

Les principaux caractères d'identification sont la présence de fines bandes basales blanches élargies latéralement sur l'abdomen, d'une bande centrale sur le thorax et d'anneaux blancs situés sur les pattes après les articulations. Sa taille, relativement modeste pour un moustique, varie de cinq à dix millimètres.

Originaire des forêts tropicales d'Asie du Sud-Est, sa grande plasticité écologique lui a permis de s'adapter à divers environnements, et en particulier au milieu urbain. L'espèce est ainsi capable de coloniser une



Figure 1. Femelle adulte *Aedes albopictus* (crédits JB Ferré, EID Méditerranée)

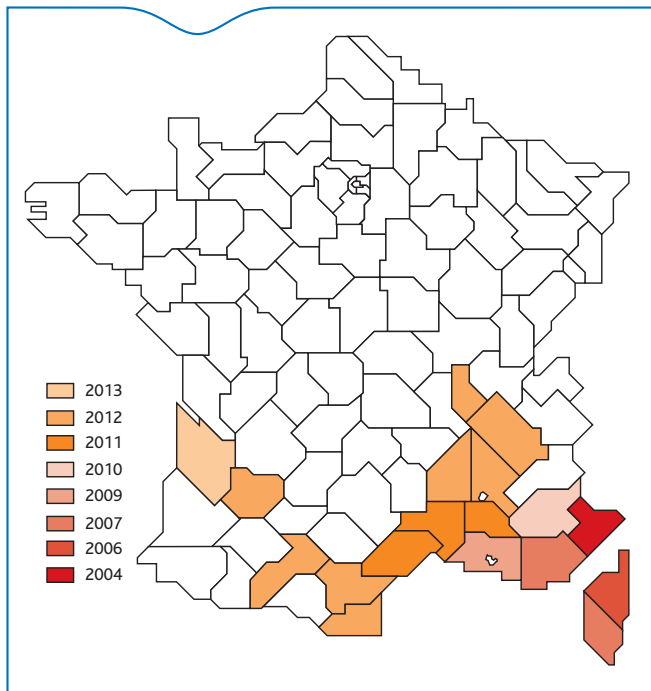


Figure 2. Départements français déclarés comme colonisés par *Aedes albopictus* au 1^{er} septembre 2014. La carte diffère de celle proposée dans l'article de V. Robert, pp. 26-29, car le choix a été fait ici de ne pas représenter les interceptions ponctuelles, non suivies d'une implantation pérenne de l'espèce.

multitude de récipients d'origine anthropiques (vases, fûts, pneus...) dans lesquels la femelle pond ses œufs. A la faveur du commerce international et notamment de celui des pneus usagés, *Ae. albopictus* a progressivement été introduit sur les cinq continents au cours des trente dernières années. Cette capacité à être transporté et à coloniser des zones tempérées est due à une plasticité physiologique également importante. D'une part, les œufs d'*Ae. albopictus* ont comme particularité de résister à la dessiccation, ce qui favorise leur transport et augmente leur durée de vie. D'autre part, sa capacité de diapause lui permet de survivre durant l'hiver sous forme d'œufs en dormance (« hibernation ») dans les régions tempérées. Suite à ces introductions, l'espèce est aujourd'hui implantée dans plus de 80 pays situés en Asie, dans l'Océan Indien, dans le Pacifique, en Afrique, dans le Bassin méditerranéen et dans les Amériques (Bonizzoni *et al.*, 2013). Cette expansion fulgurante lui vaut d'être classé parmi les cent espèces les plus invasives au monde (Invasive Species Specialist Group, 2011). Pour l'Europe, des cartes de présence de l'espèce sont régulièrement mises à jour par l'ECDC sur la base des données du réseau européen VBORNET (ECDC/VBORNET, 2014).

Aedes albopictus est un moustique principalement diurne et exophage⁽¹⁾, préférant piquer en début de matinée et fin d'après-midi en extérieur. Les femelles piquent préférentiellement les mammifères, en particulier l'Homme; cependant elles peuvent se nourrir sur la plupart des groupes de vertébrés à sang chaud et froid, tels que les reptiles, les oiseaux et les amphibiens (Paupy *et al.*, 2009). Son habitat étant à proximité de l'Homme, il peut être source de très fortes nuisances notamment dans les quartiers résidentiels où les gîtes larvaires sont nombreux. Dans le Sud-Est de la France, son activité saisonnière s'étend du mois d'avril au mois de novembre.

Aire de répartition en France

Détectée en Italie dans les années 1990, l'espèce est surveillée en France métropolitaine depuis les années 2000 avec pour principal outil de surveillance entomologique le piège pondoir. Ce piège constitué d'un seau noir contenant de l'eau (attractif) et d'un morceau

de polystyrène flottant (support de ponte) permet de proposer un site de ponte attractif pour l'espèce. Un larvicide est également ajouté pour éviter toute production de moustiques. Cette surveillance est principalement mise en place dans les grandes agglomérations et le long des axes de communication, car les œufs et les adultes peuvent être déplacés passivement par l'Homme.

Initialement, les zones surveillées en France étaient celles où étaient installées des entreprises importatrices de pneus usagés et commerçant avec des zones où *Ae. albopictus* était présent, ainsi que le long de la frontière franco-italienne. Parallèlement à des introductions, détectées puis contrôlées, chez certains importateurs de pneus dans le nord de la France, l'implantation d'une population d'*Ae. albopictus* a été mise en évidence dans le sud-est de la France en 2004 à Menton. La surveillance s'est progressivement amplifiée (13 pièges pondoirs en 2002, 2 600 pièges en 2012) et a permis de suivre sa progression. Aujourd'hui, l'espèce a colonisé la quasi-totalité des Alpes-Maritimes, du Var, des Bouches-du-Rhône, de la Haute-Corse et de la Corse-du-Sud. L'espèce est également implantée dans quelques communes des Alpes-de-Haute-Provence, du Vaucluse, de l'Hérault, du Gard, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales, de la Haute-Garonne, du Lot-et-Garonne, de l'Ardèche, de la Drôme, de l'Isère, du Rhône et de la Gironde (Figure 2). Au cours de la surveillance au titre de l'année 2014, un début d'implantation a été observé en Vendée et des populations ont été déclarées comme implantées dans certaines communes de Saône et Loire et de Savoie. Des interceptions (identification de la présence et contrôle) sont également régulièrement réalisées à d'autres points du territoire.

Rôle vectoriel

La capacité vectorielle d'*Ae. albopictus* a été démontrée expérimentalement pour une large gamme d'arbovirus et l'isolement ou la détection de sept différents virus a été réalisée sur des spécimens collectés sur le terrain. Le rôle de ce moustique dans la transmission reste cependant incertain pour la plupart de ces agents pathogènes. *Ae. albopictus* est un vecteur avéré pour certains d'entre eux, notamment les virus de la dengue, du chikungunya et de Zika (Grard *et al.*, 2014; Paupy *et al.*, 2009). *Ae. albopictus* est également capable de transmettre des filaires du genre *Dirofilaria*, parasite qui affecte principalement les chiens mais qui peut dans certains cas être transmis à l'Homme. Bien que la très grande majorité de ces maladies virales sévissent principalement en zones tropicales, une transmission locale entraînant la survenue des cas autochtones (contractés en dehors de tout voyage) en France métropolitaine représente un risque bien réel. Ainsi, en 2010, deux cas autochtones de dengue (La Ruhe *et al.*, 2010) et deux cas autochtones de chikungunya (Grandadam *et al.*, 2011) ont été détectés respectivement à Nice et à Fréjus. Un cas de dengue autochtone a également été détecté en 2013 dans les Bouches-du-Rhône (Marchand *et al.*, 2013). En 2014, quatre cas autochtones de dengue ont été identifiés: deux cas non liés dans la zone de Toulon et deux cas liés dans la zone d'Aubagne, ainsi qu'un foyer de onze cas de chikungunya à Montpellier (InVS, 2014).

Pour qu'une transmission de ces virus (dengue et chikungunya) ait lieu en France métropolitaine, plusieurs conditions sont nécessaires: (1) la présence du vecteur, (2) l'exposition du vecteur à un virus de la dengue ou du chikungunya (classiquement par une personne infectée et virémique) et (3) une population humaine immunologiquement naïve vis-à-vis de ces virus, ce qui est le cas de la plupart des habitants de France métropolitaine, population dans laquelle ces virus ne circulent pas.

L'infection des moustiques *Ae. albopictus* en France métropolitaine par les virus de la dengue et du chikungunya peut survenir à l'occasion de la piqûre d'une personne, infectée lors d'un séjour dans un pays où ces virus circulent⁽²⁾ et virémique à son retour en métropole (« cas importé virémique »). Après quelques jours nécessaires à la réplication du virus et à son passage jusqu'aux glandes salivaires du moustique, ces moustiques seront capables de transmettre à leur tour, sur le territoire

(1) Se dit d'un arthropode hématophage effectuant ses repas sanguins à l'extérieur de l'habitat de son hôte.

(2) Antilles, Amérique du Sud, Asie du Sud-Est, Océan Indien, Afrique.

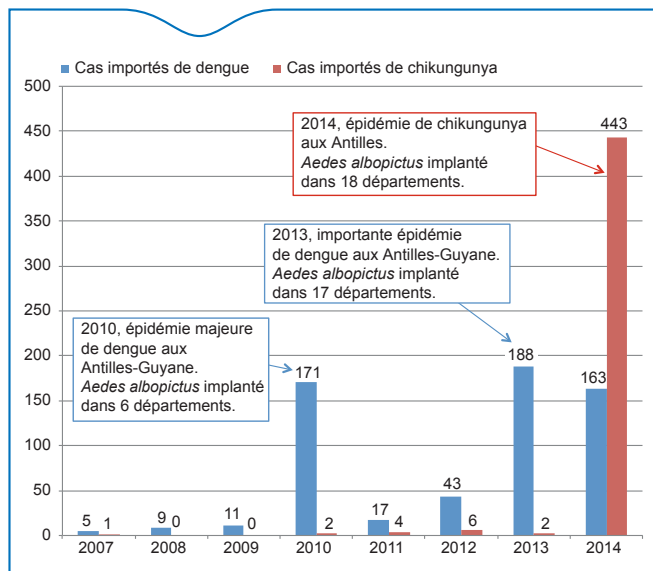


Figure 3. Cas importés de chikungunya et de dengue confirmés dans les départements colonisés par *Aedes albopictus* et durant la période d'activité du vecteur (du 1^{er} mai au 30 novembre) sur la période 2005-2014

métropolitain, le virus à une autre personne. Ce risque de transmission autochtone est réel dans les départements où le vecteur est implanté, durant la période d'activité d'*Ae. Albopictus*, à la faveur de la rencontre du vecteur et de cas importés virémiques (Paty, 2014).

Le nombre de cas importés est lié à l'épidémiologie de la dengue et du chikungunya dans le monde, notamment aux périodes épidémiques, et aux flux de voyageurs. Du fait des échanges avec la métropole, les épidémies survenant dans les DOM ont un impact particulièrement important sur le nombre de cas importés en métropole (Figure 3). Cela a en particulier été observé en 2006 lors de l'épidémie de chikungunya à La Réunion et à Mayotte ainsi qu'en 2010 et 2013-2014 lors des épidémies de dengue dans les départements français d'Amérique. En 2014, l'épidémie de chikungunya aux Antilles a également conduit à un nombre élevé de cas importés de chikungunya pendant la période d'activité d'*Ae. Albopictus* dans les départements où il est implanté. Ce sont ainsi 443 cas importés de chikungunya (ainsi que 163 cas importés de dengue) qui ont été détectés entre le 1^{er} mai et le 30 novembre 2014 dans les départements à risque (InVS, 2014). Un seul épisode de transmission autochtone de chikungunya, avec un foyer de onze cas à Montpellier, a cependant été mis en évidence alors que toutes les conditions nécessaires à une circulation autochtone beaucoup plus importante semblaient réunies. Une explication, avancée par certains auteurs, serait une capacité limitée d'*Aedes albopictus* à transmettre les souches de virus chikungunya impliquées dans l'épidémie aux Antilles – et appartenant au génotype asiatique – où il est transmis par *Ae. aegypti* (Tsetsarkin et al., 2014).

Surveillance intégrée et mesures de gestion

Ces moustiques qui constituent une nuisance importante, peuvent être à l'origine de risques d'ordre sanitaire. Face à ce constat, un plan national de prévention et contrôle est mis en place en France métropolitaine depuis 2006 (ministère de la Santé, 2014). Ce plan, décliné au niveau local sous l'égide des préfets de département, associe un grand nombre d'acteurs : agences régionales de santé (ARS), opérateurs publics de démoustication, collectivités locales (mairies, conseils généraux), professionnels de santé libéraux et hospitaliers. Il vise à coordonner l'ensemble des actions dans un souci d'optimisation de la réponse et repose sur une surveillance intégrée comportant une composante entomologique et une composante humaine. Cette surveillance intégrée permet la définition de niveaux de risque et la mise en œuvre, rapide et coordonnée, des mesures proportionnées

de contrôle du vecteur, de communication et de protection des personnes. La surveillance entomologique permet de connaître et suivre l'aire d'implantation d'*Ae. albopictus* en France métropolitaine afin d'identifier les zones pour lesquelles un risque de transmission autochtone existe. La surveillance médicale humaine a vocation à détecter aussi précocement que possible les cas importés virémiques et les éventuels cas autochtones, afin de mettre en œuvre des mesures adaptées de contrôle des vecteurs. Un dispositif de signalement des cas suspects importés – en complément de la déclaration obligatoire des cas confirmés – est mis en place dans les départements au sein desquels *Ae. albopictus* est implanté. Dans ces zones et pendant la période d'activité du vecteur, les cas suspects importés sont signalés à l'ARS et déclenchent la mise en œuvre, avant même confirmation biologique, de mesures de contrôle. Ce dispositif de signalement et d'intervention autour des cas suspects importés mobilise de nombreuses ressources, non seulement au sein des ARS et des cellules de l'InVS en région (Cires), mais aussi des opérateurs de démoustication, mobilisés avant même la confirmation des cas. Sa sensibilité est élevée, et sa spécificité modeste (en lien avec la faible spécificité des symptômes), la moitié environ des cas suspects importés, signalés aux ARS, étant confirmés. Néanmoins, à ce jour, le raccourcissement des délais d'intervention qu'il permet a justifié le maintien du signalement des cas suspects importés, à la différence du signalement des cas suspects autochtones, arrêté depuis 2013 au profit du signalement des seuls cas autochtones confirmés. En revanche, dès confirmation de cas autochtones, le plan prévoit un signalement et une recherche active de cas suspects autochtones. Face à l'extension inexorable d'*Ae. albopictus*, implanté dans deux départements en 2006 (Alpes-Maritimes et Haute-Corse, soit 1 249 096 habitants concernés) et dans dix-huit départements début 2014 (plus de 14 millions d'habitants), la soutenabilité du dispositif doit être régulièrement évaluée.

Malgré la mise en œuvre de ces mesures, l'implication de chacun reste essentielle, au vu de la capacité d'*Ae. albopictus* à coloniser de petites collections d'eau à proximité directe des habitations (soucoupes, récipients divers, gouttières...). Dans un souci de prévention et de réduction à la source des populations de moustiques, il est ainsi primordial de sensibiliser les personnes résidant dans les zones où la présence du moustique est avérée, à la destruction de tous ces gîtes potentiels de développement des moustiques et à adapter certaines pratiques (comme la récupération des eaux pluviales par exemple) pour limiter les densités de moustiques.

Contrôle

En l'absence de vaccin et de traitements contre les virus de la dengue ou du chikungunya, la lutte antivectorielle est actuellement la seule stratégie permettant de prévenir la dissémination de ces arbovirus. En matière de lutte, le mot d'ordre doit être la réduction à la source, c'est-à-dire la suppression des lieux de ponte. De par la nature, la multitude et la diversité des gîtes larvaires disponibles en milieu urbain, la lutte anti-larvaire est difficile à mettre en œuvre. Les gîtes de production d'*Ae. albopictus* se trouvent souvent au sein des domiciles privés (cours, jardins...) ou sur le domaine public. Il est impossible de tous les recenser, d'autant que beaucoup sont temporaires, aléatoires et difficiles d'accès. La façon la plus efficace et radicale de se protéger des nuisances d'*Ae. albopictus* est de supprimer physiquement ces gîtes. Ceci implique donc une participation communautaire qui doit être initiée et entretenue par la sensibilisation, l'éducation et la mobilisation de l'ensemble de la population.

Le recours à des larvicides peut être envisagé pour des gîtes de volume important, non suppressibles, tels que des réservoirs ou le réseau pluvial. Enfin, la lutte contre les moustiques adultes est délicate notamment du fait de la non-sélectivité des substances actives disponibles envers les insectes de la faune non-cible. Une telle lutte ne reste par ailleurs que temporaire. Elle est nécessaire en cas de circulation virale, car elle permet de diminuer la densité vectorielle et la longévité des adultes afin de limiter la transmission du virus.

De nos jours, des méthodes de lutte alternatives sont étudiées telles que la technique de l'insecte stérile. Cette technique consiste à produire en très grand nombre des mâles stérilisés (en les exposant par exemple à de faibles doses de radiations ou par des manipulations génétiques) et de les lâcher en sein d'une population naturelle afin de la réduire. Une telle expérimentation a actuellement cours à l'île de La Réunion (Boyer, 2012).

Ces différentes méthodes permettent de diminuer les populations de moustiques, mais en aucun cas de les éliminer totalement. La prévention passe également par la protection contre les piqûres de moustiques. Plusieurs méthodes sont possibles: port de vêtements longs et amples, aménagement de l'habitat (moustiquaires aux fenêtres...), utilisation de produits répulsifs. *Ae. albopictus* ayant une activité diurne, l'utilisation de répulsifs cutanés reste l'option la plus efficace. Parmi les différents produits proposés sur le marché, tous ne sont pas d'une efficacité optimale. Une expertise récente fait le point sur le sujet (PPAV Working Group, 2011).

Références bibliographiques

Bonizzoni, M., Gasperi, G., Chen, X., James, A.A., 2013. The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives. *Trends Parasitol* 29, 460-468.

Boyer, S., 2012. La technique de l'insecte stérile: une lutte ciblée sans insecticide. *Med Trop (Mars)* 72 Spec No, 60-62.

ECDC/VBORNET. Mosquito maps. *Aedes albopictus* - current known distribution - January 2014 (http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx consulté le 08/09/2014).

Grandadam, M., Caro, V., Plumet, S., Thiberge, J.M., Souares, Y., Failloux, A.B., Tolou, H.J., Budelot, M., Cosserat, D., Leparç-Goffart, I., Despres, P., 2011. Chikungunya virus, southeastern France. *Emerg Infect Dis* 17, 910-913.

Grard, G., Caron, M., Mombo, I.M., Nkoghe, D., Mboui Ondo, S., Jiolle, D., Fontenille, D., Paupy, C., Leroy, E.M., 2014. Zika Virus in Gabon (Central Africa) - 2007: A New Threat from *Aedes albopictus*? *PLoS Negl Trop Dis* 8, e2681.

Invasive Species Specialist Group, 2011. Global invasive species database: One hundred of the World's worst invasive alien species. (<http://www.issg.org/database/welcome> consulté le 08/09/2014).

InVS, 2014. Chikungunya et dengue - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2014. Publié le 08/12/2014 (<http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-infectieuses/Maladies-a-transmission-vectorielle/Chikungunya/Donnees-epidemiologiques/France-metropolitaine/Chikungunya-et-dengue-Donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-France-metropolitaine-en-2014>). Consulté le 08/12/2014.

La Ruche, G., Souares, Y., Armengaud, A., Peloux-Petiot, F., Delaunay, P., Despres, P., Lenglet, A., Jourdain, F., Leparç-Goffart, I., Charlet, F., Ollier, L., Mantey, K., Mollet, T., Fournier, J.P., Torrents, R., Leitmeyer, K., Hilairet, P., Zeller, H., Van Bortel, W., Dejour-Salamanca, D., Grandadam, M., Gastellu-Etchegorry, M., 2010. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. *Euro Surveill* 15, 19676.

Marchand, E., Prat, C., Jeannin, C., Lafont, E., Bergmann, T., Flusin, O., Rizzi, J., Roux, N., Busso, V., Deniau, J., Noel, H., Vaillant, V., Leparç-Goffart, I., Six, C., Paty, M.C., 2013. Autochthonous case of dengue in France, October 2013. *Euro Surveill* 18, 20661.

Ministère de la Santé, 2014. Instruction N°DGS/R11/2014/136 du 29 avril 2014 mettant à jour le guide relatif aux modalités de mise en oeuvre du plan anti-dissémination du chikungunya et de la dengue en métropole (<http://circulaire.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=38279> consulté le 08/09/2014).

Paty, M.C., 2014. La dengue en France métropolitaine. *Arch Pediatr* 21, 1274-1278.

Paupy, C., Delatte, H., Bagny, L., Corbel, V., Fontenille, D., 2009. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes Infect* 11, 1177-1185.

PPAV Working Group, 2011. Personal protection against biting insects and ticks. *Parasite* 18, 93-111.

Tsetsarkin, K.A., Chen, R., Yun, R., Rossi, S.L., Plante, K.S., Guerbois, M., Forrester, N., Perng, G.C., Sreekumar, E., Leal, G., Huang, J., Mukhopadhyay, S., Weaver, S.C., 2014. Multi-peaked adaptive landscape for chikungunya virus evolution predicts continued fitness optimization in *Aedes albopictus* mosquitoes. *Nat Commun* 5, 4084.