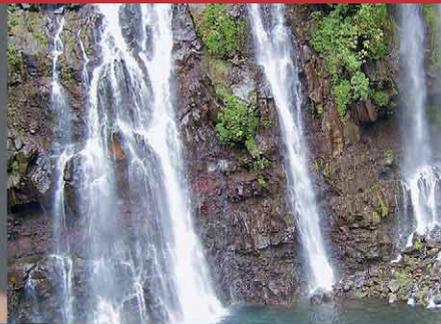


Les moustiques de l'île de La Réunion



Philippe Bousès

Jean-Sébastien Dehecq

Didier Fontenille

Les moustiques de l'île de La Réunion

Parus dans la collection ▷▷ACTIQUES

*Outils d'enquête alimentaire par entretien
Élaboration au Sénégal*

Marie-Claude Dop, Marie-Claire Gomis, Muriel Gourdon, Stéphanie Lesauvage

Pratique des essais cliniques en Afrique

Jean-Philippe Chippaux

Manuel de lutte contre la maladie du sommeil

Claude Laveissière, Laurent Penchenier

Cassava-Mealybug Interactions

Paul-André Calatayud, Bruno Le Rü

Moustiquaires imprégnées et résistance des moustiques aux insecticides

Frédéric Darriet

Le trachome, une maladie de la pauvreté

Jean-François Schémann

Les anophèles

Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle

Sous la direction de Pierre Carnevale, Vincent Robert

Les champignons ectomycorhiziens des arbres forestiers en Afrique de l'Ouest

Méthodes d'étude, diversité, écologie, utilisation en foresterie et comestibilité

Amadou Bä, Robin Duponnois, Moussa Diabate, Bernard Dreyfus

Protection personnelle antivectorielle

Sous la direction de Gérard Duvallet, Ludovic de Gentile

Démarche qualité et norme ISO 9001

Eva Giesen

Des moustiques et des hommes

Chronique d'une pullulation annoncée

Frédéric Darriet

Audit des décès maternels dans les établissements de santé

Guide de mise en œuvre

Sous la direction de Alexandre Dumont, Mamadou Traoré, Jean-Richard Dortonne

Tiques et maladies à tiques

Biologie, évolution, écologie

Sous la direction de Karen McCoy, Nathalie Boulanger

Initiation à la génétique des populations naturelles

Application aux parasites et à leurs vecteurs

Thierry De Meeüs

Les moustiques de l'île de La Réunion



IRD Éditions
INSTITUT DE RECHERCHE
POUR LE DÉVELOPPEMENT

Collection  ACTIQUES

Marseille, 2021

Préparation éditoriale, coordination, fabrication
Corinne Lavagne

Mise en page
Aline Lugand / Gris Souris

Maquette intérieure
Pierre Lopez – Aline Lugand / Gris Souris

Maquette de couverture
Michelle Saint-Léger

Correction
Stéphanie Quillon

Photos 1^{re} de couverture :

En haut, de gauche à droite :
plage de l'Ermitage, Saint-Paul, La Réunion, © IRD/A. Lemahieu ;
femelle *Aedes albopictus*, © IRD/M. Jacquet ;
bassin des Cormorans, La Réunion, © IRD/F. Taglioni.

En bas, de gauche à droite :
émergence d'une femelle *Aedes (Stegomyia) aegypti*, © IRD/P. Bousès ;
réserve naturelle marine de La Réunion, © IRD/P. Chabanet ;
Lutzia (Metalutzia) tigripes femelle, © IRD/P. Bousès.

Photos 4^e de couverture :

nymphes d'*Aedes (stegomyia) aegypti*, © IRD/P. Bousès ;
Aedes (Aedimorphus) fowleri : brosse ventrale du segment X
avec présence de soies précratales, © IRD/P. Bousès.

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2021

ISBN papier : 978-2-7099-2863-2

ISBN PDF : 978-2-7099-2865-6

ISSN : 1142-2580

À ma compagne Suzanne Izard (1966-2018).
Philippe

Les auteurs remercient les très nombreuses personnes qui au cours des décennies précédentes ont contribué à développer nos connaissances sur les moustiques à La Réunion et dans l’océan Indien, les agents de l’Agence régionale de santé et de l’Institut de recherche pour le développement en particulier.

Nous remercions particulièrement nos collègues et collaborateurs Jacques Brunhes, Bernard-Alex Gaüzère, Gilbert Le Goff et Vincent Robert, qui ont apporté à la relecture de ce manuscrit la richesse de leur expertise.

Préface

Nous savons tous que l'île de La Réunion est riche d'une végétation luxuriante, d'une flore haute en couleur et d'une faune très particulière. Les moustiques y constituent des espèces parfois très abondantes et ils définissent aussi cet univers tropical. Leur présence, leur impact et les dangers consécutifs à leur prolifération restent sommairement connus, souvent abordés par des mises en garde sanitaires, mais rarement décrits et analysés comme il serait souhaitable de le faire.

L'ouvrage *Les moustiques de l'île de La Réunion* corrige ce manque et propose un travail abouti, étalé sur plusieurs années d'investigations et de compilations concernant des données entomologiques savantes et poussées. Philippe Boussès, Jean-Sébastien Dehecq et Didier Fontenille sont des experts en la matière qui ont su déployer une collaboration constante, attentive et fructueuse entre l'Institut de recherche pour le développement et l'Agence régionale de santé à La Réunion. Leur travail s'est attaché à retracer, parallèlement à l'histoire du peuplement de l'île par ces insectes, la chronologie des phases d'infestation par les différentes espèces de moustiques qui s'y sont installées. De même leur regard s'est-il appliqué à cerner les pathogènes que ces insectes ont pu véhiculer, et que, potentiellement ou activement, ils transmettent toujours.

Véritable encyclopédie ciblée d'histoire naturelle, cet ouvrage offre une synthèse précise des spécificités des moustiques locaux. Il expose avec clarté la formation des gîtes larvaires. Y sont décrits les différents stades du développement du moustique, de l'œuf à l'individu adulte. Y apparaissent les particularités anatomiques propres à chaque temps de cette évolution.

Les auteurs de cet ouvrage ont ainsi opéré une synthèse de toutes les connaissances qui concernent actuellement les espèces locales de moustiques. Leur travail intéresse prioritairement ceux qui ont vocation à se pencher sur cette famille d'insectes encore insuffisamment connus. C'est une occasion de s'instruire sur un domaine très circonstancié et d'approfondir ainsi sa vision professionnelle. C'est une invitation à aborder le terrain avec curiosité et en pleine conscience des données qui se présentent et des problèmes qui peuvent en découler. Et puis, si le propos est rigoureusement scientifique, son écriture rend possible la vulgarisation d'un savoir en le situant à la portée de tous.

La consultation de cet ouvrage richement illustré présente un intérêt immédiat. Sa lecture autorise une approche informative précieuse, de nature à améliorer nos interactions avec l'écosystème où les moustiques se reproduisent et à optimiser ainsi les priorités de la veille sanitaire.

Martine Ladoucette
Directrice générale de l'ARS de La Réunion

Sommaire

PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE	11
---------------------------------	----

PARTIE 1

Moustiques et maladies à La Réunion	13
1. Les moustiques dans l'environnement de l'océan Indien	15
2. Découvertes des moustiques à l'île de La Réunion	21
3. Maladies transmises par les moustiques à La Réunion	27
4. Se protéger des moustiques à La Réunion	45

PARTIE 2

Identification des genres réunionnais	57
5. Les stades de développement du moustique	59
6. Les genres réunionnais	77
7. Caractères diagnostiques des genres présents à La Réunion	85

PARTIE 3

Descriptif des espèces et clés de détermination	107
8. Descriptif des espèces présentes à La Réunion	109
9. Clés de détermination	173

BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE	189
-------------------------------	-----

ANNEXES	191
---------------	-----

GLOSSAIRE	203
-----------------	-----

TABLE DES MATIÈRES	211
--------------------------	-----

Présentation de l'ouvrage

Les Réunionnais connaissent bien les moustiques. Exposés probablement depuis leur arrivée sur l'île à la nuisance des piqûres, ils ont rapidement été confrontés à certaines maladies dont les agents infectieux sont transmis par ces insectes piqueurs. Le paludisme et les arboviroses comme la dengue et la fièvre à virus Chikungunya sont connus de tous les habitants, et la lutte contre les moustiques alimente bien des conversations. Pourtant, ces petits insectes restent mal connus, non seulement du grand public, jeunes scolaires, étudiants, naturalistes, résidents, mais parfois également des associations et des professionnels engagés dans la lutte contre ces vecteurs et les maladies qu'ils transmettent.

Cet ouvrage a pour objectif de combler en partie cette lacune. Rédigé dans un style accessible à tous, il s'adresse à un public large, avec plusieurs niveaux de lecture. Depuis le curieux qui veut savoir qui le pique, et que faire, jusqu'au scientifique et au technicien qui veulent identifier la larve ou le moustique adulte qu'ils viennent de capturer.

Le lecteur trouvera dans la première partie des informations ciblées sur les moustiques peuplant les diverses îles de cette partie de l'océan Indien, mettant l'accent sur leur diversité et leur répartition (chap. 1) avant de se focaliser sur l'histoire de leur implantation sur l'île de La Réunion (chap. 2), ainsi que sur celle des maladies qu'ils ont transmises ou transmettent toujours aux habitants (chap. 3). Enfin, cette partie abordera les moyens de protection mis en œuvre sur l'île pour nous en protéger, tant au niveau institutionnel qu'individuel (chap. 4).

La deuxième partie constitue un guide sur les fondamentaux à connaître sur la morphologie (chap. 5) et la taxonomie des moustiques (chap. 6), pour acquérir le vocabulaire nécessaire à la reconnaissance de ce groupe particulier d'insectes et découvrir les caractéristiques des genres présents à La Réunion (chap. 7).

La troisième partie aborde chaque espèce peuplant cette île, apportant des informations sur la taxonomie, la biologie, l'écologie et l'intérêt médical de chacune d'entre elles. Une carte de répartition de l'espèce accompagne chacune des descriptions, ainsi que de nombreuses illustrations originales (chap. 8). Des clés d'identification illustrées sont fournies à la fin de cette partie. Elles portent sur les genres peuplant le sud-ouest de l'océan Indien ainsi que sur les espèces de l'île, pour les deux principaux stades de développement, larve et adulte (chap. 9).

Les termes plus techniques rencontrés au fil de la lecture sont expliqués dans un glossaire placé en fin d'ouvrage.

Enfin, un tel travail n'est jamais terminé. Nous encourageons les utilisateurs de cet ouvrage à l'enrichir, et nous espérons que parmi les lecteurs figure déjà celui qui dans dix ou vingt ans en fera une mise à jour.

Moustiques et maladies à La Réunion

1 Les moustiques dans l'environnement de l'océan Indien

L'île de La Réunion fait partie d'un vaste complexe insulaire qui s'étend sur 12 millions de km² entre l'équateur et le tropique du Capricorne. Cette zone (hors Madagascar) héberge 72 espèces de moustiques (figure 1.1 et tableau en annexe II). La fragmentation de l'espace entre les îles est un frein évident à la dissémination pour les moustiques, incapables de franchir activement les importantes distances inter-îles. Les vents dominants tels que les alizés de sud-est et la présence récurrente de cyclones ont certainement favorisé le transport passif des moustiques, contribuant pour partie au peuplement des îles. Mais le vent n'est pas le seul facteur favorisant leur dispersion. L'Homme est aussi à la fois acteur et victime des introductions d'espèces de moustiques.

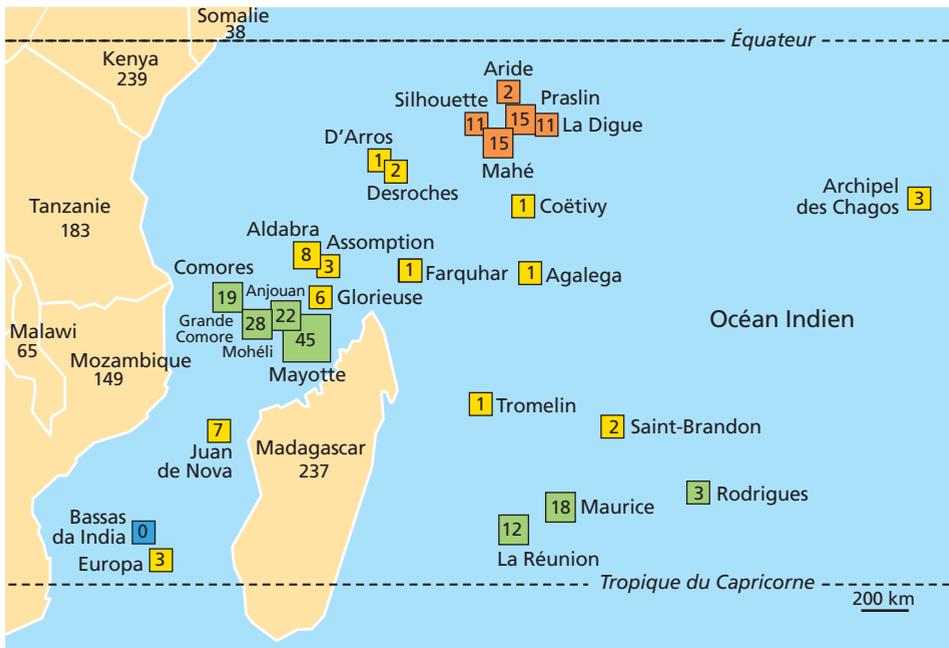


Figure 1.1
Localisation schématique des principales îles du sud-ouest de l'océan Indien, avec indication du nombre d'espèces de moustiques.
 Ces derniers sont absents des îles situées au sud du 35° parallèle.
 Jaune : îles coralliennes ; vert : îles volcaniques ; orange : îles granitiques ; bleu : île submergée.
 Le nombre d'espèces Culicidae recensées pour chaque pays ou île est indiqué.

Les îles du sud-ouest de l'océan Indien (SOOI) sont si différentes qu'elles n'autorisent pas une analyse globale. Il n'existe en effet pratiquement aucun point commun entre une petite île plate formée de calcaire corallien isolée en plein océan et une grande île volcanique proche d'un continent au sol argileux sur laquelle l'eau de surface est abondante et permanente.

LE PEUPEMENT DES ÎLES CORALLIENNES

Les îles coralliennes, à la superficie fort réduite et dénuées de relief, au sol sablonneux et privées d'eau douce autre que celle des précipitations, offrent aux moustiques un si petit nombre de gîtes possible qu'il n'est pas surprenant de n'y rencontrer que des espèces halophiles (d'eau salée) ou des espèces dont les œufs résistent à de longues périodes de sécheresse. Seules 14 espèces répondent à de telles conditions. Citons les espèces halophiles *Aedes suzannae*, *Ae. fryeri*, *Ae. albocephalus*, *Culex antennatus* et *Cx. tritaeniorhynchus*. La présence de certaines autres est éphémère, résultant d'introductions sporadiques accidentelles par l'Homme, à l'exemple de *Mansonia uniformis* sur l'atoll de Juan de Nova ou *Anopheles gambiae s.l.* dans les années 1930 sur l'atoll d'Aldabra et, disparu depuis et, plus récemment, *An. gambiae* sur l'atoll d'Europa. Les espèces les plus fréquentes sont *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*, dont les œufs résistent à la dessiccation et tolèrent le sel apporté par les embruns. Toutes ces espèces se développent essentiellement dans les petites cavités que l'eau de pluie creuse dans le calcaire. Les repas de sang des femelles sont essentiellement pris sur les oiseaux, reptiles et tortues, mais également sans doute sur les chèvres sauvages et les petits rongeurs introduits sur ce type d'habitat où l'Homme ne s'est pas implanté de façon permanente.

LE PEUPEMENT DES ÎLES VOLCANIQUES

Les peuplements des îles volcaniques dépendent largement de leur ancienneté et de leur position par rapport aux vents et courants dominants, ainsi que de leur fréquentation par le cabotage. La Grande Comore est à ce titre remarquable. Cette île, au volcanisme encore actif, où l'eau est rare, possède un peuplement culicidien très réduit malgré une position « au vent » venant de Madagascar toute proche qui est susceptible de lui apporter des espèces malgaches. Par ailleurs, un important et très ancien cabotage entre les côtes africaines et malgaches aurait pu aussi enrichir sa faune culicidienne. Il n'en a rien été, car les gîtes larvaires possibles sont très rares sur cette île jeune où la faune culicidienne se limite à 19 espèces.

À l'inverse, les îles de Mayotte et de Mohéli, pourtant toutes proches et bien plus petites que la Grande Comore, présentent des peuplements beaucoup plus importants, avec respectivement 45 et 28 espèces. Par ailleurs, Mayotte est, probablement depuis plus longtemps que les autres îles de l'archipel, en contact maritime avec Madagascar. De fréquentes arrivées de moustiques malgaches, plus rarement africains, couplées avec une île offrant de nombreux gîtes larvaires potentiels, expliquent la richesse du peuplement mahorais. À Mayotte comme à Mohéli, un volcanisme ancien, avec une roche mère largement décomposée formant un sol imperméable, permet le maintien de gîtes larvaires nombreux et très variés.

L'archipel des Comores concentre 8 des 10 espèces anophéliennes rencontrées sur les îles du SOOI (fig. 1.2) ainsi que 4 des 6 *Stegomyia* de la zone (fig. 1.3). Au bilan,

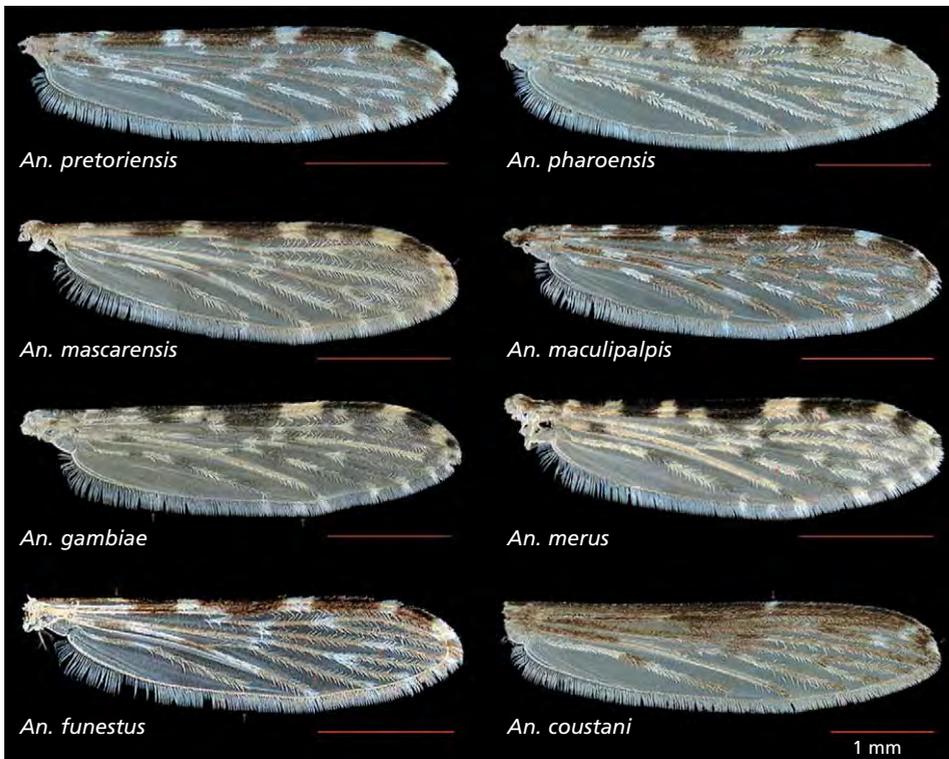


Figure 1.2
Ailes des diverses espèces anophéliennes présentes dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien, hors Madagascar.

Anopheles arabiensis, du complexe *gambiae*, non représenté ici, est morphologiquement identique à *An. gambiae* et *An. merus* qui relèvent également de ce complexe.

An. comorensis, capturé à une seule occasion à un seul exemplaire, n'est pas non plus représenté.

Notez l'aspect bien particulier de la nervure costale d'*An. coustani*, seule espèce du sous-genre *Anopheles* présente dans la zone. L'échelle (trait rouge) représente 1 mm.



Figure 1.3
Tête et thorax des diverses espèces *Stegomyia*
de l'archipel des Comores (vue dorsale).
Aedes bromeliae (a), *Ae. pia* (b), *Ae. aegypti* (c)
et *Ae. albopictus* (d).

Voir en annexe II leur répartition respective
sur les 4 îles de l'archipel des Comores
ainsi que dans le sud-ouest de l'océan Indien.



51 espèces, dont neuf endémiques, peuplent une ou plusieurs îles de cet archipel, mais seules 13 d'entre elles se rencontrent dans l'ensemble des quatre îles, ce chiffre devant logiquement augmenter lorsque chaque île aura été suffisamment prospectée.

Malgré leur relative grande taille et les nombreux gîtes potentiels disponibles, le nombre d'espèces demeure faible dans les îles Mascareignes : 12 pour La Réunion et 18 pour Maurice, d'origine essentiellement afrotropicale. Quatre espèces anophèles ont colonisé l'île Maurice. Deux d'entre elles, *An. arabiensis* et *An. coustani*, sont également présentes à La Réunion. Espèce halophile, *An. merus* fréquente les zones côtières de l'île Maurice et *An. maculipalpis*, espèce zoophile, est la plus rare des

quatre. Ces données sont à temporiser du fait que les derniers inventaires menés à l'île Maurice remontent aux années 1950 et qu'une mise à jour de la faune culicidienne de cette île est désormais nécessaire. La grande similitude (8 à 9 espèces communes) entre les peuplements culicidiens de La Réunion et de Maurice est imputable à leur position par rapport aux vents dominants, qui proviennent d'immenses étendues maritimes dépourvues de sources de Culicidae. Avant l'arrivée des premiers hommes, ces îles devaient être particulièrement pauvres en espèces culicidiennes. La présence de seulement deux espèces endémiques à La Réunion et de quatre à Maurice atteste que ces peuplements n'étaient probablement ni très anciens ni surtout très abondants.

LE PEUPEMENT DES ÎLES GRANITIQUES

Les îles granitiques des Seychelles constituent un autre cas particulier. Ces îles sont à la fois anciennes, accueillantes pour une faune culicidienne variée car l'eau de surface y est abondante et le climat y est chaud, mais elles sont très isolées dans l'océan Indien. Ces caractéristiques rendent compte de leur peuplement culicidien réduit dû à l'isolement et à leur ancienneté que confirme la présence de 5 espèces endémiques sur les 17 espèces présentes, toutes relevant de la sous-famille des Culicinae. Les anophèles sont en effet totalement absents de ces îles situées à plus de 1 200 km de toute terre continentale. Les espèces actuellement dominantes sont des espèces anthropophiles : *Ae. albopictus* et *Cx. quinquefasciatus*. À l'amorce des années 1970, *Ae. aegypti* subsistait en faible nombre dans quelques rares zones de Mahé. Elle n'a pas été retrouvée dernièrement et a sans doute été éliminée de ces îles granitiques.

ESPÈCES ENDÉMIQUES ET ESPÈCES INVASIVES DU SOOI

L'endémisme propre au SOOI concerne 19 espèces, soit 26 % des espèces de la zone. Ce pourcentage élevé n'est pas surprenant dans ce contexte insulaire, *a priori* propice aux mécanismes de la spéciation. Citons *Aedes pia* à Mayotte, *Ae. mascarensis*, espèce proche d'*Ae. aegypti*, et *Ae. vinsoni*, proche d'*Ae. albopictus* à Maurice, *Orthopodomyia comorensis* dans l'archipel des Comores, ou *Uranotaenia pandani*, *Ur. browni* et *Ur. nepenthes* dans les îles des Seychelles granitiques. Cet endémisme touche des espèces aux niches écologiques très particulières, comme les phytotelmes pour les *Uranotaenia* du sous-genre *Pseudoficalbia* ou les espèces du genre

Orthopodomyia, ou des milieux aquatiques salés spécifiques (trous de rocher ou de corail, trous de crabe) où parviennent à se développer des espèces fortement halophiles (*Aedes suzannae*, *Ae. dufouri*, *Ae. lambrechtii*).

Deux espèces vectrices invasives, *Culex tritaeniorhynchus* et *Ae. albopictus*, ont vu leur répartition grandement évoluer ces dernières décennies dans cette région. Découverte aux Seychelles granitiques en 1995, *Cx. tritaeniorhynchus* est désormais bien implantée sur Mahé et Praslin. Son introduction dans cet archipel isolé découle de l'intensification des échanges internationaux. Cette espèce a également colonisé dernièrement l'île de Mayotte et peut-être aussi les autres îles comoriennes proches. Découlant également de l'intensification des échanges internationaux, les populations initiales d'*Ae. albopictus* ont été remplacées ces dernières décennies par des populations nouvelles pourvues d'une plus grande plasticité écologique. Ce moustique invasif a poursuivi son extension dans le SOOI, colonisant l'archipel des Comores et des îles Éparses. Il est désormais implanté sur 18 des 28 îles de cette partie de l'océan Indien.

2 Découvertes des moustiques à l'île de La Réunion

Blocs minéraux volcaniques émergés à près de 700 km de la plus proche terre continentale il y a 2,5 à 3 millions d'années, le volcan des Alizés¹ et le piton des Neiges ont généré au cours de leurs éruptions successives la future île de La Réunion pour s'éteindre il y a 450 000 ans pour le premier et seulement 12 000 ans pour le second. Le piton de la Fournaise est apparu il y a 550 000 ans et continue seul depuis à modeler le relief de l'île dépourvue à l'origine de tout organisme vivant. Parallèlement à cette activité volcanique, la vie végétale et animale a colonisé cette nouvelle terre tant dans ses milieux aquatiques que terrestres. L'île s'est progressivement enrichie d'une flore et d'une faune exogènes apportées par les courants marins, les vents, les cyclones et les animaux migrateurs. La biodiversité des Mascareignes est majoritairement d'origine afrotropicale, et pour une faible part australasienne. Elle a évolué au cours des millénaires sous la pression de son environnement particulier, constituant une flore et une faune à caractère endémique marqué soumises aux processus naturels de colonisation et d'extinction.

À ces phénomènes naturels s'est ajoutée depuis cinq siècles l'action de l'Homme, qui a apporté volontairement ou accidentellement des organismes végétaux ou animaux sur l'île, modifiant profondément la biodiversité en cours d'installation².

Les moustiques ont ainsi peuplé cette île de façon naturelle pour partie, mais essentiellement en lien avec les activités humaines. On trouve la trace de cette colonisation à travers des écrits tant littéraires que scientifiques.

LES TRACES LITTÉRAIRES

Peu d'écrits font allusion à la présence ancienne de moustiques piquant l'Homme à La Réunion. La toute première référence connue, sous la plume d'Étienne de Flacourt en 1661, en fait cas pour souligner leur absence !

1. Le volcan des Alizés, également dénommé Proto-Fournaise, est le volcan sur lequel s'est édifié le massif du piton de la Fournaise, l'actuel volcan actif du sud-est de La Réunion.

2. Entre 1500 et 1528, 299 vaisseaux portugais franchirent le cap de Bonne-Espérance sur la route des Indes. Entre 1598 et 1601, 65 navires hollandais traversèrent l'océan Indien. Ces navires accostaient à La Réunion et déposaient leur trop-plein de plantes ou d'animaux vivants. Autant d'occasions d'apporter malencontreusement sur l'île des espèces invasives telles que parasites, rongeurs et moustiques.

« Il n'i a [sur cette île] ni... ferpens nuifibles à l'homme, ni infectes facheufes ainfi que dans les autres ifles, ni pulces, ni mouches, ni moufquites picquantes, ni fourmis, ni rats, ni souris. »

Toutefois, un siècle plus tard, au mitan du XVIII^e siècle, des habitants de Saint-Denis et d'autres localités équipent leurs fenêtres de moustiquaires en mousseline, comme l'indiquent divers inventaires de succession établis entre 1749 et 1761. Ce comportement dénote la présence de moustiques suffisamment importuns pour prendre des mesures de protection comme c'était le cas, à la même époque dans l'île de France voisine (actuelle île Maurice) : en 1768, l'officier du roi Bernardin de Saint-Pierre y fait le constat que des moustiques (sans doute des *Aedes* [*Stegomyia*] et *Culex quinquefasciatus*) y sont source de nuisances : « Le cousin ou maringouin y est plus incommode qu'en Europe, surtout aux nouveaux arrivés dont il préfère le sang. Ce moucheron est noir piqueté de blanc. On s'en préserve la nuit au moyen de moustiquaire. »

Durant son séjour sur l'île, le naturaliste Jean-Baptiste Bory de Saint-Vincent (1778-1846) apporte le premier témoignage en octobre 1801 de l'importante implantation de ce qu'il considère être des moustiques au niveau du Grand Étang situé à « 300 toises d'altitude » (525 m) où « des hirondelles [...] vivent des moustiques qui remplissent l'air » et à l'étang de Saint-Paul où « un grand nombre d'hirondelles couvrait l'étang, et y chassait sans doute les moustiques qu'il nourrit ».

Il est probable que la colonisation de l'île par les moustiques anthropophiles s'est potentiellement produite avant même sa colonisation en 1665, avec les vagues successives de navires qui y accostèrent suite à sa découverte en 1513. Cette île, à mi-chemin sur la nouvelle route des Indes, était en effet idéalement placée pour y refaire provision d'eau douce et de vivres frais, tant à l'aller qu'au retour. Les moustiques invasifs ont pu être apportés par ces navires dans « les barriques d'eau où proliféraient les moustiques », comme le rapporte l'historien Jean Michel Filliot³ ou Bernardin de Saint-Pierre (1773), qui lors de son voyage vers l'Île de France en 1768 relata que l'eau des barriques « est souvent d'une infection insupportable et remplie de vers ».

À bord de ces navires du XVIII^e siècle armés pour le commerce ou la traite négrière, les traversées depuis Madagascar duraient une à deux semaines, permettant vraisemblablement la survie des moustiques sous leur forme adulte ou pré-imaginale. Les larves de *Culex*, robustes, ont pu se maintenir dans l'eau des réserves ou des cales de ces navires, là où, tout au contraire, les anophèles ne pouvaient survivre au-delà de quelques jours et leur forme adulte s'y reproduire. Les *Aedes*, dont les œufs résistent plusieurs mois à la dessiccation et dont les larves peuvent se développer dans de petites collections d'eau douce à faiblement salée, sont plus aptes à utiliser

3. FILLIOT J.-M., 1974 – *La traite des esclaves vers les Mascareignes au XVIII^e siècle*. Paris, Orstom, coll. Mémoires, 72, 274 p.

les bateaux pour s'implanter sur les îles visitées par l'Homme. Cela a pu grandement faciliter leur diffusion depuis Madagascar, l'Inde ou l'Afrique.

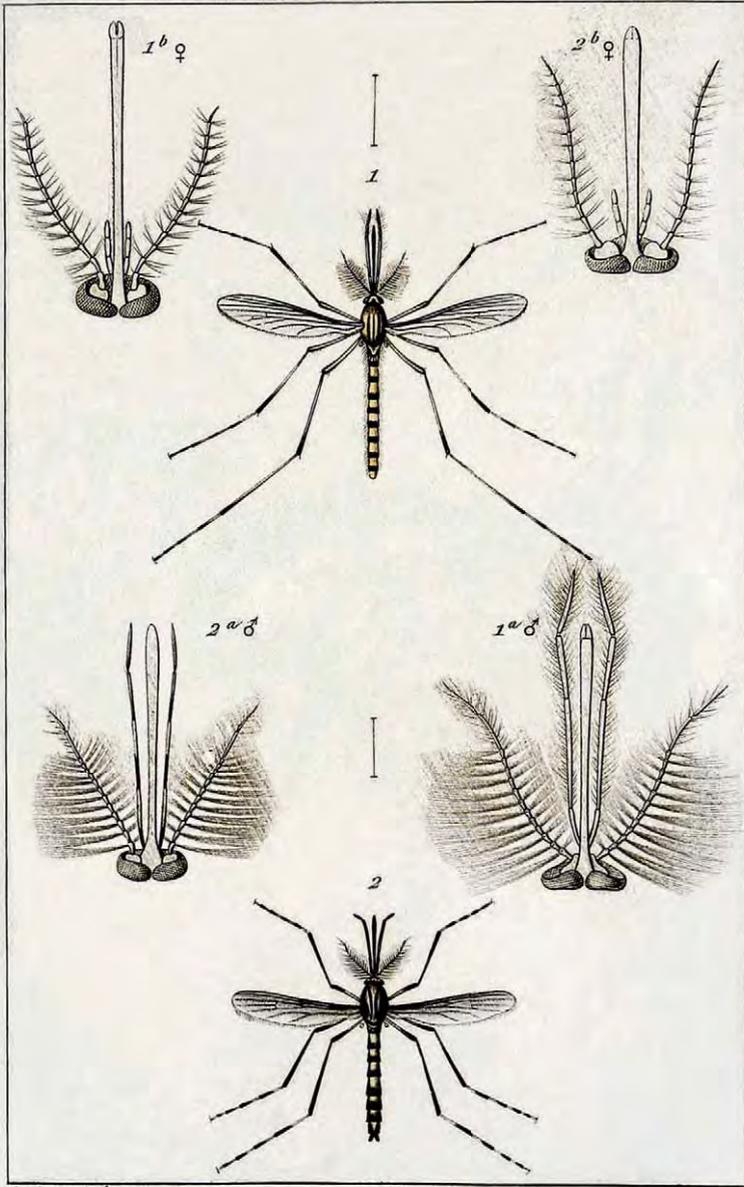
En 1830, les populations de moustiques (probablement de l'espèce *Culex quinquefasciatus*) devaient être déjà suffisamment importantes pour que les premiers signes cliniques de la filariose de Bancroft soient signalés dans l'île. L'abbé Macquet, qui y vécut de 1843 à 1848, témoigne de cette forte présence culicidienne : « Voici [...] le mousticaire, bien plus nécessaire encore contre ce petit insecte si friand du sang des Européens ! Oh ! Les vilains petits cousins des pays chauds ! » Suivant Gaspard Cotholendy, médecin principal de la Marine, il est possible que la première épidémie de dengue, reconnue par les signes cliniques et épidémiologiques, se soit produite à La Réunion en 1873, attestant ainsi de la présence effective à cette période de moustiques vecteurs du sous-genre *Stegomyia* dans l'île. De la même façon, la brutale épidémie de paludisme qui se produisit en 1869 montre que, à cette date, au moins une espèce d'anophèle vecteur de parasites du paludisme (des *Plasmodium*) était présente dans l'île.

LES OBSERVATIONS TAXONOMIQUES

Les premières citations d'espèces culicidiennes pour l'île Maurice sont le fait de Bory de Saint-Vincent en 1801, mais les premières descriptions scientifiques des moustiques de l'île de La Réunion remontent seulement à 1859. L'entomologiste Jacques-Marie Frangile Bigot (1818-1893) publia *Les Diptères de Madagascar* relatant les découvertes et premières descriptions faites en 1846 par Charles Coquerel (1822-1867), chirurgien de Marine, membre de la Société Entomologique de France et fondateur de la Société d'Acclimatation de l'île de La Réunion, lors de son séjour sur l'île Bourbon. Bigot y décrit sommairement les mâles et femelles de *Culex quinquefasciatus* et d'*Aedes aegypti* (sous les noms respectifs de *Culex anxifer* et de *Culex insatiabilis*), en se basant sur les dessins de Coquerel (fig. 2.1). Ce dernier précise que ces deux moustiques « sont très communs à Bourbon et à Madagascar », tout comme Bigot qui souligne « qu'une partie des espèces propres au continent africain, aux îles Bourbon et Maurice, se retrouvent à Madagascar ».

Alors qu'on démontre à la fin du XIX^e siècle que les moustiques sont impliqués dans la propagation de graves maladies (filariose, paludisme, fièvre jaune), une prospection intense de ces insectes piqueurs s'engage à travers le monde.

Le professeur médecin Raphaël Blanchard (1857-1919) identifie sept espèces différentes de moustiques à La Réunion à partir de captures faites en 1901 et 1902 par le docteur Vassal, directeur de l'Institut Pasteur de Saint-Denis, dont *Anopheles coustani*,



1. *Culex anaxifer*. ♂ 2. *Culex insatiabilis*. ♂
1^a tête. ♂ 2^a tête. ♂
1^b tête. ♀ 2^b tête. ♀

Figure 2.1
Planche de Coquerel publiée par Bigot en 1859 (Diptères de Madagascar.
Première partie. *Annales de la Société Entomologique de France*, Série 3, tome 7 : 115-135).

Anopheles arabiensis (sous le nom d'*Anopheles costalis*), *Ae. aegypti* (sous le nom de *Stegomyia fasciata*), *Culex viridiventer*, *Culex iracundus* et *Culex annulirostris*. Mais ces trois dernières identifications sont certainement erronées (et pourraient correspondre à *Cx. neavei*, *Cx. tritaeniorhynchus* et *Ae. fowleri*). *Culex quinquefasciatus* est cité sous le nom erroné de *Culex pipiens* à Saint-Denis.

Frederick Wallace Edwards (1888-1940), du British Museum, relate la collecte par Surcouf⁴ de deux espèces à Saint-Denis en mai-juin 1913. Il s'agit d'*Ae. albopictus* (sous le nom de *Stegomyia lamberti*) et de *Culex quinquefasciatus* (sous le nom de *Culex fatigans*).

Dans un courrier adressé à la Direction départementale de la santé, Le Stanc, consultant pour une firme phytosanitaire, rapporte avoir capturé en avril-mai 1949 des moustiques adultes qu'il identifie comme *An. gambiae* (probablement *An. arabiensis*), *An. funestus*, *An. coustani*, *An. squamosus*, *Aedes* sp., *Culex* sp. et *Theobaldia* sp. (actuel *Culiseta* sp.).

Anopheles funestus est capturé de Saint-Paul Savannah et de Saint-Denis. Le D^r Dowling, chef de la lutte antipaludique à l'île Maurice, signale de nouveau en août 1949 la présence d'*An. funestus* à La Réunion, au stade larvaire, dans un marécage de la plaine des Palmistes.

En 1953, Jacques Hamon, entomologiste de l'Orstom, a publié à l'issue de vingt et un mois de prospection le premier inventaire de la faune culicidienne de l'île. Il y mentionne 7 espèces nouvelles pour l'île, dont une nouvelle pour la science : *Aedes dufouri*. Les 6 autres espèces sont *Aedes fowleri*, *Culex tritaeniorhynchus*, *Culex neavei* (sous le nom de *Culex univittatus*), *Culex insignis*, *Culex poicilipes* et *Lutzia tigripes* (sous le nom de *Culex tigripes*). Il établit la première clé d'identification des stades adultes et larvaires des douze espèces alors détectées sur l'île.

Hamon n'a jamais retrouvé *Anopheles funestus* cité par Le Stanc ou Dowling, autant à La Réunion sur le terrain que dans les collections du British Museum ou du Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Il est probable que cette espèce forestière fragile n'a jamais existé sur l'île ou, tout au moins, n'a pu s'y maintenir. *Anopheles funestus* fut pourtant bien présent à Maurice car identifié par Evans en 1927 dans les collections constituées par Ross en 1908.

Enfin, Hamon suggère une confusion faite par Le Stanc entre *Culiseta* (anciennement *Theobaldia*) et *Lt. tigripes*. En 1971, Jacques Brunhes, entomologiste médical de l'Orstom, est mandaté par l'OMS pour évaluer l'impact de la filariose lymphatique sur l'île. Il constate que *Ae. aegypti* semble absent des 6 villages prospectés et

4. Sans doute Jacques M. R. Surcouf (1873-1934), alors chef des travaux de zoologie au Laboratoire colonial du Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Cet entomologiste français fut un spécialiste de la famille des Tabanidae. Il séjourna à Madagascar.

que *Ae. albopictus* est présent partout. Les espèces les plus agressives étaient alors *An. arabiensis*, *Cx. tritaeniorhynchus* et *Cx. quinquefasciatus*.

Brunhes et Hervy décrivent en 1995 *Orthopodomyia reunionensis*, espèce nouvelle endémique de l'île, précédemment signalée par Salvan en 1982 sous le nom d'*Or. arboricollis* et alors connue à l'île Maurice. On trouve trace de sa présence à La Réunion à 40 reprises entre 1982 et 1990 dans les registres des prospections entomologiques de l'ARS.

En 2001, Girod confirme le maintien d'*Ae. aegypti* sur l'île, et la probable disparition de *Cx. poicilipes* dont les premières observations datent de 1952 à Saint-Paul, Saint-André et Hell-Bourg et dont les dernières remontent aux années 1973 et 1974 à Sainte-Suzanne, Saint-Gilles-les-Bains et Sainte-Anne.

La dernière révision établie par BOUSSES *et al.* en 2013 atteste que la faune culicidienne de l'île est relativement pauvre. Elle ne comptabilise que douze espèces dont deux espèces endémiques, sept espèces d'origine afrotropicale, une espèce d'origine orientale et trois espèces pantropicales. Parmi ces douze taxa, huit espèces sont anthropophiles, trois sont zoophiles et une (*Lutzia tigripes*) est prédatrice au stade larvaire.

La liste des moustiques présents sur l'île en 2020 comporte 12 espèces (encadré 2.1).

Encadré 2.1
Liste des espèces de moustique
présentes à La Réunion en 2020

Aedes (Stegomyia) aegypti (Linnaeus, 1762)
Aedes (Stegomyia) albopictus (Skuse, 1895)
Aedes (Ochlerotatus) dufouri (Hamon, 1953)
Aedes (Aedimorphus) fowleri (de Charmoy, 1908)
Anopheles (Cellia) arabiensis Patton, 1905
Anopheles (Anopheles) coustani Laveran, 1900
Culex (Culex) neavei Theobald, 1906
Culex (Culex) quinquefasciatus Say, 1823
Culex (Culex) tritaeniorhynchus Giles, 1901
Culex (Eumelanomyia) insignis (Carter, 1911)
Lutzia (Metalutzia) tigripes (de Grandpré et de Charmoy, 1901)
Orthopodomyia reunionensis Brunhes et Hervy, 1995

3 Maladies

transmises par les moustiques à La Réunion

L'île de La Réunion a connu, tout au long de la récente et courte histoire de son peuplement, l'introduction de diverses infections transmissibles à l'Homme, nécessitant parfois l'intermédiaire d'un arthropode vecteur, insecte ou tique. Malheureusement, plusieurs de ces maladies continuent d'y sévir.

Au début de sa colonisation, au XVII^e siècle, l'île était, semble-t-il, exempte de parasites susceptibles d'affecter l'Homme. Étienne de Flacourt, alors gouverneur de Fort-Dauphin à Madagascar, affirme que les douze premiers habitants qui vécurent trois ans dans l'île (d'octobre 1646 à août 1649) « n'ont pas eu le moindre accès de fièvre, douleur de dents ni de tête », faisant propagande d'une île Mascarin¹ présentée comme « la plus saine qui soit au monde ». L'île est même dépeinte comme possédant des pouvoirs vertueux de guérison : Carpeau du Saussay (1647-1722), de passage à Saint-Paul en mai 1666, assure que l'air de l'île « est si sain et si salubre que les malades qu'on y débarque y recouvrent la santé dès qu'ils l'ont respiré » et que, selon le sieur D. B. Du Bois (1671), « nos malades reprirent leur santé ; l'on n'y voit aucun habitant malade de fâcheuse maladie »². L'île est donc réputée pour sa salubrité et, au XVII^e siècle, elle fut un lieu de convalescence pour les équipages et les colons des terres voisines de l'océan Indien affectées par diverses infections dont le paludisme.

Mais, à partir du milieu du XVII^e siècle et jusqu'à nos jours, l'île a connu des maladies d'origine vectorielle impliquant les puces (la peste, le typhus murin), les poux et, principalement, les moustiques : la filariose de Bancroft à *Wuchereria bancrofti*, le paludisme à *Plasmodium* sp., la dengue et la fièvre à virus Chikungunya, toutes deux d'origine virale (cf. annexe I sur ces pathologies).

Les moustiques adultes, tant mâles que femelles, se nourrissent de liquides sucrés indispensables à leur métabolisme. Les mâles ne piquent pas et seules les femelles de

1. L'île de La Réunion fut successivement dénommée Dina Morgabim en 1153 par les navigateurs arabes, puis Santa Apolonia en 1507 par les navigateurs portugais, Pearl Island par les Anglais, Maskarenas par les Hollandais, England Forest en 1613 et enfin île Mascarin en 1638 par les Français qui en prirent possession. Elle fut renommée île Bourbon en 1649 par Eugène de Flacourt, gouverneur de Madagascar, puis île de La Réunion en 1793, sous la Révolution française. Elle fut nommée île Bonaparte en 1806, pour reprendre en 1810 le nom d'île Bourbon du fait de l'occupation anglaise (1810 à 1815). La Seconde République lui redonna en 1848 son nom actuel d'île de La Réunion.

2. Ces guérisons rapides concernent sans doute les malades atteints par le scorbut, compensé par la nourriture de l'île apportant la vitamine C absente de l'alimentation à bord. Le scorbut a été la principale cause de mortalité des marins jusqu'au milieu du XIX^e siècle.

la plupart des espèces piquent pour se procurer le sang nécessaire à la maturation de leurs œufs. Elles sont dites hématophages. En piquant, les femelles peuvent transmettre des agents infectieux à l'origine de maladies humaines et animales. Dans le monde, les moustiques sont impliqués dans la transmission à l'Homme de plus de 100 types de micro-organismes tels que des virus (arboviroses), des protozoaires (paludisme) et des filaires (helminthes), induisant plus de 500 000 victimes chaque année. Parmi les pathologies transmises par les moustiques, les plus connues sont le paludisme (228 millions de cas dans le monde, essentiellement en Afrique, dont 405 000 décès en 2018), la fièvre jaune (200 000 cas, dont 30 000 décès annuels), la dengue (390 millions de cas annuels, dont 20 000 décès [OMS 2016]), l'encéphalite japonaise (20 000 décès), le virus Chikungunya, responsable d'une épidémie à La Réunion en 2005-2006, ou bien le virus Zika, responsable d'une épidémie mondiale en 2013-2018. Les moustiques vecteurs les plus importants appartiennent essentiellement aux genres *Anopheles* (sous-famille des Anophelinae), *Aedes* et *Culex* (sous-famille des Culicinae).

La fièvre jaune, la fièvre à virus Zika, l'encéphalite japonaise, la fièvre à virus West Nile, qui sont des viroses transmises par les moustiques, ne se sont jamais implantées sur l'île, malgré quelques cas importés pour certaines d'entre elles et la présence de moustiques vecteurs potentiels. Le paludisme autochtone a été éliminé en 1967 et il ne reste que des cas importés, en dépit de la présence de vecteurs potentiels. De même, la trypanosomiase africaine, plus connue sous le nom de maladie du sommeil, transmise par les mouches tsé-tsé (*Glossina* spp.), la leishmaniose, transmise par les phlébotomes, et l'onchocercose, transmise par certaines espèces de simuliés, sont absentes de l'île, entre autres en raison de l'absence des vecteurs.

Arrêtons-nous sur quatre de ces maladies infectieuses transmises par les moustiques et qui ont marqué ou marquent toujours l'histoire de La Réunion : la filariose de Bancroft, le paludisme, la maladie à virus Chikungunya et la dengue.

LA FILARIOSE DE BANCROFT

La filariose de Bancroft, dite aussi filariose lymphatique, est une parasitose humaine due au nématode Dipetalnematidae *Wuchereria bancrofti*. Il s'agit de vers ronds filiformes longs de 2 à 4 cm (pour le mâle) à 10 cm (pour la femelle) qui vivent parfois plus de dix ans dans le système lymphatique de l'hôte sous leur forme adulte (macrofilaires). Les microfilaires produites par ces adultes circulent dans le sang et sont ingérées par le moustique. Elles migrent vers les muscles thoraciques du moustique où elles se développent jusqu'au stade L3, stade infectant qui colonise alors ses glandes salivaires.

Patrick Manson, médecin écossais en poste à Amoy (Chine), montra en 1877 que les moustiques pouvaient être infectés par *W. bancrofti*. Il décrit en 1879 l'apparition périodique nocturne des microfilaires dans le sang périphérique de l'Homme, et George Carmichael Low, assistant de Manson (1900), a directement impliqué *Culex quinquefasciatus* dans la transmission à l'Homme de ce parasite, en démontrant la présence de microfilaires au niveau des pièces buccales de ce moustique.

De nombreuses espèces relevant de quatre genres (*Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, *Mansonia*) peuvent transmettre des microfilaires, mais avec des capacités de transmission fort différentes. En région afrotropicale, ce sont les anophèles du complexe *gambiae* ainsi que *Anopheles funestus* et *Cx. quinquefasciatus* qui en sont les vecteurs majeurs³. L'Homme est le seul réservoir naturel de ce parasite.

La filariose de Bancroft fut probablement introduite à La Réunion au XVII^e siècle, avec l'arrivée de porteurs de parasites venus de Madagascar. L'arrivée massive d'esclaves depuis la côte est de l'Afrique et de Madagascar⁴ avait grandement favorisé son implantation dans l'île. Le docteur Alfred Leroy de Méricourt (1853) observait fréquemment des hydrocèles et des éléphantiasis (photo 3.1) sur l'ethnie malgache des Betsimisaraka. Ces signes cliniques qui révèlent une très forte transmission de la filariose de Bancroft furent observés à La Réunion dès 1757 par M. Crouzier, conseiller du roi à l'Isle Bourbon. De nombreux autres témoignages attestent de la forte implantation de la filariose au moins depuis 1829. Onze pour cent des hommes rappelés au service actif de 1868 avaient des tumeurs lymphatiques et, en 1895, 2 % des conscrits présentaient un éléphantiasis (3 % en 1897) ou une hydrocèle (1,4 % en 1897).

Culex quinquefasciatus, moustique vecteur de cette parasitose, était donc déjà implanté sur l'île au XVII^e siècle. L'Homme, le parasite et le vecteur ainsi réunis, une transmission intense s'était mise en place. Avec le développement de l'esclavage, le parasite fut introduit durant les XVIII^e et XIX^e siècles à partir de l'Afrique, de Madagascar, puis du sud-ouest de l'Inde où la transmission s'effectuait essentiellement par les *Culex*.

La filariose lymphatique a atteint son extension maximale dans l'île pendant la seconde moitié du XIX^e siècle ; elle s'est développée intensément au rythme de l'essor de la canne à sucre. Intensifiée à partir de 1815⁵, cette culture a atteint son apogée

3. Plus largement, les moustiques vecteurs en région afrotropicale de cette filaire sont les *Anopheles* du complexe *gambiae* (*gambiae*, *coluzzii*, *arabiensis*, *melas*, *merus*), *Anopheles funestus*, *An. nili*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. antennatus*.

4. En 1713, l'île comptait 538 Européens et 633 Africains et Malgaches. En 1779, la population atteignait 36 000 personnes, dont 30 000 esclaves. L'île en 1808 comptait 54 000 esclaves, dont 1 500 Indiens, et, en 1826, 62 000 esclaves, dont 1 800 Indiens.

5. En 1810, les Anglais s'emparent de Bourbon et de l'île de France. Le traité de Paris du 30 mai 1814 restitua La Réunion à la France, mais pas l'île Maurice qui était le principal fournisseur de sucre de canne. Cette culture va donc se développer de façon intensive à La Réunion pour procurer le sucre dont la France a besoin.



Photo 3.1
Éléphantiasis des membres et hydrocèle du scrotum, deux des symptômes caractérisant la filariose de Bancroft (population de Mayotte dans les années 1970).

dans les années 1860. Supplantant toutes les autres cultures, elle a fortement modifié le paysage agricole et économique de l'île⁶. La filière sucrière a « engagé » à partir de 1828 une main-d'œuvre indienne⁷ provenant de la côte sud-est de l'Inde où la filariose était fortement implantée⁸. Par ailleurs, de nombreuses petites usines sucrières⁹ se sont disséminées le long des cours d'eau côtiers. Elles ont déversé leurs eaux sucrées riches en matières organiques dans les cours d'eau de l'île, favorisant ainsi la pullulation de *Cx. quinquefasciatus*. À proximité de ces usines vivait, dans un habitat généralement insalubre, une population ouvrière largement parasitée par *W. bancrofti*. En 1869, *Anopheles arabiensis* signalait son implantation en provoquant la première épidémie de paludisme et participait lui aussi à la transmission de la filariose.

6. Les surfaces cultivées en canne à sucre évoluent de 4 200 ha en 1823 à 24 100 ha en 1843, 26 000 ha en 1849 et 65 000 ha en 1860 pour chuter à 26 000 ha en 1912 (CAUBET P, 1934 – La canne à sucre à La Réunion. *Annales de géographie*, 43 (244) : 397-416).

7. L'abolition de l'esclavage (20 décembre 1848) ne permettant plus l'arrivée de travailleurs malgaches, des engagés furent recrutés en Inde entre 1848 et 1860.

8. En 1858, l'île comptait 77 000 travailleurs indiens.

9. Le nombre d'usines sucrières était de 189 en 1830. Elles se regroupèrent et se modernisèrent pour voir leur nombre décroître à 125 en 1842, 110 en 1847, 86 en 1881 (CAUBET, 1934, *ibid.*) et seulement 2 en 2020.

À la fin du XIX^e siècle, la présence du parasite massivement importé avec la main-d'œuvre étrangère, celle des deux principaux vecteurs et des conditions épidémiologiques très favorables ont provoqué une importante transmission de la filariose et une forte morbidité. Jusqu'en 1950, *Cx. quinquefasciatus* et *An. arabiensis* furent fréquemment parasités par des filaires, avec des taux respectifs de 28 % et 24 % d'infestation. Cette transmission étant fortement ralentie par de faibles températures, elle est fortement réduite au-dessus de 500 mètres d'altitude et s'interrompt au-dessus de 1 000 mètres. En 1944, le docteur Paul Lougnon notait pour la première fois que « la filariose excessivement fréquente autrefois devient de plus en plus une rareté ». La filariose diminua en même temps que disparurent les petites unités sucrières très polluantes au profit des usines sucrières plus importantes qui rejetaient directement leurs jus sucrés en mer. La départementalisation de l'île (mars 1946) a grandement contribué à élever le niveau de vie de la population, réduisant ainsi les relations entre l'Homme et le moustique. En conséquence, en 1967-1968, à l'hôpital de Saint-Paul, un dépistage décéla seulement 11,7 % des patients hospitalisés porteurs de microfilaires, dont 1,6 % avec un éléphantiasis ou une hydrocèle. En 1970, un foyer persistait à Saint-Paul avec un taux de prévalence de 8 %, mais les taux d'infestation très bas observés chez les vecteurs (0 % pour *An. arabiensis* et 0,2 % pour *Cx. quinquefasciatus*) confirmèrent que cette parasitose humaine était en voie d'extinction.

Aucune lutte directement conduite contre la filariose n'a pourtant été entreprise à La Réunion : l'élévation du niveau de vie et la lutte insecticide antipaludique menée de 1949 à 1952 sont directement à l'origine de cette régression puis de cette éradication, bien que les deux principaux vecteurs de filaires y soient toujours présents. Le dernier cas observé de filariose lymphatique autochtone date de 1981 sur la commune de Saint-Paul, mais il est hautement probable que ce dernier filarien ait contracté sa filariose il y a fort longtemps.

Si la filariose de Bancroft a disparu de La Réunion, cette parasitose est toujours présente dans les régions côtières de Madagascar et dans l'archipel des Comores. En 2018, selon l'OMS, au moins 36 millions de personnes de 49 pays présentaient des signes chroniques de cette maladie, 25 millions étant atteintes d'hydrocèle et 15 millions présentant des lymphœdèmes. Un plan mondial de chimiothérapie préventive en vue de son éradication est en cours.

LE PALUDISME

Sur le pourtour de l'océan Indien, le paludisme affecte depuis fort longtemps les populations d'Afrique, d'Asie et de Madagascar. Les îles Mascareignes, bien plus isolées, sont restées longtemps épargnées. Les premières crises de paludisme observées dans ces îles ne pouvaient être, faute d'anophèles pour propager la maladie, que des cas importés ; ces cas restaient isolés et sans chaîne de transmission locale.

Premières épidémies (1869-1900)

En janvier 1866, l'île Maurice fut brusquement touchée par une épidémie de paludisme qui se propagea en trois ans à l'ensemble de son territoire. Son bilan fut de 36 567 décès au 1^{er} juillet 1867 parmi une population de 360 000 habitants.

Tout aussi brutalement, une épidémie frappa trois ans plus tard (février 1869) les 175 000 habitants de La Réunion. Elle surgit sur la côte nord-est, à la limite des communes de Sainte-Suzanne et de Saint-André, et affecta 500 personnes à la fin février, et bien plus de 1 000 à la fin avril. L'épidémie s'étendit à Sainte-Suzanne, remonta les ravines et atteignit Sainte-Marie fin mai. En juillet, elle toucha les faubourgs de Saint-Denis où elle affecta des personnes n'ayant jamais quitté la ville. L'épidémie s'atténua durant la saison sèche, mais reprit à la nouvelle saison des pluies depuis les foyers initiaux et gagna les villes de Bras-Panon à l'est et de Saint-Denis à l'ouest jusqu'à 300 m d'altitude. Un nouveau foyer se déclara à Saint-Philippe, au sud de l'île, puis l'épidémie cessa une nouvelle fois au début de la saison sèche. Lors de la troisième année, de nouveaux foyers surgirent à la pointe des Galets, à La Possession, l'étang de Saint-Paul et dans la région de Saint-Gilles. Dix ans plus

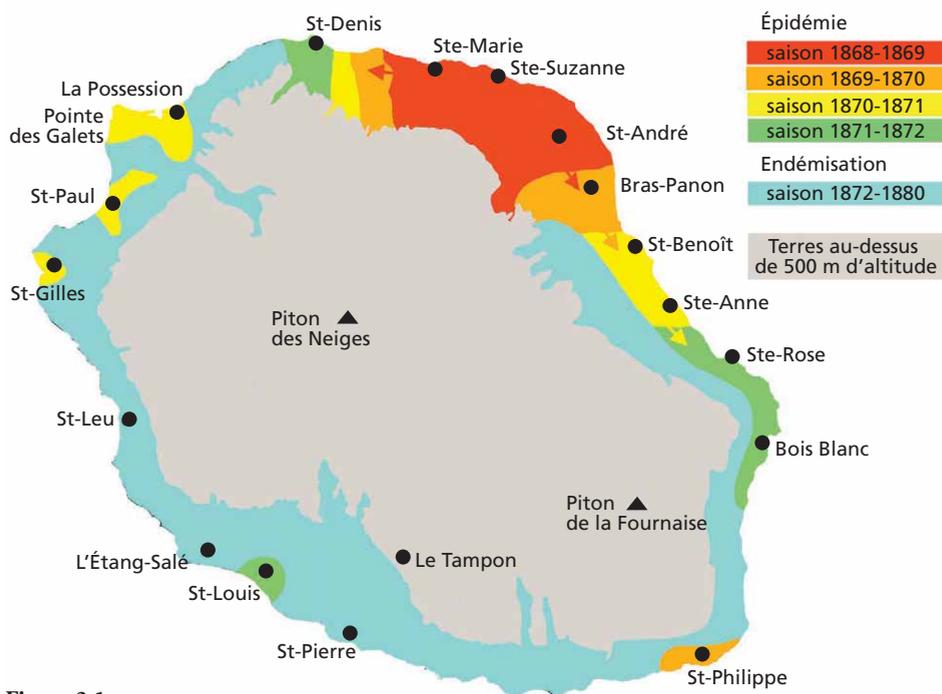


Figure 3.1
Progression épidémique du paludisme à La Réunion
(adaptée de JULVEZ, 1993 et GIROD, 2001).

tard, en 1879, toute la bande littorale était touchée. Au cours de l'année 1877, à Saint-Denis, 25 % des décès étaient dus au paludisme. Les villages isolés d'altitude des cirques de Salazie (919 m) et Cilaos (1 200 m) furent à leur tour impaludés en 1901 (fig. 3.1).

Sur toute la zone littorale et jusqu'à une altitude de 600 m, la maladie s'était solidement implantée. En 1899, le paludisme était responsable de 1 761 décès parmi une population de 173 192 habitants, soit 24,3 % de la mortalité totale. Il touchait principalement les enfants et les personnes âgées, avec deux fois plus de décès dans la zone sous le vent (ouest) que dans la zone au vent (est).

Hypothèses sur l'origine des épidémies

Diverses hypothèses tentèrent d'expliquer cette brusque implantation du paludisme, à une époque où le rôle vecteur de l'anophèle était totalement inconnu. Barat, médecin en chef de la Marine, rapporte en 1869 que les habitants – et une bonne partie du corps médical – pensent que le « germe » fut apporté par les Indiens engagés par l'industrie sucrière. Mais Barat note que l'épidémie est partie de la côte nord-ouest, et non pas du port de Saint-Denis où débarquèrent les migrants. Il suggère alors que le « germe » a pu être transporté par le cyclone venu de Maurice et qui affecta l'île en mars 1868 : « Rien n'empêche de concevoir qu'un cyclone, ayant parcouru des contrées où règne la malaria, nous ait apporté l'agent qui devait le produire. » Cette réflexion datant de 1869 fut reprise récemment : les anophèles infectés à l'origine de l'épidémie seraient parvenus de Maurice sous l'action du vent et des cyclones¹⁰. Mais tout cela n'explique pas l'arrivée du mal à l'île Maurice. Le médecin de Marine Théodore Bassignot (1873) situe la « cause de la malaria » dans l'atmosphère, qui transporterait un « miasme organique ou inorganique, animalcule ou végétal, inconnu que personne n'a encore pu mettre en évidence ». Ces germes pourraient, selon Barat (1869), avoir été transportés par le vent depuis Maurice ou Madagascar. Rappelons que La Réunion venait de subir neuf ans plus tôt (1859) une importante épidémie de choléra qui fit 2 700 victimes. Les Mauriciens réfugiés à La Réunion ont été incriminés d'être à l'origine de l'introduction de l'agent infectieux, mais aucune propagation de paludisme à partir des communautés mauriciennes – ou indiennes – n'a été constatée.

Il est probable qu'un paludisme autochtone soit apparu antérieurement à bas bruit dans l'île. Le docteur Jean-Marie Mac-Auliffe, médecin de Marine, diagnostiqua en mars 1865 dans une sucrerie de la Rivière-du-Mât (au sud de Saint-André) des décès par fièvre paludique de plusieurs engagés indiens et de colons. Ces Indiens avaient débarqué à Saint-Denis le 15 décembre 1864 et nombre d'entre eux étaient

10. Au moins 58 cyclones ont balayé La Réunion au cours de la période 1733-1876 (PAJOT E., 1878 – *Simple renseignements sur l'île Bourbon*. Imprimerie Damotte, Saint-Denis, 244 p.)

vraisemblablement impaludés. Ils rejoignirent diverses sucreries de l'île dont celle de la Rivière-du-Mât, où ils transmirent aux colons réunionnais du lieu ces fièvres, point de départ potentiel de l'épidémie de paludisme qui se propagea sur l'île en 1869. Cette hypothèse implique que les anophèles vecteurs aient été présents dans cette zone de l'île à cette époque (1865).

Les facteurs déclencheurs des épidémies

La mise en place, en juin 1864, d'une ligne de navires à vapeur entre Madagascar, l'Afrique et les Mascareignes avait grandement réduit la durée des liaisons entre les îles. Le voyage de Tamatave (Madagascar) à Port-Louis (île Maurice), qui prenait une quinzaine de jours, fut réduit à deux ou trois jours. Or, sur les navires, les anophèles – à la différence des *Aedes* et des *Culex* – ne peuvent trouver de gîtes pour pondre pendant la traversée. Une même femelle doit donc embarquer puis débarquer avant de pondre ses œufs dans les trois à quatre jours qui suivent le repas sanguin. Ce nouveau moyen de transport rapide a donc permis l'introduction répétée d'anophèles dans les Mascareignes à partir de Madagascar, ce que ne permettait pas la marine à voile.

Durant l'année qui suivit l'inauguration de la ligne Tamatave - Port-Louis, les anophèles se sont implantés à Maurice et ont propagé le paludisme dans l'ensemble de l'île. Dans les trois ans qui suivirent, les anophèles furent acclimatés à La Réunion probablement à la faveur de ces liaisons maritimes désormais fréquentes et rapides. Le docteur Lacaze (1872) écrit en effet que « les communications entre les deux îles sont journalières ; quelques heures suffisent pour aller de l'une à l'autre ». Il conclut : « Voilà donc deux pays (La Réunion et Maurice) [...] aussi violemment atteints... Madagascar, si redoutable aux Européens, a fini sans doute par nous faire sentir son voisinage : [...] elle nous a donné aussi l'élément de la fièvre qui a mis du temps à s'acclimater. Mais aussitôt que les conditions nécessaires à son existence ont été trouvées, la propagation s'est faite. »

En effet, il ne suffit pas qu'une espèce invasive parvienne sur une nouvelle terre, il faut également qu'elle puisse s'y développer. Tant à Maurice qu'à La Réunion, le déboisement intensif des plaines côtières pour l'implantation massive de la canne à sucre¹¹ a fourni un biotope favorable à l'acclimatation des vecteurs fraîchement importés et à leur multiplication. *Anopheles arabiensis* est avant tout une espèce héliophile qui dépose volontiers ses œufs dans des gîtes ensoleillés aux eaux chaudes favorables au développement rapide de ses larves. Cette déforestation excessive a également engendré le débordement fréquent des cours d'eau, créant des zones aux nombreuses flaques d'eau favorables au développement du vecteur.

11. La culture de cannes à sucre couvrait 65 000 ha en 1860 sur l'île de La Réunion. En 2015, cette culture s'est réduite à 22 664 ha, soit 53 % de la surface agricole totale.

Par ailleurs, La Réunion a été peuplée par des immigrants venus de zones impaludées : marins et soldats en convalescence sur l'île, esclaves africains ou malgaches, Indiens engagés¹² par l'industrie sucrière. Les trois principaux agents du paludisme humain (*Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*) furent ainsi massivement importés au fil des siècles ; en l'absence de vecteurs pour les propager, ce paludisme restait confiné aux cas importés. L'introduction et l'implantation d'*An. arabiensis* allaient désormais propager et maintenir un paludisme autochtone.

La période 1900-1945 : une infection endémique

Au début du siècle, les services de santé étaient déficients et la mortalité globale de la population restait élevée : 36,6 ‰ *versus*, à titre de comparaison, 27,5 ‰ en Martinique. Le paludisme était la première cause de mortalité en 1899, comptant pour 32,8 % des décès : un enfant en bas âge sur deux mourait de ce mal avant l'âge de deux ans. Diverses mesures de protection furent alors mises en place : prophylaxie par la quinine, pose de moustiquaires, suppression des gîtes par drainage et aménagement des rivières, lutte antilarvaire par épandage de pétrole.

Le service de prophylaxie et de désinfection créé en 1914 chercha à réduire le contact Homme-vecteur par l'assèchement des gîtes et des fumigations de pyrèthre dans les habitations. Il distribua gratuitement de la quinine dans les écoles et mit en place des ateliers de production de cet antipaludique. Toutefois, ces actions ne donnèrent que peu de résultats. Malgré le redressement économique, qui profita surtout aux entreprises sucrières, la situation sanitaire à la sortie de la Première Guerre mondiale demeurait dramatique, la population subissant de plein fouet en 1919 une épidémie de grippe espagnole. En 1932-1933, les décès par maladies infectieuses, dont le paludisme, comptaient pour 47 % de l'ensemble des décès. À la sortie de la Seconde Guerre mondiale, la population de 242 000 habitants vivait dans des conditions sanitaires dégradées. En 1945, le paludisme était encore cause de 30 % de la mortalité et, en 1948, il était responsable de 1 779 décès, soit 25,8 % de la mortalité totale.

Les campagnes antipaludiques (1949-1953)

La loi du 19 mars 1946 fit de La Réunion un département français, entraînant un renforcement des structures administratives et un apport important de fonds publics, bouleversant les structures sociales et économiques. La lutte contre le paludisme devint par ailleurs une cause internationale. Le Laboratoire départemental de bactériologie et de chimie et le Service de prophylaxie et de désinfection mirent en place une lutte antipaludique globale et concertée sur l'ensemble de l'île.

12. De 1849 à 1889, 63 500 Indiens engagés vinrent travailler sur l'île de La Réunion (450 000 à Maurice). Bien qu'officiellement stoppée en 1882, la politique des engagés perdura dix ans de plus.

Deux molécules devinrent les atouts indispensables à cette lutte : la chloroquine¹³, premier antipaludique de synthèse, et le DDT¹⁴, premier insecticide organochloré qui, depuis 1943, avait fait ses preuves dans la lutte contre les poux vecteurs du typhus exanthématique.

Cette lutte antipaludique fut menée de manière intensive durant quatre ans (1949-1952). Elle s'appuya sur trois volets : la lutte contre les anophèles adultes par pulvérisation intra-domiciliaire de DDT ; les traitements larvicides en saison sèche ; une couverture médicamenteuse par distribution de chloroquine aux écoliers. Des traitements adulticides préliminaires destinés à la mise au point des formulations et des techniques d'utilisation du DDT furent menés de 1948 à 1953 à Saint-Denis et à Saint-Pierre.

La première campagne antipaludique se déroula du 15 octobre 1949 au 7 juillet 1950. Une pulvérisation intra-domiciliaire de DDT à 5 ou 6,6 % mélangée à du pétrole fut réalisée sur la quasi-totalité des zones littorales. La surface d'habitat traitée fut de 2 656 056 m² (16 000 habitations) pour 72 060 habitants. Cette pulvérisation fut suivie, en zone urbaine, d'une lutte antilarvaire à l'aide de DDT.

La deuxième campagne (1950-1951) débuta le 2 octobre et traita au DDT toutes les habitations de la zone littorale jusqu'à 400 m d'altitude. Un arrêté préfectoral avait rendu obligatoire ce traitement. Cette campagne a touché 124 642 habitants, soit la moitié de la population de l'île ; 30 135 maisons ont été traitées pour une surface habitée de 6 656 056 m². La lutte antilarvaire s'est déroulée de mars à septembre par traitement des gîtes avec du mazout à 5 % de DDT ou du Gyron®¹⁵ pour un volume final de 29 000 l de solution à 5 % de DDT et 11,3 t de Gyron®.

La troisième campagne (1951-1952) débuta fin septembre. La limite altitudinale des traitements fut nettement relevée et concerna les 138 685 habitants du littoral jusqu'à 500 m d'altitude¹⁶. La surface de l'habitat traité fut de 6 262 683 m² à raison de 1,75 g/m² de DDT.

13. En 1942 à Tunis – sous domination allemande –, le laboratoire Rhône Poulenc-Specia conduisit des essais cliniques sur la sontochine, molécule proche de la chloroquine de Bayer, qui (sous le nom de résochine) a été rejetée après un unique essai non concluant par les Allemands. À l'entrée de l'armée britannique à Tunis en mai 1943, le laboratoire transmit aux Alliés le résultat de ses études. Réévaluée positivement en juillet 1944, la résochine reçut le nom de chloroquine en février 1946. Elle devint disponible sur le marché français à partir de 1949 sous le nom de nivaquine.

14. Le DDT, ou dichlorodiphényltrichloroéthane, a été synthétisé par Zeidler en 1874 mais ce n'est qu'en 1939 que Muller – de l'entreprise suisse Ciba-Geigy – établit ses propriétés insecticides. Fin 1943, il était produit à grande échelle pour approvisionner l'armée américaine qui l'employa pour contrôler les vecteurs du paludisme et du typhus exanthématique. Il a dominé le marché des insecticides jusqu'au début des années 1970.

15. Le Gyron® est une formulation commerciale de DDT à 5 % dans de la poudre de liège.

16. Dix tonnes de DDT produit par Ciba-Geigy et 200 000 l de pétrole furent utilisés durant cette seconde campagne, et 12,5 t de DDT et 190 000 l de pétrole durant la troisième.

La quatrième et dernière campagne adulticide (1952-1953) se déroula du 16 septembre au 31 décembre et fut cette fois réalisée au moyen d'une formulation aqueuse de DDT. Les 176 540 l de cette formulation ont traité 5 007 925 m² de surface d'habitat. La lutte antilarvaire fut étendue aux ravines et rivières. Elle toucha tout le littoral sur une largeur de 2 km, couvrant 300 km² avec une solution de DDT à 3 % ou de gamma HCH (lindane)¹⁷ à 0,1 %.

Au cours de ces travaux titanesques, la zone littorale habitée de l'île située au-dessous de 500 m d'altitude a été traitée. Associée à cette lutte antivectorielle, la nivaquine a été distribuée aux 40 000 enfants scolarisés. Dès la fin de la première campagne, la mortalité due au paludisme s'était effondrée : de l'ordre de 39,4 % (zone au vent) et 22,5 % (zone sous le vent) en 1949, elle était tombée à 3,3 % et 2,8 % à l'issue de la campagne. En valeur absolue, elle a reculé successivement de 1 779 décès en 1948 à 18 décès en 1953.

Le comportement du vecteur en a été modifié. Les anophèles adultes, initialement endophiles et anthropophiles, se sont raréfiés à l'intérieur des habitations. Les femelles sont devenues agressives à l'extérieur des habitations. L'amélioration de l'habitat a également contribué à ce comportement exophile, les nouvelles constructions n'étant plus des lieux de repos propices aux anophèles, qui recherchent des lieux obscurs. Le vecteur, désormais rare en milieu urbain, s'est réfugié dans les milieux naturels. Le traitement n'a donc pas fait disparaître les vecteurs de l'île mais le contact homme-anophèle, si étroit auparavant, en a été considérablement réduit.

Le coût financier global de ces campagnes de démoustication fut de 15,7 millions de francs CFA¹⁸, soit un coût négligeable par habitant au vu du résultat sanitaire obtenu.

Le dépistage actif du paludisme (1954-1972) : la phase d'éradication

De 1954 à 1965, la lutte antilarvaire a été renforcée au détriment des pulvérisations intradomiciliaires qui furent pratiquement abandonnées à partir de 1961. La mortalité due au paludisme n'a cessé de décroître, avec seulement 26 cas enregistrés entre 1956 et 1964.

En 1961, le traitement insecticide des avions à leur arrivée et un dépistage du paludisme dans les écoles situées en zones à risque ont été mis en place. Une surveillance entomologique des gîtes larvaires potentiels à proximité du port et de l'aéroport fut

17. HCH pour gamma-hexachlorocyclohexane ou Lindane. Cet insecticide organochloré produit depuis 1938 est interdit pour l'usage agricole en France depuis 1998 et depuis 2009 au niveau mondial.

18. À titre de comparaison, le revenu moyen par habitant était de l'ordre de 20 000 francs CFA en 1953. Le franc CFA fut la monnaie en cours à La Réunion de 1945 à 1974.

également instituée. En 1965, avec l'aide de l'OMS, un dépistage actif des cas de paludisme survenant sur l'île fut instauré. Le contrôle sanitaire aux frontières fut chargé du dépistage des cas importés de pays impaludés, ainsi que du dépistage des cas de paludisme dans les écoles. Un contrôle systématique des dons de sang fut mis en place.

Une surveillance entomologique a toujours cours et chaque cas détecté déclenche autour du lieu de résidence du cas un traitement insecticide dans un rayon de 400 m. Un dépistage systématique des habitants de la zone, avec traitement et suivi pendant un an des cas diagnostiqués, est réalisé. Un registre centralisé des cas a été mis en place en 1967. En 1971 fut installé un Laboratoire départemental d'épidémiologie et d'hygiène chargé de la lutte antipaludique.

En 1975, le Téméphos¹⁹ a remplacé le DDT pour le contrôle des gîtes larvaires. Ce larvicide organophosphoré de contact est plus sélectif et peu rémanent dans l'environnement. La lutte antilarvaire a été étendue à toutes les espèces de moustiques anthropophiles, mais elle est réalisée prioritairement dans les zones où le vecteur est détecté.

Cette lutte coordonnée contre le parasite et son vecteur a été couronnée de succès dix-huit ans plus tard : le traitement des trois derniers cas autochtones est survenu en 1967 dans le village de Grand-Place, cirque de Mafate.

Forte de ce succès, la France a demandé en 1973 la reconnaissance de l'éradication du paludisme dans l'île. Cette certification « sans transmission » a été officiellement délivrée par l'OMS le 20 mars 1979. Les protozoaires parasites sont déclarés absents de l'île, si ce n'est au travers des cas importés. L'anophèle vecteur demeure cependant toujours implanté dans l'île et fait l'objet d'une surveillance constante depuis cette période.

LA FIÈVRE À VIRUS CHIKUNGUNYA

Le virus Chikungunya est un arbovirus qui circule originellement dans les forêts d'Afrique entre primates et moustiques Aedini des sous-genres *Stegomyia* (*Ae. luteocephalus*) et *Diceromyia* (*Ae. furcifer*, *Ae. taylori*). Les moustiques vecteurs qui transmettent

19. Le Téméphos est un larvicide utilisé sous le nom commercial de Abate®. Sa toxicité aigüe est faible pour les mammifères, mais très élevée vis-à-vis des oiseaux et des invertébrés aquatiques. Cet organophosphoré est interdit à la vente dans l'Union européenne depuis septembre 2006 (Directive européenne 98/8/CE), mais il a obtenu une prolongation d'utilisation jusqu'au 14 mai 2009, restreinte aux départements français d'Outre-mer, pour un usage exclusif en lutte antivectorielle. Il n'a plus été utilisé dans la lutte antivectorielle à La Réunion à partir de 2010.

le virus à l'Homme sont, entre autres, *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* et *Ae. africanus*. La fièvre à virus Chikungunya, originellement endémique de la zone subsaharienne, s'est étendue à tous les continents au cours des dernières décennies.

Cette maladie a probablement touché l'île de La Réunion pour la première fois en 1872, suite à une épidémie partie en 1870 de Zanzibar et confondue avec une épidémie de dengue. Mais c'est véritablement l'épidémie de 2005-2006 qui a marqué les esprits réunionnais en infectant 38,4 % de la population de l'île, générant d'importantes pertes économiques et une tension sans précédent du système de santé local.

Elle trouve son origine en mai 2004 dans l'île de Lamu sur la côte kényane où la séroprévalence de la population à ce virus atteignit 75 %. Elle se répand alors dans l'océan Indien, touchant les Comores en décembre 2004 et particulièrement l'île de la Grande Comore (séroprévalence de la population de 63 %), La Réunion début 2005, Mayotte en mars et Maurice en avril 2005, les Seychelles en juillet 2005, Madagascar puis Rodrigues en février 2006 et enfin l'Inde, où elle provoqua 1,25 million de cas suspects, ainsi que la Malaisie et l'Indonésie fin 2006.

Les premiers cas enregistrés à La Réunion datent de la fin février 2005 à partir de voyageurs en provenance de l'Union des Comores²⁰. En mai 2005, un premier pic épidémiologique fut atteint avec 450 cas par semaine, puis, après une baisse durant l'hiver austral avec 50 à 100 cas par semaine, l'épidémie a repris dès octobre 2005 avec un bilan de 12 400 cas pour l'année 2005. Cette épidémie s'est propagée essentiellement à partir de novembre 2005, à la reprise de l'été austral qui apporte chaleur et humidité : un nouveau pic a été atteint au tout début de février 2006 avec 47 000 nouveaux cas, et en fin de compte un bilan montrant que plus de 75 % des cas étaient survenus en trois mois, entre janvier et mars 2006, pour un total de 231 600 cas en 2006. L'épidémie s'est alors rapidement infléchi (130 cas hebdomadaires début juillet 2006) pour s'éteindre définitivement en avril 2007.

Les risques d'une reprise sont toujours présents, car la population encore susceptible d'être infectée reste en proportion suffisante pour qu'un tel phénomène se reproduise. Au bilan, 266 000 personnes ont présenté une forme clinique de la maladie, avec un taux plus élevé au niveau de la population côtière, la plus exposée au vecteur. Des formes cliniques sévères (méningo-encéphalites, encéphalopathies ou hépatites fulminantes) ont pour la première fois été décrites pour cette infection. Deux cent soixante-treize personnes furent atteintes de formes sévères et 258 décès survinrent chez des personnes âgées (âge médian de 79 ans), liés directement ou indirectement à l'épidémie. La surmortalité fut de 10 % entre janvier et mars 2006 avec un maximum de 34,4 % en février 2006. La séroprévalence de la population fut de 28 %, chiffre extrapolé à partir d'un échantillon de 2 442 personnes lors de l'hivers austral

20. Cette épidémie a touché plus de 60 % de la population des Comores.

2006. L'impact de cette épidémie découle de l'absence d'immunité de la population, incluant les tranches d'âge élevées qui ont supporté la quasi-totalité de la mortalité induite. Un deuxième élément est l'abondance du vecteur qui a augmenté le taux d'exposition de la population. L'ensemble de l'île a été touché, seul le centre a été relativement épargné, du fait de l'altitude défavorable au développement du vecteur.

Le moustique vecteur était *Aedes albopictus*. Ce *Stegomyia* est un excellent vecteur du virus Chikungunya, dont il a permis la sélection d'un nouveau variant E1-226V doté d'une meilleure dissémination chez ce moustique.

La Caisse générale de sécurité sociale a connu une augmentation de 6,5 % des dépenses de l'assurance maladie durant cette épidémie. Les surcoûts médicaux ont été estimés à 43,9 millions d'euros. Le nombre de consultations surnuméraires a été de 470 000, soit une hausse de 25 % pour un surcoût de 12,4 millions d'euros. Les journées de travail perdues ont été évaluées à 112 400 pour un coût global de 17,4 millions d'euros. Le tourisme a été fortement affecté, avec une chute de revenus en octobre 2006 estimée à 60 %, ce secteur générant en l'absence d'épidémie un revenu de l'ordre de 360 millions d'euros.

Aucun nouveau cas autochtone n'a été relevé jusqu'en août 2009, date à laquelle 3 cas confirmés et 2 cas probables autochtones ont été détectés dans la commune de Saint-Paul. Entre le 17 mars et le 24 juin 2010, 94 cas autochtones et 28 cas probables ont été rapportés.

Le virus Chikungunya est devenu endémique dans l'océan Indien avec des cas sporadiques survenus à La Réunion en 2010, à Madagascar, à Maurice et aux Seychelles en 2011.

LA DENGUE

La dengue est une arbovirose qui affecte annuellement 50 à 100 millions de personnes selon l'OMS. Elle sévit dans toutes les régions tropicales et subtropicales, et plusieurs épidémies de dengue ont traversé le sud-ouest de l'océan Indien ces derniers siècles. Le virus de la dengue comprend quatre sérotypes différents (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4). Un sérotype DENV-5 a été signalé, mais sans consensus scientifique pour le moment. Chaque sérotype déclenche une réponse immunitaire spécifique générant une immunité durable pour le sérotype en cause, mais pas pour les autres sérotypes (absence d'immunité croisée). La dengue est une maladie souvent bénigne se résolvant en une semaine sans séquelle ou bien asymptomatique dans 40 à 75 % des cas. Il existe cependant chez un petit pourcentage de personnes deux évolutions graves (dengue sévère), dénommées dengue hémorragique et dengue avec choc, observées essentiellement en Asie, en Amérique centrale et du Sud, et aux

Maldives en 2006²¹. La forme hémorragique touche chaque année 500 000 personnes, occasionnant 2,5 % de décès, essentiellement des enfants. Les symptômes de la dengue associent de façon inconstante : fièvre, céphalées intenses, douleurs musculaires et articulaires, douleurs rétro-orbitaires, adénopathies et éruptions cutanées. On parle alors de syndrome dengue-like, syndrome également retrouvé dans d'autres maladies d'origine virale : autres arboviroses dont la fièvre à virus Chikungunya. Dans la forme hémorragique se rajoute une autre symptomatologie : douleurs abdominales, vomissements persistants, hémorragies et difficultés respiratoires. Il n'existe actuellement aucun vaccin pleinement opérationnel ni aucun traitement spécifique.

Cet arbovirus Flaviviridae est transmis à l'Homme par les moustiques de la tribu Aedini. Ce rôle vecteur a été établi en 1906 par le biologiste australien Thomas Bancroft depuis Brisbane, impliquant *Ae. aegypti* comme vecteur. Après le repas sanguin sur un hôte infecté, une période d'incubation de 8 à 10 jours est nécessaire au moustique pour la réplication du virus et la colonisation de ses glandes salivaires : il devient alors infectant pour l'Homme lors du repas sanguin suivant. Au niveau mondial, 11 des 15 espèces vectrices potentielles²² sont des *Stegomyia*. Huit espèces, toutes du genre *Aedes*, se rencontrent en région afrotropicale (5 *Stegomyia*, 2 *Diceromyia* et 1 *Aedimorphus*) dont *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*, deux espèces présentes dans la plupart des îles du sud-ouest de l'océan Indien. Alors que *Ae. aegypti* est le principal vecteur de cet arbovirus au niveau mondial, *Ae. albopictus* est l'espèce dominante dans la plupart des îles de la zone dont La Réunion, Maurice, Rodrigues, l'est de Madagascar, et depuis au moins 2001 Mayotte et sans doute l'ensemble des Comores. La Réunion est sous la menace constante d'une épidémie de dengue, comme le montre la forte résurgence de dengue en cours depuis 2018.

Les dates de 1827 et 1851 sont parfois avancées pour signaler les premières épidémies de dengue à La Réunion. Toutefois, Gaspard Cotholendy (1873), médecin en chef de la Marine, diagnostiqua rétrospectivement ces épidémies comme des « fièvres rouges » ou « fièvres chinoises » parce que les symptômes décrits ne correspondaient pas à ceux de la dengue. La première épidémie de dengue fut décrite par ce même médecin en 1873 : partie de Zanzibar en 1871, elle atteignit Calcutta et Maurice en 1872, puis La Réunion où elle se développa de février à mai 1873 à partir de Saint-Denis. Elle s'étendit sur la ville entière mais ne gagna jamais les hauteurs aux températures trop basses pour la survie du vecteur. Malgré son « extraordinaire puissance explosive », elle n'entraîna qu'une faible mortalité.

La première épidémie de dengue biologiquement démontrée est survenue un siècle plus tard. Partie de l'Inde, elle toucha les Seychelles (Mahé) de décembre 1976 à

21. En 2006, 64 cas de dengue hémorragique et 9 cas avec syndrome de choc ont été diagnostiqués aux Maldives (OMS, 2006).

22. Espèces vectrices afrotropicales : *Aedes albopictus*, *aegypti*, *luteocephalus*, *opok*, *africana*, *Diceromyia taylori*, *furcifer*, *Aedimorphus cumminsii*, et de la zone Pacifique : *Ae. polynesiensis*, *Ae. scutellaris*.

septembre 1977, puis La Réunion et Maurice en 1977, ainsi que l'île Rodrigues. Elle débuta de juillet à octobre 1977 pour se répandre en janvier 1978 sur les côtes est et sud de La Réunion et s'éteindre en juillet 1978. Le taux d'atteinte de la population a été de 30 à 35 % selon les régions, soit un total de 170 000 cas ; la mortalité fut faible, de l'ordre de 1 pour 10 000. Le sérotype DENV-2 a été identifié, mais à partir d'un seul malade. Le même type DENV-2 a été diagnostiqué aux Seychelles. La population initialement prémunie à 16,5 % pour au moins un des virus de la famille des Flaviviridae le devint à 42,7 % à l'issue de cette épidémie.

En 1993, une épidémie de DENV-1 toucha 26 % de la population de la Grande Comore avec comme seul vecteur *Ae. aegypti*, mais elle épargna La Réunion. Une étude sérologique menée entre 1999 et 2003 montra que 29 % de la population réunionnaise présentait une infection de dengue ancienne, dont pourtant 16 % de personnes nées après 1978, qui n'avaient donc pu connaître cette première épidémie de 1977.

Une nouvelle épidémie survint dans l'océan Indien en 2004, due au virus DENV-1 aux Seychelles en février puis à La Réunion de mars à juillet 2004 dans l'ouest de l'île, mais qui resta toutefois de faible ampleur avec 228 cas cliniques dont 52 % de cas confirmés, soit un taux d'atteinte de 3 pour 10 000 habitants. Le sérotype en cause (DENV-1) fut établi tant à partir de malades que de 6 lots d'*Ae. albopictus* capturés durant l'épidémie. Aucune forme hémorragique ni aucun décès ne furent rapportés.

Durant la période 2004-2011, l'île s'est trouvée en situation inter-épidémique avec seulement 9 cas rapportés en sept ans. Les 5 cas autochtones confirmés de sérotype DENV-1 sont tous survenus en 2007 et 2008 dans la commune de Saint-Louis et les autres cas furent importés d'Asie du Sud-Est.

En avril 2006, la dengue a été rajoutée à la liste des maladies à déclaration obligatoire²³. Les médecins sont incités à prescrire à tout patient présentant un syndrome dengue-like un prélèvement sanguin à la recherche du virus ou des anticorps spécifiques dont le résultat est transmis, s'il s'avère positif, à la cellule de veille sanitaire.

La réémergence de la dengue est survenue entre janvier et juillet 2012, avec 31 cas autochtones et 2 sérotypes en cause (DENV-1 et DENV-3). Sept cas furent importés depuis l'Asie. De fin 2013 à juillet 2014, 35 cas sont apparus dont 20 cas autochtones, les autres importés depuis Mayotte où 511 cas ont été rapportés entre janvier et juillet 2014. Seul le sérotype DENV-2 a été identifié, tant à Mayotte qu'à La Réunion.

De la fin 2015 au mois de juillet 2016, 231 cas autochtones de dengue ont été notifiés, soit l'épisode de circulation le plus important depuis l'épidémie de 1977. Cette

23. Décret n° 2006-473 du 24 avril 2006 et arrêté du 7 juillet 2006 relatif à la notification obligatoire des cas de dengue.

Le plan de lutte contre les arboviroses

Niveau		Situation épidémiologique
Veille	1A	Absence de cas ou apparition de cas isolés sans lien avec une épidémie dans la zone d'échange régionale.
	1B	Connaissance d'une épidémie d'arbovirose dans la zone d'échange régionale et absence de cas ou apparition de cas isolés.
Alerte	2A	Identification d'une circulation virale modérée autochtone (apparition d'un ou plusieurs regroupements de cas ou de plusieurs cas sporadiques).
	2B	Intensification de la circulation virale autochtone et risque d'évolution vers une épidémie.
Épidémie	3	Épidémie de faible intensité.
	4	Épidémie de moyenne intensité.
	5	Épidémie massive ou de grande intensité.
Maintien de la vigilance		Phase de décroissance. Retour à une circulation virale modérée.
Fin de l'épidémie		Fin de l'épisode épidémique et retour à une phase de veille (niveau 1).

Le plan de lutte contre les arboviroses (dengue, chikungunya, zika) est un dispositif spécifique du plan ORSEC départemental.

Ce plan décrit la stratégie et les moyens de lutte contre ces maladies transmises par les moustiques sur le territoire en fonction de différents niveaux de risque.

Chaque acteur dispose ainsi d'une fiche synthétique résumant par niveau les actions à mettre en œuvre.

Le plan comprend 5 niveaux.

Le passage d'un niveau à l'autre et la coordination de la gestion de l'évènement sont assurés par :

- **le Directeur général de l'ARS :**
 - pour ce qui concerne les niveaux de veille (niveau 1)
 - et d'alerte (niveau 2)
- **le Préfet :** à partir du déclenchement du niveau épidémique (niveaux 3 et plus).

Figure 3.2
Les niveaux d'alerte du plan ORSEC de lutte contre les arboviroses.
Document de l'ARS.

recrudescence s'est confirmée et accélérée à la fin de l'année 2017, et une nouvelle épidémie de dengue s'est installée dès 2018 avec plus de 25 000 cas cliniquement évocateurs estimés sur la base d'un réseau de médecins sentinelles (syndromes dengue-like). En 2019, ce chiffre doublait avec 50 000 cas cliniquement évocateurs de dengue pour 20 décès, dont 12 directement liés à la dengue. Durant 2020, près de 40 000 nouveaux cas cliniquement évocateurs de dengue sont enregistrés, avec 527 hospitalisations et 22 décès. L'année 2021 comptabilisait au 28 juillet 28 906 cas confirmés de dengue pour 62 250 cas cliniquement évocateurs. Dix-neuf communes sur les vingt-quatre que compte l'île sont concernées par une circulation virale : l'ouest et le sud regroupent 88 % des cas.

Le sérotype majoritaire en cause est DENV-1. Les sérotypes DENV-2 et DENV-3 sont également présents à un moindre niveau. Les autorités ont déclenché en juillet 2018 le niveau 4 du plan ORSEC (fig. 3.2). Cette épidémie sévit également à Mayotte.

La dengue est actuellement une maladie infectieuse en pleine et rapide expansion au niveau mondial.

CONCLUSION

Jusqu'au temps de la départementalisation (1946), les maladies infectieuses et parasitaires étaient responsables des principales causes de mortalité dans l'île. À lui seul, le paludisme était responsable de 40 % des décès. Il s'agissait là des caractéristiques d'un pays en développement n'ayant pas entamé sa transition épidémiologique. L'espérance de vie s'est considérablement accrue depuis cette période, passant de 47,5 ans à 78,5 ans pour les hommes ; et de 53,4 ans à 84,7 ans pour les femmes, entre 1951 et 2019. Cet accroissement découle essentiellement du recul, entre les années 1950 et 1980, des pathologies infectieuses et parasitaires qui régressèrent de 14 % à 3 % parmi les causes de décès. À titre d'exemple, le paludisme et plus globalement les maladies infectieuses constituaient 47 % de la mortalité en 1931-1933, 15 % en 1950 et seulement 2,7 % en 1981-1983, avec l'éradication du paludisme endémique dans les années soixante.

4 Se protéger des moustiques à La Réunion

Jusqu'à la départementalisation de La Réunion en 1946, le paludisme imposait un lourd fardeau à la population réunionnaise. Dès 1949, un programme majeur de lutte antipaludique déboucha sur l'élimination du paludisme autochtone dans l'île à la fin des années 1960. Depuis, les services de lutte antivectorielle adaptent continuellement leur stratégie afin de contenir la réintroduction du paludisme.

Un autre moustique vecteur, *Aedes albopictus*, a été à l'origine de plusieurs importantes épidémies virales dans l'île telles que la fièvre à virus Chikungunya (2005-2007) et la dengue très régulièrement. Ce moustique est omniprésent dans les villes.

Le contrôle et la prévention de la transmission de ces maladies inoculées par les moustiques ont nécessité la mise en place de dispositifs permanents de surveillance et de lutte associés à des programmes de sensibilisation et d'information pour l'adoption des bons gestes de prévention portant sur les gîtes de développement et les piqûres des moustiques. L'Agence régionale de santé (ARS) a pour mission la surveillance entomologique, l'animation de la mobilisation sociale et l'intervention afin de prévenir les épidémies de maladies vectorielles, en cohérence avec les missions de salubrité à la charge des collectivités territoriales.

Encadré 4.1 La lutte antivectorielle

« Dans son acception la plus large, la lutte antivectorielle comprend la lutte et la protection contre les arthropodes hématophages (insectes et acariens), vecteurs d'agents pathogènes à l'homme et aux vertébrés, et leur surveillance. Elle inclut la lutte contre les insectes nuisants quand ces derniers sont des vecteurs potentiels ou lorsque la nuisance devient un problème de santé publique ou vétérinaire.

En l'absence de traitements spécifiques ou de vaccins, la lutte antivectorielle est aujourd'hui le seul moyen pour prévenir et limiter les épidémies des maladies à transmission vectorielle (ex. dengue, Chikungunya, Zika). La lutte antivectorielle s'appuie sur des méthodes qui diffèrent selon les vecteurs et selon les contextes épidémiologiques et socio-économiques. Elle inclut la lutte biocide, la lutte biologique, la lutte génétique, l'action sur l'environnement, l'éducation sanitaire, la mobilisation sociale et l'évaluation permanente de toutes ces méthodes. Son objectif est de contribuer, au côté d'autres actions de santé publique, à minimiser les risques d'endémisation (installation durable d'une maladie dans une région) ou d'épidémisation, à diminuer la transmission d'agents pathogènes par des vecteurs, à gérer les épidémies de maladies à vecteur, le tout dans un cadre stratégique formalisé. »

La lutte antivectorielle en France, 2009, IRD Éditions

Contrôle du paludisme

Éradiqué à la fin des années 1960, le paludisme autochtone demeure une menace constante pour les habitants de l'île, du fait des nombreux échanges avec les pays voisins impaludés et de la présence du moustique vecteur. Les services sanitaires ont depuis cette époque le souci d'adapter constamment leurs procédures de contrôle pour s'opposer à la réinstallation du paludisme.

Le contrôle sanitaire aux frontières fut l'une des premières mesures mises en place et concernait tout d'abord la détection à l'arrivée dans l'île de tout passager susceptible d'être impaludé. Suite à l'absence de cas introduits depuis 1972, les procédures de détection aux frontières ont été simplifiées. Depuis 1973, un dépistage volontaire est proposé aux voyageurs au retour de zones impaludées. Le dépistage systématique à domicile, très contraignant, a été abandonné.

En 1987, un décret a classé le paludisme d'importation parmi les « maladies à déclaration obligatoire » dans les départements d'Outre-mer¹. Cette mesure a amélioré la détection des cas de paludisme importés qui ont augmenté avec le développement important du trafic aérien². Depuis 1988, les voyageurs en provenance de l'île Maurice ne sont plus contrôlés et, à partir de 1993, ce contrôle systématique a été limité aux passagers provenant des Comores et de Madagascar. Ce système de contrôle aux frontières a été abandonné en 2004 car il ne permettait de dépister que 5 % des cas, tandis que le reste du réseau du système de déclaration obligatoire rapportait 95 % des cas avec les hôpitaux (57 %), les laboratoires d'analyses (34 %) et les médecins libéraux (4 %).

Depuis 2015, la surveillance du paludisme repose sur le seul système de déclaration obligatoire des cas, qu'ils soient importés ou autochtones. Quatre autres maladies transmises par des moustiques vecteurs sont également à déclaration obligatoire : la fièvre jaune (depuis 1893), la dengue (2006), la fièvre à virus Chikungunya (2008) et la fièvre à virus Zika (2014).

À partir de 2001, le paludisme d'importation a chuté d'un facteur 10 bien que le trafic en provenance des zones impaludées ait doublé depuis cette date (98 271 passagers de pays impaludés entrants en 2001 *versus* 214 002 en 2019) (fig. 4.1). La plupart

1. Décret n°87-1012 du 11 décembre 1987 modifiant le décret n°86-770 du 10 juin 1986 fixant la liste des maladies dont la déclaration est obligatoire, décret n° 2006-473 du 24 avril 2006 et arrêté du 7 juillet 2006 relatif à la notification obligatoire des cas de dengue.

2. Le trafic aérien a évolué de moins de 24 000 passagers à l'arrivée en 1967 à 1 128 000 en 2017.

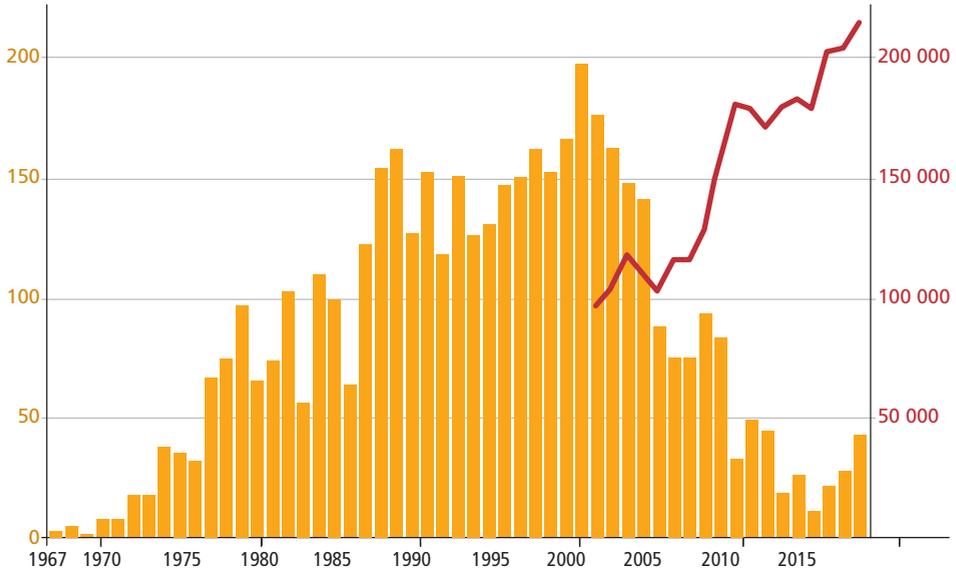


Figure 4.1
Distribution annuelle des cas importés de paludisme entre 1967 et 2019 à La Réunion
et trafic aérien en provenance des zones impaludées à l'aéroport Roland-Garros de Saint-Denis
entre 2002 et 2020.
 Histogramme orange : nombre de cas importés ; courbe rouge : nombre annuel de passagers à l'arrivée.

des cas importés proviennent de Madagascar et des Comores (90 % des cas), mais les importantes campagnes de prophylaxie menées dans ces deux pays à partir de cette période peuvent expliquer la limitation des cas importés de paludisme.

Le contrôle entomologique d'*Anopheles arabiensis* consiste en la surveillance des gîtes potentiels et au traitement systématique des gîtes dans l'aire de distribution s'étendant sur la bande côtière jusqu'à 500 m d'altitude. De plus, le signalement de tout cas de paludisme importé déclenche la procédure habituelle de contrôle entomologique dans l'environnement proche avec traitement insecticide dans le périmètre de résidence du cas. Les derniers cas autochtones de paludisme ont été gérés en 2006. Les insecticides actuellement utilisés sont le Bti (*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) contre les larves et un pyréthrianoïde (la deltaméthrine) contre les adultes³.

Le bilan de soixante ans de surveillance épidémiologique est très positif car le paludisme ne s'est pas réinstallé dans l'île. Seuls demeurent des cas de paludisme d'importation.

3. Le fénitrothion, insecticide organophosphoré adulticide, a été utilisé à La Réunion jusqu'en 2005 dans le cadre de la lutte antivectorielle, en particulier lors de l'épidémie de fièvre à virus Chikungunya. Il a été remplacé à partir de février 2006 par la deltaméthrine.

QUE FAIRE EN CAS DE SYMPTÔMES ?

LES SYMPTÔMES LES PLUS COURANTS :

- Forte fièvre
- Maux de tête
- Douleurs musculaires et/ou articulaires
- Sensation de grande fatigue

En cas d'apparition de ces symptômes :

- Consultez immédiatement votre médecin traitant.
- Protégez-vous contre les piqûres de moustiques pour éviter de contaminer votre entourage,
- Évitez de prendre de l'aspirine sauf indication du médecin.



INTERVENTION DE L'ARS (Agence de Santé Océan Indien)



En cas d'apparition d'un ou plusieurs malades de la dengue ou du chikungunya dans votre quartier, une équipe de lutte anti-vectorielle interviendra à votre domicile pour :

- Vous rappeler les gestes de prévention,
- Vérifier que les gîtes larvaires ont bien été éliminés autour de chez vous,
- Réaliser des traitements insecticides,
- Rechercher dans votre entourage des personnes pouvant présenter les symptômes de la maladie.

POURQUOI TRAITER ?

Des traitements insecticides sont réalisés par l'ARS dans les quartiers où des malades de la dengue ou du chikungunya ont été signalés. Ils permettent alors d'éliminer des moustiques adultes qui peuvent être contaminants et limitent ainsi les risques de propagation de la maladie. Ces traitements respectent les règles de sécurité en vigueur. Une bonne acceptation de ces traitements par la population est impérative pour éviter l'épidémie.

MOUSTIQUIZ !

Avez-vous retenu l'essentiel ? Pour en être certain, répondez aux questions suivantes. Attention, concentration exigée !

1. Quel est le moyen le plus efficace de se protéger contre les piqûres de moustiques ?
 - ⓐ Une cuillère à soupe d'huile de foie de morue, matin et soir.
 - ⓑ Les serpentina à faire brûler sous la vaisselle.
 - ⓒ Les crèmes et sprays répulsifs.
 - ⓓ Une cuillère à soupe d'huile de foie de morue, matin et soir.
2. Pourquoi faut-il vider régulièrement les récipients contenant de l'eau ?
 - ⓐ Pour éliminer les gîtes larvaires et limiter la prolifération des moustiques.
 - ⓑ Pour recycler l'eau de pluie pour faire la vaisselle.
 - ⓒ Pour éviter que les chiens du quartier ne viennent s'abreuver dans la cour.
 - ⓓ Pour éliminer les gîtes larvaires et limiter la prolifération du moustique.
3. Les serpentina à faire brûler sous la vaisselle,
 - ⓐ ont bien été éliminés et réalisent un traitement insecticide.
 - ⓑ ont bien été éliminés et réalisent un traitement insecticide.
 - ⓒ ont bien été éliminés et réalisent un traitement insecticide.
 - ⓓ ont bien été éliminés et réalisent un traitement insecticide.

3 - E - 9 - 2 - 9 - 1 - 1 - samedi

Service de lutte anti-vectorielle
Prévention, infos, conseils

N°Vert 0 800 110 000

Appel gratuit depuis un poste fixe

Retrouvez plus d'informations sur
www.ars-ocean-indien-sante.fr



Agence de Santé Océan Indien
2 bis avenue Georges Brassens - CS 61002
97743 Saint-Denis cedex 9



LE CHIKUNGUNYA OU LA DENGUE... NON MERCI !



Tout ce qu'il faut savoir pour s'en protéger



QU'EST CE QUE LA DENGUE OU LE CHIKUNGUNYA ?

Ce sont des maladies qui se transmettent à l'homme par des piqûres de moustiques. À La Réunion, le moustique tigre, *Aedes albopictus*, en est le principal vecteur.

Certaines formes de ces maladies peuvent être graves, il est donc important de s'en protéger !

COMMENT SE PROTÉGER EN CAS DE CIRCULATION DE CES MALADIES ?

► En se protégeant des piqûres de moustiques

Sprays et crèmes répulsifs



Efficacité +++

Moustiquaires pour les lits



Efficacité +++

Diffuseurs



Efficacité ++

Vêtements longs



Efficacité +

Serpentins



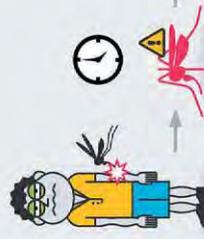
Efficacité +

► En éliminant les lieux de pontes des moustiques (les gîtes larvaires).

Les moustiques se multiplient en pondant leurs œufs dans des récipients et objets contenant de l'eau stagnés autour de la maison. Pour lutter contre les moustiques, il faut supprimer ces gîtes larvaires ou les vider toutes les semaines.



COMMENT SE TRANSMETTENT CES MALADIES ?



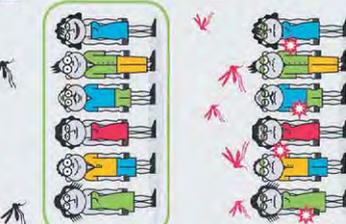
1 M. Payet est porteur du virus du-chikungunya ou de la dengue. Il se fait piquer par un moustique.



2 Quelques jours plus tard, le moustique devient contaminant.



3 Le moustique pique Mme Hoareau et lui transmet la maladie.



4 Quelques jours plus tard, Mme Hoareau est à son tour porteuse du virus.



5 DEUX POSSIBILITÉS

► Pas d'épidémie !

1. Mme Hoareau respecte les messages de prévention qu'elle a entendus à la radio. Même si elle est malade, elle se protège des piqûres de moustiques afin d'éviter de contaminer ses proches. Les habitants du quartier se mobilisent, ils éliminent les gîtes larvaires et se protègent aussi contre les piqûres de moustiques.

► C'est l'épidémie !

2. Mme Hoareau ne se protège pas des piqûres de moustiques. Les habitants du quartier ne se protègent pas non plus et ils n'éliminent pas les gîtes larvaires. Les moustiques prolifèrent et la maladie se propage.

Figure 4.2

Exemple de supports didactiques émis par l'Agence régionale de santé de l'océan Indien.

Contrôle de la dengue et de la fièvre à virus Chikungunya

Après 27 années sans circulation détectée, l'épidémie de fièvre à virus Chikungunya de 2004 a nécessité la création d'un réseau de surveillance entomologique spécifique de son vecteur, *Aedes albopictus*, et des mesures spécifiques de lutte. La surveillance repose alors sur le contrôle régulier des jardins de particuliers pour y relever et éliminer les gîtes aquatiques afin de pouvoir calculer les indices d'abondance des larves à l'échelle du territoire. Ce suivi mensuel permet d'optimiser les actions de lutte contre ce moustique et de sensibiliser la population à ce risque entomologique.

L'usage des insecticides n'est efficace que s'il s'inscrit dans une action de lutte intégrée associant des actions sur tout le cycle de développement du moustique : lutte mécanique ou larvicide (Bti) contre les gîtes pour éliminer les larves, lutte contre les adultes avec un insecticide adulticide (deltaméthrine), sensibilisation des personnes pour la protection contre les piqûres et mobilisation de partenaires locaux pour des actions de salubrité, ceci complété par la sensibilisation des différents publics exposés. Le service de lutte antivectorielle, au sein de l'ARS, met en œuvre ces actions et anime le réseau de partenaires (fig. 4.2).

LA PROTECTION PERSONNELLE ANTIVECTORIELLE

Elle consiste à limiter au maximum le contact de l'Homme avec le vecteur. Pour cela, il faut autant que possible :

- empêcher les vecteurs de pénétrer dans le lieu de séjour : vérifier l'absence d'ouverture (volontaire ou non) vers l'extérieur, mettre des moustiquaires aux fenêtres ;
- éviter d'être piqué, en demeurant dans une zone à l'abri des vecteurs pendant les heures de la journée ou de la nuit où les moustiques prennent leur repas sanguin. Quand le contact avec le vecteur ne peut être évité, il est recommandé des mesures de protection physique, par l'utilisation de vêtements couvrants, de moustiquaires de préférence imprégnées d'insecticide, et des mesures de protection chimique, avec l'utilisation de répulsifs sur la peau découverte, sur les vêtements, et d'insecticides soit en imprégnation des vêtements ou de la moustiquaire, soit par aérosolisation (sprays, bombes) ou combustion (diffuseurs électriques ou serpentins fumigènes). Ces mesures d'évitement concourent non seulement à réduire le risque, mais également à diminuer les infections de nouveaux moustiques et à ainsi briser la chaîne de transmission de l'agent pathogène.

Il est déconseillé : l'application d'huiles essentielles en raison de leur persistance faible, le port de bracelets pour son inefficacité prouvée et les usages de vitamine B1, d'appareils à ultrasons, de l'homéopathie et de papiers autocollants, sans efficacité.

Dans le même temps, il convient de réduire la densité locale de moustiques en agissant sur les sources de moustiques productives (tout récipient en eau) ou potentielles (tout récipient sec), et sur leur environnement en éliminant les sites de repos des moustiques adultes (végétation dense les abritant de la pluie, du soleil et du vent). Pour cela, il faut veiller à supprimer ou à protéger de la pluie les gîtes larvaires :

- vider les vases, les soucoupes des pots de fleurs ou les remplir de sable humide ;
- ranger à l'abri de la pluie tous les stockages pouvant contenir de l'eau : pneus, bâches plastiques, jeux d'enfants, pieds de parasol, mobiliers de jardin, gamelles, vases...
- prévoir une pente suffisante pour que l'eau ne stagne pas dans les gouttières et les curer régulièrement, veiller à la bonne évacuation des eaux de pluie ;
- couvrir les bidons de récupération d'eau de pluie pour les rendre inaccessibles aux moustiques (les couvrir d'une moustiquaire ou d'un tissu fin), retourner les arrosoirs ;
- entretenir le jardin : élaguer, débroussailler, tailler, ramasser les fruits tombés et les déchets végétaux, réduire les sources d'humidité, maîtriser l'arrosage au minimum, éliminer les récipients non nécessaires.

DE NOUVELLES MÉTHODES DE LUTTE ANTIVECTORIELLE

Des alternatives à la lutte classique

À La Réunion, la lutte antivectorielle est basée, à ce jour, sur la lutte insecticide, l'action sur l'environnement, l'éducation sanitaire et la mobilisation sociale. Cependant, sur l'île comme dans toutes les régions du monde, les opérateurs de lutte contre les moustiques et les chercheurs réfléchissent à de nouvelles méthodes de contrôle, efficaces, durables et respectueuses de l'environnement, en alternative à la lutte chimique par insecticides classiquement pratiquée. Si la lutte par insecticides permet de limiter la transmission vectorielle, elle se heurte au développement de résistances parmi les populations d'insectes cibles et elle a des impacts environnementaux.

De nouvelles méthodes alternatives de lutte contre les vecteurs sont en développement. Elles dépendent des espèces de vecteurs à contrôler, de l'engagement de la population et des collectivités, des réglementations nationales, mais aussi du coût et des impacts environnementaux et sociologiques.

Ces nouvelles stratégies incluent le développement de nouveaux insecticides moins polluants et à risque de résistance faible, l'utilisation massive ou familiale de pièges à moustiques, la technique de l'insecte stérile (TIS), l'utilisation de moustiques transgéniques, la technique à base de bactéries *Wolbachia*, l'utilisation de densovirus d'insectes, mais aussi de nouvelles approches comportementales et l'utilisation des sciences participatives.

Indépendamment du but recherché, des contraintes techniques, des preuves scientifiques sur l'efficacité et l'impact de l'une ou l'autre de ces options technologiques pour le contrôle des vecteurs, les facteurs déterminant le choix final résident dans des considérations liées à la faisabilité politique et sociale, qui peuvent dépendre du contexte, et dans les contraintes réglementaires. À la Réunion, le choix s'est porté sur la TIS, car cette stratégie a l'avantage d'être plus ciblée sur l'espèce à combattre, tout en répondant à la demande croissante du public pour des options plus écologiques et efficaces de prévention et de lutte contre les maladies vectorielles. Indépendamment de ces considérations, la décision finale sur l'opportunité de mettre en place un cadre d'étude de la faisabilité de la TIS à La Réunion a évidemment bénéficié d'une volonté et d'un soutien politique préalable.

La technique de l'insecte stérile (TIS)

Cette technique, relevant de la lutte biologique, est déjà largement utilisée en agromonie dans plusieurs régions du monde contre des insectes ravageurs de culture. Elle a été développée avec succès pour lutter contre des mouches myasigènes, comme la lucilie bouchère du bétail *Cochliomyia hominivorax*, en Amérique du Nord à la frontière mexicaine, en Lybie et dans divers pays d'Amérique centrale. L'objectif est de diminuer, et si possible d'éliminer, les moustiques d'une espèce cible d'une zone donnée, dans le cas qui nous intéresse *Aedes albopictus*. Contrairement aux insecticides, insuffisamment spécifiques, la TIS ne cible qu'une seule espèce, épargnant toutes les autres, et préserve donc la biodiversité.

Depuis 2009, La Réunion fait figure de pionnier, et un programme, piloté par l'IRD et associant l'ARS, le Cirad, l'Établissement français du sang basé au CHU de La Réunion et l'AIEA⁴ est en cours pour évaluer la faisabilité et l'utilisation de la TIS contre *Ae. albopictus* sur l'île.

Le contexte insulaire et ce moustique se prêtent bien à l'utilisation de la TIS à La Réunion. En effet, il est l'unique vecteur des virus de la dengue, des virus Chikungunya et potentiellement Zika dans l'île. Il y a une volonté forte de La Réunion de protéger sa biodiversité, en réduisant l'usage des insecticides et le

4. ARS : Agence régionale de santé ; Cirad : Centre international de recherches agronomiques pour le développement ; EFS : Établissement français du sang ; AIEA : Agence internationale de l'énergie atomique.

risque de sélection de résistances à ces derniers, et l'île souhaite également développer des technologies innovantes. Enfin, le fait que La Réunion soit une île contrarie la recolonisation par des moustiques allochtones.

Le principe de la TIS repose sur la production massive de mâles d'*Ae. albopictus*, qui sont stérilisés par des rayons X, mais restent capables de s'accoupler avec des *Ae. albopictus* femelles sauvages, car ils conservent leur appétence sexuelle. Seules les femelles piquent l'Homme. Les mâles ne se nourrissent pas de sang, mais de substances sucrées d'origine végétale. Les mâles adultes, stérilisés au stade de nymphe, inséminent bien les femelles avec des spermatozoïdes, mais les œufs pondus ne donnent pas de descendance. Ainsi, avec des lâchers réguliers de mâles stériles, les populations d'*Ae. albopictus* diminuent, voire disparaissent, ainsi que le risque de transmission de la dengue et des fièvres à virus Chikungunya et Zika.

La première étape consiste donc à produire dans des insectariums des millions de moustiques, puis à séparer mécaniquement les nymphes mâles des nymphes femelles en exploitant leur différence de taille (fig. 4.3), à stériliser aux rayons X les nymphes mâles, puis à procéder à des lâchers massifs d'adultes mâles, après leur émergence, dans les zones ciblées.

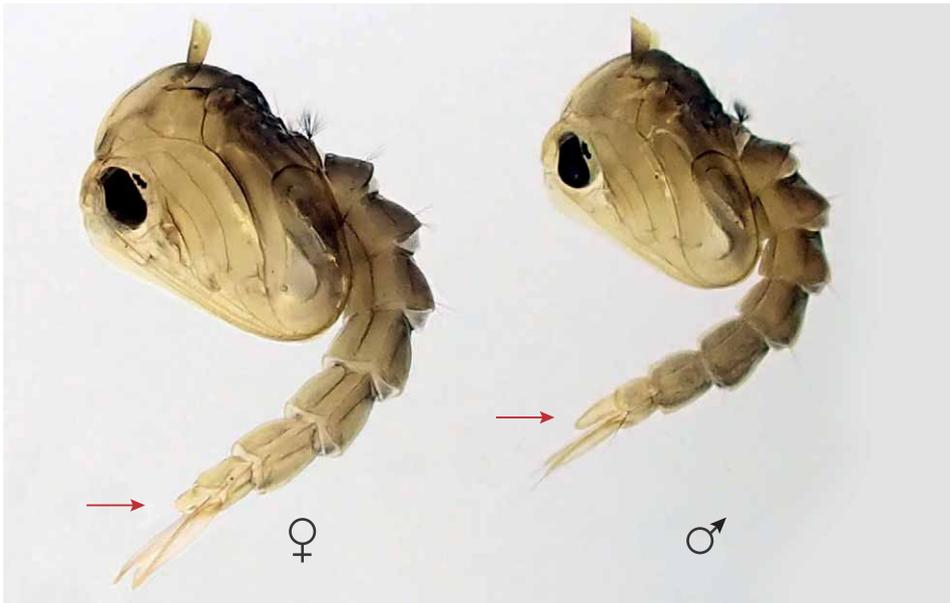


Figure 4.3
Nymphes femelle et mâle d'*Aedes albopictus* (profil).

Notez la différence de taille ainsi que le dimorphisme sexuel du dernier segment abdominal (flèche). Cette différence de taille est mise à profit pour séparer mécaniquement les futurs mâles à stériliser des futures femelles pouvant être réutilisées pour l'élevage. Le dimorphisme sexuel au niveau nymphal est utilisé pour le contrôle qualité à l'issue du tri.

Des contrôles qualité sont mis en place à diverses étapes de ce processus. Des modèles mathématiques montrent qu'il faut relâcher environ 10 fois plus de mâles stérilisés d'élevage qu'il n'y a de mâles « sauvages » dans la zone d'intervention pour que la technique soit efficace.

Cette stratégie nécessite donc de bien connaître la biologie d'*Ae. albopictus* (cf. chap. 8 sur cette espèce). Depuis 2009, les ingénieurs et chercheurs du programme ont étudié l'abondance saisonnière (fig. 4.4), la distribution, la distance de déplacement, le comportement de piqûre, le comportement reproducteur, la survie, la compétition avec d'autres espèces de moustiques et la génétique de plusieurs populations d'*Ae. albopictus* de La Réunion. Des campagnes de communication en direction des populations ont été réalisées à chaque étape du processus, pour expliquer l'intérêt mais aussi les contraintes de cette approche TIS.

Les recherches réalisées entre 2009 et 2020 ont démontré la faisabilité en laboratoire et en conditions semi-naturelles de cette technique contre *Ae. albopictus*. Une phase d'essai pilote de la TIS en conditions réelles est cependant nécessaire, avec des lâchers

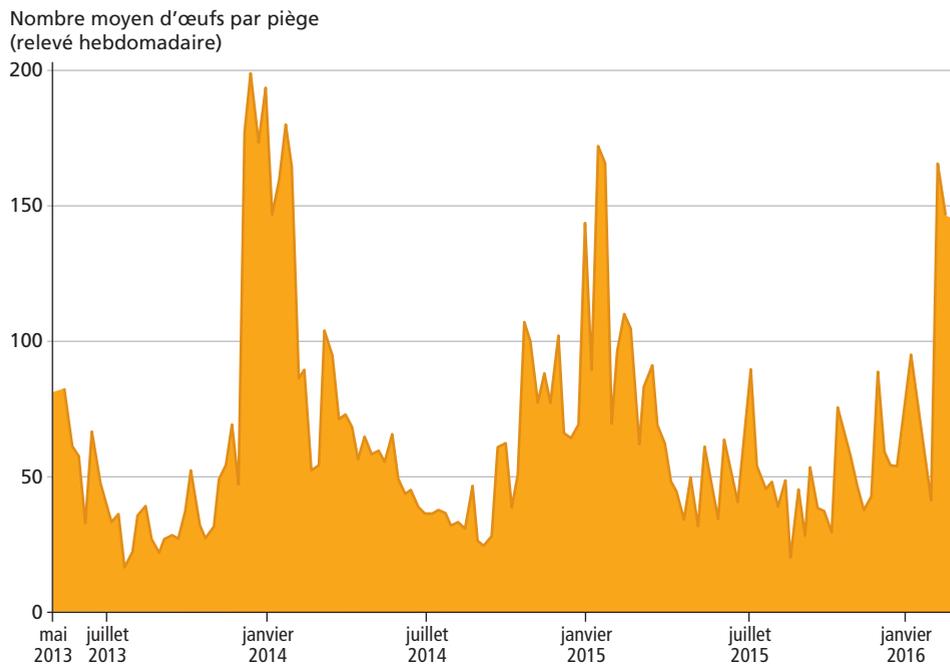


Figure 4.4
Suivi sur 3 saisons (mai 2013-février 2016) de la dynamique des populations d'*Aedes albopictus* sur la commune de Bois-Rouge, La Réunion.

Cette évolution des populations est quantifiée ici par la mesure du nombre moyen d'œufs pondus hebdomadairement par pondoir piège. La plus forte activité de l'espèce se déroule durant la période chaude et pluvieuse.



Photo 4.1
Cage d'émergence
et d'accouplement des adultes
d'*Aedes albopictus* (a)
et contrôle qualité
du sexage des nymphes (b)
dans le cadre de la production
de masse de moustiques mâles
stériles.



de mâles stériles pour contrôler les populations naturelles d'*Ae. albopictus*. Les premiers lâchers expérimentaux massifs se sont déroulés le 22 juillet 2021 : couvrant une zone urbaine de 20 ha, 120 000 *Ae. albopictus* mâles stériles ont été relâchés. Ces lâchers sont programmés sur une période d'un an, à raison d'un lâcher par semaine. Ces actions impliquent l'acceptabilité des populations et permettront de démontrer l'efficacité et l'efficacité de cette nouvelle stratégie de lutte antivectorielle, après une étude de coûts et bénéfices, avant son utilisation à grande échelle.

La technologie développée concerne les services institutionnels et les opérateurs de lutte antivectorielle à La Réunion, mais également dans les îles voisines du sud-ouest de l'océan Indien ainsi qu'en Métropole ou dans d'autres territoires français. La présence du moustique tigre dans ces territoires et l'extension croissante de son aire de distribution aux pays du Nord représente une opportunité exceptionnelle pour La Réunion de développer des solutions de lutte antivectorielle ciblée, plus respectueuses de l'environnement, telle que la TIS.



Photo 4.2
Contrôle d'un piège BG
utilisé pour la capture
des moustiques adultes
dans le quartier de Duparc,
Sainte-Marie, La Réunion.
Ce modèle est muni d'un diffuseur
de gaz carbonique (bouteille
à droite) qui est un attractant
pour le moustique.

Identification des genres réunionnais

5 Les stades de développement du moustique

LE CYCLE DE VIE DU MOUSTIQUE

En 1669, le naturaliste néerlandais Jan Swammerdam (1637-1680) dessina le premier dans son *Historia insectorum* les divers stades de développement du moustique (fig. 5.1) et nota que cet insecte provient d'un petit ovule que la femelle pond sur l'eau – il s'agit de l'œuf – et qui constitue le point de départ conventionnel de tout cycle biologique.

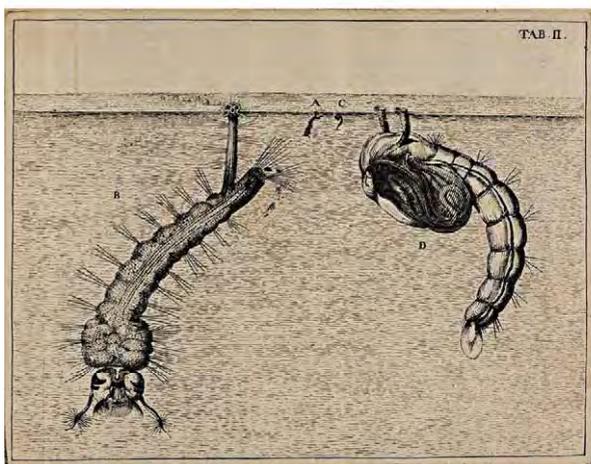
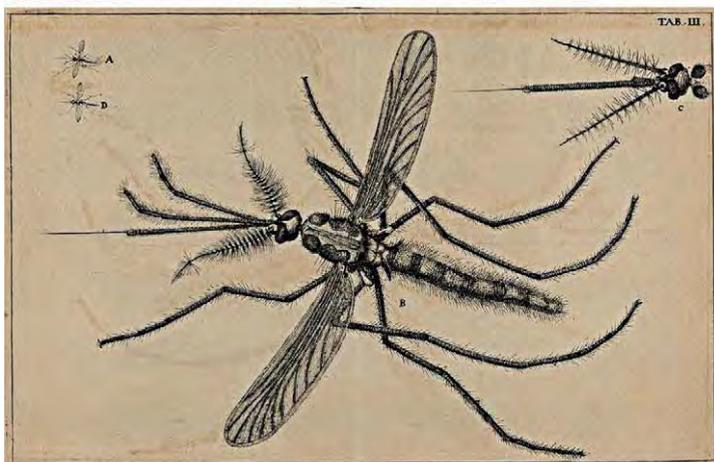


Figure 5.1
Planches réalisées
par Jan Swammerdam
extraites de son ouvrage
Historia insectorum
paru en 1669
représentant les stades larvaire,
nymphal et adulte
mâle et femelle (tête)
d'un Culicinae.



Issus d'un œuf (ce stade dure de 2 à 3 jours), tous les moustiques passent par trois autres stades de développement : les deux premiers – larvaire et nymphal – sont aquatiques, le troisième stade – adulte - est aérien (fig. 5.2).

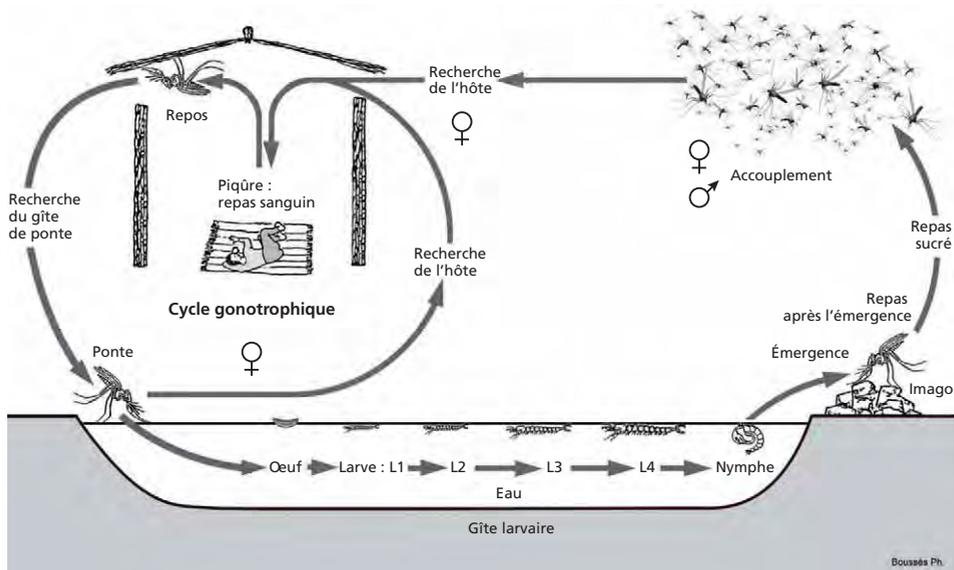


Figure 5.2
Cycle de vie d'un moustique (ici un anophèle).

Après l'éclosion de l'œuf dans l'eau, le stade larvaire est marqué par 3 mues séparant les stades I, II, III et IV. Le stade larvaire dure de 5 à 20 jours en général, en fonction de la température de l'eau et de la nourriture disponible. Bien que vivant dans un milieu aquatique, ce stade a une respiration exclusivement aérienne. À l'issue du stade larvaire IV, la larve se métamorphose pour donner une nymphe mobile qui ne se nourrit pas. Après 1 ou 2 jours, la nymphe se métamorphose en un moustique adulte, mâle ou femelle généralement en égale proportion, en déchirant la partie sagittale de son thorax, puis prend son envol (photo 5.1). Les mâles émergent avant les femelles. Dès l'émergence, l'adulte se repose durant 10 à 24 heures, temps nécessaire au durcissement de sa cuticule, au déploiement de ses ailes et au retournement de l'appareil génital du mâle. L'accouplement a lieu dans les 48 heures qui suivent l'émergence, soit en vol, soit sur un support. La femelle est alors en règle générale féconde pour le restant de sa vie, tandis que le mâle peut s'accoupler à plusieurs reprises. Les femelles pondent globalement une centaine d'œufs, tous les 2 à 3 jours après chaque repas de sang tout au long de leur vie. La durée de vie d'un moustique est relativement brève : de 2 à 4 semaines pour les femelles, une dizaine de jours pour les mâles.



Photo 5.1
Émergence de son enveloppe nymphale d'un mâle de *Culex (Culex) quinquefasciatus*.

Chaque espèce culicidienne présente pour chacun de ces stades un ensemble de caractères morphologiques diagnostiques, ces caractères présentant des variantes selon la position taxonomique de l'espèce en question. Les pages qui vont suivre nous fourniront les connaissances de base sur la morphologie de ces divers stades, déclinés selon les principaux genres. Ces connaissances nous permettront par la suite de procéder à l'identification diagnostique des genres et espèces.

L'ŒUF

Les femelles de moustiques pondent leurs œufs dans l'eau ou sur des supports humides proches de la surface de l'eau. Les gîtes de ponte sont extrêmement variés et souvent spécifiques à chaque espèce. Ils peuvent être des trous d'arbre, des bambous fendus ou sectionnés, des trous de rocher, des pieds de touffes de graminées sur le bord des étangs, des urnes de *Nepenthes*, des feuilles engainantes, des containers très variés, de petites ou grandes étendues d'eau... Certaines espèces se développent en eau douce et d'autres en eau salée, certaines en eau stagnante, d'autres en eau légèrement courante, dans un milieu fortement ensoleillé ou plus ou moins ombragé.

L'œuf est très souvent fusiforme. Il est revêtu d'une coque dure ornementée dénommée chorion qui le protège éventuellement de la dessiccation et lui donne sa rigidité. Ce chorion présente une ornementation qui peut être spécifique de l'espèce, visible à très fort grossissement (fig. 5.3 d, e). Fraîchement pondus, l'œuf est blanc, puis il se pigmente en brun ou noir (photo 8.34).

Les œufs des anophèles sont pondus isolément mais souvent, ils se regroupent sous la force de tensions superficielles par leur extrémité pour former à la surface de l'eau divers motifs en forme d'étoiles. Ils ont la forme d'une pirogue recourbée vers le haut aux deux extrémités et qui porterait sur ses flancs deux longs flotteurs (fig 5.3 a). Ils ne supportent pas la dessiccation et vont éclore dans les 48 heures, ou se dessécher et mourir.

Anopheles



Culex



Aedes

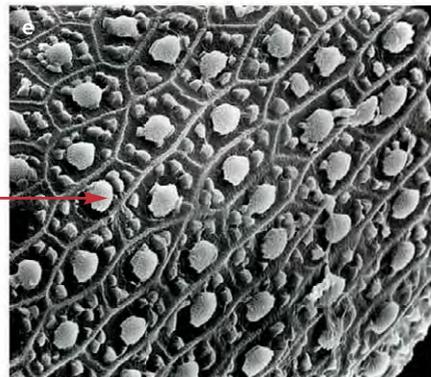
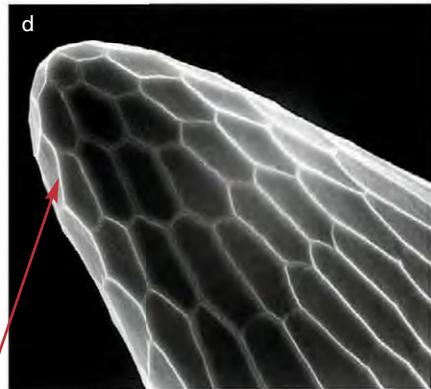


Figure 5.3
Aspect général des œufs d'*Anopheles* (a), de *Culex* (b) et d'*Aedes* (c), avec détails de l'ornementation du chorion d'un œuf d'*Aedes* (d, e).

Les œufs des Culicinae sont toujours dépourvus de flotteurs. Ils peuvent être pondus isolément (*Aedes*), collés sur un support à proximité de l'eau (fig. 5.3 c) ou regroupés en nacelle ou radeau (*Culex*) directement sur l'eau (fig. 5.3 b). Les œufs constituant ces barquettes sont perpendiculaires à la surface de l'eau avec la zone d'éclosion au contact direct de l'eau. Les œufs des *Aedes* résistent à la dessiccation plusieurs mois, au contraire des œufs de *Culex* : ainsi les œufs d'*Aedes aegypti* peuvent survivre pendant des mois dans un environnement sec, alors que ceux de *Culex quinquefasciatus* sont détruits après seulement quelques heures dans un tel environnement. La photopériode et la température de l'eau peuvent aussi être des facteurs d'éclosion.

LA LARVE

Bien que les larves de moustiques se développent en milieu aquatique, elles ont presque toutes une respiration aérienne *via* leurs stigmates. Elles ont la particularité d'être dépourvues de pattes mais nagent rapidement grâce à des poussées ondulatoires de leur corps. Le premier stade larvaire mesure de l'ordre de 1 mm pour atteindre 6 mm à 20 mm, selon les espèces, au stade IV. La larve présente 3 parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen (fig. 5.4).

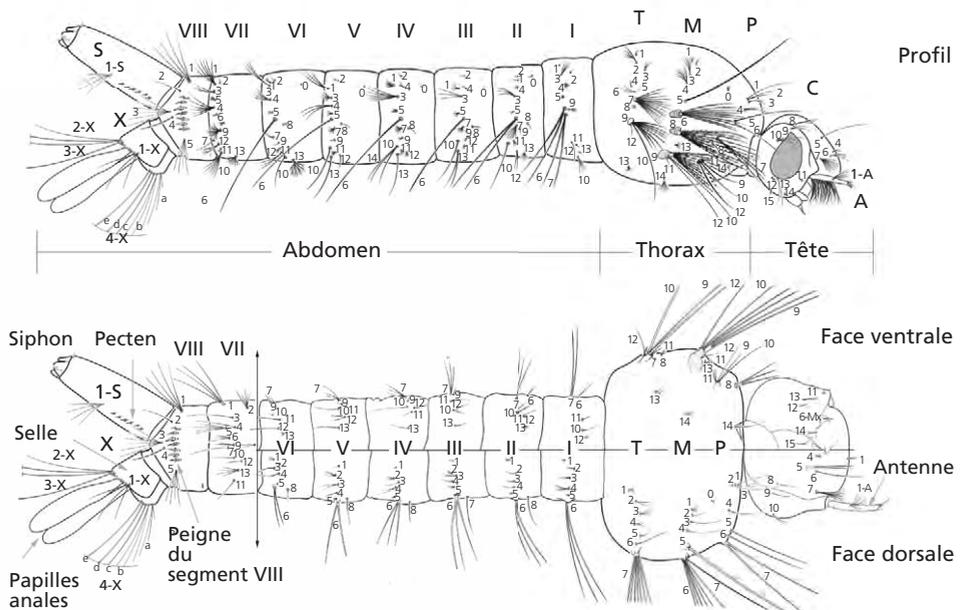


Figure 5.4
Morphologie générale d'une larve de Culicinae Aedini de stade IV, en vue latérale (profil), ventrale et dorsale.

En vue dorsale, les derniers segments VIII à X sont conventionnellement représentés selon un angle de 90° par rapport au reste du corps.

On peut reconnaître les espèces de moustiques à ce stade par des caractères morphologiques spécifiques, en particulier la nature, la forme et l'emplacement des soies sur les différents segments du corps. Une larve possède plus de 200 paires de soies. Une nomenclature a été définie : les parties du corps sont désignées par une lettre majuscule, ou par un chiffre romain pour les segments abdominaux, précédée par le numéro de la soie en chiffre arabe. Les soies sont numérotées depuis l'axe dorsal vers l'axe ventral de la larve. Les parties anatomiques sont ainsi désignées : A (antenne), C (capsule céphalique), P (prothorax), M (mésothorax), T (métathorax), S (siphon), I, II, ..., VIII, X (segments abdominaux I à X).

La tête

La tête (fig. 5.5) est généralement plus large que longue pour les Culicinae, au contraire des Anophelinae. Elle est protégée par une capsule céphalique épaisse et chitinisée. Elle porte une paire d'antennes dont les diverses soies explorent le milieu extérieur. La soie antennaire 1-A (touffe antennaire) est nettement séparée des autres et sa position est diagnostique. Le tégument antennaire est glabre ou plus ou moins parsemé de spicules. Deux paires d'yeux existent sur la capsule céphalique. Les yeux antérieurs, plus grands, non encore fonctionnels, deviendront les yeux à facettes du futur adulte. La paire plus petite en arrière constitue les yeux simples fonctionnels de la larve : les stemmates.

La bouche est entourée de brosses, de soies et de pièces masticatrices qui lui permettent de rechercher et de mettre en pièces la nourriture. Une structure triangulaire fortement sclérotisée, le mentum, est située ventralement en arrière de la bouche. Le mentum

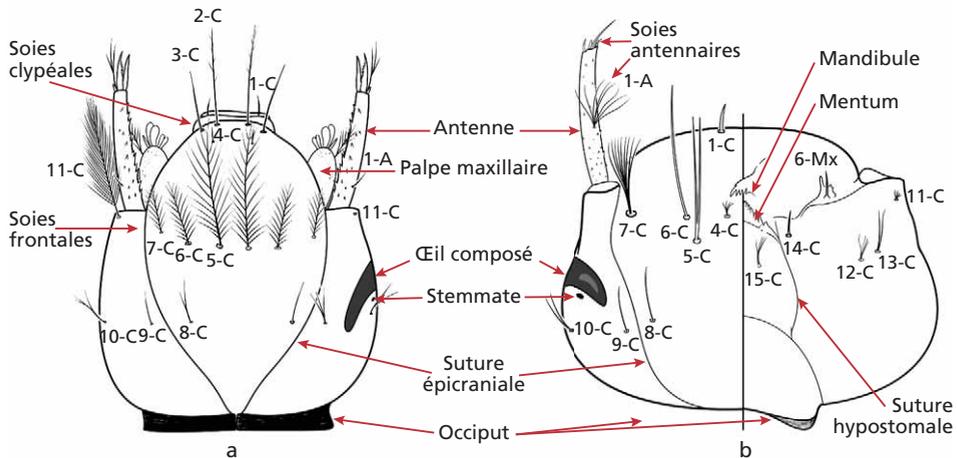


Figure 5.5
Larve de Culicidae :
 (a) morphologie de la tête d'un Anophelinae (face dorsale) : *Anopheles gambiae*
 et (b) d'un Culicinae (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) : *Aedes suzannae*.

est une aide à l'identification de l'espèce (fig. 5.6). La capsule céphalique porte une quinzaine de paires de soies. Citons, pour les Anophelinae, les soies préclypéales internes 2-C et externes 3-C et, pour les Culicinae, les soies frontales intérieures 5-C et médianes 6-C, souvent diagnostiques. Le nombre de brins d'une soie donnée peut varier pour une même espèce et parfois même chez un même individu, entre ses parties droite et gauche.

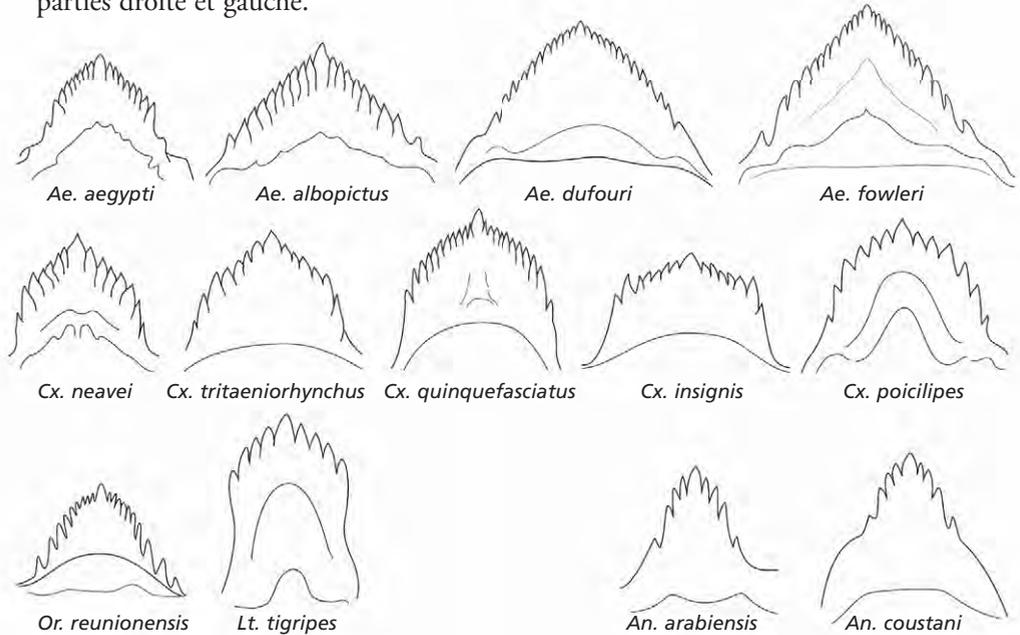


Figure 5.6
Diversité morphologique des mentums des divers moustiques découverts à La Réunion.

Le thorax

Le thorax est nettement plus large que la tête et son tégument est souple. Il est formé de trois métamères fusionnés soulignés par trois alignements de soies prothoraciques, mésothoraciques et métathoraciques. Ces soies, souvent longues, informent la larve sur son environnement proche. Le prothorax possède, de plus, une paire de soies supplémentaires, la 0-P, qui est située latéralement à la 1-P et déportée vers le mésothorax. La paire de soies 13-P est absente chez les Culicinae. À l'exception des soies 1-P à 3-P, les soies thoraciques sont peu utilisées pour l'identification.

L'abdomen

L'abdomen est formé de dix métamères, mais seuls neuf d'entre eux sont bien marqués, le métamère IX étant visuellement absent. Les sept premiers sont relativement similaires et peu utilisés pour identifier l'espèce, au contraire des deux derniers : le VIII

et le X (figure 5.7). Sur le segment VIII s'ouvre dorsalement une paire de stigmates respiratoires. Chez les Anophelinae, ces stigmates respiratoires, portés par une plaque stigmatique, s'ouvrent directement sur la face dorsale du segment VIII, alors que chez les Culicinae ils s'ouvrent à l'extrémité d'un siphon chitineux plus ou moins long. La forme, la taille et l'ornementation du siphon sont souvent diagnostiques. Sa longueur est estimée proportionnellement à sa largeur à sa base, par l'indice siphonal. Cet indice peut varier de 2 (siphon court, par ex. *Ae. albopictus*) à plus de 10 (siphon long, par ex. *Cx. insignis*). À la base du siphon, deux petites saillies latérales, les acus, sont parfois visibles. Elles peuvent être absentes (*Stegomyia*). Le siphon porte généralement une rangée ventrolatérale de fortes épines sclérifiées, les dents, formant le pecten (ou peigne) du siphon. Le peigne du siphon est absent chez divers groupes de moustiques, dont les *Orthopodomyia* et les *Toxorhynchites*.

Sur les faces latérales du segment VIII, des dents (ou écailles ou épines) sont groupées en une structure appelée peigne. Ces dents sont orientées vers l'arrière et sont de forme, de disposition et de nombre variés selon l'espèce. Cette structure est absente chez certains genres de Culicidae. Le segment IX n'est pas visible et est incorporé aux segments VIII et X. Le segment X (segment anal) est incliné par rapport à l'axe du segment VIII. Il est revêtu dorsalement d'une plaque chitinisée protectrice, la selle. Cette plaque encercle totalement (selle complète) ou partiellement (selle incomplète) le segment anal. Ce segment X porte en position ventrale une série de paires de soies (soies 4-X), formant la brosse ventrale qui lui sert de godille et de gouvernail pendant la nage. En avant de ces soies, des soies impaires sont parfois implantées (*Cx. insignis*, *Ae. dufouri*, *Ae. fowleri*) : ce sont les soies précratales. Le segment anal s'achève par

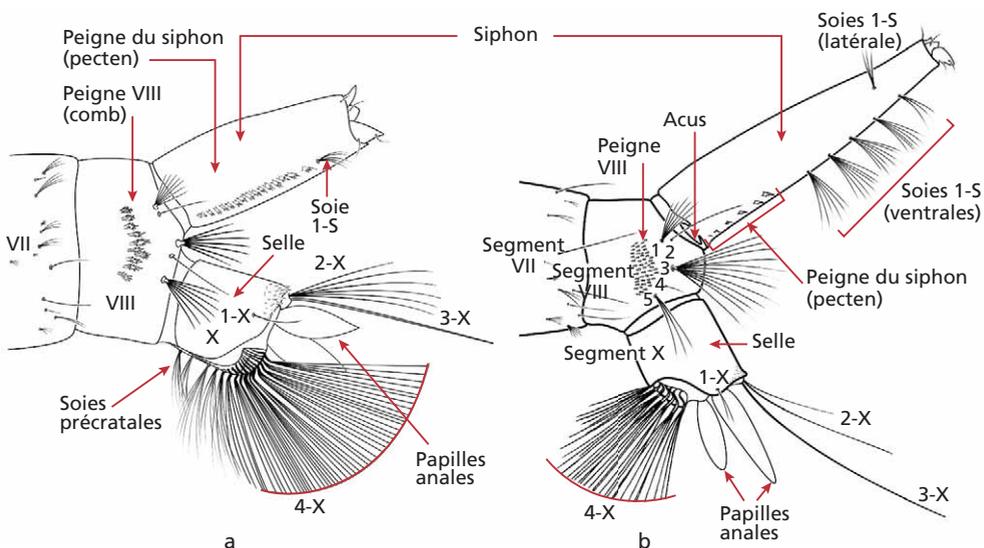


Figure 5.7
Morphologie des segments abdominaux VII à X d'une larve d'*Aedes* (a) : *Aedes suzannae*
et de *Culex* (b) : *Culex comorensis*.

2 paires d'expansions souples translucides, les papilles anales, qui entourent l'anus et ont un rôle d'osmorégulation. Les espèces des eaux salées ou saumâtres ont souvent des papilles anales très courtes (*Ae. dufouri*).

LA NYMPHE

Ce stade de transition entre la larve aquatique et l'adulte aérien est formé d'un céphalothorax globuleux qui regroupe tête et thorax, ainsi que d'un abdomen aplati terminé par deux palettes natatoires. La nymphe demeure habituellement immobile à la surface et, lorsqu'elle est dérangée, nage très rapidement jusqu'au fond de l'eau pour se protéger, ce qui la distingue de la plupart des nymphes d'autres insectes. Ce stade nymphal, précurseur du stade adulte, subit des changements morphologiques et physiologiques si profonds qu'il ne possède pas de tube digestif fonctionnel et qu'il ne peut se nourrir. La nymphe respire à la surface de l'eau grâce à une paire de trompettes respiratoires situées sur la partie dorsale du céphalothorax (photo 5.2). L'identification spécifique à ce stade est délicate et peu usitée en pratique.

À maturité, la nymphe se gonfle d'air et amène ainsi la partie dorsale de son céphalothorax au-dessus du niveau de l'eau. L'air absorbé facilite la séparation entre la peau de la nymphe, ou exuvie, et celle du moustique, qui va rapidement s'extraire de l'exuvie, dégager ses pattes et déployer ses ailes (photo 5.3). Après tout au plus deux ou trois minutes, le moustique est capable de s'envoler.



Photo 5.2

Nymphes de moustique.

Notez les trompettes respiratoires qui affleurent à la surface de l'eau.



Photo 5.3
Mâle de *Culex quinquefasciatus* émergeant de son exuvie nymphale.

Le premier segment abdominal porte dorsalement une paire de soies branchues ou palmées dites soies de flottaison, qui permettent à la nymphe de se maintenir à la surface de l'eau, les trompettes respiratoires affleurant à la surface. Les trompettes respiratoires sont des structures propres à la nymphe. Elles sont formées d'une partie basale tubulaire, le méat, et d'une partie apicale, la pinna ou pavillon. Le méat peut être très réduit ou très long et le pavillon plus ou moins évasé selon les genres.

Le dernier segment abdominal (segment IX), plus petit que les précédents, possède à sa partie apicale une paire de palettes natatoires (nageoires), qui s'entrecroisent, chacune maintenue rigide par une nervure médiane. À l'extrémité de la nervure, la palette porte la soie 1-P, et sur la face ventrale, la soie 2-P. Le bord externe de la palette porte une frange formée de dents en forme d'épine et/ou de fines soies. Les caractères de cette frange et des soies 9 du segment VIII (9-VIII) sont des caractères diagnostiques.

Chez la nymphe, on peut déjà distinguer le sexe du moustique en cours de développement : si le fourreau des pièces génitales, visible au niveau du segment X de l'abdomen, est court et arrondi, il s'agit d'une femelle ; s'il est long et triangulaire et bifurque à son extrémité, il s'agit d'un mâle (fig. 5.8).

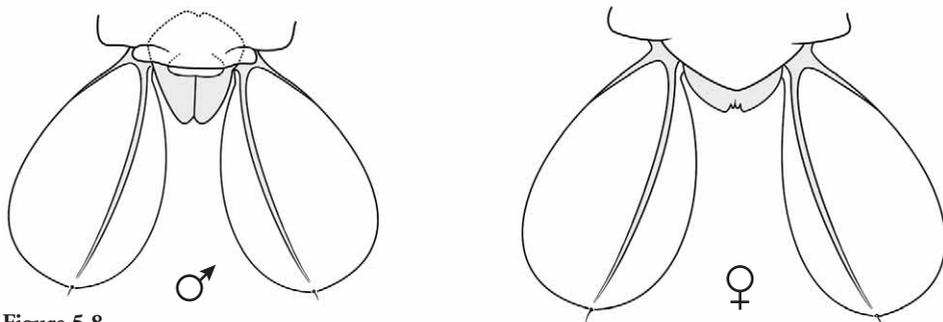


Figure 5.8
Nymphe (vue ventrale) : extrémité de l'abdomen montrant le dimorphisme sexuel au niveau du segment X entre mâle (à gauche) et femelle (à droite).

L'ADULTE

Le tégument du stade adulte est rigide, c'est un véritable squelette externe qui protège et isole l'insecte du milieu extérieur.

Les écailles et soies aux formes très variées qui ornent son corps informent le moustique sur les caractéristiques du milieu externe. Ce sont des organes tactiles qui analysent les paramètres chimiques (odeurs, saveurs, phéromones...) mais aussi les paramètres physiques du milieu externe (température, déplacements d'air...). Les écailles peuvent avoir diverses formes et être colorées par des pigments ou striées ; elles décomposent alors la lumière blanche et produisent ainsi des couleurs physiques brillantes ou métalliques. Les écailles peuvent être isolées ou regroupées en touffes, formant des taches colorées, des anneaux ou bandes sur diverses parties du corps telles que les palpes, les ailes, les pattes, le thorax ou l'abdomen et que l'entomologiste utilisera pour identifier l'espèce.

Morphologiquement, le corps de l'adulte est formé de 3 parties : tête, thorax et abdomen (fig. 5.9).

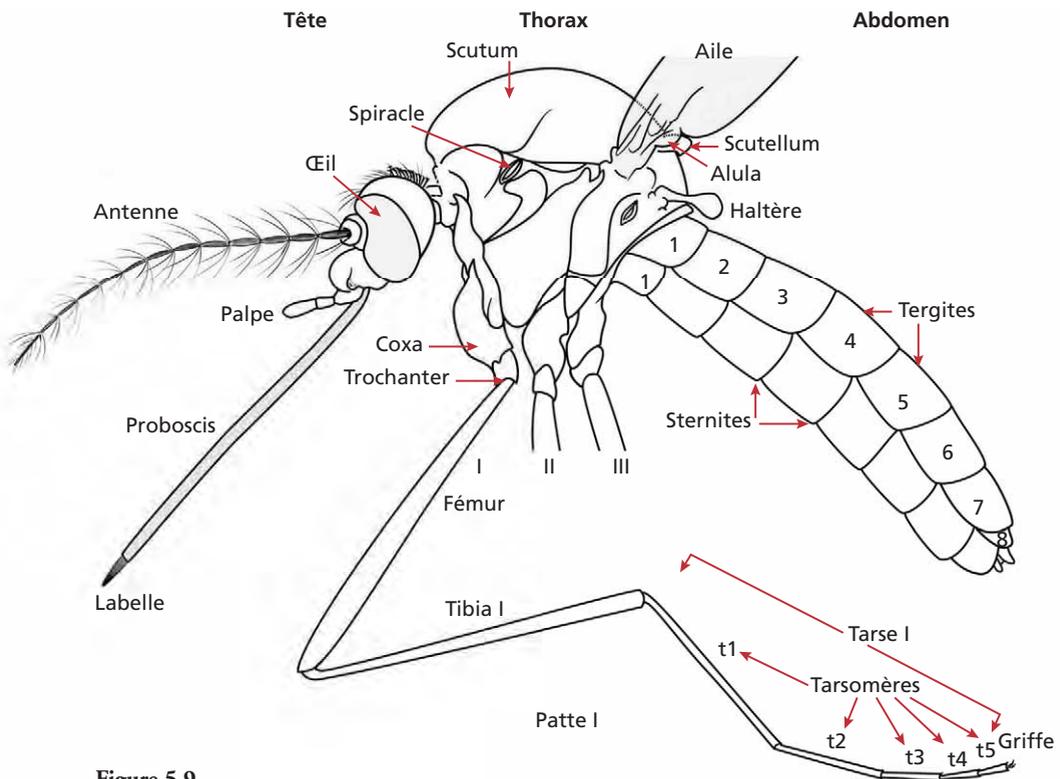


Figure 5.9
Morphologie générale d'un moustique adulte femelle (Culicinae).

La tête

La tête est plus ou moins sphérique. Elle porte essentiellement l'ouverture du tube digestif (proboscis et pièces buccales) et de nombreux organes sensoriels : yeux composés de 300 à 1 000 yeux simples ou ommatidies, antennes de 15 segments ou palpomères. Le proboscis, souvent appelé trompe ou rostre, est fortement allongé et cylindrique. Il est formé d'un labium ventral en gouttière qui protège les longues pièces buccales vulnérantes (labre, mandibules, maxilles et hypopharynx) à la manière d'un fourreau. Il porte à l'extrémité deux petites pièces triangulaires, les labelles, qui contiennent les organes sensoriels permettant à la femelle de choisir l'endroit où elle va piquer. Le labium ne pénètre pas dans le tissu hôte mais se replie à sa surface, dégageant les autres pièces buccales qu'il protège et qui sont seules à pénétrer dans la peau de l'hôte. Ces pièces vulnérantes, effilées et pointues, perforent la peau comme une aiguille, et la femelle peut alors aspirer du sang par le canal alimentaire du labre après avoir injecté de la salive anticoagulante et anesthésiante par le canal salivaire de l'hypopharynx (fig. 5.10 a et b). Les palpes maxillaires sont situés de part et d'autre du proboscis. Ils sont longs chez les mâles Culicinae et courts chez les femelles, alors qu'ils sont longs chez les deux sexes pour les espèces Anophelinae.

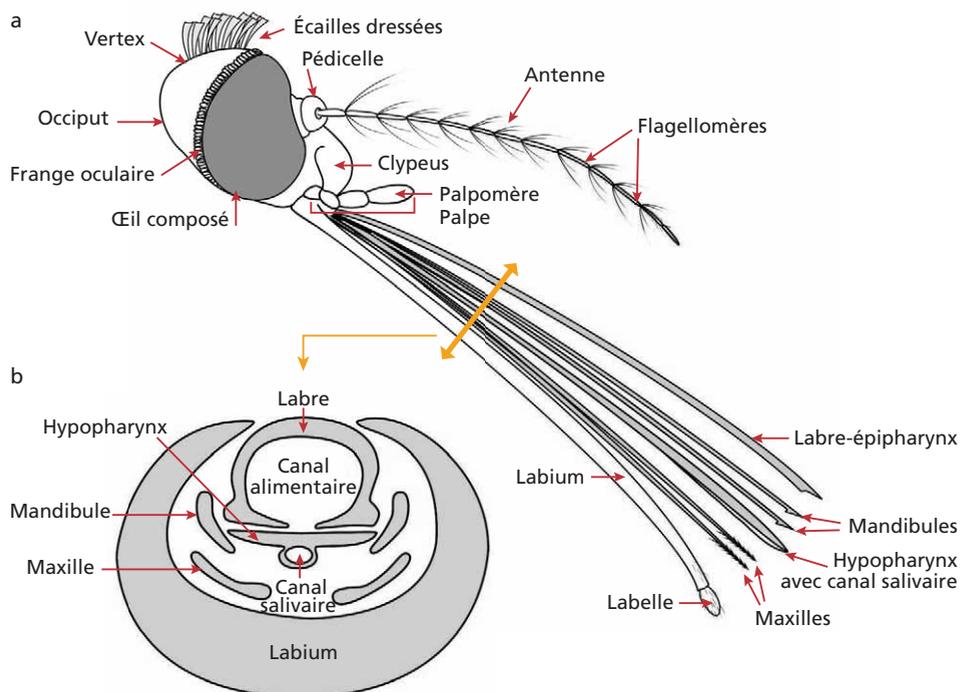


Figure 5.10
Profil de la tête (a) et coupe transversale schématisique du proboscis (trompe) d'un moustique femelle (b) montrant les divers appendices qui le constituent.

Le thorax

Le thorax est le segment du corps dévolu à la locomotion. Globuleux, il résulte de la fusion de 3 segments ou métamères. Chaque métamère porte ventralement une paire de longues pattes. Dorsalement, le thorax porte une seule paire d'ailes fonctionnelles et une paire d'ailes vestigiales (aussi appelées haltères en raison de leur forme). Sur chaque côté du thorax s'ouvrent deux orifices respiratoires dénommés spiracles ou stigmates respiratoires.

En vue dorsale (fig. 5.11 a), le thorax est dans sa quasi-totalité formé par le scutum fortement développé. À sa suite, le scutellum, bien plus réduit mais visible, et le postnotum (pn), souvent dissimulé sous le scutellum. Deux petites plaques latérales longent le scutum ; ce sont les paratergites, parfois peu visibles. Les haltères sont des organes d'équilibration du vol. Ils s'insèrent sur le métanotum (Mtn) qui se réduit à une plaque peu ou pas visible tout à l'arrière du thorax.

En vue latérale (fig. 5.11 b), la quasi-totalité du thorax est également constitué par le métathorax. Il est formé de six plaques principales reliées par des membranes souples. Ce dispositif confère au thorax la souplesse nécessaire à la respiration et aux contractions des muscles du vol tout en le protégeant, à la manière d'une armure articulée.

Les principales plaques sont le postpronotum (Ppn) qui se situe sous la partie antérieure bombée du scutum ; elle porte de fortes soies arquées vers l'arrière qui protègent l'entrée de l'orifice respiratoire (spiracle). Il ne faut pas confondre ces soies avec celles implantées (ou non) sur une petite zone qui jouxte immédiatement le spiracle mésothoracique et dénommée aire pré-spiraculaire. Ce spiracle se situe entre cette petite zone et la plaque postspiraculaire (PA) où s'insèrent – ou non – des soies diagnostiques du genre. À sa suite, sous l'insertion de l'aile, se situe le lobe préalaire aux nombreuses soies. En dessous se trouve la plus grande plaque, le mésokatepisternum (Mks) qui, ventralement, sépare l'insertion respective des pattes antérieures (I) et médianes (II). En arrière du Mks se trouve une plaque rectangulaire, le mésanépipiméron (Mam), sur laquelle s'insèrent – ou non – des soies importantes pour l'identification des espèces.

Le thorax est orné dorsalement et latéralement de soies (soies acrosticales, soies dorsocentrales, soies mésépimérales inférieures...) et d'écailles dont la présence ou l'absence, la disposition, la forme et la couleur sont caractéristiques de chaque espèce de moustique.

Chacun des 3 segments thoraciques porte une paire de pattes : les pattes I ou antérieures, les pattes II ou moyennes et les pattes III ou postérieures. Elles sont recouvertes d'écailles qui peuvent dessiner des mouchetures, des taches, des lignes longitudinales ou des anneaux qui sont diagnostiques. Les soies sensorielles et protectrices sont nombreuses sur les pattes.

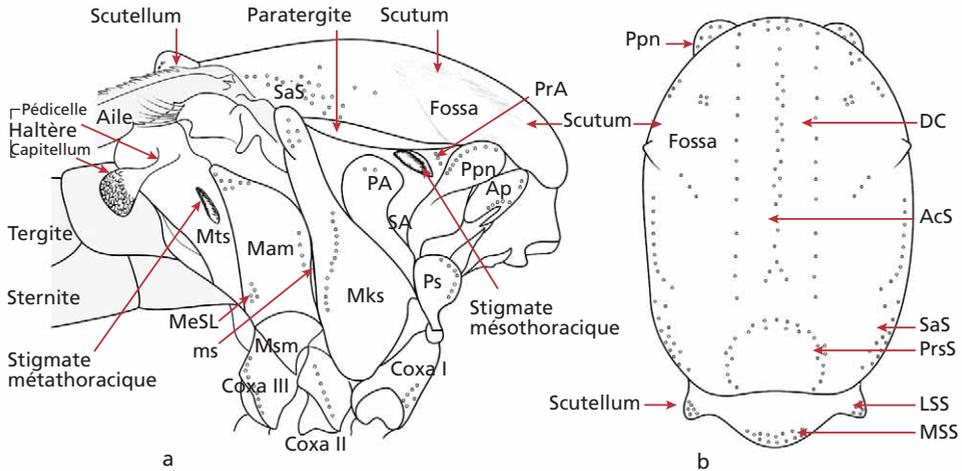


Figure 5.11

Thorax d'un Culicinae :

(a) en vue latérale : Ap : antépronotum ; Mam : mésépiméron ; MeSL : soies mésépimérales inférieures ; Mks : mésokatépisternum ; ms : suture mésépimérale inférieure ; Msm : mésoméron ; Mts : métépisternum ; PA : aire post-spiraculaire ; Ppn : postpronotum ; PrA : aire pré-spiraculaire ; SA : aire sous-spiraculaire ; SaS : soie supra-alaire.

(b) en vue dorsale : Ppn : postpronotum ; DC : soies dorsocentrales ; AcS : soies acrosticales ; SaS : soies supra alaires ; PrsS : soies pré-scutellaires ; LSS : soies latérales scutellaires ; MSS : soies médianes scutellaires.

Chaque patte est formée, de la base à l'apex, par : la coxa, le trochanter réduit, le fémur bien développé, le tibia et enfin le tarse, formé lui-même de 5 tarsomères, t-1 à t-5. Le tarsomère 5 (t-5) porte une paire de griffes ou ongles qui permet au moustique de s'accrocher aux divers supports rencontrés, et parfois des organes sensoriels spécialisés : un empodium médian entouré de deux pulvilli. Chez le mâle, les griffes des pattes antérieures et moyennes sont fortement modifiées pour maintenir la femelle lors de l'accouplement. Soulignons que les pattes ne servent pas – ou bien peu – à la locomotion du moustique, mais à son maintien sur un support. La fonction locomotrice est dévolue aux ailes.

L'aile (fig. 5.12 a et b) est une expansion du tégument thoracique. Elle est formée de deux feuillets plaqués l'un contre l'autre, rendus rigides par la présence de nervures. Les taxonomistes ont donné des noms à ces nervures (par exemple Costale : C ; ou Radiale : R) ou des numéros. À l'intérieur de ces nervures se trouvent les nerfs et vaisseaux d'hémolymphe (l'équivalent du sang) qui nourrissent l'ensemble de l'aile. La membrane translucide est tapissée de très petites soies sensorielles : les microtriches. Les nervures longitudinales de l'aile sont recouvertes plus ou moins densément d'écailles aux formes et aux couleurs variables, sombres ou claires. Certaines (radiales et médianes) sont reliées entre elles par des nervures transverses et leur positionnement

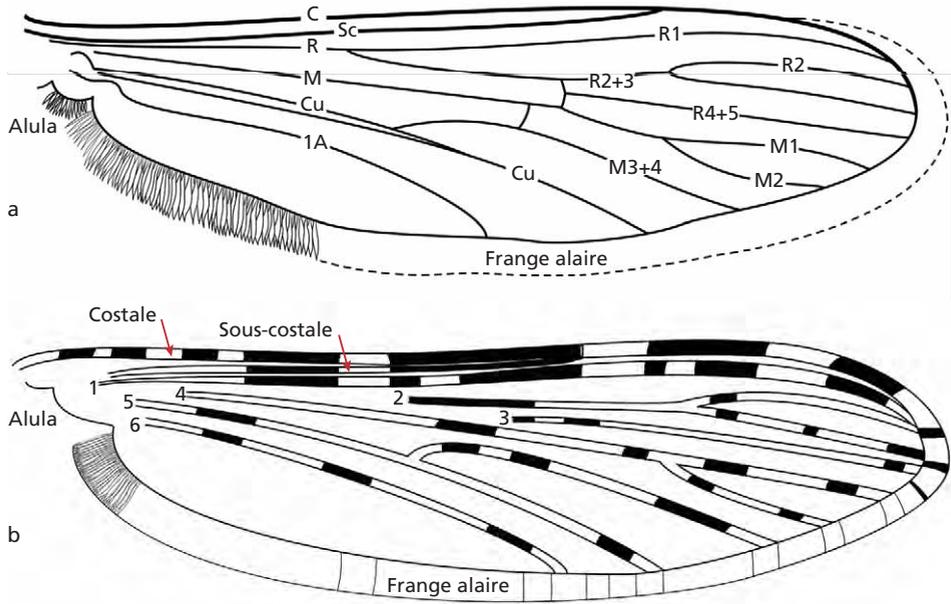


Figure 5.12
 Nervation d'une aile de Culicinae (*Culex neavei* femelle) (a).
 C : nervure costale ; Sc : sous-costale ; R : radiale ; M : médiane ; Cu : cubitale ;
 1A : anale. Les écailles et microtriches ne sont pas représentées.
 Nervation schématisée d'une aile d'Anophelinae (*Anopheles gambiae*) (b)
 montrant la numérotation simplifiée des nervures selon Evans utilisée dans les clés d'identification
 actuelles.

relatif peut être diagnostique. Une frange d'écailles longues implantées sur le bord postérieur de l'aile augmente la surface portante de l'aile : c'est la frange alaire. La répartition des taches claires et sombres sur les nervures et la frange alaire des anophèles est généralement caractéristique de chaque espèce (fig. 5.12 b).

L'abdomen

L'abdomen du moustique est formé de dix segments mais seuls huit d'entre eux sont bien visibles. Les deux derniers (segments IX et X) sont en effet fortement modifiés et dévolus à la reproduction. Chaque segment est formé d'une plaque ventrale (le sternite) et d'une plaque dorsale (le tergite), plaques qui se recouvrent les unes les autres comme le font les tuiles d'un toit. Tergites et sternites sont reliés par une membrane souple, le pleure, sur laquelle s'ouvre un orifice respiratoire au niveau de chaque segment. Cette membrane pleurale souple permet à l'abdomen de la femelle de se dilater lors de la prise du repas de sang ainsi que lors du développement de la ponte, et permet par ailleurs les mouvements respiratoires. Les écailles peuvent être blanches, argentées, noires, brunes, jaunes et parfois orange, voire rouges ou bleues.

De formes variées, elles peuvent être mélangées ou regroupées par couleurs pour former des taches latérales, des bandes transversales en position basale (vers l'avant) ou apicale (vers l'extrémité arrière du corps) qui sont spécifiques des espèces.

Les génitalia

Les génitalia mâles résultent d'une modification profonde des deux derniers segments abdominaux. Ces pièces génitales, généralement très complexes, sont chez les mâles caractéristiques de chaque espèce (fig. 5.13). Cette complexité structurale résulte, pour partie, d'une rotation de 180° des segments abdominaux VIII à X du jeune mâle qui est achevée dans les 24 heures qui suivent son émergence. Les structures dorsales telles que le tergite IX se retrouvent ainsi en position ventrale.

Le segment génital est donc formé par le segment abdominal IX qui, en soudant tergite et sternite, forme un anneau complet rigide. Les génitalia mâles sont formés d'une paire de pinces dont l'élément basal creux, le gonocoxite (ou coxite), est globuleux ou allongé. Sur sa face ventrale, il peut présenter, selon les groupes taxonomiques, un ou des renflements dénommés lobes. Chez les *Culex*, le lobe subapical comporte des soies numérotées conventionnellement de « a » à « h », dont la soie g (ou feuillet), remarquable par sa forme souvent dilatée en feuillet. Le coxite se prolonge par un bras articulé aux formes parfois complexes, le gonostyle (ou style), rabattable, coxite et style possédant leurs propres muscles. Le style possède à son extrémité, ou proche de l'extrémité, une épine qui complète sa fonction de pince. Cette partie externe des génitalia immobilise la femelle lors de l'accouplement pendant que des pièces génitales impaires (phallosome et proctiger) guident les spermatozoïdes dans les voies génitales de cette dernière.

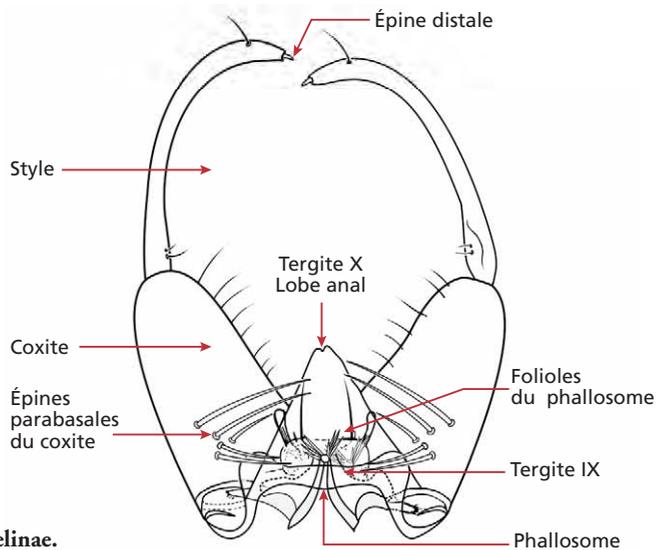


Figure 5.13
Vue schématique
des génitalia mâles d'*Anophelinae*.

Les claspettes sont des structures paires issues des coxites et situées à la base du lobe basal.

Les claspettes sont absentes chez les *Culex*, mais elles sont bien développées, entre autres, chez les *Aedes* (*Stegomyia*, *Aedimorphus*...) et les *Anopheles*. Chez les *Aedes*, une seule paire est présente mais chez les *Anopheles*, elles sont divisées en deux ou trois lobes munis de soies en épine ou en spatule.

Le segment X (segment anal) comprend ventralement le sternite X ou paraprocte constitué par une paire de plaques sclérifiées qui entourent et supportent l'anus. Le proctiger est composé d'éléments sclérifiés qui soutiennent l'anus du moustique.

L'aedeage qui est l'organe copulateur, constitue la pièce centrale du phallosome. C'est une structure chitinisée tubulaire qui entoure le pénis. Il est situé ventralement par rapport aux coxites et est fortement sclérotisé. L'aedeage est entouré par les paramères qui le maintiennent en place. Les Anophèles sont dépourvus de paramères et ont un proctiger très réduit et peu visible.

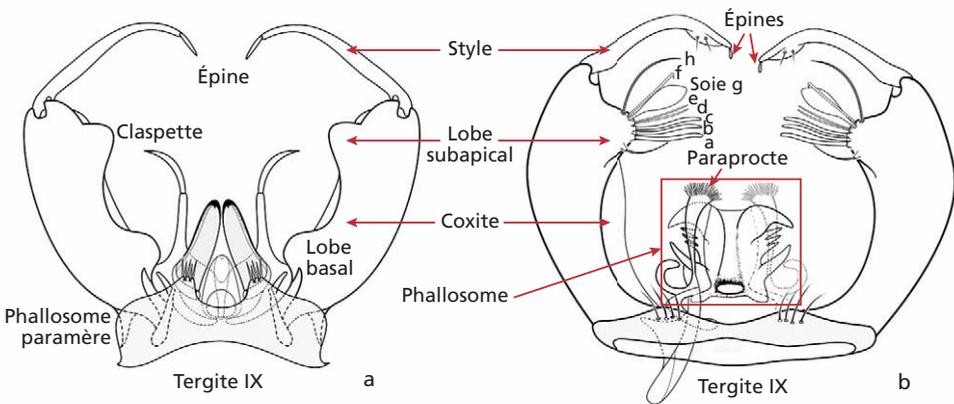


Figure 5.14
Vue schématique des génitalia mâles des genres *Aedes* (a) et *Culex* (b).

La morphologie des génitalia femelles est beaucoup plus simple que celle du mâle. L'appareil génital interne est formé de deux ovaires composés d'ovarioles dont les produits se déversent dans un oviducte commun puis dans le vagin. Après l'accouplement, souvent en vol, les femelles stockent les spermatozoïdes dans les « sacs » appelés spermathèques dont le nombre varie de un à trois selon les genres. La fécondation se produit au débouché des canaux spermathèques.

6 Les genres réunionnais

LES DÉBUTS DE LA SYSTÉMATIQUE CULICIDIENNE

Le tout premier moustique fut décrit en 1758 par le naturaliste suédois Carl von Linné (1707-1778), sous le nom latin de *Culex pipiens*, signifiant « le moucheron qui piaule¹ ». En dénommant cette espèce, Linné se référait sûrement au son que ce nuisant produit lorsqu'il volète près de notre oreille. Le terme *Culex* désignait chez les Latins un animal s'attaquant à la peau, et il fut donc choisi par Linné pour dénommer ce nouveau genre regroupant à son origine divers diptères aux propriétés vulnérantes, dont les moustiques actuels.

Il rattacha à ce genre *Culex* cinq autres espèces² qui furent publiées dans la dixième édition du *Systema Naturae per regna tria naturae*³, premier ouvrage s'attachant à la classification des êtres vivants et qui fut le point de départ de la nomenclature zoologique actuelle⁴ (fig. 6.1). Linné s'appuya sur deux principes. Tout d'abord, il désigna une espèce par un binôme de deux mots latins (ou grecs), le premier désignant le genre, le second l'espèce. Le genre permet de rapprocher les individus ayant des caractères communs, tandis que l'espèce met l'accent sur la différence. Le deuxième principe classe les espèces à l'intérieur d'une hiérarchie. Il créa ainsi plusieurs niveaux de classements emboîtés : règne, classe, ordre, genre et enfin espèce.

Depuis le premier janvier 1758, date arbitraire fixée par le Code de nomenclature zoologique, tous les êtres vivants du règne animal sont donc définis selon ce principe d'un nom binominal composé d'un nom de genre, puis éventuellement d'un nom

1. Du latin *pipire* signifiant « piauler ».

2. Ce genre *Culex* comprenait initialement divers diptères autres que des moustiques au sens actuel : seules les deux espèces (*pipiens*, *bifurcatus*) sur les six sont des moustiques vrais, les autres relevant actuellement des familles Ceratopogonidae (*pulicaris*), Simuliidae (*reptans*, *equinus*) ou Empididae (*stercoreus*).

3. La première édition paraît en 1735. Ne comprenant que 11 pages, elle expose sa méthode de classification des minéraux, végétaux et animaux. Elle fut enrichie régulièrement au cours des nouvelles éditions.

4. Linné s'est vraisemblablement inspiré de Joseph Piton de Tournefort (1656-1708), botaniste au Muséum national d'histoire naturelle de Paris pour établir sa classification binomiale. C'est le Suisse Augustin Pyramus de Candolle (1813) qui a créé le terme taxonomie (du grec *taxi* = arrangement et *nomos* = règle ou nom).

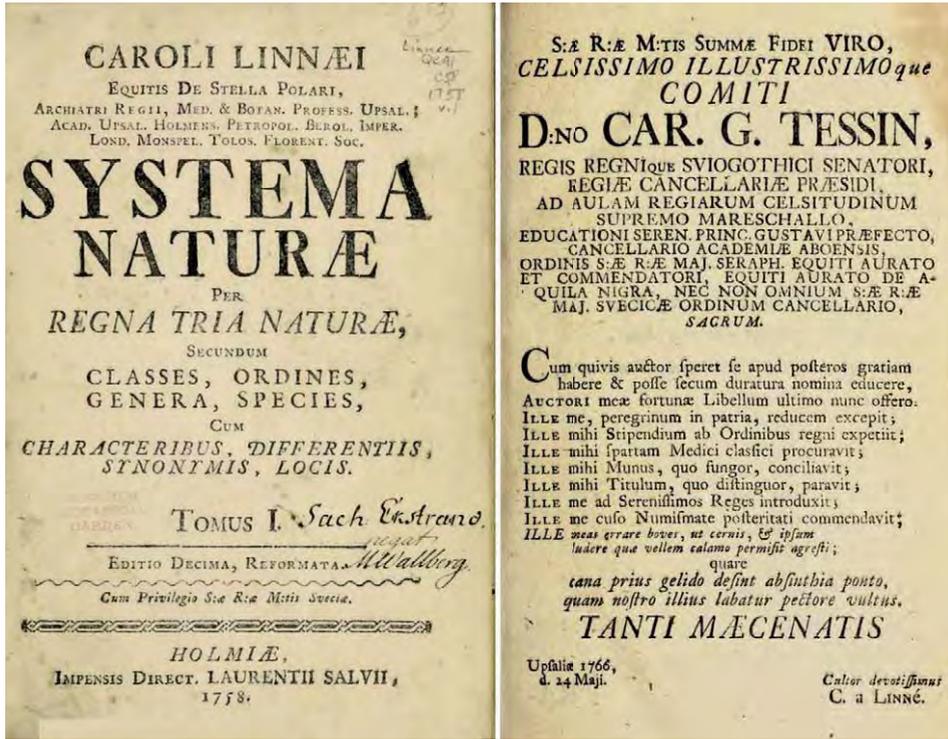


Figure 6.1
Systema Naturae (Linné, 1758) : extraits des pages de couverture et des pages 602 et 603 du tome I présentant le genre *Culex*, défini comme « *os aculeis setaceis intra vaginam flexilem* », soit « bouche formée par des aiguillons acérés à l'intérieur d'une gaine souple ».

de sous-genre (entre parenthèses) et par le nom d'espèce proprement dit, par exemple *Aedes (Stegomyia) albopictus*, pour le moustique tigre, ou *Homo sapiens* pour l'Homme⁵, autrement dit, pour cette dernière, qui relève de l'espèce *sapiens* (sage) et du genre *Homo* (homme). On écrit les noms d'espèce en italique. Le genre et le sous-genre ont une première lettre écrite en majuscule, celle de l'espèce reste toujours en minuscule. Le spécimen qui a servi à la description d'une nouvelle espèce sert de référence et est dénommé holotype.

L'entomologiste Pierre André Latreille (1762-1833), du Muséum national d'histoire naturelle de Paris, dans son ouvrage *Précis des caractères génériques des insectes disposés dans un ordre naturel* paru en 1796, créa des catégories intermédiaires entre l'ordre et le genre : famille, tribu, sous-tribu. Il établit en 1810 la tribu des Culicidés définie par la « présence d'une trompe à tige très courte et terminée par deux lèvres dilatées,

5. Carl von Linné fut désigné comme le lectotype (représentant de référence) de l'espèce *Homo sapiens* Linnaeus, 1758 par le botaniste William Stearn du British Museum en 1959.

602 INSECTA DIPTERA. Tabanus.

fervens. 5. T. oculis viridibus, abdomine antennisque luteis, capite thoraceque fusco.
Habitat in America australiore.

mexicanus. 6. T. oculis . . . corpore livido, antennis viridibus, alis viridicentibus punctis anatomofantibus.
Habitat in America meridionali. Rolander.

Bromius. 7. T. oculis fascia unica purpurascente, corpore cinerascente. *Fa. faec. 1049.*
Habitat in Europa.

occidentalis. 8. T. oculis fasciis binis fuscis, corpore fusco, abdomine lineis tribus fulvis.
Habitat in America meridionali. Loefling.

tropicus. 9. T. oculis fasciis ternis fuscis, abdominis lateribus ferrugineis. *Fa. faec. 1047.*
Habitat in Europa, Equis in saute pluvia molestus.

antarcticus. 10. T. oculis fasciis quaternis fuscis, scutello macula nigra, tibus anticis albis.
Habitat in America calidior. Rolander.
Dorsum abdominis notatum maculis albis.

pluvialis. 11. T. oculis fasciis quaternis undatis, alis fusco punctatis.
Fa. faec. 1050. Reaum. inf. 4. t. 18. f. 1.
Habitat in Europa.

caecutiens. 12. T. oculis nigro-punctatis, alis maculatis.
Fa. faec. 1049.
Habitat in Europa.

224. CULEX. *Os aculeis fetacis intra vaginam flexilem.*

pipiens. 1. C. cinereus, abdomine annulis fuscis octo. *Fa. faec. 1116.*
Fl. lapp. 363, 364.
Blauk. inf. t. 15. f. A-D.
Reaum. inf. 4. t. 43, 44.
Szwann. quart. t. 23.
Sibb. t. 31. f. 4-8. t. 32. f. 1-5.

Joblot.

Culicis Larva pteranque in aqua degunt & Pupae merentur agiles.

INSECTA DIPTERA. Culex. 603

Joblot. micr. 1. pp. 2. t. 13. f. A. B. C. D. E. H. I. L.

♂. *Kalm. itin. 2. p. 268. Musquetés.*
Habitat in Europa aquosa; copiosissima in Lapponia; etiam in America borea. Kalm.
Nas antennis pinovis six pangit aut fugit sanguinea.
Larva in Aquis; Pupae bicornis reversa; Infectionem pipiens, pungens; in ludis magis venenata, Anjeres allicit, pullos Gallinarum nutrit Lapponum calamitatis felicissima.

bifurea. 2. C. fuscus, rostro bifurco. *Fa. faec. 1115.*
Rej. inf. 74. n. 4. Reaum. inf. 4. t. 40. f. 1, 2.
Habitat in Europa.

pulcaris. 3. C. alis hyalinis: maculis tribus obscuris. *Fa. faec. 1117.*
Fl. lapp. 365.
Darb. phys.-ab. 1. 1. c. 11. f. 5, 6.
Habitat in Europa; in America. Kalm.
Corrupt, mordax, relinquit puellam fuscum. Amun. acad. 3. p. 343.

reptans. 4. C. niger, alis hyalinis, pedibus nigris annulo albo. *Fa. faec. 1118.*
Habitat in Europa, reptatu molestus tempore vespertino.

equinus. 5. C. ater, abdomine fusco, fronte alba. *Fa. faec. 1120.*
Fl. lapp. 359.
Habitat circum Equos, quorum sanguinem haurit, inter crines eorum cursitans.

flerco-reus. 6. C. testaceus, alis reticulatis, linea thoracis, ulisque abdominis nigricantibus.
Habitat in flercoribus.

225. EMPIS. *Os Rostro corneo, inflexo, bivalvi, thorace longiore: valvulis horizontalibus.*

borealis. 1. E. antennis filatis nigra, alis subrotundis fusco-ferrugineis.
Fa. faec. 1038.
Habitat in Norlandia, boreas aereas circa vespertas insistentibus.

z. E.

ou [d'une trompe] étroite, allongée et cylindrique, mais perpendiculaire et aux palpes courbés ». Il inclut cette tribu dans la famille des Tipulaires définis par leurs « antennes grêles, filiformes ou sétacées, plus longues que la tête », caractère qui définit actuellement le sous-ordre des Nematocera.

Peu de temps après, en 1818, alors que seules 36 espèces de moustiques avaient été décrites, Meigen, entomologiste allemand, retira de l'unique genre existant *Culex* les espèces qui possèdent des palpes aussi longs que la trompe dans les deux sexes. Il créa pour elles le genre *Anopheles*. Dans la même publication, sur la proposition des naturalistes allemands Wiedemann et Hoffmannsegg⁶, Meigen établit le genre *Aedes* pour une espèce nouvelle particulière, *Aedes cinereus*, aux palpes courts dans les deux sexes.

6. L'établissement du genre *Aedes* est crédité à Meigen (1818), mais l'étiquette « *Aedes cinereus* Hoffmgg. » et la description sont suivies d'une déclaration qui démontre que Meigen (1764-1845) n'a pas décrit – ni même connu – cette espèce. C'est fort probablement Wiedemann (1770-1840) qui a décrit l'espèce et utilisé en premier le terme *Aedes* inscrit sur le manuscrit de Hoffmannsegg (1766-1849).

Le genre *Culex* conserva uniquement les espèces aux palpes longs chez le mâle et courts chez la femelle. Meigen éleva la tribu des Culicidae au rang de famille ; il créa ainsi la famille des Culicidae pour accueillir ces trois genres : *Anopheles*, *Aedes* et *Culex*. Les trois principaux genres de moustiques sont ainsi créés à cette date de 1818, et leur définition va évoluer et s'affiner au gré des découvertes d'espèces nouvelles, certaines nécessitant la création de nouveaux genres pour les accueillir.

En 1900, soit cent quarante-deux ans après Linné, seuls 328 taxa de moustiques sont décrits et répartis en douze genres. Considérés de peu d'intérêt, les moustiques n'ont en effet pas soulevé la curiosité des naturalistes jusqu'au début du XX^e siècle.

LA RÉVOLUTION CULICIDIENNE

Les découvertes successives du rôle vecteur fondamental des moustiques dans la transmission de la filariose lymphatique (1878), du paludisme (1881) et de la fièvre jaune (1900)⁷ leur apportèrent une toute nouvelle considération. En 1899, la Royal Society of London, désireuse d'enquêter sur les causes et le contrôle du paludisme, chargea Frederic Vincent Theobald, du British Museum, de préparer une monographie sur les moustiques. En une décennie (1900-1910), 1 213 nouvelles descriptions de moustiques furent produites, dont 650 demeurent valides de nos jours (fig. 6.2).

Se basant sur la forme et la disposition des écailles des adultes, Theobald proposa une première classification en 149 genres et 6 sous-familles qu'il présenta dans une monographie⁸ parue en 6 volumes de 1901 à 1910.

En 1903, sur la suggestion du D^r Adolpho Lutz, Theobald créa un nouveau genre pour y ranger l'espèce atypique *Culex bigotti* décrite en 1896 du Mexique. Theobald lui dédia donc ce nouveau genre en le dénommant *Lutzia*. Mais ce genre fut placé en 1932 par Edwards comme sous-genre du genre *Culex*. Il fallut attendre soixante et onze ans (2003) pour que l'entomologiste japonais Kazuo Tanaka le rétablisse au rang de genre sur la base d'une morphologie nymphale et larvaire singulière.

L'année suivante, en 1904, Theobald créa le genre *Orthopodomyia* pour y regrouper quatre espèces qui, bien que découvertes en divers points du globe, présentaient toutes une incontestable parenté. Il s'agit des espèces *Culex pulcripalpis* décrite en 1872

7. Le médecin cubain Carlos Finlay a établi en décembre 1880 que *Culex fasciatus* (*Ae. aegypti*) est à l'origine de la transmission de l'agent de la fièvre jaune. Ses observations ont été entérinées en 1900 par les recherches du médecin américain Walter Reed. Mais c'est dès 1854 que le Français Louis-Daniel Beauperthuy, installé au Venezuela, désigna ce moustique comme l'agent vecteur de la fièvre jaune.

8. THEOBALD F. V., 1901 – *Monography of the Culicidae of the world*. London, British Museum (Natural History).

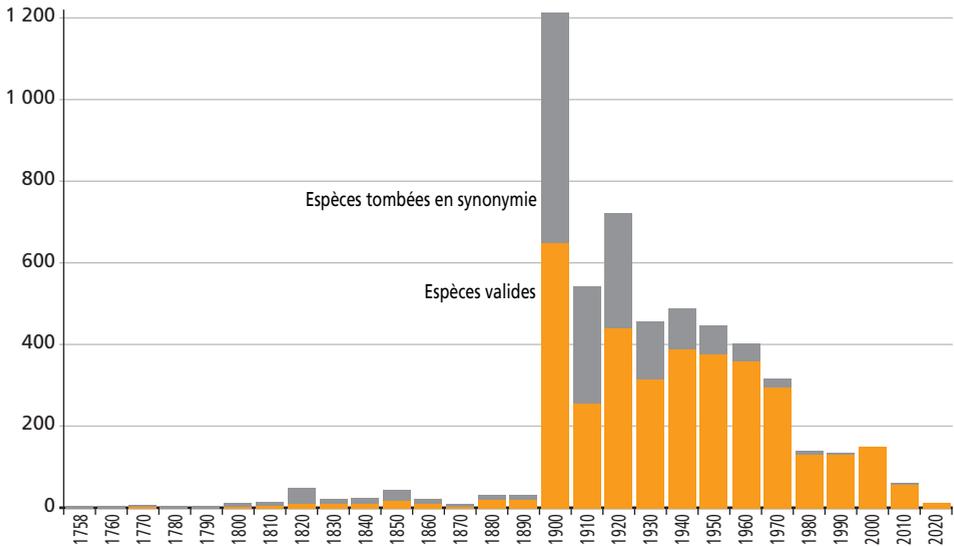


Figure 6.2
Distribution décadaire des descriptions princeps de moustiques (1758-2020).

En orange : descriptions princeps actuellement valides ;
 en gris : descriptions princeps tombées en synonymies.
 Intervalle de classe de 10 ans (sous-espèces comprises).

d'Italie, *Culex signifera* décrite en 1896 de Washington (USA), *Mansonia anopheloides* décrite d'Inde en 1903 et enfin *Orthopodomyia albipes* découverte de Malaisie par Leicester cette même année de 1904. Theobald désigna cette dernière comme espèce type de ce nouveau genre. Une autre espèce d'*Orthopodomyia* fut décrite sous le nom de *Bancroftia albicosta* par Lutz cette même année de 1904 et qui n'était alors sans doute pas connue de Theobald. L'antériorité du nom *Orthopodomyia* sur celui de *Bancroftia* pour définir ce nouveau genre n'est pas évidente, les dates exactes de parution des deux publications au cours de l'année 1904 n'étant pas connues ; la décision consacrée par l'usage place le genre *Bancroftia* en synonymie du genre *Orthopodomyia*. L'espèce *Bancroftia albicosta* a été placée dans le genre *Orthopodomyia* par l'entomologiste américain Harrison Gray Dyar en 1928.

En 1909, une espèce mauricienne, *Orthopodomyia arboricollis* fut découverte et décrite (sous le nom de *Culex arboricollis*). Elle fut placée dans le genre *Orthopodomyia* par Theobald en 1920. L'espèce réunionnaise *Or. reunionensis*, pourtant toute proche tant par son lieu géographique que par sa morphologie, ne fut découverte qu'en 1983 et décrite en 1995, soit quatre-vingt-quatre ans plus tard !

En 1906, les caractères diagnostiques du genre *Aedes* furent profondément modifiés par l'entomologiste américain D. W. Coquillett (1856-1911), qui l'ouvrit aux femelles ayant des palpes courts, l'extrémité de l'abdomen étroite et rétractile, les griffes des pattes denticulées et qui pondent des œufs isolément, cela sans tenir compte du

caractère initial de la longueur des palpes des mâles. Le genre *Culex* regroupa alors les espèces dont les femelles ont des œufs pondus en nacelle, le dernier segment de l'abdomen large et immobile, et des griffes simples, jamais denticulées.

Rapidement dépassée, la classification de Theobald a été l'objet d'une importante révision faite en 1932 par son successeur au British Museum, Frederick Wallace Edwards, qui établit l'ossature de la classification actuelle. Il recentra les espèces en trois sous-familles, Dixinae, Chaoborinae et Culicinae ; la troisième regroupant les 1 400 moustiques vrais connus d'alors. Il distingua pour la sous-famille des Culicinae trois tribus : Anophelini, comprenant le genre *Anopheles*, Toxorhynchitini et enfin Culicini, cette dernière comprenant entre autres les genres *Aedes*, *Culex* et *Orthopodomyia*.

Si Blanchard, suivi par Neveu-Lemaire (1901), proposa dès 1900 de limiter la famille des Culicidae aux seuls moustiques vrais « à trompe longue et pour la plupart hématophages », pour citer Neveu-Lemaire, ce sont Knight et Stone qui, lors de la réédition en 1977 de leur ouvrage *A synoptic catalog of the mosquitoes of the world*, exclurent enfin définitivement les espèces des sous-familles Dixinae et Chaoborinae, limitant la famille des Culicidae aux espèces que nous connaissons actuellement. Knight et Stone adoptèrent dans sa quasi-intégralité la classification de Belkin, qui divisa en 1962 les Culicinae en 10 tribus, dont les tribus des Aedini, Culicini et Orthopodomyiini.

En 1998, Harbach et Kitching supprimèrent la sous-famille des Toxorhynchitinae, l'incluant dans la sous-famille des Culicinae où elle prit rang de tribu (Toxorhynchitini).

LES REMANIEMENTS TAXONOMIQUES AU DÉBUT DU XXI^E SIÈCLE

Le nombre d'espèces décrites validées est en ce début de siècle de l'ordre de 3 500, ayant plus que doublé depuis la classification d'Edwards de 1932. Deux des trois principaux genres, les *Aedes* et *Culex*, regroupent plus de la moitié des espèces de la sous-famille Culicinae. Ces deux genres n'étant pas monophylétiques, une nécessaire révision a été entreprise au cours de ces deux dernières décennies. Le genre *Aedes* a reçu de profondes modifications suite aux travaux menés par Reinert entre 1999 et 2009. Un tel chantier n'a été qu'effleuré pour le genre *Culex* par le travail d'Harbach en 2011 qui comporte actuellement 26 sous-genres.

Basés sur l'analyse phylogénétique de nombreux caractères morphologiques de tous les stades (mâle, femelle, nymphe, larve), les travaux de Reinert ont conduit à

l'éclatement du genre *Aedes* en 81 genres et 48 sous-genres, validant des ensembles pour la plupart monophylétiques. Mais des questions demeurent au sein de cette nouvelle classification, en particulier pour le genre *Stegomyia*, qui comporte encore de nombreuses espèces qui ne trouvent pas place dans l'un ou l'autre de ses sous-genres.

Au regard des Aedini de La Réunion, les sous-genres *Ochlerotatus*, Lynch Arribálzaga 1891, *Stegomyia* Theobald, 1901 et *Aedimorphus* Theobald, 1903 furent restaurés au rang de genre (Reinert, 2000 ; 2004 ; Reinert *et al.*, 2009), quoique leur caractère monophylétique ne fût pas encore établi.

Concernant les Aedini de La Réunion, la correspondance entre la classification traditionnelle établie par Edwards (1932) reprise par Wilkerson (2015) et celle proposée par Reinert (2009) est présentée encadré 6.1.

Nous nous référerons pour notre part dans cet ouvrage à la classification traditionnelle retenue par Wilkerson, traitant les taxa *Ochlerotatus*, *Stegomyia* et *Aedimorphus* au rang de sous-genre.

Dans la classification actuelle, les 3 585 espèces de Culicidae décrites à ce jour sont donc regroupées en deux sous-familles, les Anophelinae et les Culicinae, au sein desquelles elles sont réparties en 113 genres.

Encadré 6.1
Correspondance entre la nomenclature binominale des Aedini établie par Edwards (1932) et recommandée par Wilkerson *et al.* (2015), et celle établie par Reinert (2009)

Edwards (1932)	Reinert (2009)
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>	<i>Stegomyia (Stegomyia) aegypti</i>
<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i>	<i>Stegomyia</i> (sous-genre incertain) <i>albopicta</i>
<i>Aedes (Aedimorphus) fowleri</i>	<i>Aedimorphus fowleri</i>
<i>Aedes (Ochlerotatus) dufouri</i>	<i>Ochlerotatus</i> (sous-genre incertain) <i>dufour</i>

7 Caractères diagnostiques des genres présents à La Réunion

Un moustique est un insecte qui appartient à la famille des Culicidae. Cette famille relève de l'ordre des Diptera (insectes à une seule paire d'ailes) et du sous-ordre des Nematocera (diptères ayant des antennes plus longues que la tête et à nombreux articles). Il ne faut pas confondre les moustiques avec les culicoïdes, les simulies ou les phlébotomes, ces divers petits « moucheron » qui piquent aussi l'Homme, ni bien sûr avec les taons ou les stomoxes (mouches piquant le bétail), deux autres groupes de diptères qui relèvent du sous-ordre des Brachycera.

Les deux sous-familles de Culicidae, Anophelinae et Culicinae, sont présentes à La Réunion. Deux espèces relèvent de la sous-famille des Anophelinae, toutes deux appartenant au genre *Anopheles*. Les dix autres espèces relèvent de la sous-famille des Culicinae, dans les genres *Aedes* (sous-genres *Ochlerotatus*, *Aedimorphus* et *Stegomyia*), *Culex* (sous-genres *Culex* et *Eumelanomyia*), *Orthopodomyia* et *Lutzia*.

LES DEUX SOUS-FAMILLES ANOPHELINAE ET CULICINAE

À La Réunion, les deux sous-familles se différencient sur les caractères suivants.

Adulte

- Les palpes des Anophelinae femelles sont aussi longs que le proboscis, alors que les Culicinae femelles ont des palpes bien plus courts que le proboscis (fig. 7.1).
- Les palpes des Anophelinae mâles ont un renflement à leur partie terminale, absent chez les Culicinae.
- L'abdomen des Anophelinae est glabre, à la différence de celui des Culicinae densément recouvert d'écailles.
- Le scutellum est arrondi en un seul tenant chez les Anophelinae mais il est trilobé chez les Culicinae, avec la présence de soies sur chacun des lobes (fig. 7.2).
- Non diagnostiques, mais hautement indicatrices, les ailes des Anophelinae sont le plus souvent tachetées. Les nervures alaires des Culicinae sont le plus souvent recouvertes d'écailles sombres, sans motif distinct dans la plupart des cas.

– Enfin, presque tous les anophèles se maintiennent au repos obliquement par rapport au support, le proboscis dans le prolongement de l'axe du corps, contrairement aux espèces Culicinae, qui se maintiennent parallèles au support, le proboscis faisant un angle avec l'axe du corps (fig. 7.3 a).

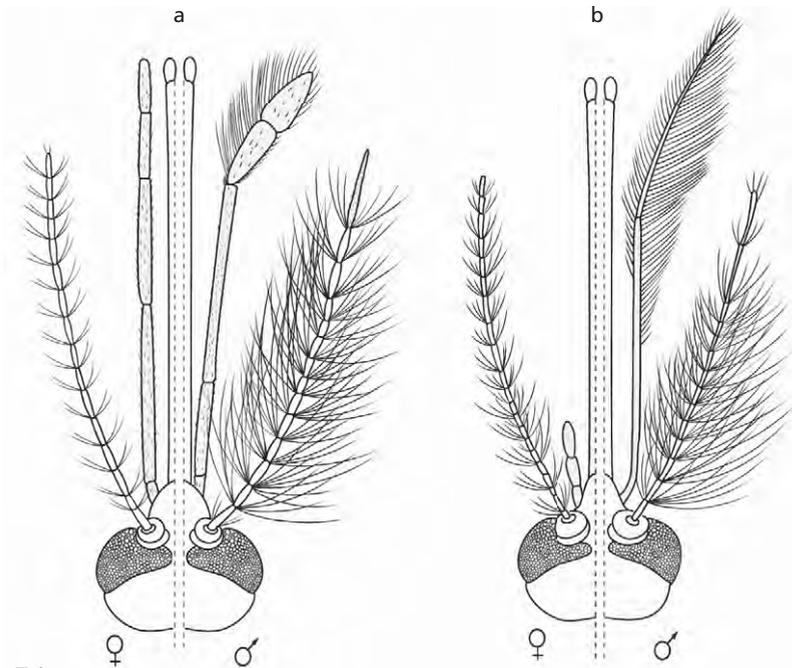


Figure 7.1
Comparaison des palpes et antennes des sous-familles Anophelinae (a) et Culicinae (b).
 Les palpes sont longs dans les deux sexes pour les Anophelinae ainsi que pour les mâles Culicinae, et courts pour les femelles.
 Les antennes des mâles sont nettement plumueuses, celles des femelles bien plus glabres.

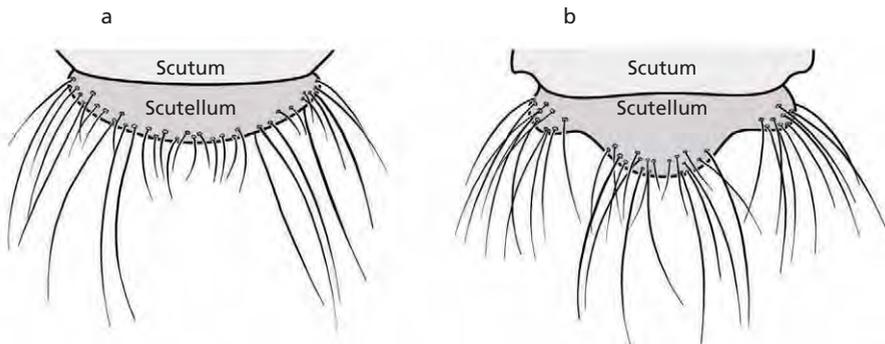


Figure 7.2
Comparaison des scutellums des sous-familles Anophelinae (a) et Culicinae (b).

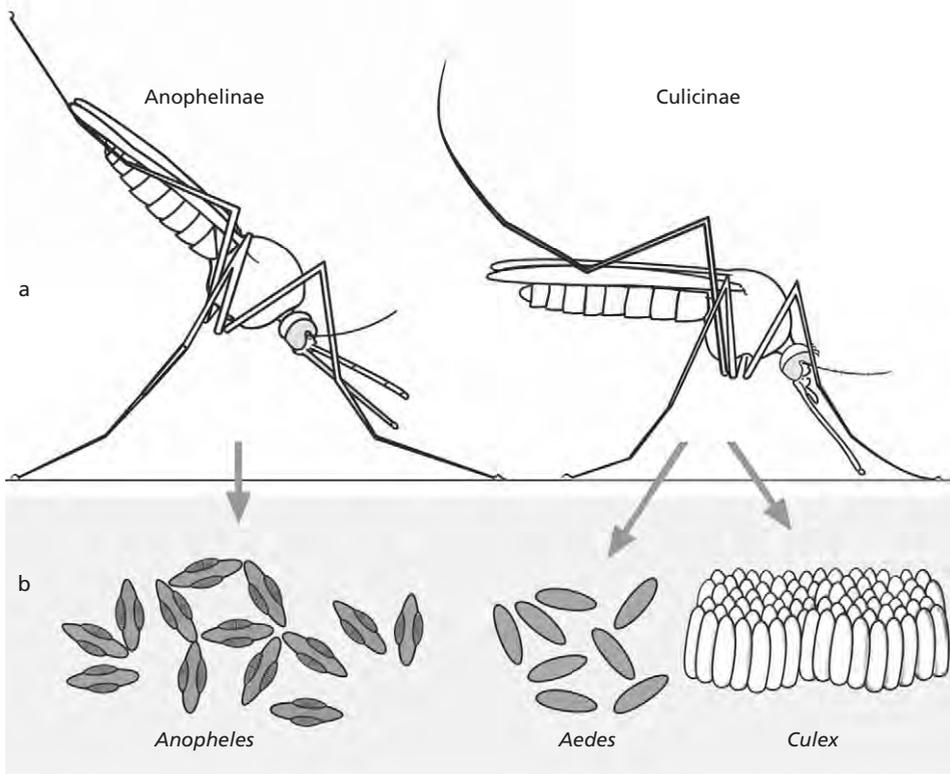


Figure 7.3
Différences de posture (a) et de type de ponte (b)
entre les femelles de la sous-famille Anophelinae (*Anopheles*)
et de la sous-famille Culicinae (*Aedes*, *Culex*).

Larve

- Absence de siphon chez les Anophelinae, siphon toujours présent chez les Culicinae (fig. 7.4).
- Présence de soies remarquables, les soies palmées chez les Anophelinae, absentes chez les Culicinae (fig. 7.5).
- Une larve Anophelinae se tient horizontalement sous la surface de l'eau pour respirer directement par ses stigmates, alors qu'une larve Culicinae se maintiendra obliquement par rapport à la surface de l'eau, respirant par l'extrémité de son siphon (fig. 7.6).
- Une larve Anophelinae se nourrit principalement de matières végétales en suspension à la surface de l'eau ; une larve Culicinae se nourrit essentiellement de matières végétales déposées sur le fond.



Anopheles



Aedes



Culex

Figure 7.4
Aspect général du stade larvaire IV des trois principaux genres de Culicidae.

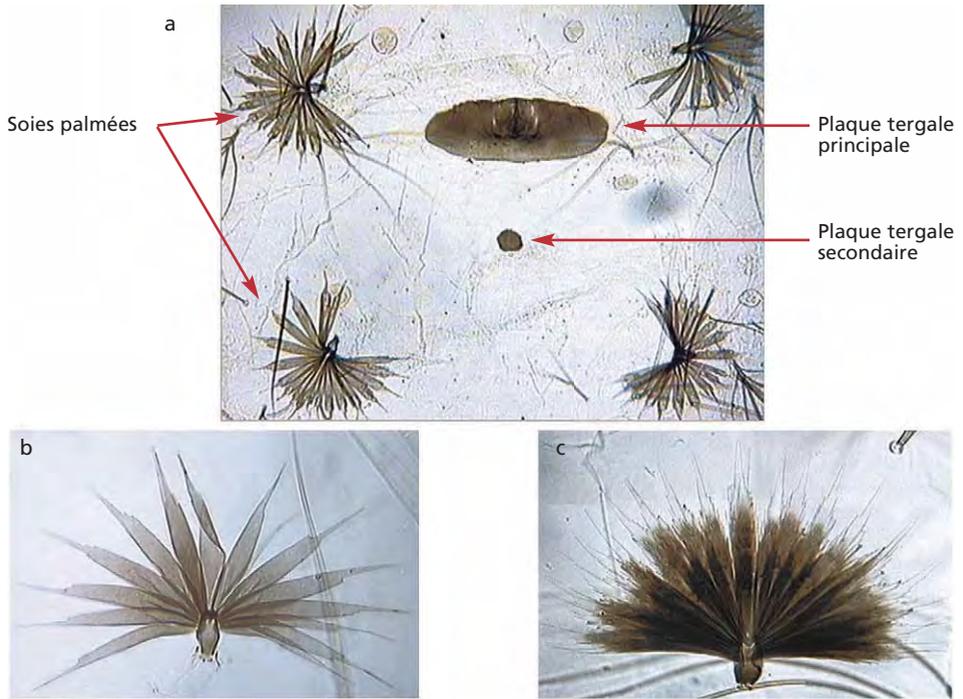


Figure 7.5
Soies palmées et plaques tergaux présentes sur la face dorsale de divers segments abdominaux du genre *Anopheles* (a). Le nombre de plaques accessoires varie selon les espèces. Soies palmées d'*Anopheles arabiensis* (b) et d'*Anopheles coustani* (c). La forme des folioles est également variable selon les espèces.

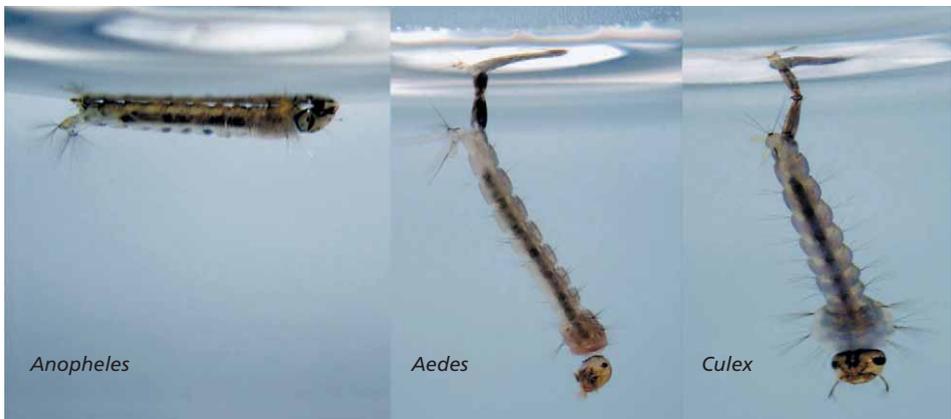


Figure 7.6
Maintien à la surface de l'eau des larves des trois principaux genres de Culicidae.
 Afin d'assurer leur respiration aérienne, les larves *Anopheles*, en l'absence de siphon, se maintiennent horizontales sous la surface de l'eau grâce à leurs soies palmées. Les *Aedes* et *Culex* se maintiennent verticalement, respirant à la surface de l'eau par l'intermédiaire de leur siphon.

Œuf

D'allure allongée, les œufs d'Anophelinae sont très souvent munis de deux flotteurs latéraux. Les œufs des Culicinae n'ont pas de flotteur. Ils sont pondus en bordure de l'eau sur un support ou bien à la surface, individuellement ou regroupés (cf. fig 7.3 b).

GENRE ANOPHELES MEIGEN, 1818

L'origine du mot *Anopheles* vient d'un mot grec ancien signifiant « qui est sans utilité ». Ce nom voulait mettre l'accent sur le fait que, dans les climats tempérés d'où ce genre a tout d'abord été décrit, les anophèles ne prennent qu'exceptionnellement leurs repas de sang sur l'Homme. De plus, le vol de ces moustiques est silencieux et leur piqûre est discrète, éléments n'attirant guère l'attention.

Regroupant 481 espèces sur les 494 espèces décrites pour cette sous-famille, le genre *Anopheles* est le seul d'importance parmi les quatre genres de la sous-famille des Anophelinae, tant par son nombre que par son importance médicale. Sa répartition est mondiale, à l'exception de la zone pacifique et des îles de l'Atlantique. Dans diverses îles de l'océan Indien, il est représenté par deux sous-genres : *Anopheles*, avec une seule espèce, et *Cellia*, avec neuf espèces.

Abréviation du genre : *An.* Abréviation des sous-genres : *Ano.* (*Anopheles*) ; *Cel.* (*Cellia*).

Aspect nuisant et rôle vecteur

Les anophèles sont les seuls moustiques vecteurs des *Plasmodium* de mammifères et en particulier des *Plasmodium* humains (*Plasmodium falciparum*, *P. malariae*, *P. vivax*, *P. ovale*). Seules 70 à 80 espèces anophèles sont des vecteurs de ces protozoaires, une quarantaine d'entre elles étant des vecteurs importants à l'origine du paludisme humain. Des anophèles transmettent également des microfilaires. Au moins 51 virus ont été isolés de ce groupe taxonomique, mais seul le virus O'Nyong-Nyong est actuellement identifié comme étant transmis régulièrement aux vertébrés par les anophèles.

Caractères diagnostiques

Adulte – Les adultes sont d'une allure générale mince, longiligne avec la tête dans le prolongement du corps et un thorax allongé, avec des ailes tachetées et des palpes maxillaires aussi longs que le proboscis pour les deux sexes (photos 8.1 et 8.2). L'alula de l'aile est dépourvue d'une frange d'écailles (fig. 7.7).



Figure 7.7
Détail de la base de l'aile d'*Anopheles coustani* : l'alula est dépourvue d'une frange d'écailles (à nue), caractère partagé par toutes les espèces du genre.
 Ce n'est toutefois pas le seul genre à présenter ce caractère.

Larve – Toutes les larves Anophelinae sont caractérisées par l'absence de siphon et la présence de soies palmées remarquables ainsi que par la présence de plaques tergaux (principale et accessoire) au niveau de divers segments abdominaux (cf. fig. 7.5). De plus, le genre *Anopheles* se distingue des autres genres de la sous-famille par une seule et unique paire de soies palmées sur le thorax : la 3-T. Toutefois, celle-ci est discrète et atypique.

SOUS-GENRE ANOPHELES MEIGEN, 1818

Ce sous-genre comprend 189 espèces distribuées entre 6 séries. Il est présent tant dans l'Ancien que dans le Nouveau Monde.

Caractères diagnostiques

Adulte – Les adultes ont des ailes généralement sombres, la nervure costale présentant moins de quatre taches pâles d'écailles (cf. photo 8.1). Les génitalia des mâles ont généralement 2 épines (1-3) à la base du gonocoxite positionnées sur un tubercule.

Larve – Les larves ont des soies antennaires 1-A formées de plusieurs brins bien visibles et insérées sur le côté interne de l’antenne. Les soies clypéales antéro-internes 2-C sont très proches l’une de l’autre (fig. 7.8).

Seules les femelles des séries *Myzorhynchus* et *Anopheles* comportent des espèces vectrices de *Plasmodium* humain.

SOUS-GENRE *CELLIA* THEOBALD, 1902

Ce taxon fut dédié par Theobald au médecin paludologue italien Angelo Celli (1857-1914) de l’université de Rome. Contemporain de Ross et Grassi, Celli a contribué significativement à la connaissance du paludisme par ses travaux sur la biologie et la pathogénèse du *Plasmodium*. Il est l’auteur, en 1895, avec Ettore Marchiafava, du genre *Plasmodium*.

Ce sous-genre monophylétique comporte 225 espèces. Il n’est présent que dans l’Ancien Monde (régions afrotropicale et paléarctique).

Caractères diagnostiques

Adulte – Les adultes présentent des ailes ayant généralement au moins 4 taches pâles sur les nervures costales et les nervures R-R1. Les génitalia des mâles ont généralement 5 soies parabasales (4 à 6) sur les gonocoxites, non insérées sur un tubercule.

Larve – Les larves ont des soies antennaires 1-A réduites à simple brin et insérées sur le côté externe de l’antenne. Les soies 2-C sont bien séparées, au moins autant que la distance entre 2-C et 3-C (fig. 7.8).

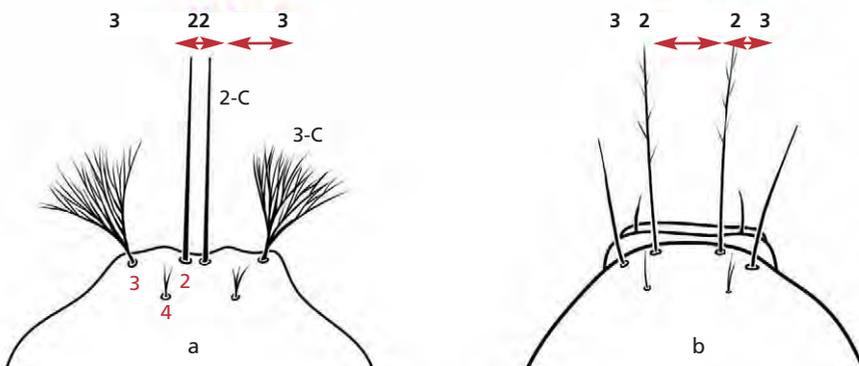


Figure 7.8
Disposition des soies clypéales des deux sous-genres *Anopheles* (a) et *Cellia* (b).

GENRE *Aedes* MEIGEN, 1818

Ce nom choisi à l'origine par Hoffmanssegg et repris par Meigen dérive du mot grec ancien « *aeidês* » signifiant « importun », « déplaisant », « désagréable », en référence aux désagréments provoqués par les piqûres des femelles. À tort, il est parfois cité avec le sens étymologiquement impropre de « chanteur », en référence au son émis par ce moustique en vol.

Abréviation du genre : *Ae.*

À son origine (1818), ce genre se limitait à 12 espèces caractérisées par des palpes courts pour les deux sexes. Mais nous considérerons ici le genre *Aedes* au sens traditionnel, dans la lignée de Wilkerson, 2015, élargie à de nombreux autres groupes. C'est donc un genre très polymorphe, non monophylétique, regroupant 935 espèces en 78 sous-genres.

Aspect nuisant et rôle vecteur

Le genre *Aedes* est d'une importance majeure d'un point de vue médical, puisque de nombreuses espèces transmettent des parasites et des virus, certaines ayant des répartitions mondiales, telles *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus*.

Caractères diagnostiques

Adulte – Soies pré-spiraculaires absentes, soies post-spiraculaires présentes, apex de l'abdomen généralement effilé. À la différence de tous les autres genres de moustiques, les tarsi I et II des femelles sont généralement pourvus de griffes denticulées. Il existe cependant des exceptions, comme les femelles du sous-genre *Skusea*. Chez le mâle, les claspettes des génitalia sont généralement bien développées.

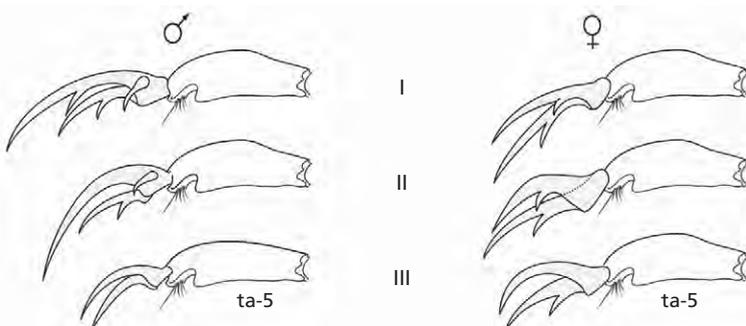


Figure 7.9
Griffes des pattes I, II III du mâle et de la femelle d'*Aedes dufouri* (d'après HAMON, 1953).
Les griffes denticulées des femelles caractérisent la plupart des espèces du genre *Aedes* (ta-5 : tarsomère 5).

Larve – Tête égale ou un peu plus large que longue ; antenne courte ; pecten toujours présent ; une seule soie 1-S multibrin généralement implantée au-delà du milieu du siphon en position subventrale ; plaque sclérifiée du segment X (selle) limitée à sa partie dorsale ; soie 12-I absente du segment abdominal I ; soies 4-X (brosse ventrale) insérées généralement sur une grille (ou aire barrée) et comportant au moins 4 paires de soies. La présence de la soie 12-I caractérise – entre autres – le sous-genre *Ochlerotatus*.

Œuf – Les œufs sont dépourvus de flotteurs. Ils sont pondus isolément sur les parois des gîtes larvaires, très exceptionnellement directement dans l'eau, et ils résistent à la dessiccation.

SOUS-GENRE *STEGOMYIA* THEOBALD, 1901

Ce nom est formé à partir des mots grecs anciens « *stegos* » (couvert) et « *myia* » (mouche) : moustique couvert d'écailles (thorax et abdomen) en référence à l'aspect typique de leur scutum.

Abréviation du sous-genre : *Stg.*

Le sous-genre *Stegomyia* comporte 129 espèces majoritairement africaines (59 espèces), pacifiques (38 espèces) ou asiatiques (36 espèces). Elles sont absentes du Nouveau Monde, à l'exception de deux espèces invasives : *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti*. Ce sont à l'origine des moustiques forestiers qui colonisent une large diversité de gîtes naturels ou artificiels de petit volume, y compris urbains pour certaines espèces. Les œufs résistent à la dessiccation. Les femelles sont diurnes à crépusculaires, et de nombreuses espèces piquent l'Homme ainsi qu'une large variété d'animaux vertébrés domestiques et sauvages. Les *Stegomyia* comportent des espèces d'un grand intérêt médical car capables de transmettre de nombreux arbovirus tels ceux de la fièvre jaune, de la dengue, le virus Chikungunya ou le virus Zika. Ainsi, *Ae. africanus*, *Ae. luteocephalus* et *Ae. bromeliae* sont vecteurs avérés du virus de la fièvre jaune en Afrique. Des espèces du groupe Scutellaris (*Ae. polynesiensis*, *Ae. cooki*, *Ae. kesseli*...) sont vectrices de la filaire *Wuchereria bancrofti* dans la zone pacifique.

Caractères diagnostiques

Adulte – Les *Stegomyia* se reconnaissent facilement à leur ornementation générale contrastée blanche ou argentée sur fond noir au niveau du thorax, de l'abdomen et des pattes, leur donnant un aspect zébré. Leur taille est plutôt petite à moyenne. Le vertex est couvert d'écailles larges couchées. Le scutum est couvert d'écailles étroites, formant des motifs blancs caractéristiques sur fond sombre. Le tarse des pattes postérieures possède un anneau blanc basal au moins sur le tarsomère 1 et les ailes ont des écailles

étroites sur toutes les nervures. Les tergites abdominaux ont des bandes basales blanches et souvent des taches latérales blanches, et les cerques sont relativement courts. Le gonocoxite des génitalia du mâle est dépourvu de lobe basal ou apical ; le gonostyle est généralement simple et allongé (fig. 7.10). L'aedeage est divisé en deux plaques et est fortement denté apicalement.

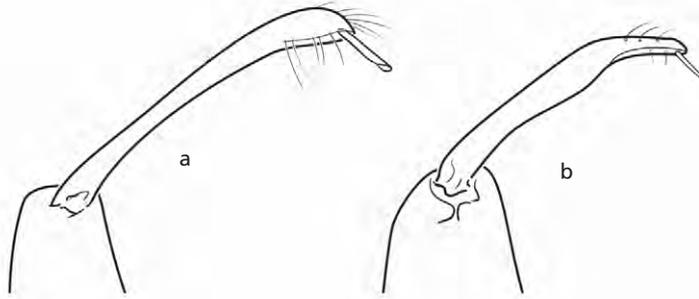


Figure 7.10
Gonostyles de deux espèces du sous-genre *Stegomyia* :
Aedes albopictus (a) et *Aedes aegypti* (b).

Larve – Les antennes sont dépourvues de spicules ; soie 1-A réduite, simple ; soie 4-C moyennement développée et ramifiée. Soie 7-C insérée au même niveau que la 5-C. Soie 6-C plus longue que la 7-C. Dents du peigne du segment VIII habituellement sur un seul rang. Absence d'acus à la base du siphon. Selle dépourvue de spicules sur son bord postéro-dorsal. Soies 2-X simples ou doubles, parfois triples. Soies 4-X avec 4 ou 5 paires de soies non ou peu ramifiées et insérées sur une grille (aire barrée). Absence de soies précratales.

SOUS-GENRE OCHLEROTATUS LYNCH ARRIBÁLZAGA, 1891

Ce terme est issu du grec ancien « *ochleros* » (nuisant) et « *-tatos* » (superlatif), ce qui signifie « très fatigant, excessivement importun », relatif au fort désagrément engendré par la piqûre de ce groupe de moustiques.

Abréviation du sous-genre : *Och.*

Le sous-genre *Ochlerotatus* regroupe 199 espèces (hors sous-espèces). Il est présent majoritairement sur le Nouveau Monde avec 98 espèces. Il est moins représenté sur l'Ancien Monde (47 espèces), au Proche- et Moyen-Orient (19 espèces), en Asie (33 espèces), et ne compte que 5 espèces en Afrique.

Caractères diagnostiques

Adulte – Vertex avec des écailles étroites couchées ; présence uniquement de soies postspiraculaires. Présence de soies acrosticales et dorso-centrales sur le scutum. Alula de l'aile avec une frange de longues écailles piliformes.

Larve – Présence de la soie 12-I sur le segment abdominal qui permet de distinguer les *Ochlerotatus* (et d'autres sous-genres) des autres *Aedes*. Antenne souvent spiculée. Présence d'acus à la base du siphon. Brosse ventrale (soie 4-X) avec au moins 7 paires de soies sur la grille et au moins 2 soies précratales.

Elles fréquentent aux stades immatures des zones d'eau douce inondables, mais certaines se rencontrent dans de l'eau saumâtre ou de plus petites collections d'eau.

Par leur abondance à certaines périodes, elles constituent une importante nuisance et des espèces sont vectrices d'arbovirus et de filaires.

SOUS-GENRE AEDIMORPHUS THEOBALD, 1903

Le nom de ce sous-genre est formé à partir du nom de genre *Aedes* et du mot grec « *morphos* » (forme) : qui a la forme des *Aedes*.

Abréviation du sous-genre : *Adm.*

Le statut monophylétique du sous-genre *Aedimorphus* demeure encore incertain et ce groupe serait proche du sous-genre *Neomelaniconion*. Des taxa relevant initialement du sous-genre *Aedimorphus* ont été déplacés vers les sous-genres *Albuginosus* Reinert, 1987 (9 espèces) et *Polypletiomyia* Theobald, 1905 (2 espèces), ce dernier sous-genre ayant été ressuscité par Reinert *et al.* en 2009. Le sous-genre *Aedimorphus* regroupe actuellement 67 espèces vivant principalement en région afrotropicale (3/5 des espèces) et en régions indo-malaise ou australasienne. Les œufs sont résistants à la sécheresse. Les gîtes larvaires sont majoritairement des habitats temporaires ou semi-permanents de taille très variable. Les *Aedimorphus* sont à dominante zoophile (mammifères) mais peuvent se gorger sur Homme ou sur volaille. Diverses espèces piquent l'Homme, durant la journée pour certaines ou la nuit pour d'autres, et parfois à des niveaux de nuisances importants. Les *Aedimorphus* ont une importance médicale puisque vecteurs de divers arbovirus, parmi lesquels Middelburg, Sindbis, virus de la fièvre jaune, virus de la fièvre de la vallée du Rift, Wesselsbron et Spondweni. Une espèce, *Aedes vexans*, est cosmopolite et elle est impliquée dans la transmission de divers agents pathogènes à l'Homme et aux animaux domestiques.

Une seule espèce de ce sous-genre est signalée à La Réunion : *Aedes (Aedimorphus) fowleri*, et trois au niveau de l'océan Indien (*Ae. suzannae* et *Ae. cuminsi*), ainsi

qu'une espèce d'un sous-genre proche, *Aedes (Polyleptomyia) albocephalus*. Toutefois, il est fort possible que l'espèce africaine *Ae. cumminsii* soit absente de cette zone, suite à une confusion probable avec l'espèce *Ae. fowleri*¹.

Caractères diagnostiques

Adulte – La forme remarquable du style des génitalia mâles est le seul caractère fiable et pratique pour reconnaître à coup sûr une espèce du sous-genre *Aedimorphus* et autres sous-genres apparentés. Le gonostyle est souvent dilaté en triangle, en massue, en fourche ou peigne... déclinés sous diverses variantes diagnostiques de l'espèce (fig. 7.11). Le vertex comporte des écailles étroites couchées et des écailles fourchues dressées. Les soies acrosticales et dorsocentrales sont bien développées. Il n'y a jamais de soies mésépimérales inférieures sur le côté du thorax.

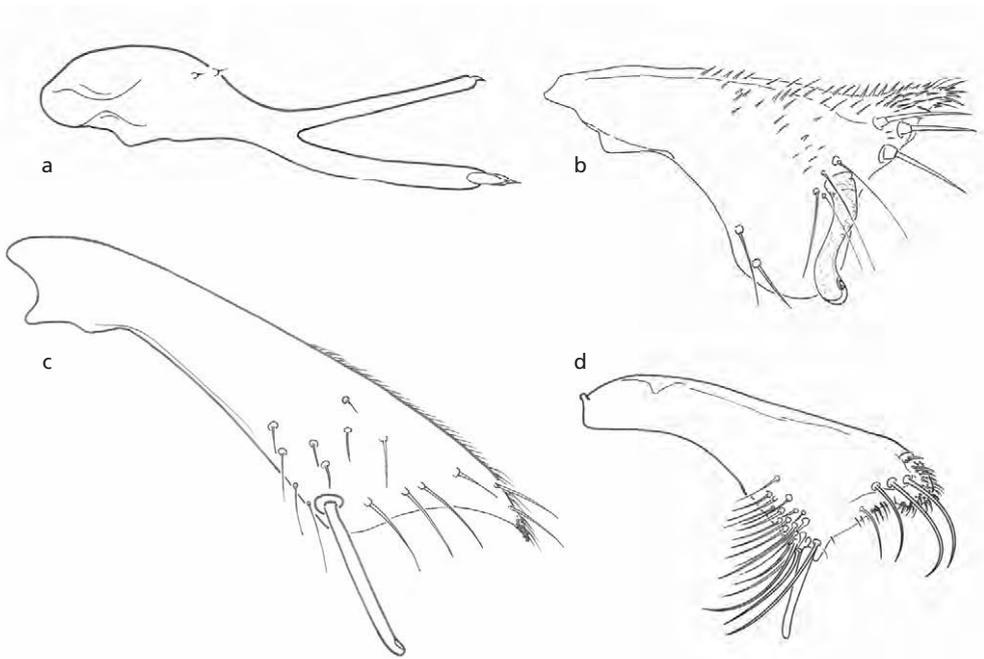


Figure 7.11
Gonostyles des espèces *Polyleptomyia* et *Aedimorphus* des îles du sud-ouest de l'océan Indien. (a) *Aedes (Polyleptomyia) albocephalus* ; (b) *Aedes (Aedimorphus) suzannae* ; (c) *Aedes (Aedimorphus) cumminsii* ; (d) *Aedes (Aedimorphus) fowleri*.

1. *Aedes cumminsii* n'a été récolté qu'à une seule occasion et au stade larvaire sur l'ensemble du SOOI (île d'Anjouan, Comores par Chauvet en 1967). Ce signalement pourrait résulter d'une confusion avec *Ae. fowleri*, espèce morphologiquement très proche à ce stade et qui, *a contrario*, n'a été capturée que sur les trois autres îles de l'archipel, à l'exclusion d'Anjouan. Au final, la seule espèce présente sur l'archipel des Comores serait *Ae. fowleri*.

Larve – Le stade larvaire d'un *Aedimorphus* n'a pas de caractères remarquables spécifiques. *Tête* : antenne longue et nettement spiculée, soie 1-A multibrin bien développée ; soies 5 et 6-C fortement développées. *Abdomen* : soies 6-III branchues ; siphon long ($IS \geq 3$) ; selle incomplète ; acus présent ou absent ; soies 1-X souvent simples, 2-X souvent multibrin ; présence de 3 ou 4 soies précratales (4-X) et de 8 à 14 soies insérées sur la grille.

GENRE *CULEX* LINNAEUS, 1758

Le terme *Culex* désignait chez les Latins un animal s'attaquant à la peau, et il fut donc choisi par Linné pour désigner les premiers représentants de ce nouveau groupe taxonomique qui regroupait à l'origine l'ensemble des moustiques.

Le genre *Culex* regroupe à lui seul 778 espèces réparties dans 26 sous-genres, pour la plupart monophylétique.

Abréviation du genre : *Cx.*

Biologie

Les larves de *Culex* peuplent les gîtes semi-permanents ou permanents au sol, ou des récipients artificiels, mais certains groupes d'espèces, comme celles du sous-genre *Culiciomyia*, vivent fréquemment ou exclusivement à l'aisselle des feuilles, dans les trous d'arbre, trous de rocher ou trous de crabe. L'eau des gîtes est parfois riche en matières organiques, comme les eaux usées des milieux urbains entraînant la prolifération de certaines espèces comme *Culex quinquefasciatus*. Les femelles piquent essentiellement de nuit. De nombreuses espèces piquent les mammifères dont l'Homme. Un bon nombre se nourrissent sur les oiseaux et d'autres peuvent même piquer les amphibiens et les reptiles.

Aspect nuisant et rôle vecteur

Des espèces sont vectrices d'arboviroses, dont plusieurs maladies encéphaliques en Amérique du Nord ; de la fièvre du Nil occidental (West Nile) en Afrique, en Europe et en Amérique du Nord ; de la fièvre de la vallée du Rift en Afrique ; de l'encéphalite japonaise dans la région Orientale. Quelques espèces sont des vecteurs de filaires, essentiellement *Wuchereria bancrofti* en Afrique et en Asie, et de *Brugia malayi* ou *Brugia timori* en Asie.

Caractères diagnostiques

Adulte – Les caractères diagnostiques sont la combinaison de la présence de pulvilli aux extrémités des tarsi et de l'absence de soies pré-spiraculaires et post-spiraculaires sur le thorax.

Les adultes, de taille variable, ont souvent un aspect terne et monochrome, brun ou marron, sans ornementation clairement diagnostique. Les nervures des ailes sont recouvertes d'écaillles étroites, les pattes sont bien souvent uniformes. Certaines espèces ont toutefois des marques distinctives sur les pattes, le proboscis, l'abdomen ou les ailes, rarement le scutum. Les palpes du mâle sont grêles et tournés vers le haut. L'extrémité de l'abdomen apparaît arrondie. La diagnose se fait fréquemment sur les caractères des génitalia mâles souvent spécifiques.

Larve – Le caractère discriminant est la présence de plusieurs soies 1-S sur le siphon (3 ou plus), au moins en position ventrale. La tête est bien souvent plus large que longue et d'aspect anguleux. L'antenne est plus ou moins courbée, longue et souvent spiculée. La soie 1-A est ordinairement bien développée avec de nombreux brins. Présence au niveau du siphon d'une paire d'acus et de pecten. La taille et la forme du siphon sont extrêmement variables selon les espèces (fig. 7.12).

Œuf – Les œufs sont fusiformes et pourvus d'une collerette apicale. Ils sont très souvent pondus directement à la surface de l'eau et agglomérés en barquette (nacelle ou radeau) pouvant comprendre jusqu'à 300 œufs (cf. photo 8.34). La cohésion en barquette ne résulte que de forces de tension à la surface de l'eau. Ce type d'œuf ne résiste pas à la dessiccation.

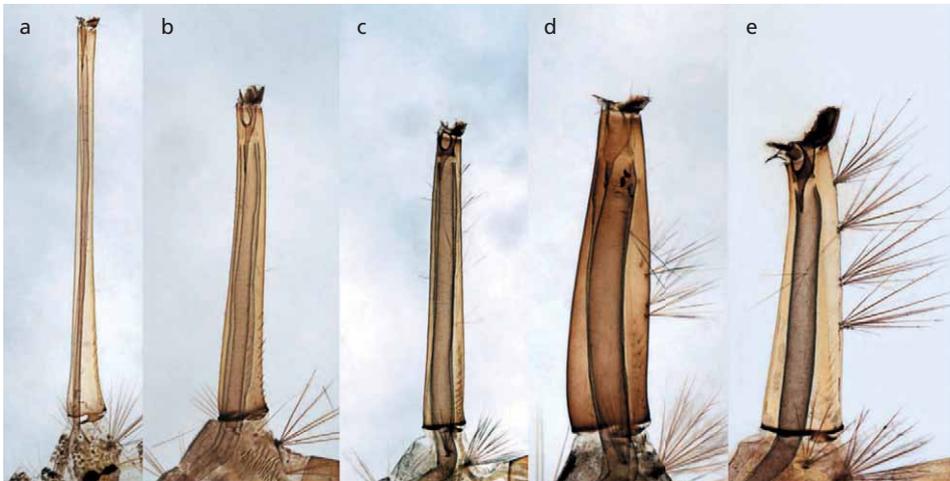


Figure 7.12
Chez les espèces du genre *Culex*, le nombre, la taille et la disposition des soies 1-S ainsi que la longueur relative (IS) et la forme des siphons sont très diversifiés (image jointe, les siphons ne sont pas reproduits à la même échelle).

SOUS-GENRE *CULEX*
LINNAEUS, 1758

Abréviation : *Cux.*

Groupe polyphylétique, ce sous-genre rassemble 199 espèces dont bon nombre d'importance médicale car vectrices d'agents pathogènes transmissibles à l'Homme.

Caractères diagnostiques

Adulte – Les espèces de ce sous-genre sont d'une taille moyenne, avec les antennes légèrement plus longues que le proboscis. Les palpes des mâles sont nettement plus longs que le proboscis. Présence ou non d'un anneau clair sur le proboscis des mâles.

Larve – Tête nettement plus large que longue ; antenne plus ou moins courbée avec la soie 1-A toujours bien développée et à nombreux brins ; abdomen aux soies plus développées que dans le genre *Aedes* ; siphon de longueur variable mais arborant de 3 à 7 paires de soies 1-S. Soies 1-3-P longues, simples et subégales, la 3-P rarement plus courte que les deux autres ; selle usuellement complète ; 6 à 7 paires de soies 4-X toutes insérées sur la grille.

SOUS-GENRE
EUMELANOMYIA
THEOBALD, 1909

Abréviation : *Eum.*

Le nom de ce sous-genre provient du grec ancien « *muia* » (mouche), « *melanos* » (noir) et du préfixe « *eu* » (bien) : mouche vraiment noire, traduisant l'aspect général sombre et uniforme des moustiques de ce groupe, qui, toutefois, n'est pas monophylétique. Une révision de ce sous-genre reste nécessaire, diverses espèces étant particulièrement difficiles à différencier. L'analyse moléculaire comparative des populations de ces taxa morphologiquement proches issus de diverses sous-régions biogéographiques permettra à l'avenir de clarifier leur statut taxonomique respectif.

Le sous-genre *Eumelanomyia* comprend 77 espèces à répartition essentiellement afrotropicale (41 espèces) et asiatique (35 espèces) pour une seule espèce décrite d'Océanie (archipel de Vanuatu). Ces moustiques peuplent les forêts tropicales et les zones de basse montagne, à proximité des cours d'eau et des marécages. Ce groupe taxonomique n'est pas connu comme impliqué dans la transmission d'agents pathogènes à l'Homme.

Caractères diagnostiques

Adulte – De taille petite à moyenne, d’aspect noir sombre uniforme, sans ornement.

Tête : palpe maxillaire et proboscis couverts d’écailles sombres. *Thorax* : soies acros-ticales habituellement présentes dans la partie antérieure ; soies pleurales rares ou absentes sur le mésokatepisternum. *Aile* : couverte d’écailles sombres ; cellule R2 nettement plus longue que la nervure R2+3. *Patte* : tibias et tarses couverts d’écailles sombres. *Abdomen* : écailles des tergites entièrement sombres parfois avec des bandes claires ou des taches latérobasales claires.

Génitalia mâles : lobe subapical généralement de petite taille, non nettement divisé, partie proximale avec trois soies épaisses en forme de tige, partie distale avec une forte soie basale et une soie en feuillet : griffe terminale du gonostyle bien développée d’épaisseur et de longueur variées, en position subapicale ou parfois apicale.

Larve – Tête plus large que longue ; antenne spiculée aussi longue que la tête, soies 1-A bien développées, soies 2, 3-A insérées distinctement en dessous de l’apex, peigne du segment VIII formé de nombreuses écailles frangées ; siphon mince, long à très long ; peigne du siphon restreint au tiers inférieur du siphon ; 4 à 6 paires de soies 1-S en position postéro-latérales, exceptionnellement plus ; selle complète, dépourvue de spicules marqués ; soie 4-X habituellement avec 4 à 8 paires de soies sur la grille, pouvant comporter des soies précratales.

GENRE LUTZIA THEOBALD, 1903

Ce genre est dédié au médecin et naturaliste brésilien Adolpho Lutz (1855-1940), qui fut le premier directeur de l’Institut bactériologique de Sao Paulo au Brésil, rebaptisé en son honneur Instituto Adolfo Lutz en 1940. Il s’intéressa au mécanisme de transmission de la fièvre jaune et à son vecteur *Ae. aegypti*. En tant que naturaliste, il décrivit de nombreuses espèces d’Anoures (grenouilles).

Abréviation du genre : *Lt.*

Positionné par Edwards en 1932 comme un sous-genre du genre *Culex*, il fut rétabli au rang de genre en 2003 sur la base d’une morphologie larvaire modifiée pour la prédation.

Ce genre se limite à 9 espèces réparties en trois sous-genres : *Insulalutzia* (une espèce, au Japon), *Lutzia* (deux espèces en région néotropicale) et *Metalutzia* (six espèces dont une seule, *Lt. tigripes*, en région afrotropicale, et cinq en région asiatique et aus-

tralasienne). Les femelles anautogènes seraient à dominante ornithophiles mais piqueraient les animaux domestiques et parfois l'Homme. Les larves de *Lutzia* se rencontrent dans de nombreux gîtes naturels ayant une eau riche en matières organiques, dont les trous d'arbre, phytotelmes, mais également les récipients artificiels. Les larves sont prédatrices, se nourrissant des autres arthropodes peuplant le gîte, dont les larves de moustiques. Les œufs sont pondus en radeau à la surface de l'eau. Le chorion des œufs est dépourvu de réticulation. Le nombre d'œufs pondus par une femelle atteint 200 à 350.

Aspect nuisant et rôle vecteur

Ce genre n'est pas connu pour être vecteur.

Caractères diagnostiques

Adulte – Moustiques de grande taille morphologiquement proches des *Culex* et affichant comme eux une absence de soies pré- et post-spiraculaires au niveau du thorax. Ils s'en distinguent par : la présence sur le thorax d'au moins quatre soies mésépimérales inférieures (fig. 7.13) ; l'empodium des tarse très développé, la nervure transverse radio-médiane de l'aile insérée près de la base de la nervure M3+4 et l'absence de la soie en feuillet (soie g) au niveau du lobe subapical du gonocoxite des génitalia mâles (fig. 7.14).

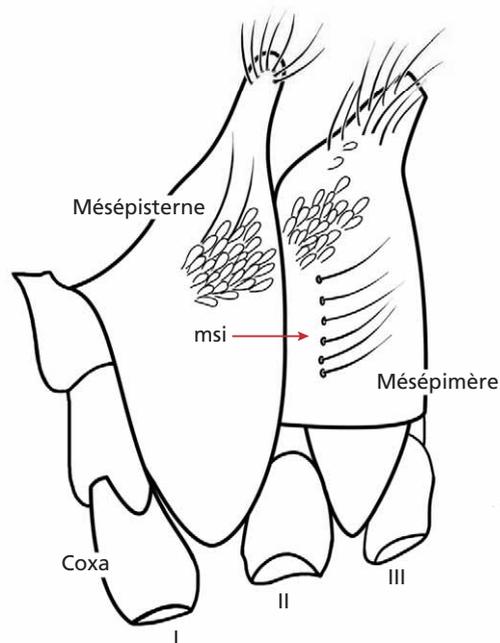
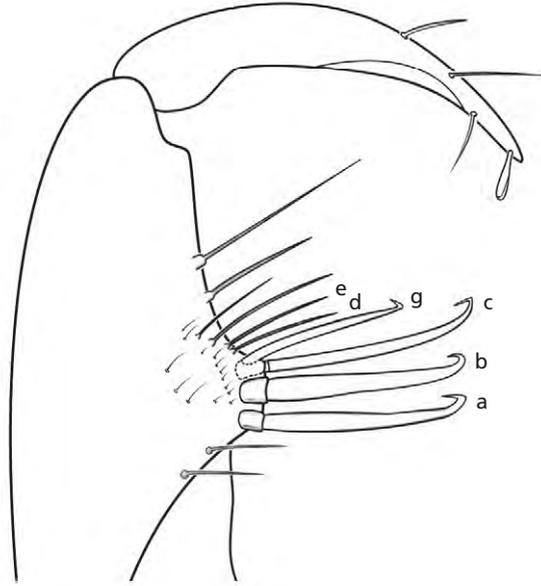


Figure 7.13
Genre *Lutzia* : schémas des pleures thoraciques de l'adulte montrant la présence de nombreuses soies mésépimérales inférieures (msi) sur le mésépimère, caractéristiques du genre.

Figure 7.14
 Genre *Lutzia* :
 génitalias du mâle de *Lt. tigripes* :
 gonostyle terminal et lobe subapical
 du gonocoxite montrant l'absence
 de soie en feuillet caractéristique
 du genre.



Larve – Pièces buccales modifiées pour la prédation, avec une brosse buccale aux filaments épais et fortement pectinés en crochet ; siphon court avec un peigne atteignant l'apex (sauf dans le sous-genre japonais *Insulalutzia*), selle complète, avec sa face dorsale étendue à l'apex, donnant une forme longue et affinée au segment X (fig. 8.36).

GENRE ORTHOPODOMYIA THEOBALD, 1904

Le nom de ce genre provient des mots grecs « *orthos* » (préfixe qualifiant ce qui est droit, régulier), « *podos* » (pied) et « *myia* » (mouche). Ce terme fut créé par Theobald suite à une observation faite par Leicester, auteur de l'espèce (*Or. albipes*) qui a servi à décrire ce nouveau genre : « Les pattes arrière de cette mouche, lorsqu'elle se repose, sont maintenues tendues, rectilignes, rapprochées l'une de l'autre et assez proches de la surface où elle repose, une attitude singulière chez les Culicinae. »

Abréviation du genre : *Or.*

Le genre *Orthopodomyia* est l'unique genre de la tribu des Orthopodomyiini Belkin, Heinemann & Page, 1970. Sa position phylogénétique est incertaine et il serait proche des genres *Culiseta* et *Toxorhynchites*.

Ce genre regroupe 36 espèces centrées sur les régions chaudes afrotropicale (15 espèces), néotropicale (8 espèces) et asiatique (12 espèces), et une seule présente tant en Europe qu'en Afrique du Nord (*Or. pulcripalpis*). Avec trois espèces, le continent africain semble paradoxalement pauvre en *Orthopodomyia*, en contraste avec les îles de l'océan Indien, qui en hébergent douze : huit à Madagascar, deux aux Comores, une à Maurice et une à La Réunion. Toutes ces espèces ont des caractéristiques nettement divergentes des trois espèces continentales ; elles sont le résultat d'un phénomène de spéciation important lié à l'isolement insulaire et à la diversité des niches écologiques disponibles.

On ne connaît que peu de choses de la biologie des *Orthopodomyia*. Les œufs sont pondus isolément et ne résistent pas à la dessiccation. Les larves se développent essentiellement dans les trous d'arbre, les bambous coupés ou les aisselles des feuilles de Bromeliaceae, mais elles ne sont pas strictement inféodées à ce type de gîte et elles ont été collectées de gîtes artificiels (boîtes de conserve). Les adultes sont d'activité nocturne et les femelles essentiellement ornithophiles.

Aspect nuisant et rôle vecteur

Dans la région afrotropicale, les *Orthopodomyia* ne sont pas des espèces agressives pour l'Homme et n'ont à ce jour pas d'intérêt sur le plan médical.

Caractères diagnostiques

Adulte – De taille moyenne à grande, les adultes sont ornés de larges écailles blanches sur la tête, le thorax et l'abdomen, ainsi que sur les pattes et les ailes. Le proboscis de toutes les espèces de ce genre possède un anneau blanc central, parfois peu marqué. *Thorax* : absence des soies pré- et postspiraculaires, ainsi que des soies mésépimérales inférieures. *Aile* : la nervure R2 est nettement plus courte que la nervure R2+3, à l'inverse de tous les autres genres présents sur l'île. Les nervures alaires sont recouvertes de grosses écailles noires ou blanches formant des taches caractéristiques rappelant celles des anophèles (photo 7.1).



Photo 7.1

Aile de l'holotype d'*Orthopodomyia reunionensis*.

Sur ce spécimen de collection, la couleur des écailles est passée.

Sur un spécimen vivant, les teintes des écailles sont bien plus vives, noires et blanches à jaunâtres.

Il se distingue de tous les autres genres de l'île par le tarsomère 1 des pattes I ou II plus long que la somme des 4 suivants réunis. Les femelles se différencient par le tarsomère 4 des pattes I qui est plus court que le tarsomère 5 (fig. 7.15), mais ce n'est pas le cas pour les mâles. Les pattes sont toujours marquées de plusieurs anneaux blancs. La clé d'identification des espèces de la zone afrotropicale se base sur la disposition et le nombre d'anneaux blanc sur les 3 paires de pattes.

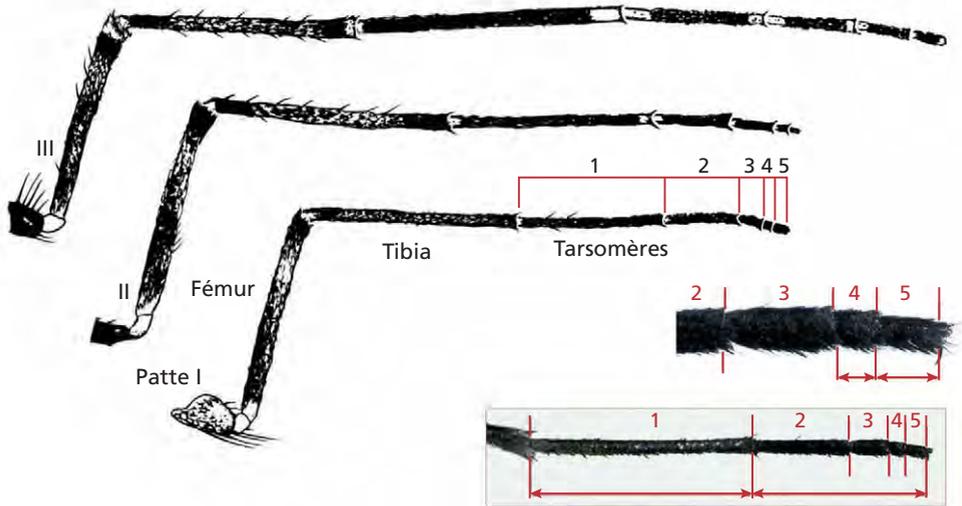


Figure 7.15
Pattes I, II, III du genre *Orthopodomyia*.
L'espèce illustrée ici est *Or. reunionensis*.

Larve – Le siphon dépourvu de pecten et la présence sur le segment VIII d'une paire de plaques sclérifiées sont diagnostiques du genre. Les dents du peigne du segment VIII sont longues et généralement disposées sur deux rangées ; antenne plus courte que la hauteur de la capsule céphalique ; soie 1-A insérée sur la partie basale de l'antenne ; une seule paire de soies 1-S subventrale.

Descriptif des espèces et clés de détermination

8 Descriptif des espèces présentes à La Réunion

ANOPHELES (CELLIA) ARABIENSIS PATTON, 1905

Son nom rappelle sa zone de capture originelle, la péninsule Arabique.

Positionnement taxonomique

Anopheles arabiensis est une espèce cryptique relevant d'un groupe de dix espèces (le complexe *gambiae*) d'Afrique et du sud-ouest de l'océan Indien, dont la morphologie est identique, mais dont la distribution géographique, la génétique et le comportement sont différents. *Anopheles arabiensis* est la seule espèce du complexe *gambiae* observée à La Réunion.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Pattes sombres tachetées d'écailles pâles (sur les fémurs, tibias, tarsomères 1) ; aile avec au moins 4 taches pâles sur la nervure costale et la sous-costale ; une tache claire sur la troisième aire sombre principale de la nervure 1, parfois fusionnée avec la tache sous-costale (c) (fig. 8.1 ; photos 8.1 et 8.2).

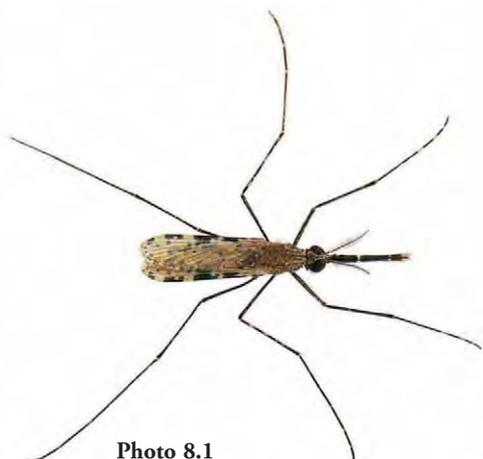


Photo 8.1
Anopheles (Cellia) arabiensis femelle.



Photo 8.2
Anopheles arabiensis mâle à son émergence.
Notez que les longues et nombreuses soies sensorielles de ses antennes ne sont pas encore déployées.

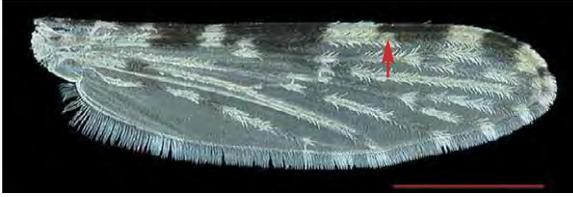


Figure 8.1
Aile d'*Anopheles arabiensis* montrant la tache claire caractéristique sur la troisième aire sombre principale de la nervure 1 (costale) fusionnée avec la tache sous-costale (flèche).

Larve – La distance entre les soies céphaliques 2-C est supérieure à celle entre 2-C et 3-C, au contraire d'*An. coustani*, seul autre anophèle présent sur l'île ; 3-C formée d'un seul brin lisse ; la soie 8-C comprend 1 à 2 brins ; la soie antennaire 1-A est simple, externe, courte (fig. 8.2 et 8.3).

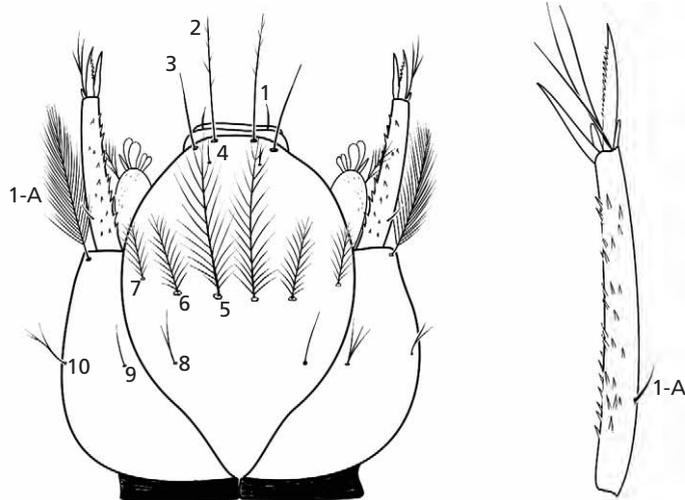


Figure 8.2
Larve IV d'*Anopheles (Cellia) arabiensis* : tête (vue dorsale) et détail de l'antenne.

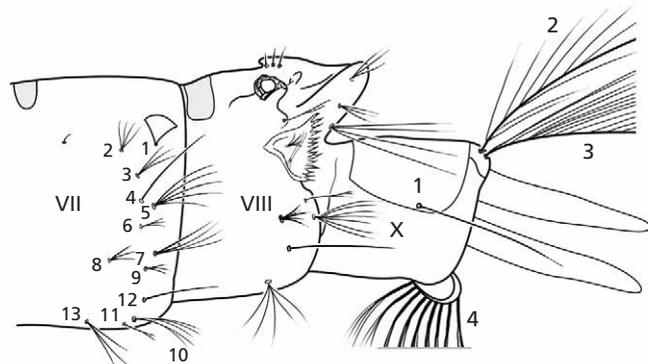


Figure 8.3
Larve IV d'*Anopheles (Cellia) arabiensis* : derniers segments abdominaux.



Photo 8.3
Larves d'*Anopheles (Cellia) arabiensis*.

Biologie, répartition et écologie

Anopheles arabiensis est très largement répandu dans la région afrotropicale ainsi qu'à Madagascar et dans les principales îles volcaniques de l'océan Indien, à l'exception de l'archipel des Comores.

Espèce avant tout savanicole des zones subarides, elle peut s'enfoncer dans les savanes humides et peupler les environnements urbanisés, sans toutefois pénétrer en forêt. Elle est absente du bloc forestier congolais et des forêts côtières d'Afrique occidentale. Ses gîtes de ponte sont les collections d'eau temporaires, souvent de petite taille, peu profondes et ensoleillées, où la végétation est absente. *Anopheles arabiensis* trouve ces conditions dans les eaux pluviales qui s'accumulent, en saison des pluies, dans des dépressions et des cavités d'origine diverse (fossés, ornières, empreintes de pas ou de sabot, etc.). Les mares résiduelles qui jalonnent les rivières en période de décrue constituent aussi d'excellents gîtes de saison sèche. On peut le rencontrer dans les bassins cimentés de rétention d'eau.

Le comportement d'*An. arabiensis* est varié, il peut être endophage et endophile, exophage et exophile. La femelle est anthropophile et zoophile : elle pique l'Homme ou le bétail mais peut se gorger sur de nombreux animaux selon l'opportunité (chien, porc, poulet, etc.). Le maximum d'activité de piqûres d'*An. arabiensis* se situe entre minuit et 4 heures du matin. La densité des populations varie saisonnièrement selon la pluviométrie : elle augmente rapidement dès les premières précipitations et atteint son maximum en fin de saison des pluies. Elle décroît ensuite avec l'assè-

chement des gîtes temporaires. Une légère recrudescence de la population peut aussi se manifester en pleine saison sèche, lorsque des mares résiduelles se forment dans les grands marécages ou les cours d'eau en décrue. L'espèce peut passer la saison sèche en état de diapause (estivation) au stade adulte. Les femelles d'*An. arabiensis* prennent un repas de sang puis pondent tous les 2 à 3 jours. Les œufs ne supportent pas la dessiccation.

À La Réunion

Anopheles arabiensis est présent sur trois larges zones côtières, dans les régions Sud, Ouest et Nord-Est de l'île à une altitude inférieure à 500 m (fig. 8.4). L'espèce semble incapable de se maintenir au-dessus de cette altitude, contrairement à Madagascar ou au continent africain. Elle fut présente dans le passé jusqu'à 650 m dans la région sous le vent (Trois Bassins) et jusqu'à une centaine de mètres environ dans les régions au vent.

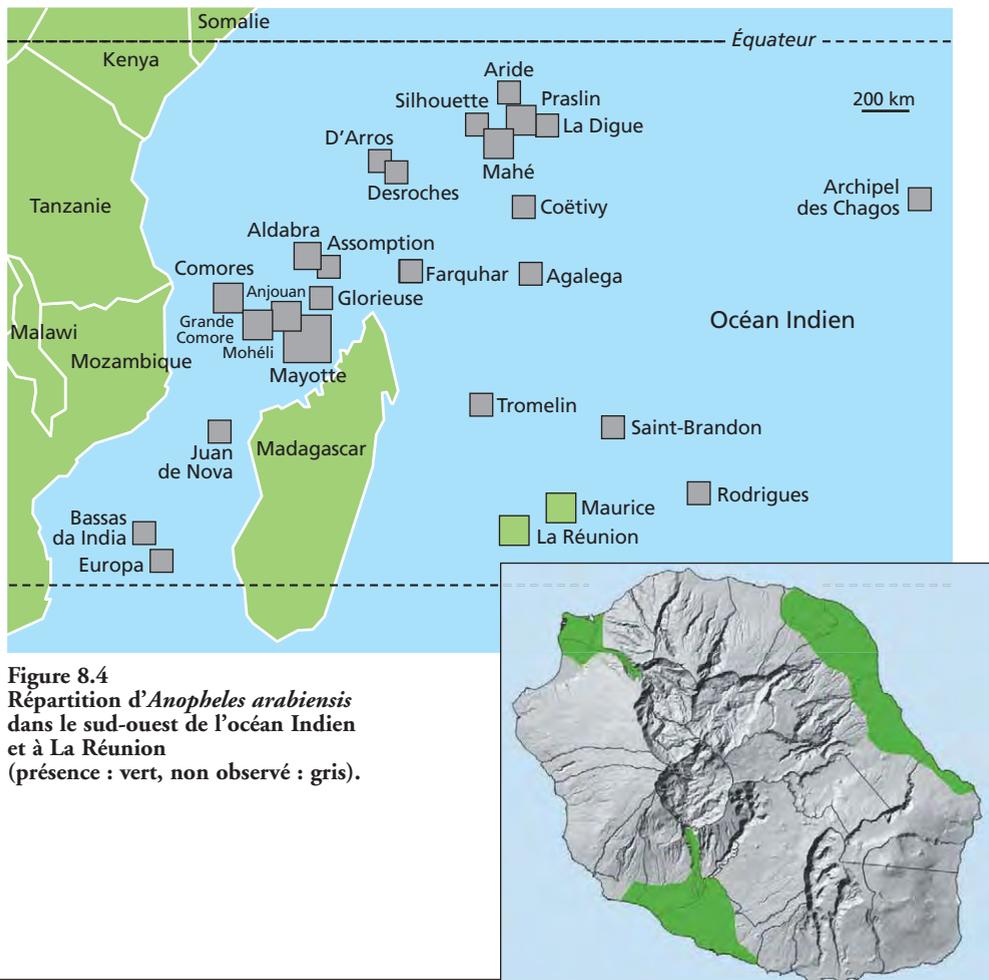


Figure 8.4
Répartition d'*Anopheles arabiensis*
dans le sud-ouest de l'océan Indien
et à La Réunion
(présence : vert, non observé : gris).

Les biotopes larvaires réunionnais dominants sont les cultures irriguées de canne à sucre (ornières des chemins agricoles et flaques résiduelles), les ravines (trous de rocher, anses de rivière sans végétation), quelques gîtes artificiels périurbains (bassins ou piscines non entretenus), ainsi que les marais littoraux. *Anopheles arabiensis* a également été identifié dans des trous de crabe de la lagune de Saint-Gilles, où des larves et des adultes ont été retrouvés. Il persiste ainsi de nombreux habitats de reproduction dans les franges littorales des zones Sud, Ouest et Nord-Est. Globalement, l'eau des gîtes est relativement tiède, ensoleillée et pauvre en matières organiques. La durée du cycle larvaire (de l'éclosion de l'œuf jusqu'à la nymphe) est de l'ordre d'une semaine en saison des pluies.

À ce jour, aucune résistance aux insecticides utilisés dans l'île n'a été signalée chez *An. arabiensis*, mais aucune étude n'a été menée à ce sujet depuis les années 2010. Une résistance aux pyréthrinoides et/ou au DDT a été notée dans de nombreux pays, comme en Afrique du Sud, au Soudan, en Éthiopie, à Zanzibar ou à Madagascar.

Aspect nuisant et rôle vecteur

Anopheles arabiensis est, avec *An. gambiae* et *An. funestus*, l'un des vecteurs majeurs des parasites du paludisme et de la filariose de Bancroft dans la région afrotropicale, à Madagascar et dans les îles de l'océan Indien. Cet anophèle a colonisé La Réunion probablement à la fin des années 1860. Les premiers cas de paludisme autochtone furent constatés à Sainte-Suzanne en février 1869, les derniers un siècle plus tard, en 1967 dans le village de Grand-Place. Depuis, seuls des cas importés sont signalés.

ANOPHELES (ANOPHELES) COUSTANI LAVERAN, 1900

Cette espèce fut dédiée par le docteur Alphonse Laveran (1845-1922) au docteur Adolphe Coustan (1843-1912), natif de Montpellier et médecin de la Marine, qui lui fit parvenir des spécimens récoltés à Madagascar. Coustan fut chirurgien à l'hôpital militaire de Saint-Denis de 1863 à 1866 et dirigea le lazaret de la Grande Chaloupe en 1865.

Positionnement taxonomique

Anopheles coustani fait partie du groupe Coustani comprenant 7 espèces dont *An. crypticus*, *An. namibiensis*, *An. paludis*, *An. tenebrosus* et *An. ziemanni*, auxquelles une espèce endémique de Madagascar, *An. fuscicolor*, peut être rattachée. Toutes ces espèces sont indistinguables au stade larvaire. *Anopheles coustani* et *An. crypticus* sont de plus morphologiquement identiques au stade adulte.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Anophèle de grande taille ; le bord costal de l'aile est majoritairement sombre avec 2 zones claires localisées vers le milieu et à l'apex (fig. 8.6) ; une tache blanche caractéristique à l'apex du tibia III. Les deux tarsomères terminaux des pattes arrière (tIII-4 et tIII-5) sont totalement blancs (fig. 8.5 et 8.6).

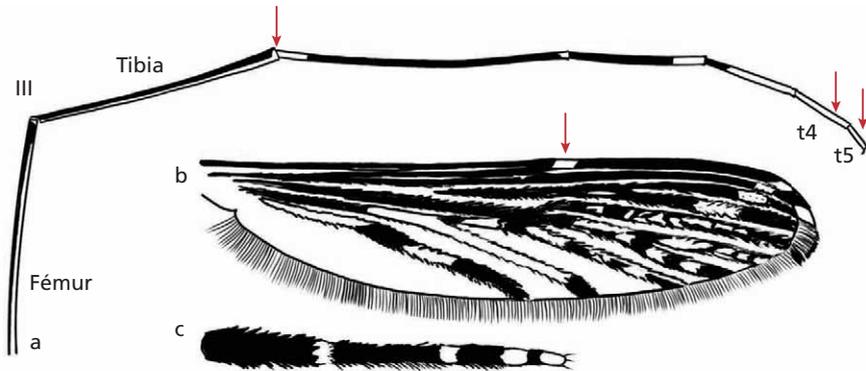


Figure 8.5
Anopheles (Anopheles) coustani femelle : patte III (a), aile (b) et palpe (c).



Photos 8.4 a et 8.4 b
Anopheles (Anopheles) coustani femelle prenant un repas de sang sur Homme (a) ou un repas de jus sucré (b).

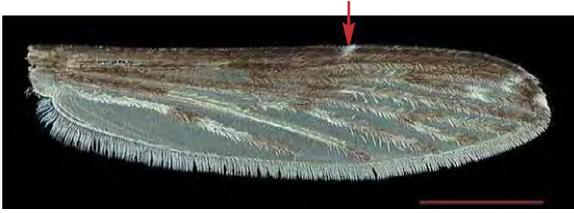


Figure 8.6
Aile d'*Anopheles (Anopheles) coustani* montrant l'unique tache claire localisée au niveau de la nervure costale.

Larve – Soies céphaliques 2-C très rapprochées, simples, bien séparées des 3-C à nombreux brins (plus de quarante) ; soie antennaire 1-A sur la face interne de l'antenne, à nombreux brins bien visibles. La soie 8-C comprend plus de 4 brins (fig. 8.7). Les larves des sept espèces du groupe Coustani sont très difficiles à distinguer entre elles.

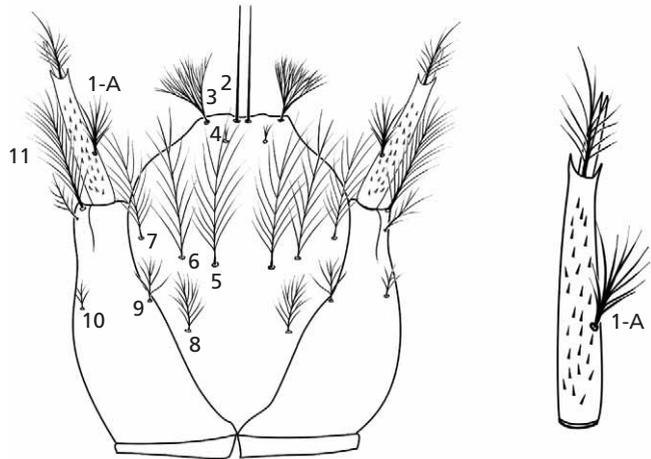


Figure 8.7
Larve IV d'*Anopheles (Anopheles) coustani* : tête (vue dorsale) et détail de l'antenne.



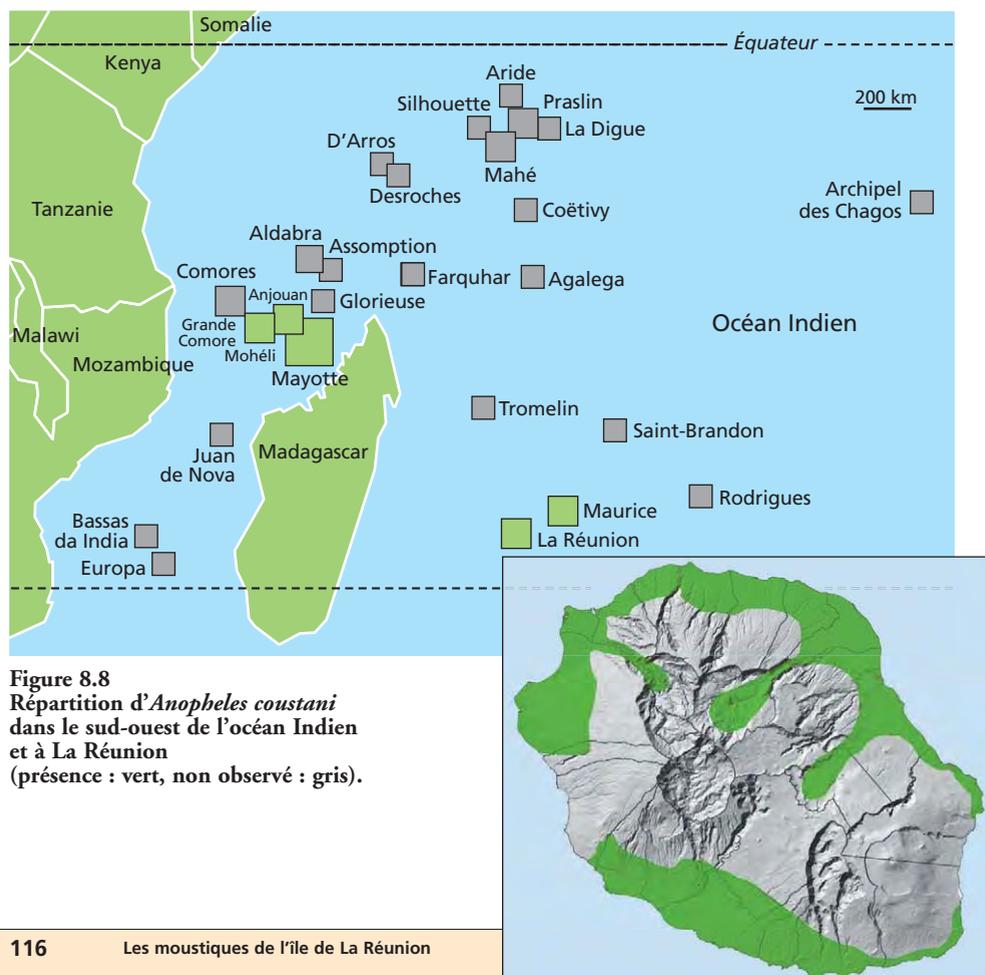
Photo 8.5
Larves d'*Anopheles (Anopheles) coustani*.
Les variations de coloration découlent de la ressource alimentaire disponible dans le gîte.

Biologie, répartition et écologie

Cet anophèle est présent sur l'ensemble du continent africain ainsi que dans les îles volcaniques des Mascareignes et des Comores, à l'exception de l'île de Grande Comore. Cette espèce se rencontre depuis le niveau de la mer jusqu'à des altitudes proches de 2 000 m. À La Réunion, elle est commune en zone littorale et se rencontre parfois jusqu'à 1 200 m d'altitude (fig. 8.8).

Anopheles coustani est une espèce ubiquiste qui se développe dans des gîtes variés, vivant aussi bien dans les eaux courantes que stagnantes, ombragées ou ensoleillées (marais, étangs, marécages, bords de cours d'eau, rizières, fossés inondables). Elle supporte des températures basses tant pour les adultes que pour les larves. Les formes larvaires et nymphales sont présentes toute l'année sur l'île. La durée du cycle larvaire y est d'environ six jours, selon la température.

Anopheles coustani est très rarement rencontré dans les habitations, et pique de préférence à l'extérieur avec une nette préférence pour le bétail (bovins essentiellement, ovins, caprins, porcins) et parfois les volailles, mais il peut aussi piquer l'Homme. Les femelles sont surtout actives au crépuscule et en première moitié de nuit.



Aspect nuisant et rôle vecteur

À La Réunion, il n'a jamais été montré que *An. coustani* pouvait transmettre les *Plasmodium* du paludisme, alors que ce moustique a été trouvé infecté à Madagascar, en République centrafricaine et au Kenya où il est considéré comme un vecteur secondaire du paludisme.

Cette espèce pourrait également être impliquée dans la transmission de virus tels que les virus du Nil occidental (WN), de la fièvre de la Vallée du Rift (RVF). Des arbovirus tels que Chikungunya, Wesselsbron et Zika ont été isolés de cette espèce. *Anopheles coustani* n'est pas un vecteur efficace de filaires (y compris la filaire de Bancroft à *Wuchereria bancrofti*).

AEDES (STEGOMYIA) ALBOPICTUS (SKUSE, 1895)

Le nom vient du latin *albus*, « blanc » et *pingo*, « peindre », « orner » : orné de blanc. La description originale fut faite à partir de trois femelles capturées à Calcutta (Inde).

Positionnement taxonomique

D'origine asiatique, cette espèce relève du groupe Scutellaris qui est le plus important et le plus complexe des groupes d'espèces du sous-genre *Stegomyia*. Il comporte, au moins, 44 espèces, toutes caractérisées par une ligne longitudinale blanche sur le scutum à l'image d'*Ae. albopictus*. Ce groupe est présent en zone indo-malaisienne et dans les îles du Sud Pacifique. *Aedes albopictus* relève du sous-groupe Albopictus qui comprend 11 espèces, toutes d'origine asiatique.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Ornementation générale donnant un aspect zébré noir et blanc. L'adulte est facilement identifiable sur l'île par la ligne médiane blanche longitudinale sur fond noir ornant son scutum. Ses tergites présentent des bandes basales blanches transverses complètes.

Aedes albopictus se distingue d'*Ae. aegypti*, une espèce proche, mais bien plus rare à La Réunion, par de nombreux caractères dont les suivants :

– l'ornementation du scutum, sous forme d'une ligne blanche longitudinale centrale chez *Ae. albopictus* et en forme de « lyre » chez *Ae. aegypti* (cf. photo 8.6) ;



Photo 8.6
Femelle d'*Aedes (Stegomyia) albopictus* prélevant un repas sanguin.
 Notez la ligne médiane d'écaillés argentées sur le scutum, le repliement du labium au niveau de la trompe ainsi que l'abdomen dilaté gorgé de sang.

– la présence sur le mésépiméron de deux taches d'écaillés blanches reliées en V chez *Ae. albopictus* alors que ces taches blanches sont bien séparées chez *Ae. aegypti* (fig. 8.9).



Figure 8.9
Vue latérale du thorax d'*Ae. albopictus* montrant la tache en « V » d'écaillés argentées caractéristique (flèche rouge).

Larve – La larve d'*Ae. albopictus* se différencie aisément de celle d'*aegypti* par : la soie céphalique 7-C à 2 (parfois 3) brins pour *albopictus* contre un seul pour *aegypti*. Au niveau du thorax, présence de fortes épines bien marquées à l'insertion des soies 11-M et 11-T chez *aegypti* ; ces épines sont bien plus discrètes chez *albopictus*.

Absence de spicules sur le bord apicodistal de la selle. La soie 4-X a 4 paires de soies à un seul brin (contre 5 à 2 brins chez *Ae. aegypti*), les écailles du peigne VIII sont lancéolées (fig. 8. 10 à 8.12).

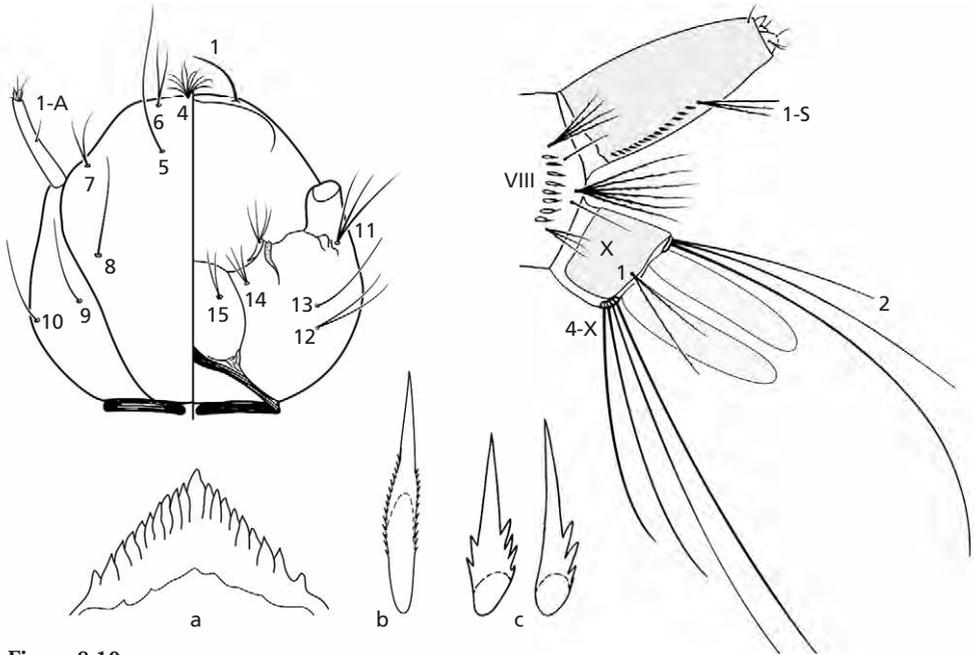


Figure 8.10
Larve IV d'*Aedes (Stegomyia) albopictus* : tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) et segments abdominaux VIII à X avec détail du mentum (a), d'une écaille du peigne VIII (b) et des écailles du pecten (c).

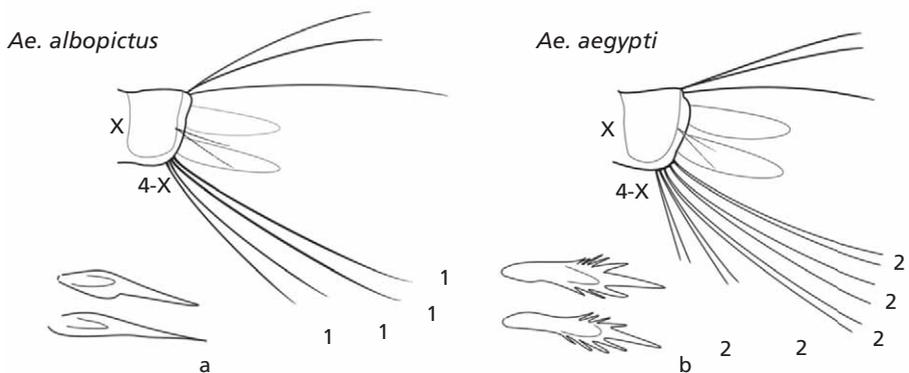


Figure 8.11
Comparaison morphologique des larves d'*Ae. albopictus* et d'*Ae. aegypti* : détail des écailles du peigne du segment VIII et du nombre de brins de la soie 4-X. Comparaison des peignes VIII des larves d'*Ae. albopictus* à épines simples (a) et d'*Ae. aegypti* à épines en trident (b).

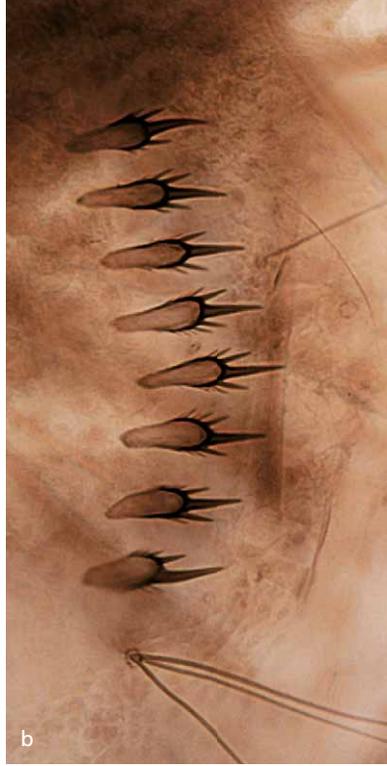


Figure 8.12
 Comparaison des peignes VIII
 des larves d'*Ae. albopictus*
 à épines simples (a)
 et d'*Ae. aegypti* à épines
 en trident (b).



Photo 8.7
 Larve d'*Aedes (Stegomyia) albopictus*.



Photo 8.8
Nymphe d'*Aedes (Stegomyia) albopictus*.



Photo 8.9
Œufs d'*Aedes (Stegomyia) albopictus*.

Biologie, répartition et écologie

Expansion géographique

Aedes albopictus est une espèce originaire d'Asie. C'est un moustique invasif détecté dans plus de 120 pays ou îles à ce jour. Jusqu'aux années 1970, son aire de répartition se cantonnait à la région indienne et à l'Asie du Sud-Est et de l'Est, et à quelques îles du SOOI, dont les Mascareignes. Depuis, son aire d'extension touche tous les continents (à l'exception de l'Antarctique). Cette espèce a non seulement colonisé les régions tropicales et subtropicales (Afrique et Amérique du Sud) mais également les régions tempérées du globe (Amérique du Nord et Europe). Sa diffusion s'est faite essentiellement de manière passive par le transport des œufs des moustiques, en dessiccation mais vivants, dans de vieux pneus ou sur des plantes ornementales exportées d'Asie.

Il est implanté en France métropolitaine depuis 2004, où il était présent, en 2020, dans 58 départements, gagnant progressivement le nord du pays. Il a été détecté pour la première fois à Mayotte en 2001, alors qu'il était déjà implanté à La Réunion, à Maurice et à Madagascar depuis bien plus longtemps.

À La Réunion

Aedes albopictus est extrêmement abondant sur tout le littoral de l'île et jusqu'à 500 m d'altitude (fig. 8.13). La population réunionnaise actuelle de ce moustique est génétiquement proche des populations malgache, américaine ou de France

métropolitaine, ce qui suggère un flux migratoire récent d'une population mieux adaptée aux nouvelles conditions environnementales, urbaines en particulier. Cette population « moderne » a probablement remplacé la souche initiale signalée au début du XX^e siècle qui provenait probablement de Madagascar.

Anthropophile et zoophile, *Aedes albopictus* s'est adapté aux environnements urbains et périurbains, trouvant auprès de l'Homme et des animaux domestiques et sauvages le sang et les gîtes aquatiques artificiels nécessaires à son développement. Sa plasticité lui permet de s'adapter à des milieux très variés : il est présent dans toutes les régions habitées de l'île, urbaines, suburbaines ou rurales, atteignant parfois 1 200 m d'altitude et parfois au-delà en été. Il est également bien présent dans les ravines ombragées et les espaces forestiers non habités, qui constituent un habitat refuge pour l'espèce. Il colonise de très nombreux types de collections d'eau, d'origine anthropique ou naturelle, préférant les eaux ombragées et peu chargées en matières organiques mais comprenant des débris végétaux. Dans son milieu forestier d'origine, ce moustique pond dans les petites collections d'eau des cavités naturelles des arbres. Dans les milieux urbains, les larves occupent tout type de récipients artificiels collecteurs d'eau (fûts, bouteilles, conserves, vases, soucoupes de pots de fleurs, pneus usagés, bouches d'égout, gouttières, containers, etc.). Ils constituent des gîtes larvaires très abondants et très productifs ; un tiers de ce type de gîte a été observé colonisé par les larves, lors d'enquêtes de terrains menées par l'Agence régionale de santé de La Réunion. Dans les environnements périurbains et ruraux, il colonise les bambous coupés, les creux de rochers et les creux d'arbre. Il préfère nettement les bambous sur pied aux bambous secs à terre. Les gîtes intradomiciliaires sont productifs pendant toute l'année ; les gîtes périodestiques et naturels sont soumis aux aléas des périodes pluvieuses, les œufs d'*Ae. albopictus* étant résistants plusieurs mois à la dessiccation. Les œufs sont déposés au-dessus de la surface de l'eau, de préférence sur un substrat sombre et rugueux. La durée de la phase de développement aquatique varie de 5 à 20 jours, en fonction de la température et de l'abondance de nourriture, avec un arrêt de développement en dessous de 11 °C. La durée du stade nymphal est de l'ordre de 2 jours (à 30 °C) et les mâles émergent un peu avant les femelles. Les femelles ont une espérance de vie de quelques jours à quelques semaines en milieu naturel, mais, en laboratoire, plus de la moitié des femelles survivent au-delà de 4 semaines aux températures habituelles de La Réunion. Le délai entre l'émergence et le premier repas sanguin est estimé à 2 jours et l'intervalle entre deux pontes à 4 à 5 jours en milieu naturel (3,5 et 8 jours pour des températures expérimentales de respectivement 30 °C et 15 °C). La fécondité moyenne en laboratoire se situe entre 40 et 100 œufs par ponte, une femelle pondant un cumul de 300 à 350 œufs dans sa vie. La plupart des femelles sauvages ne sont fécondées que par un seul mâle (74 % des femelles), mais d'autres peuvent être fécondées par deux, voire exceptionnellement trois mâles, les spermatozoïdes étant stockés dans des spermathèques. Les œufs du même cycle de ponte sont pondus dans plusieurs gîtes. La dispersion de

l'espèce est faible, de l'ordre de 200 m, mais, à La Réunion, en milieu urbain, cette distance est de l'ordre de 100 m. Au cours de la journée, les adultes se reposent dans la végétation basse près du sol.

Les femelles ont deux pics d'agressivité dans la journée : entre 8 heures et 10 heures, puis entre 16 h 30 et 19 h 30, mais elles peuvent piquer à toute heure de la journée et de la nuit. Elles sont nettement exophages et exophiles : 86 % des piqûres ont lieu à l'extérieur, et 14 % dans les habitations.

Outre l'Homme, cette espèce pique les mammifères en majorité, mais aussi les oiseaux ainsi qu'occasionnellement les batraciens ou les reptiles, selon la disponibilité des vertébrés. Son omniprésence dans les milieux urbains favorise le contact avec l'Homme.

La sensibilité aux insecticides de huit populations d'*Aedes albopictus* provenant de différents points de l'île a été testée vis-à-vis des deux insecticides utilisés en 2006 : deltaméthrine et *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Toutes ces populations se sont

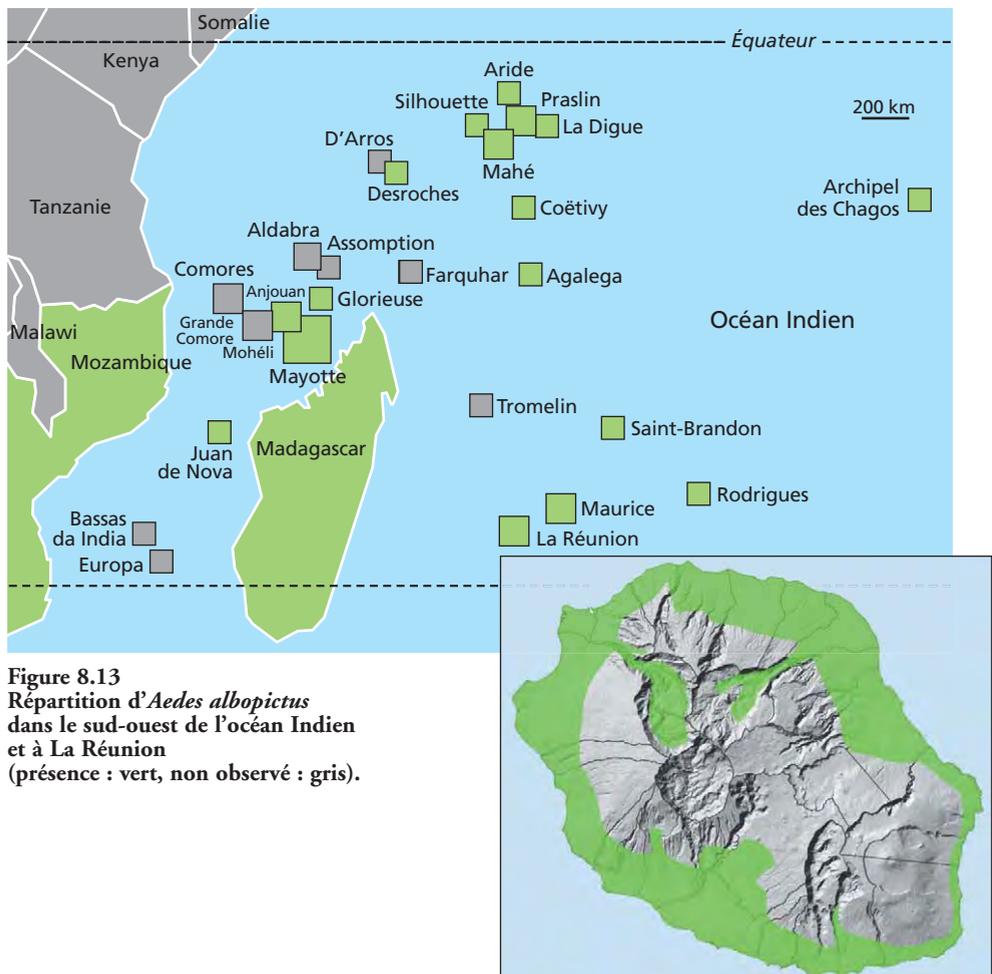


Figure 8.13
Répartition d'*Aedes albopictus*
dans le sud-ouest de l'Océan Indien
et à La Réunion
(présence : vert, non observé : gris).

révélées sensibles aux doses opérationnelles, mais une baisse de sensibilité à cette famille d'insecticide (pyréthrinoloïde) surviendra fatalement et est d'ores et déjà à anticiper. La résistance de l'espèce à la dieldrine (insecticide organophosphoré) – qui n'est plus utilisée depuis longtemps – est généralisée sur l'île.

Aspect nuisant et rôle vecteur

Aedes albopictus est le moustique qui pose un problème majeur à La Réunion. Cette espèce est très agressive envers l'Homme, affectant la qualité de vie des résidents et générant un risque sanitaire de transmission des quatre sérotypes du virus de la dengue, du virus Chikungunya et potentiellement du virus Zika.

Aedes albopictus peut être infecté, dans la nature ou expérimentalement au laboratoire, par de nombreux autres virus relevant des Flaviviridae (fièvre jaune, West Nile, encéphalite japonaise, fièvre équine, Usutu, Zika, Spondweni), des Togaviridae/Alphaviridae (encéphalite équine, O'Nyong Nyong, Ross River, Sindbis...), des Bunyaviridae (Jamestown Canyon, Keystone, La Crosse, Potosi, Cache Valley, Tensaw, Tahyna), des Nodaviridae, etc.

Aedes albopictus a été l'espèce vectrice à l'origine de la dramatique épidémie de fièvre à virus Chikungunya de 2005-2006 qui toucha 38 % de la population de l'île. C'est un excellent vecteur de ce virus, dont il a permis la sélection d'un nouveau variant E1-A226V ayant une meilleure dissémination dans l'organisme avec des taux supérieurs à 90 %.

La transmission verticale du virus Chikungunya de la femelle à sa descendance n'a pas été démontrée. Cette espèce possède donc une bien meilleure compétence vectorielle que *Ae. aegypti* envers le virus Chikungunya. À l'inverse, sa compétence vectorielle envers les quatre sérotypes des virus de la dengue semble moins bonne que celle d'*Ae. aegypti*.

En Europe, *Ae. albopictus* peut être porteur de filaires du genre *Dirofilaria* (*Dirofilaria immitis* et *D. repens*) qui parasitent essentiellement les chiens ainsi que les chats et des carnivores sauvages, mais aussi plus exceptionnellement l'Homme.

AEDES (STEGOMYIA) AEGYPTI (LINNAEUS, 1762)

Son nom provient de sa capture originelle en Égypte.

Positionnement taxonomique

Toutes les populations d'*Ae. aegypti* disséminées dans les îles du SSOI – dont La Réunion – seraient originaires de populations africaines. Sur ce continent,

l'espèce se présente sous deux formes (ou sous-espèces) majeures. Une forme primitive, initialement zoophile, *Ae. aegypti formosus* (Walker, 1848), répandue en Afrique tropicale, et une forme hautement anthropophile, *Ae. aegypti aegypti* (Linnaeus, 1762), qui est une forme invasive. Deux autres espèces sont phylogénétiquement proches d'*Ae. aegypti* : *Ae. mascarensis* observée à l'île Maurice et *Ae. pia*, découverte récemment à Mayotte. Elles composent à elles trois le groupe *Aegypti*. Des introgressions entre les espèces *Ae. mascarensis* et *Ae. aegypti* ont été tout dernièrement mises en évidence dans les populations réunionnaises de ce moustique, ainsi que dans d'autres populations de cette partie de l'océan Indien, suggérant de récentes introductions depuis le Moyen-Orient et l'Asie de la forme *Ae. aegypti aegypti*.

Caractères diagnostiques principaux

Ae. aegypti se distingue d'*Ae. albopictus* – une espèce proche très abondante à La Réunion – par les caractères décrits précédemment (cf. *Ae. albopictus*).

Adulte – De petite taille, d'un aspect général noir (ou brun) rayé de blanc, est facilement identifiable par l'ornementation originale de son scutum, portant des écailles blanc argenté dessinant une lyre sur fond noir ou sombre, et par la présence de deux lignes claires longitudinales médianes étroites. Ses pattes sont noires annelées de blanc, avec cinq anneaux blancs sur la patte arrière. Le fémur médian porte sur sa face antérieure une ligne blanche longitudinale qui va presque jusqu'à son apex. L'abdomen est pointu, noir avec des bandes basales blanches sur les segments 2 à 6 et des taches latérales blanches argentées (photos 8.10 et 8.11).



Photo 8.10
Émergence depuis son exuvie nymphale d'une femelle d'*Aedes (Stegomyia) aegypti*.



Photo 8.11

Mâle (à gauche) et femelle (à droite) d'*Aedes (Stegomyia) aegypti*.

Les antennes du mâle, tout juste émergé du stade nymphal, ne sont pas encore totalement déployées.



Photo 8.12

Nymphe d'*Aedes (Stegomyia) aegypti*.

Larve (fig. 8.14) – Elle se distingue aisément de celle d'*Ae. albopictus* par la présence sur le thorax de fortes épines au point d'insertion des groupes de soies 9 et 10 méso- et métathoraciques (photo 8.16). Présence de 5 soies 4-X à doubles brins (4 à simple brin pour *albopictus*), forme des dents du peigne VIII en trident (lancéolé pour *albopictus*) (photo cf. *Ae. albopictus*).

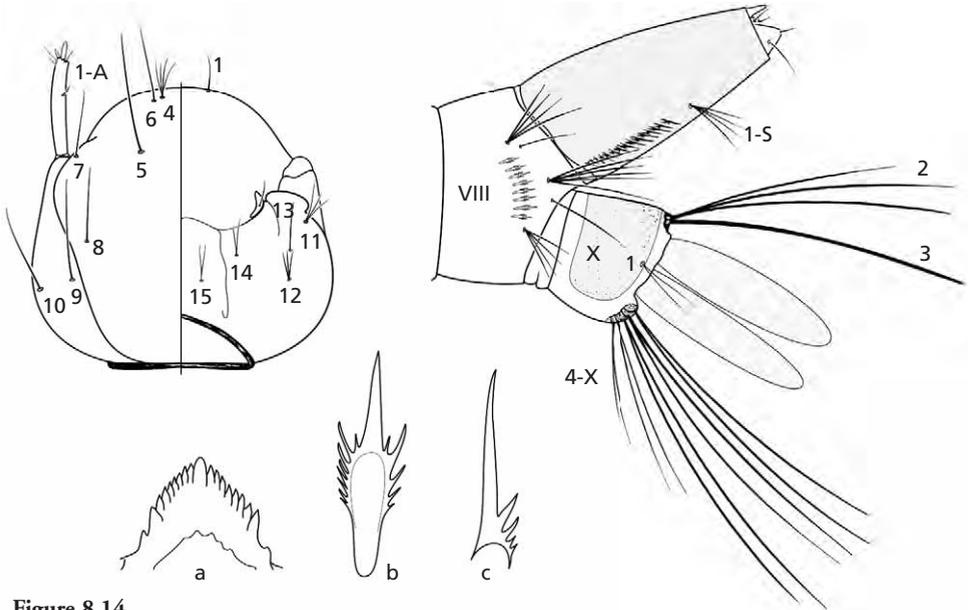


Figure 8.14
Larve IV d'*Aedes (Stegomyia) aegypti* :
tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détail du mentum (a)
et segments abdominaux VIII à X, avec détail d'une épine en trident du peigne VIII
et d'une dent du pecten (c).



Photo 8.13
Larve d'*Aedes (Stegomyia) aegypti*.

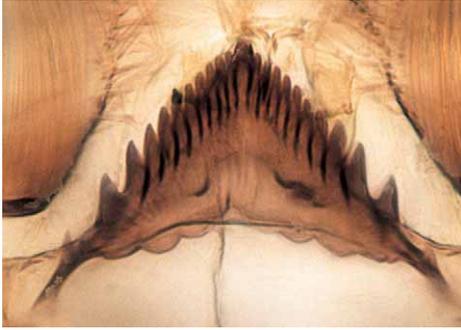


Photo 8.14
Larve d'*Aedes (Stegomyia) aegypti* :
détail du mentum.



Photo 8.15
Larve d'*Aedes (Stegomyia) aegypti*.
Vue dorsale du thorax montrant les fortes épines
caractéristiques au niveau des groupes des soies
9 et 10 des segments mésothoracique et
métathoracique.

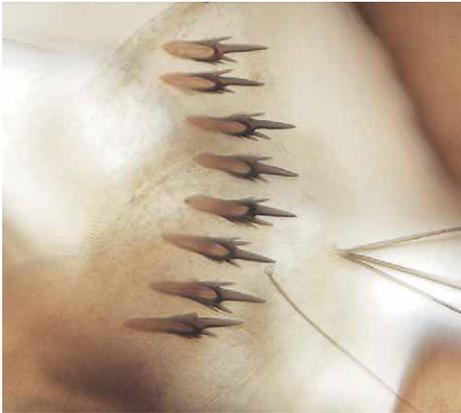


Photo 8.16
Larve d'*Aedes (Stegomyia) aegypti* :
détail des dents en trident du peigne
du segment VIII.

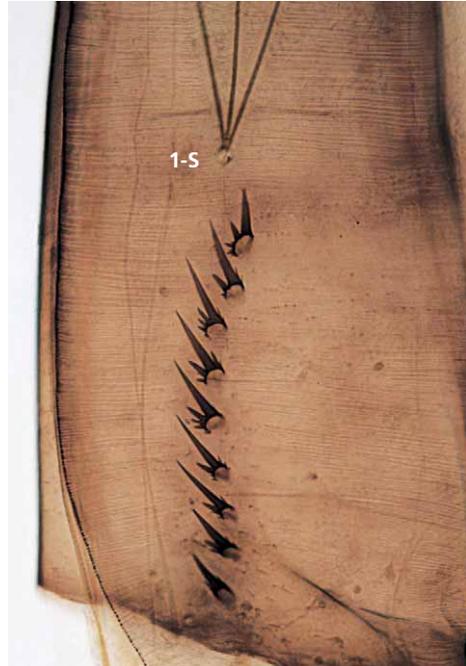


Photo 8.17
Larve d'*Aedes (Stegomyia) aegypti* :
détail du peigne du siphon
et de l'unique soie 1-S.

Biologie, répartition et écologie

Cette espèce à répartition intertropicale est signalée d'au moins 143 pays ou îles de par le monde (Afrique, Amérique du Sud, centrale et du Nord, Caraïbes, Asie, Océanie et certaines zones d'Europe). Elle est absente des zones tempérées en raison

de son seuil de température de persistance qui est de 10 °C. De plus, ses œufs, sensibles au gel, subissent un taux élevé de mortalité lors des hivers rigoureux des climats tempérés.

Les œufs sont pondus isolément au-dessus de la surface de l'eau. L'incubation dure quatre jours mais l'éclosion peut ensuite être retardée de plusieurs mois. Comme pour *Ae. albopictus*, l'œuf est résistant plusieurs mois à la dessiccation.

Les larves se développent dans toutes les petites collections d'eau douce, propre ou polluée, que l'on rencontre en zone urbaine (flaques, pots de fleurs, boîtes de conserve...) et aussi, selon les régions, dans des puits, des trous d'arbre, des creux de rocher. Le développement larvaire dure une dizaine de jours, en fonction de la température et de la nourriture.

Les adultes peuvent être actifs toute l'année, mais ils le sont surtout en été. Les adultes vivent environ un mois. Les femelles sont très agressives en fin d'après-midi et à la tombée de la nuit.

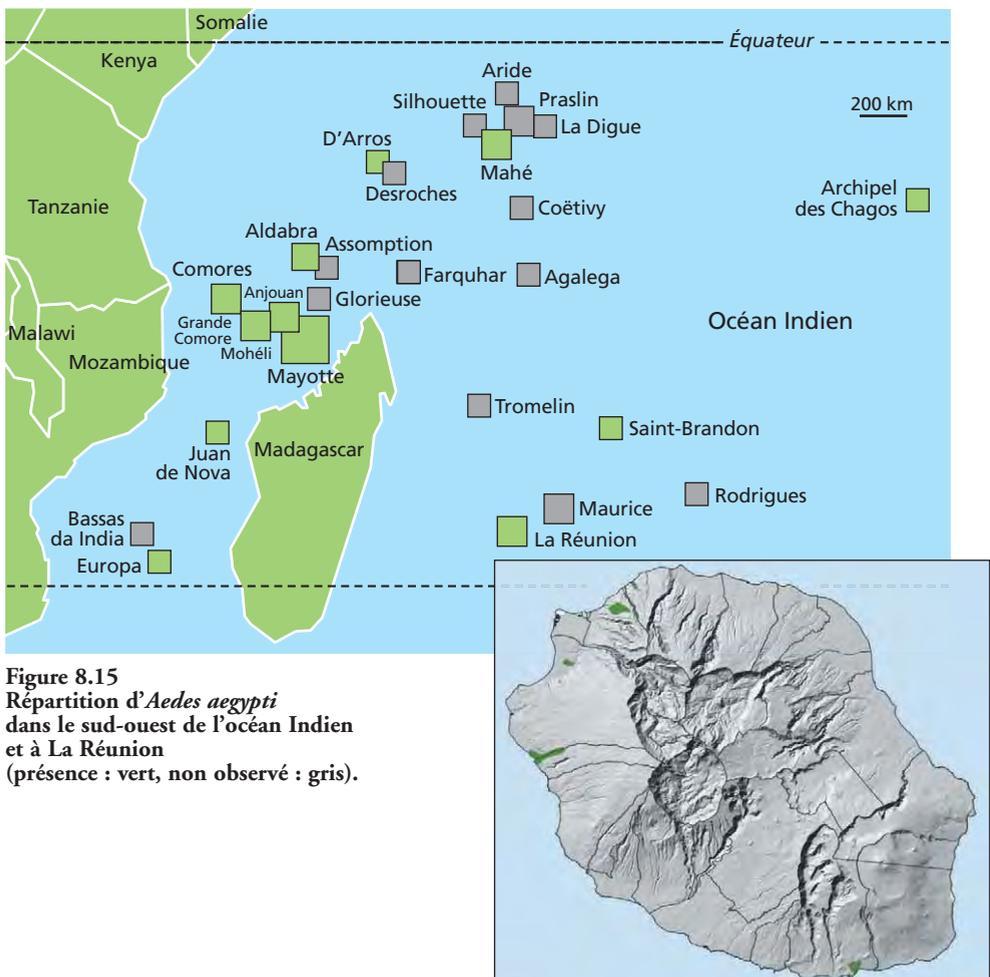


Figure 8.15
Répartition d'*Aedes aegypti*
dans le sud-ouest de l'océan Indien
et à La Réunion
(présence : vert, non observé : gris).

Aedes aegypti fut la première espèce recensée à La Réunion, dès 1901. Hamon a suggéré sa disparition en 1956, suite aux campagnes de traitement au DDT contre les vecteurs du paludisme. Retrouvée dans les années 1980, *Ae. aegypti* se maintient dans certaines ravines de la côte sous le vent, entre 100 et 500 m d'altitude. Ses gîtes sont maintenant essentiellement naturels, composés majoritairement par les trous de rocher. Les adultes ne piquent qu'exceptionnellement l'Homme. *Aedes aegypti* est en compétition défavorable avec *Ae. albopictus*, qui le repousse vers des lieux moins anthropisés (fig. 8.15).

Aspect nuisant et rôle vecteur

Ce *Stegomyia* est un vecteur important de nombreux virus dans diverses régions intertropicales, en particulier des virus de la fièvre jaune, de la dengue, des virus Zika, Chikungunya, Mayaro. À La Réunion, il ne pose pas actuellement de problème de santé publique mais doit cependant être surveillé pour éviter toute diffusion potentielle.

AEDES (AEDIMORPHUS) FOWLERI (DE CHARMOY, 1908)

Cette espèce est dédiée au Major C. E. P. Fowler qui séjourna à l'île Maurice en 1907 et 1908 dans le cadre d'une campagne antipaludique et récolta les larves de cette espèce.

Positionnement taxonomique

Aedes (Aedimorphus) fowleri relève dans la classification établie par Edwards du groupe Vexans. Les espèces de ce groupe se distinguent des autres *Aedimorphus* par la présence d'un anneau blanc à la base de chaque segment des tarsi postérieurs. Les espèces *Ae. arabiensis*, *Ae. suzannae*, *Ae. centropunctatus*, *Ae. hirsutus*, *Ae. durbanensis*, *Ae. natronius* en font également partie.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Tache d'écailles blanches apicales sur les palpes de la femelle. Proboscis sombre, plus clair dans sa partie médiane. Apex des palpes de la femelle clairs. Palpes des mâles plus longs que le proboscis. Aile couverte d'un mélange d'écailles claires et foncées. Fémurs et tibias parsemés d'écailles blanches. Tergite VI avec une paire de taches apicales submédianes. Gonostyle des génitalia mâles très particulier, élargi en delta à sa partie distale, avec une touffe de longues soies à proximité de l'épine terminale (fig. 7.11 d et photo 8.18).

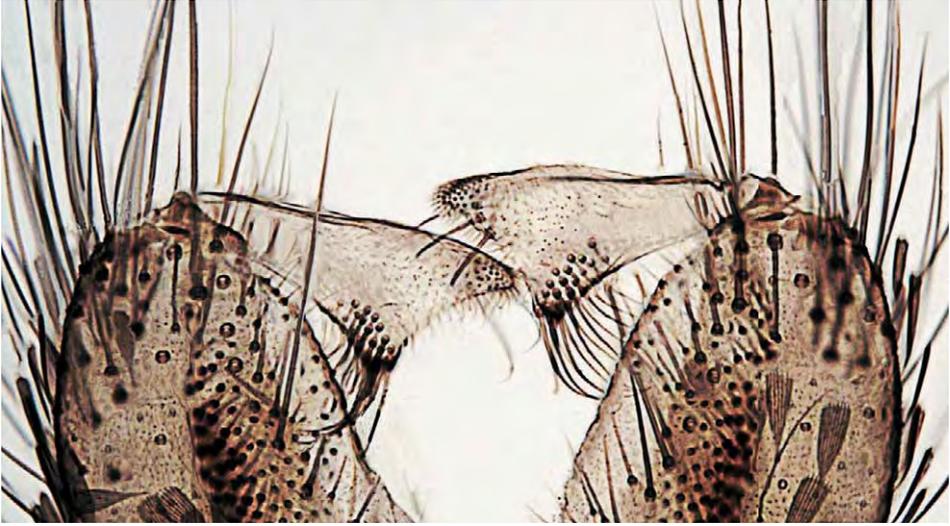


Photo 8.18
Mâle d'*Aedes (Aedimorphus) fowleri*.
Détail des génitalia montrant la fove et la chaetotaxie des gonostyles.

Larve – La texture granuleuse de la capsule céphalique est caractéristique (photo 8.19) ainsi que la dent apicale, toujours simple, du peigne du siphon qui est nettement écartée des autres et implantée au-dessus de l'insertion de la soie 1-S (photo 8.20).



Photo 8.19
Tête de la larve d'*Aedes (Aedimorphus) fowleri*
montrant la texture granuleuse caractéristique
de la capsule céphalique.



Photo 8.20
Aedes (Aedimorphus) fowleri: peigne du siphon
montrant l'implantation de la dent terminale
au-delà de l'implantation de la soie 1-S.

Les autres épines ont des denticules secondaires ventraux. Soies céphaliques 5-C simples, parfois doubles et 6-C simples ; antenne fortement spiculée ; peigne VIII de 8 à 10 épines en arc de cercle ; selle avec de forts spicules sur le bord postéro-supérieur (selle armée) ; 1-X simple, discrète, 2-X à plusieurs brins ; présence de soies précratales au niveau de la soie 4-X (fig. 8.16).

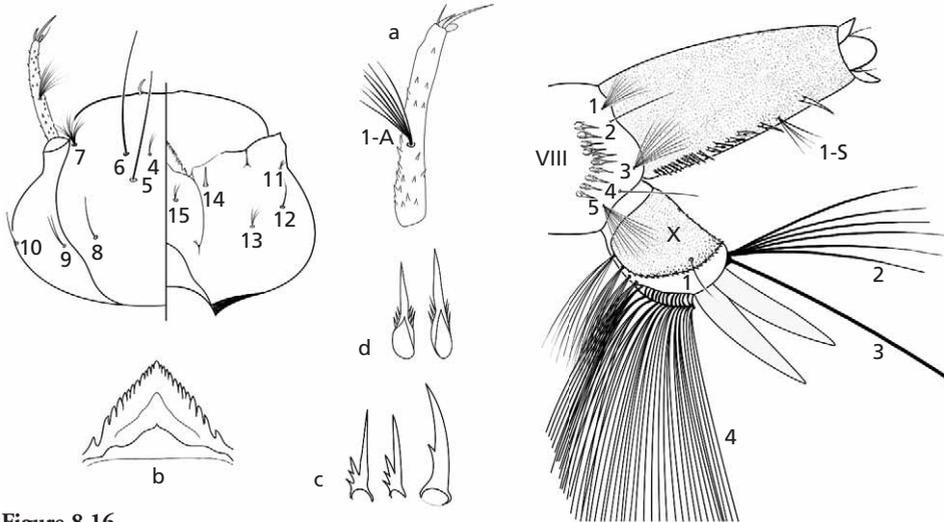


Figure 8.16
Larve IV d'*Aedes (Aedimorphus) fowleri* : tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détail de l'antenne (a) et du mentum (b) ; segments abdominaux VIII à X avec détails des dents du pecten (c) et du peigne VIII du segment VIII (d).

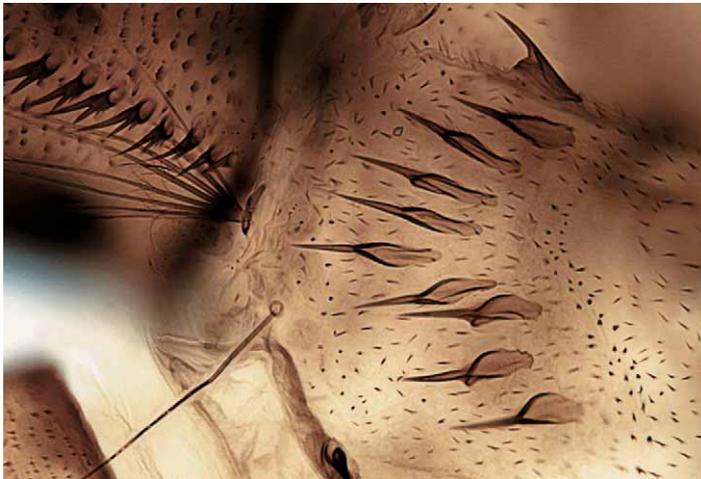


Photo 8.21
Aedes (Aedimorphus) fowleri : peigne du segment VIII aux dents en épines peu nombreuses et plus ou moins alignées en arc de cercle. L'épîne supérieure du peigne se présente ici de profil.

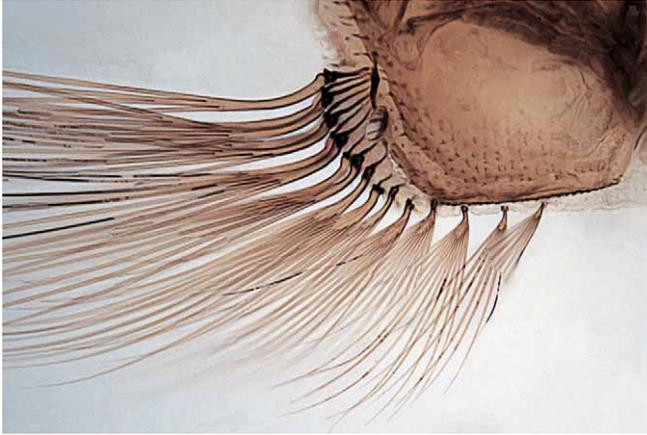


Photo 8.22
Aedes (Aedimorphus) fowleri : brosse ventrale (soie 4-X) du segment X avec la présence de soies précratales.



Photo 8.23
Larve d'*Aedes (Aedimorphus) fowleri*.



Photo 8.24
Nymphe d'*Aedes (Aedimorphus) fowleri*.

Biologie, répartition et écologie

Aedes fowleri est limité à la région afrotropicale où il est largement répandu. Il est signalé dans 32 pays africains et diverses îles du SOOI (La Réunion, Maurice, Comores et Madagascar). À La Réunion, *Ae. fowleri* est relativement commun dans les zones inondables du littoral est, ouest et sud-ouest, mais rare en altitude, bien que pouvant atteindre 800 m dans les régions est et ouest (fig. 8.17).

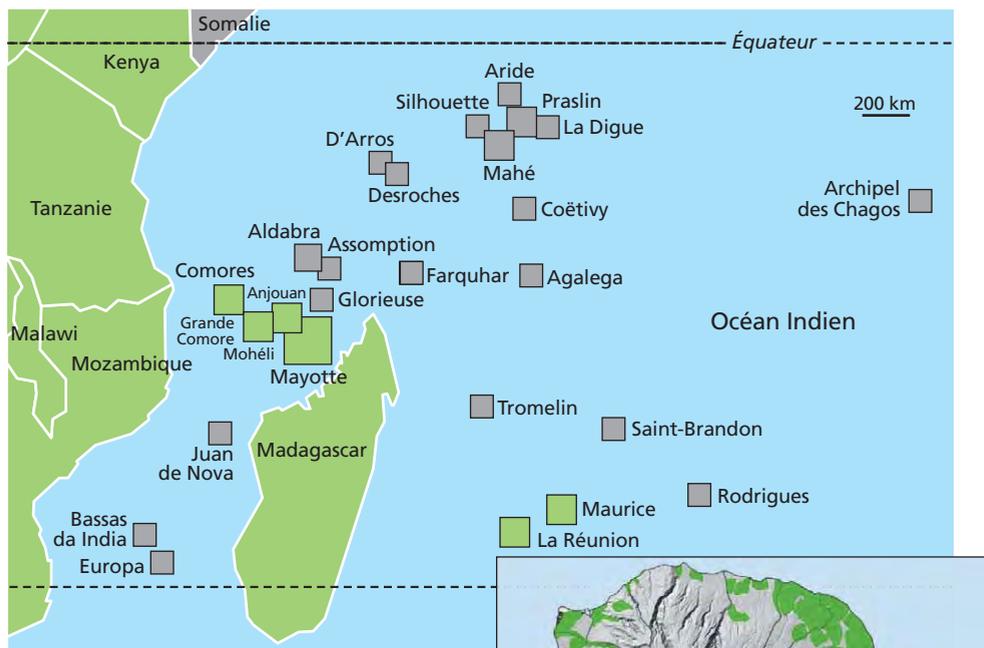
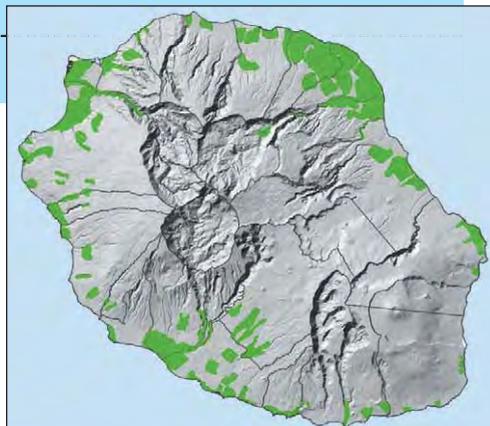


Figure 8.17
Répartition d'*Aedes (Aedimorphus) fowleri*
dans le sud-ouest de l'océan Indien
et à La Réunion
 (présence : vert, non observé : gris).



Son développement larvaire est rapide. Ses éclosions simultanées traduisent une résistance des œufs à la dessiccation, ce qui lui permet de coloniser des gîtes non permanents : prairies inondées, sols marécageux, fossés herbeux, grandes flaques ensoleillées en association parfois avec *An. arabiensis* ou *Cx. neavei*. Les œufs éclosent en masse dès la remise en eau du gîte. Il est présent alors toujours en fortes densités, parfois sur de grandes étendues (par exemple la région de l'étang du Gol), avec jusqu'à 10 000 larves par m² observées dans un trou envahi par la végétation. *Aedes fowleri* est donc souvent abondant en début de saison des pluies. L'espèce occupe aussi des trous de rocher dans les ravines. Ses gîtes larvaires sont souvent ensoleillés et l'eau du gîte est claire.

Aspect nuisant et rôle vecteur

Les femelles anthropophiles sont très agressives en début et fin de nuit, à l'aube et au crépuscule sous couvert forestier. Mais les femelles de cette espèce sont à dominante

zoophile et sont attirées par les bovins et les animaux domestiques en général. Elles sont rares dans les habitations mais très fréquentes à l'ombre dans les buissons et la végétation basse, en particulier à proximité des gîtes larvaires.

Aedes fowleri transmet expérimentalement le virus de la fièvre de la vallée du Rift. Les virus Pongola, Simbu, Spondweni et Zika ont été isolés de cette espèce en divers pays africains. À La Réunion, *Ae. fowleri* ne semble pas impliqué dans la transmission d'agents pathogènes.

AEDES (OCHLEROTATUS) DUFOURI HAMON, 1953

Cette espèce est dédiée au D^r Dufour, directeur départemental de la Santé de La Réunion lors de la mise en place de la lutte antivectorielle à l'origine de l'élimination du paludisme sur l'île dans les années 1950.

Positionnement taxonomique

Les stades adulte et larvaire d'*Ae. dufouri* sont morphologiquement proches de ceux d'*Aedes (Coetzeomyia) fryeri*, espèce vivant sur la côte est-africaine, dans les îles du canal du Mozambique et sur la côte ouest de Madagascar. Il est difficile de différencier ces deux espèces par les caractères des génitalia du mâle et la morphologie des larves, mais les femelles présentent en revanche une série de caractères propres, en particulier au niveau des tergites (fig. 8.18).

Par ailleurs, la comparaison de séquences génétiques d'*Ae. fryeri* provenant de l'atoll d'Aldabra (Seychelles) et d'*Ae. dufouri* de La Réunion sépare bien ces deux espèces. L'espèce *Aedes dufouri* est considérée comme une espèce endémique de La Réunion.

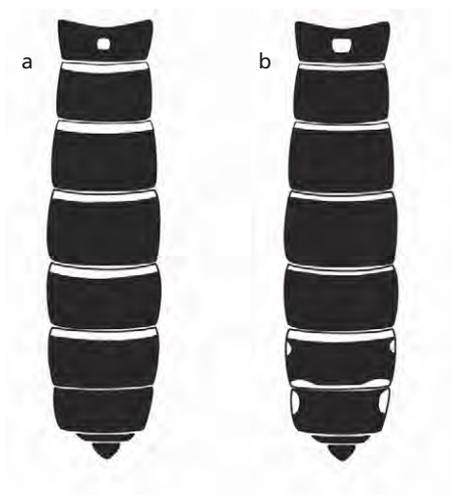


Figure 8.18
Comparaison des tergites abdominaux
d'*Ae. dufouri* (a) et *Ae. fowleri* (b).



Photo 8.25
Aedes dufouri femelle.
Le tarsomère 5 de la patte III,
entièrement sombre,
le différencie de l'espèce proche *Ae. fryeri*.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Cette espèce endémique est d'aspect globalement sombre. Les palpes du mâle d'*Ae. dufouri* sont entièrement sombres alors que ceux d'*Ae. fryeri* présentent un anneau blanc basal sur les articles apicaux. Proboscis entièrement sombre (photo 8.26). Apex des palpes de la femelle sombres. Palpes des mâles plus courts que le proboscis. Chaque tarsomère 1 à 5 de la patte III d'*Ae. fryeri* possède un anneau blanc basal alors que le tarsomère 5 est entièrement sombre. Scutum aux écailles étroites brun foncé, avec présence de soies acrosticales (photo 8.27). Absence de soie mésépimérale inférieure.



Photo 8.26
Tête d'*Aedes dufouri* femelle
montrant le proboscis
entièrement sombre.



Photo 8.27
Aedes dufouri femelle
 montrant la présence de soies
 acrosticales sur le scutum et,
 au niveau de la patte arrière,
 le tarsomère III-5 sombre
 à la différence
 des tarsomères 1 à 4.

Larve – Le stade larvaire est très semblable à celui de l'espèce *Ae. fryeri* que l'on rencontre sur les côtes et îles du canal du Mozambique. Sur l'île, l'espèce la plus proche morphologiquement est *Ae. fowleri*. Antenne faiblement spiculée ; soie 1-A à 4-5 brins ; 5-C à 2 brins (rarement 1) ; 6-C simple (rarement 2) ; soies 6-II à 6-VI à 2 brins longs et forts ; peigne VIII formé d'un patch d'une vingtaine d'écaillés plus petites que celles du pecten, très peu sclérifiées et peu pigmentées ; siphon court avec un pecten de 8 à 12 épines, soie 1-S de 9 à 15 brins ; selle incomplète non armée ; soie 1-X simple, fine, souple, longue ; soie 2-X de 9 à 12 brins ; soie 3-X simple, forte, épaisse, longue ; 4-X formée de 6 paires de soies sur l'aire barrée, et 3 à 5 soies précratales ; papilles anales réduites (fig. 8.19).



Photo 8.28
 Larve d'*Aedes (Ochlerotatus) dufouri*.



Photo 8.29
Nymphe d'*Aedes (Ochlerotatus) dufouri*.

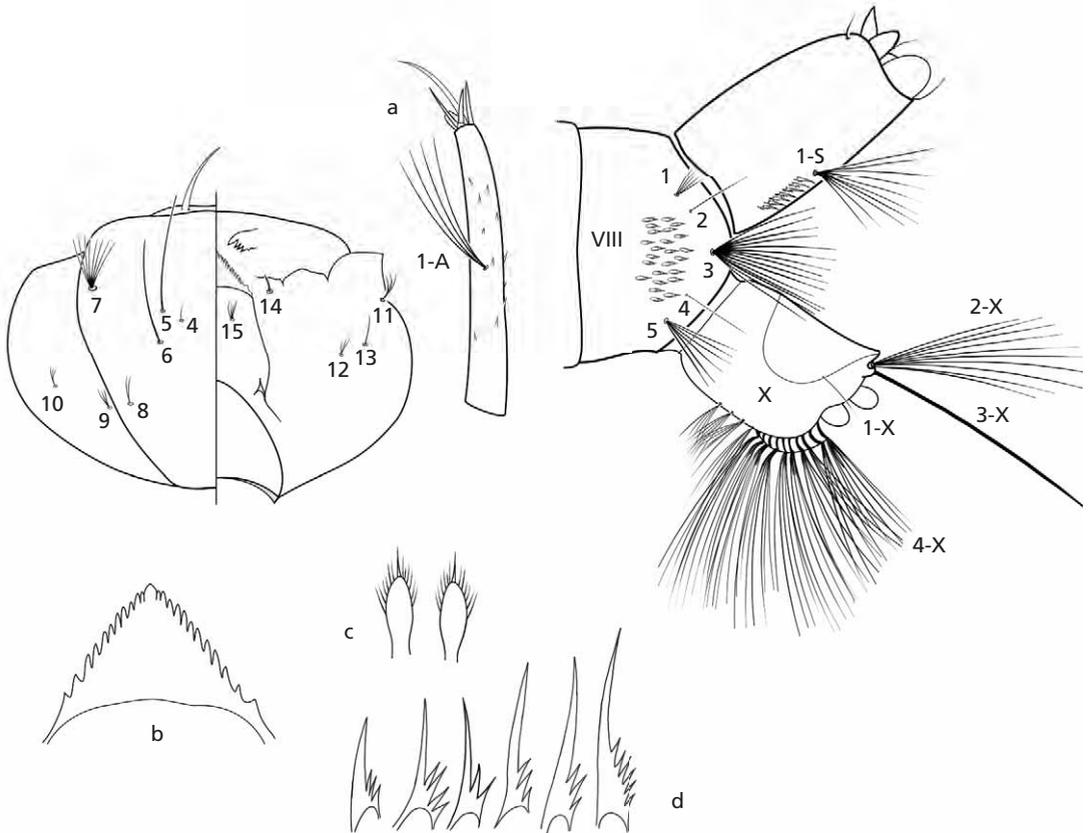


Figure 8.19
Larve IV d'*Aedes (Ochlerotatus) dufouri* : tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détails de l'antenne (a) et du mentum (b) ; derniers segments abdominaux avec détail des écailles du peigne VIII (c) et des dents du pecten (d).

Biologie, répartition et écologie

Les stades aquatiques de cette espèce sont halophiles. Les gîtes sont des creux de rocher en bord de mer remplis d'eau douce ou saumâtre. Ces gîtes alimentés par les embruns et les précipitations, toujours bien ensoleillés et sans végétation, sont parfois colonisés par de fortes densités larvaires. La biologie des adultes reste inconnue. Sa répartition est littorale, l'espèce affectionnant principalement les côtes rocheuses est et sud entre Saint-André et Saint-Pierre (fig. 8.20).

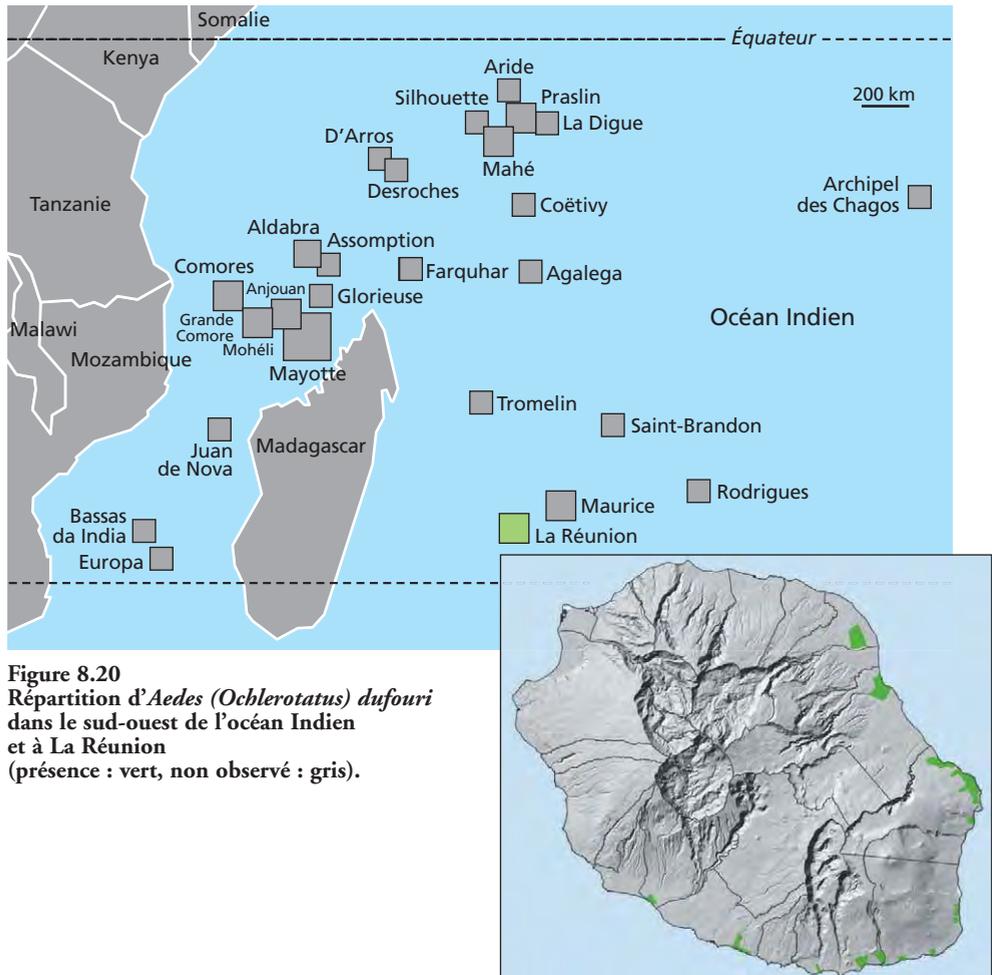


Figure 8.20
Répartition d'*Aedes (Ochlerotatus) dufouri*
dans le sud-ouest de l'océan Indien
et à La Réunion
(présence : vert, non observé : gris).

Aspect nuisant et rôle vecteur

La biologie de cette espèce est inconnue, mais les femelles piquent éventuellement l'Homme en journée à proximité de ses gîtes larvaires. On ne connaît pas d'agent pathogène transmis par *Ae. dufouri*.

*CULEX (CULEX)
QUINQUEFASCIATUS*
SAY, 1823

Le nom de cette espèce découle d'un caractère morphologique de l'abdomen des adultes, ayant des bandes d'écailles « à cinq bandes ou faisceaux ».

Positionnement taxonomique

Cette espèce que l'on rencontre dans les zones chaudes du monde entier a été décrite pour la première fois en 1868 aux abords du fleuve Mississippi dans le sud des États-Unis. Récoltée par la suite en de nombreux pays, cette espèce a généré de nombreux noms synonymes, dont *Culex fatigans* ainsi que *Culex pipiens fatigans*. Cette espèce fait partie du complexe Pipiens, sous-groupe Pipiens qui comprend entre autres *Culex pipiens*.



Photo 8-30
Culex (Culex) quinquefasciatus mâle.



Photo 8.31
Culex (Culex) quinquefasciatus femelle.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Espèce de taille moyenne, au thorax roux à brun clair, ayant des bandes basales d'écailles claires sur l'abdomen et un proboscis entièrement sombre (absence d'anneau clair). Il est très semblable à l'espèce *Culex pipiens*, dont on peut le différencier avec certitude au niveau des génitalias du mâle (fig. 8.21 et 8.23). Il s'en distingue également par sa nervure R2+3 courte dont l'apex atteint ou dépasse le niveau de la jonction entre costale et sous-costale, au contraire de *Cx. pipiens* (fig. 8.22). Généralement, une seule soie mésépimérale inférieure (1-3). Toutes les écailles de l'aile sont sombres. Absence d'écailles sur les zones post-spiraculaires et préalaires. Tergites abdominaux sombres avec une bande basale claire jaunâtre s'élargissant vers le centre du tergite ; sternites largement couverts d'écailles claires.

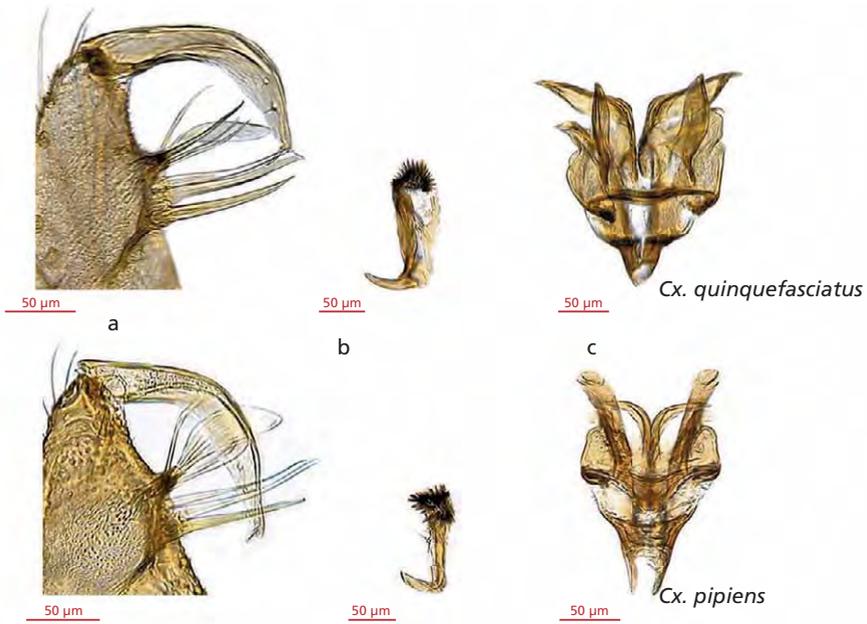


Figure 8.21
Génitalia mâles de *Culex quinquefasciatus* (en haut) et de *Culex pipiens* (en bas).
Détail du gonostyle et des soies du lobe subapical (a), du paraprocte (b) et du phallosome (c).

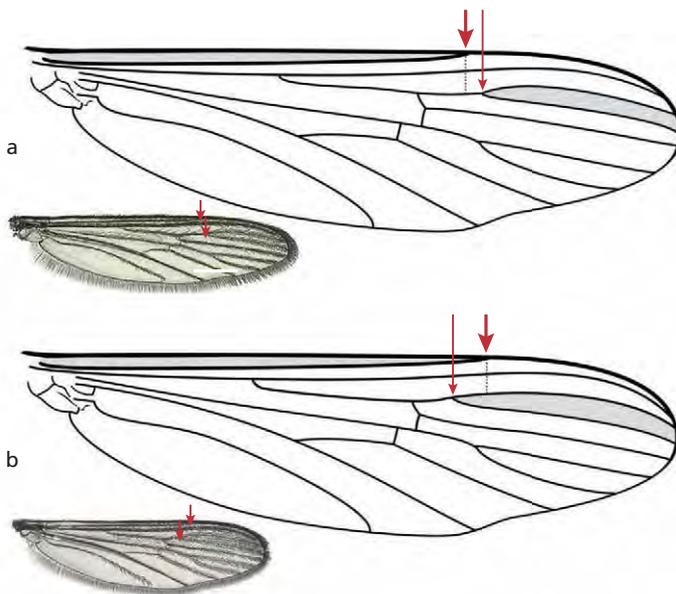


Figure 8.22
Ailes schématiques de *Culex quinquefasciatus* (a) et de *Culex pipiens* (b).

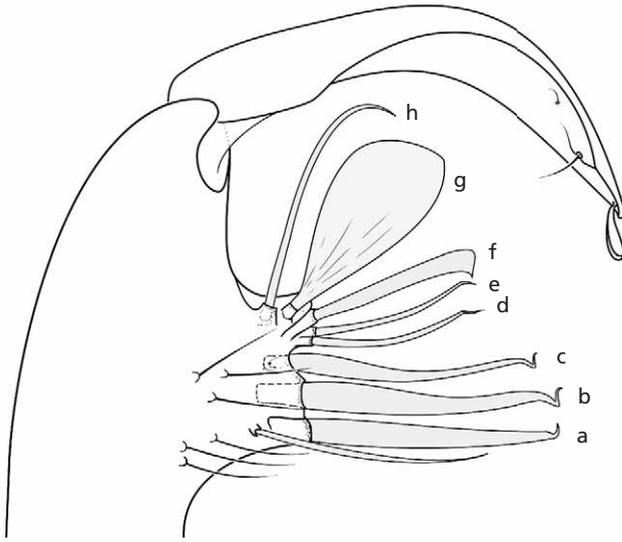


Figure 8.23
Génitalias de *Culex quinquefasciatus* : détail du lobe subapical et du gonostyle.

Larve – Sa larve (photo 8.32) est très semblable à celle de *Cx. pipiens*, dont elle se distingue par ses soies 1a-S comprenant plus de brins (6 brins ou plus exceptionnellement 5, contre 2 à 5 pour *Cx. pipiens*) et par un index siphonal un peu plus faible (siphon un peu plus court) ; soies céphaliques 5-C et 6-C à 4-6 brins ; mentum avec au moins 10 dents de part et d'autre de la dent centrale ; siphon à bord convexe ; présence de 4 paires de soies 1-S relativement longues, dont la troisième (1c-S) en position médiane, les 3 autres étant subventrales et insérées au-delà du peigne ; soie 1-X simple (fig. 8.24).

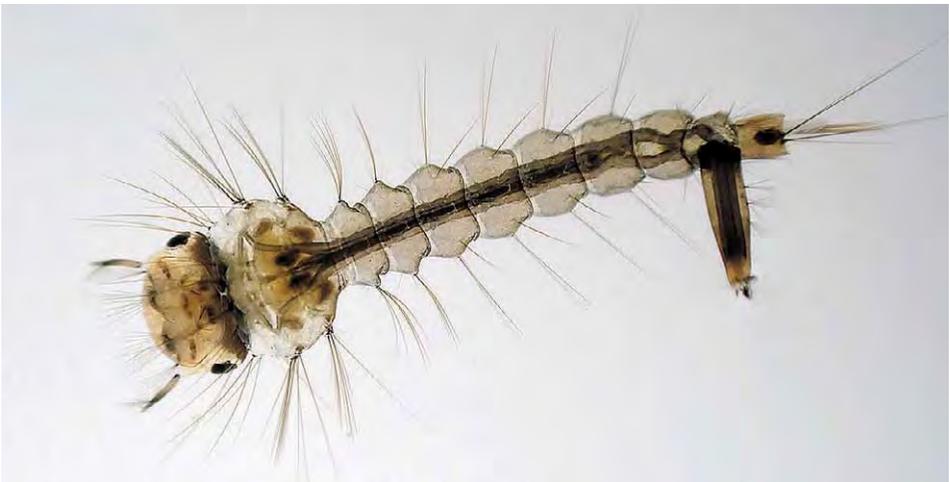


Photo 8.32
Larve de *Culex (Culex) quinquefasciatus*.

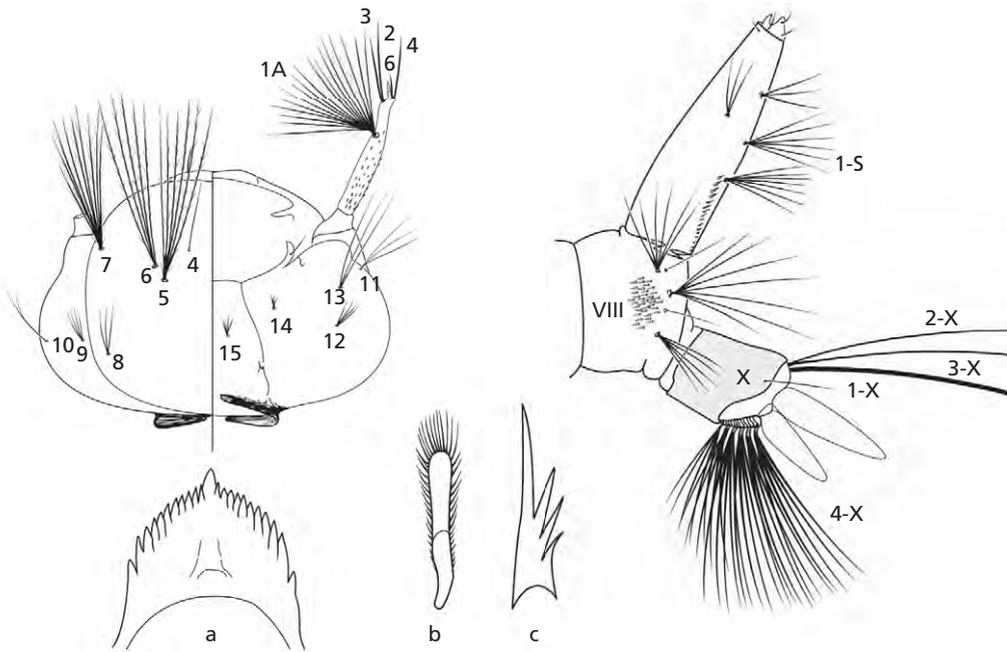


Figure 8.24

Larve IV de *Culex (Culex) quinquefasciatus*.

Tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détail du mentum (a) ; segments abdominaux VIII à X avec détails des dents du peigne VIII (b) et du pecten (c).



Photo 8-33

Nymphe de *Culex (Culex) quinquefasciatus*.

Biologie, répartition et écologie

Répertoriée dans plus de 200 pays ou îles de toutes les zones tropicales et intertropicales, *Cx. quinquefasciatus* est probablement l'espèce de moustique la plus répandue dans le monde, avec *Ae. aegypti*. Il ne faut pas la confondre avec *Cx. pipiens* qui habite des zones plus tempérées des deux hémisphères, mais les deux espèces peuvent se rencontrer simultanément (on dit qu'elles sont en sympatrie) dans leur zone limite de distribution.

Culex quinquefasciatus est une espèce majeure des milieux urbains. Il est largement lié aux activités humaines qui génèrent ses gîtes larvaires les plus productifs. Ses larves se développent en grand nombre dans les eaux polluées produites par l'Homme (latrines, puisards, fosses septiques, égouts, canaux d'évacuation des eaux usées, bassins de rétention, petits containers artificiels...) riches en éléments nutritifs et pauvres en oxygène. Elles peuvent également se développer dans des gîtes naturels très variés dont l'eau est peu ou pas chargée en matières organiques (récipients, creux d'arbre, bassins). Ses larves supportent une eau saumâtre et elles sont présentes dans les trous de crabe. Les gîtes peuvent être totalement ensoleillés avec une température de l'eau atteignant 30 °C, soit situés à l'ombre (puisard), soit à l'intérieur de constructions.

Les femelles se nourrissent sur tous les vertébrés à sang chaud. *Culex quinquefasciatus* prend généralement ses repas de sang sur les oiseaux, mais il se nourrit également sur mammifères, dont l'Homme pour lequel il peut être une nuisance très désagréable. Il pique de nuit aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations, se réfugiant dans les endroits sombres. Les sites de repos domestiques sont les murs ainsi que – à un degré moindre – les plafonds, les penderies, les rideaux, le dessous des lits et les éventuelles moustiquaires de lit. À la nuit tombée, mâles et femelles se rassemblent en essaims, s'accouplant en vol.

Les femelles pondent tous les deux à trois jours, en moyenne 150 œufs réunis en un seul « radeau » (photo 8.34). La durée du développement aquatique jusqu'à l'émergence de l'adulte dépend de la température, de la nutrition et de la densité de

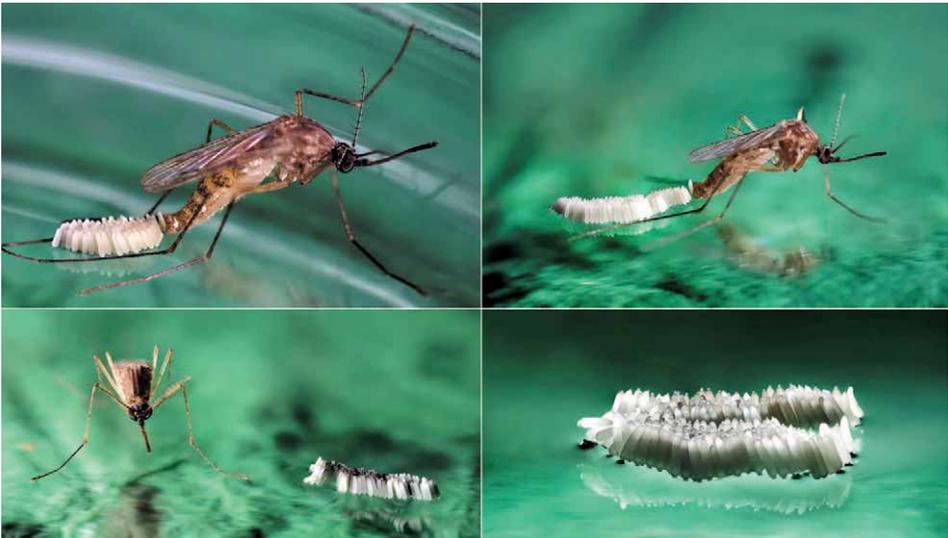


Photo 8.34

Oviposition de *Culex quinquefasciatus*.

Notez le noircissement au cours du temps des œufs agrégés en barquette.

la population. Elle peut être de sept jours ou plus. Les femelles s'accouplent et se mettent à la recherche d'un repas de sang dans les 48 heures qui suivent l'émergence. À La Réunion, *Cx. quinquefasciatus* est présent toute l'année. Son abondance est avant tout modulée par l'alternance des périodes pluvieuses et sèches. Sa capacité de dispersion serait de l'ordre de 1 à 2 km, avec une valeur extrême de 8 km observée à La Réunion pour cette espèce.

Culex quinquefasciatus est une espèce abondante dans tous les milieux urbains de l'île depuis le littoral jusqu'à 1 400 m d'altitude (fig. 8.25). Ses larves pullulent dans les eaux urbaines riches en matières organiques ou polluées par les détergents, sans délaissier pour autant les eaux claires, comme les réserves d'eau à usage domestique et les récipients abandonnés. *Culex quinquefasciatus* est aussi présent en milieu rural dans des gîtes variés : étangs peu profonds, cours d'eau, eaux polluées des rejets agroalimentaires, puits peu profonds et de manière bien plus occasionnelle dans les phytotelmes et petits gîtes naturels.

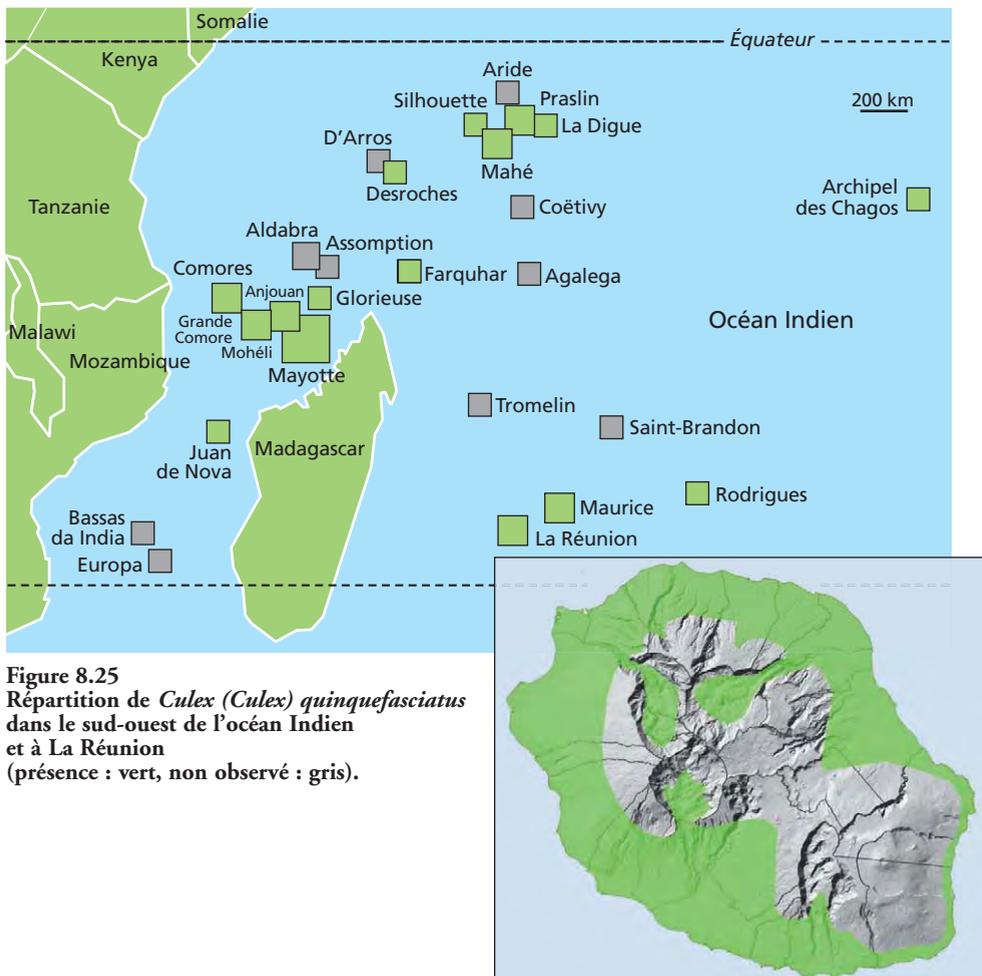


Figure 8.25
Répartition de *Culex (Culex) quinquefasciatus*
dans le sud-ouest de l'océan Indien
et à La Réunion
(présence : vert, non observé : gris).

Dès 1951, Hamon constatait que des populations réunionnaises de *Cx. quinquefasciatus* étaient résistantes au DDT, à la suite de la lutte adulticide et larvicide menée de 1949 à 1953 contre *An. arabiensis*. *Culex quinquefasciatus* possède désormais sur l'île une résistance généralisée aux insecticides organochlorés (DDT), organophosphorés (Téméphos) et aux pyréthrinoïdes (deltaméthrine).

Aspect nuisant et rôle vecteur

Culex quinquefasciatus a joué un rôle majeur dans la transmission de la filariose lymphatique dans l'océan Indien ; il était jusqu'en 1981 le vecteur de *W. bancrofti*, agent de la filariose lymphatique, à La Réunion. Ce *Culex* peut transmettre la filariose canine à *Dirofilaria immitis*. Il est vecteur de divers protozoaires dont *Plasmodium relictum*, à l'origine du paludisme des oiseaux. *Culex quinquefasciatus* ne transmet pas le paludisme à l'Homme.

Culex quinquefasciatus a été trouvé infecté dans le monde par de très nombreux arbovirus dont le virus West Nile (virus du Nil Occidental), les virus de l'encéphalite de Saint-Louis et de l'encéphalite équine de l'Ouest, le virus Usutu et le virus de la fièvre de la vallée du Rift.

CULEX (CULEX) NEAVEI THEOBALD, 1906

Cette espèce est dédiée à l'entomologiste britannique Sheffield Airey Neave (1879-1961) qui a travaillé sur la mouche tsé-tsé. Il est à l'origine de la capture de ce *Culex* au Sud-Soudan.

Positionnement taxonomique

Culex neavei relève du sous-genre *Culex* et fait partie du groupe Pipiens, sous-groupe Univittatus, lui-même formé de quatre espèces : *Cx. neavei*, *Cx. univittatus*, *Cx. perexiguus* et *Cx. fuscocephala*, les trois premières se rencontrant en région afrotropicale, la dernière en région orientale. *Culex neavei* a été placé au rang de sous-espèce de *Culex univittatus* par Edwards en 1941. Cependant, suite à des tests d'hybridation, Jupp a conclu à un isolement reproducteur et a réhabilité *Cx. neavei* au rang d'espèce en 1971, ce qui a été génétiquement confirmé ultérieurement.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – *Culex neavei* et *Cx. univittatus* se différencient principalement par la morphologie de la soie en feuillet des génitalia mâles. Les autres différences morphologiques

sont la présence chez *Cx. univittatus* d'une bande antéro-externe d'écaillés blanches sur le fémur médian (patte II) qui est absente ou peu marquée chez *Cx. neavei* (fig. 8.26). *Culex neavei* se distingue de *Cx. tritaeniorhynchus* par l'absence d'un anneau blanc sur le proboscis (présent chez cet dernier). Habituellement, présence d'écaillés blanches sur les pleures en position pré-alaire.

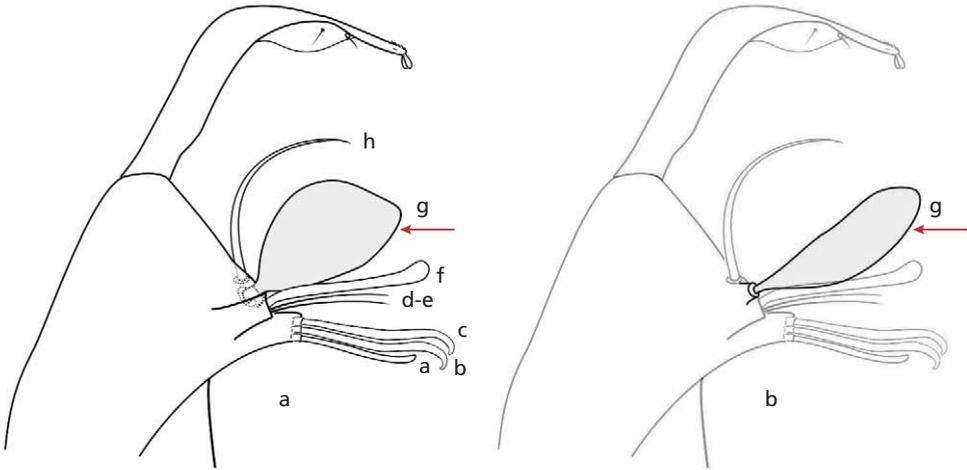


Figure 8.26
La forme du feuillet du lobe subapical des génitalias mâles de *Culex neavei* (a) et de *Culex univittatus* (b) permet de distinguer ces deux espèces.



Photo 8.35
Culex (Culex) neavei femelle (profil).



Photo 8.36
Culex (Culex) neavei femelle (face).

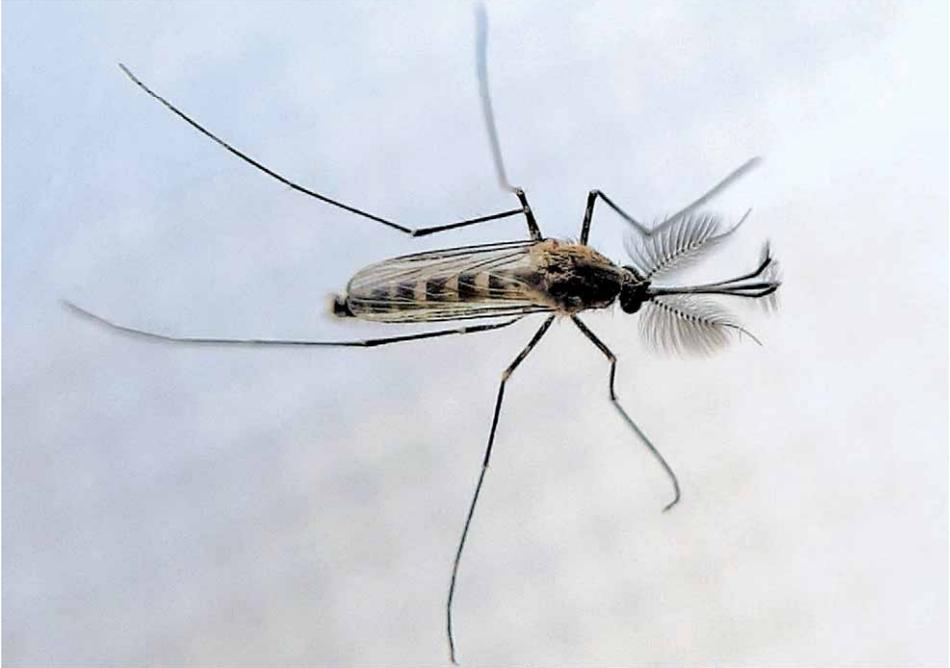


Photo 8.37
Culex (Culex) neavei mâle.



Larve – Soies 1-S moins longues que le diamètre du siphon au point d'insertion ; soie 6-VI usuellement simple, parfois à 2 brins ; soie 1-C fine et courbe (fig. 8.27).

Photo 8.38
Larve de *Culex (Culex) neavei*.

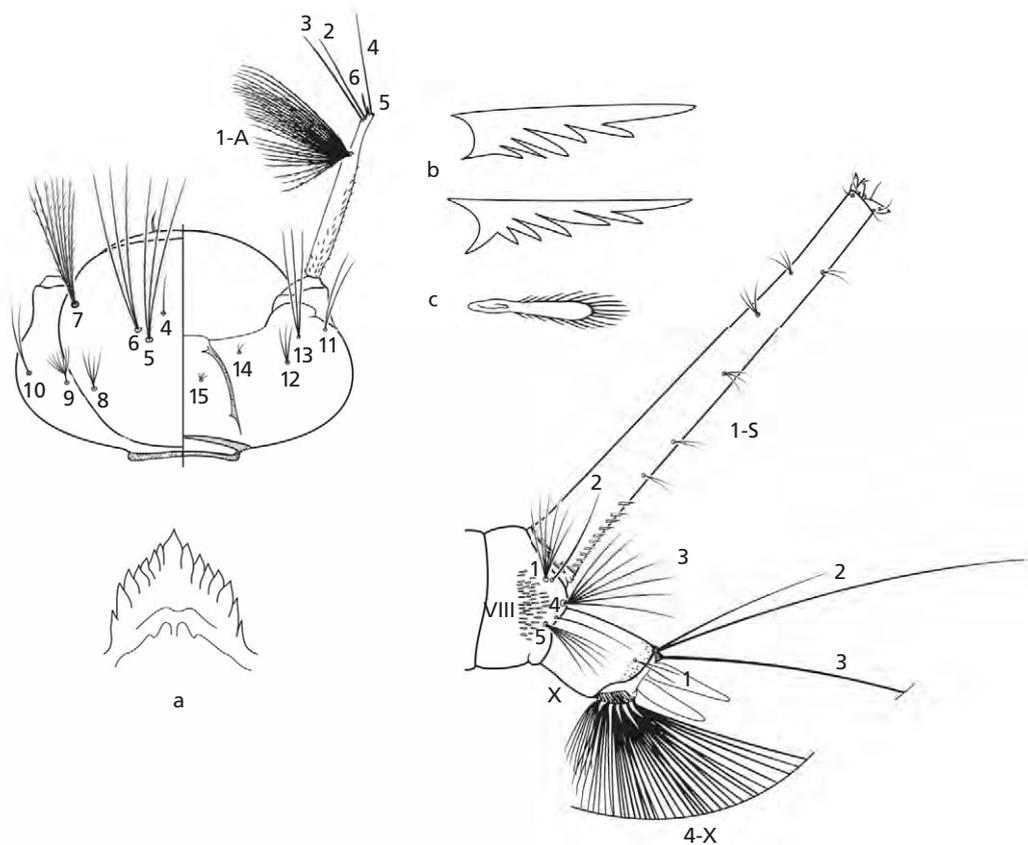


Figure 8.27
Larve de stade IV de *Culex (Culex) neavei* : tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détail du mentum (a) et segments abdominaux VIII à X avec détail des dents du pecten VIII (b) et du peigne VIII (c).

Biologie, répartition et écologie

Cette espèce est largement et exclusivement répandue dans la région afrotropicale. Elle est signalée de 26 pays ou îles dont Madagascar.

Culex neavei est une espèce à forte dominante ornithophile mais elle peut piquer l'Homme, le bétail ou les chevaux. À La Réunion cependant, elle n'a pas été observée piquant l'Homme ou le bétail.

Ce *Culex* pond dans des gîtes semi-permanents ou temporaires tels que l'eau claire des prairies inondées. Il est présent sur la zone littorale de l'île et jusqu'à 400 m d'altitude, mais il a également été capturé sur le plateau de Cilaos (1 200 m d'altitude) (fig. 8. 28). Les adultes vivent en sous-bois, dans la végétation basse à proximité des gîtes larvaires.

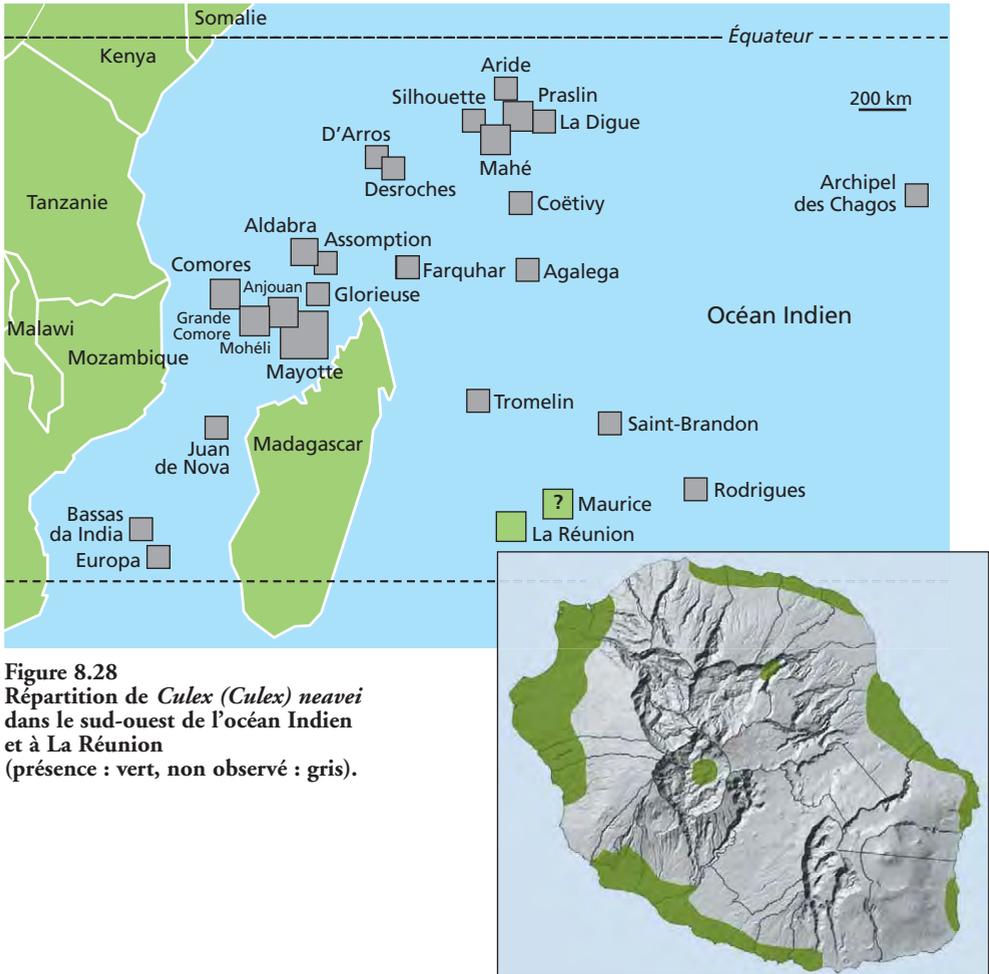


Figure 8.28
Répartition de *Culex (Culex) neavei*
dans le sud-ouest de l’océan Indien
et à La Réunion
(présence : vert, non observé : gris).

Aspect nuisant et rôle vecteur

En Afrique, *Cx. neavei* est vecteur de nombreux virus dont certains peuvent infecter l’Homme (West Nile, Sindbis, Usutu, fièvre de la vallée du Rift, Spondweni, Bagaza, Koutango).

CULEX (CULEX) *TRITAENIORHYNCHUS* GILES, 1901

Nom d’origine grecque signifiant « bec à 3 bandes », soulignant un caractère morphologique de cette espèce : un proboscis marqué d’une bande claire médiane.

Positionnement taxonomique

Cette espèce relève du sous-genre *Culex*, du groupe Sitiens, et elle est l'une des neuf espèces du sous-groupe Vishnui. *Culex tritaeniorhynchus* est la seule espèce du groupe Sitiens d'origine asiatique présente en région afrotropicale.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Ce *Culex* est aisément identifiable dans l'île à ce stade par son proboscis pourvu d'un anneau clair médian (photos 8.39 et 8.40), caractère uniquement partagé à La Réunion par *Orthopodomyia reunionensis* avec lequel on ne peut pas toutefois le confondre. Cet anneau clair est prolongé par quelques écailles sur la face ventrale du proboscis. Les palpes sont entièrement sombres. Le scutum est recouvert d'écailles brun foncé à noir sans motif particulier. Les tergites abdominaux comportent une bande basale claire étroite. Les articulations des pattes sont discrètement annelées de blanc avec un étroit anneau apical sur le fémur de la patte III. Il faut noter l'absence de soies mésépimérales inférieures (fig. 8.29 et photos 8.39 et 40).



Photo 8.39
Culex tritaeniorhynchus femelle.



Photo 8.40
Culex tritaeniorhynchus
mâle.



Figure 8.29
Culex (Culex) tritaeniorhynchus : ailes d'une femelle et d'un mâle.
Notez le dimorphisme sexuel entre les sexes, que l'on retrouve sur l'ensemble des espèces.

Larve – Elle se distingue de celle de *Culex neavei* par : ses soies 1-S nettement plus longues atteignant la largeur du siphon au point d’insertion ; ses soies 6-VI toujours formées de 2 brins (contre un seul brin le plus souvent pour *Cx. neavei*) ; soie 2-X à 4 brins (contre 2 à *Cx. neavei*). Soie céphalique 5-C à 3 ou 4 brins, soie 6-C à 2 brins, parfois 3 ; mentum ayant 6 dents de part et d’autre de la dent centrale ; soie 1-X usuellement à 3 brins (2 à 4) (fig. 8.30).

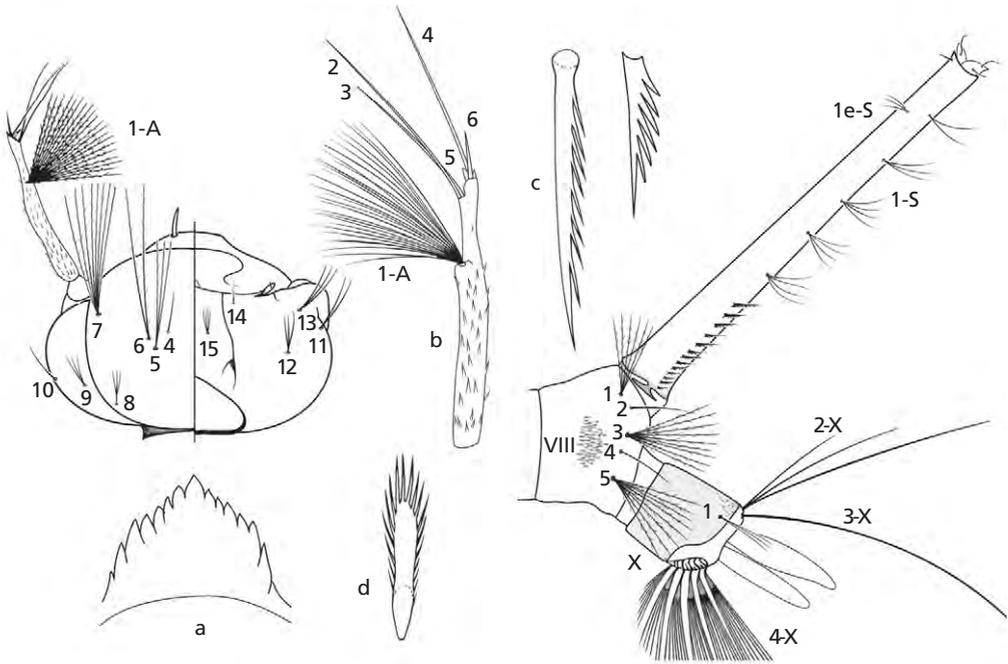


Figure 8.30
Larve de stade IV de *Culex (Culex) tritaeniorhynchus* : tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détail du mentum (a) et de l’antenne (b) ; segments abdominaux VIII à X avec détail des dents du peigne VIII (c) et des dents du pecten (d).

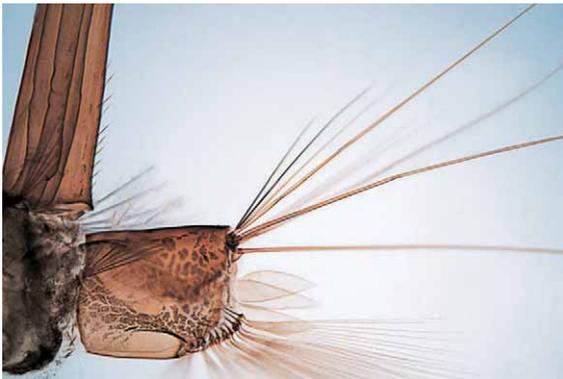
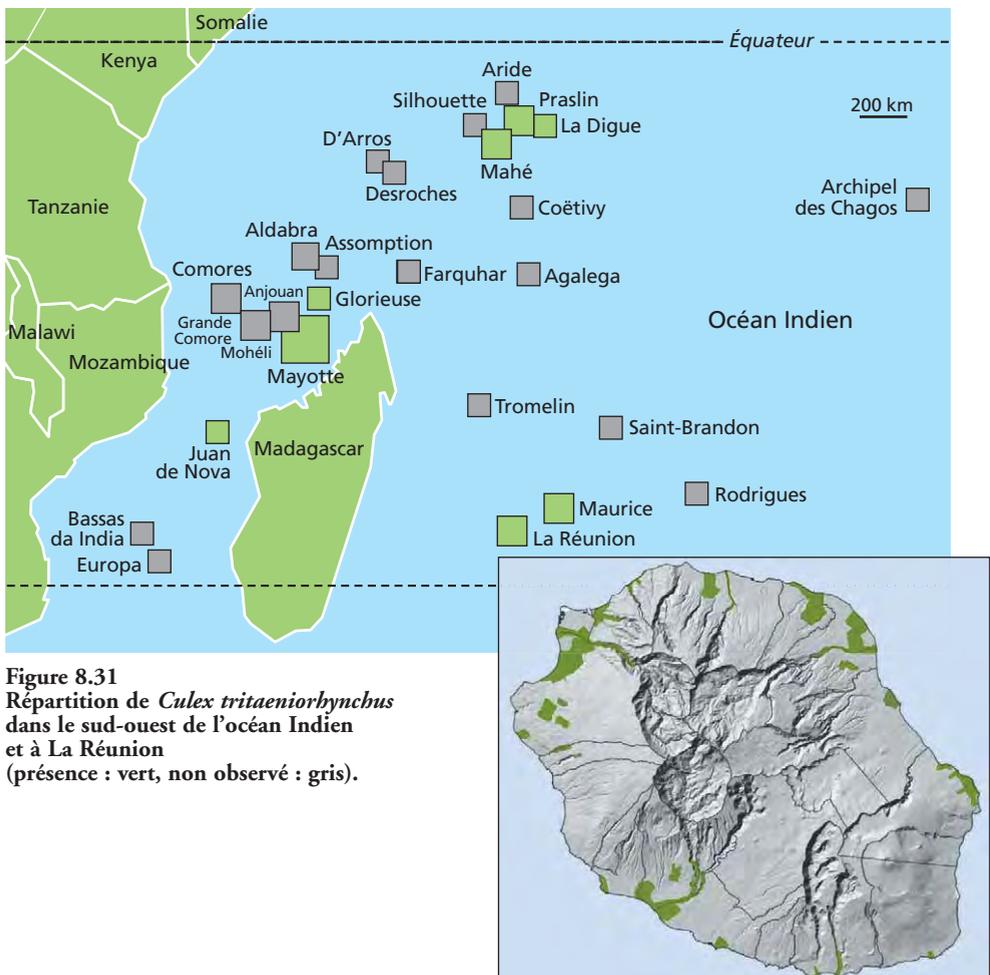


Photo 8.41
Culex (Culex) tritaeniorhynchus : segment X et base du siphon.

Biologie, répartition et écologie

Cette espèce, d'origine asiatique, est largement distribuée dans la région Orientale. Sans doute introduit par l'Homme, *Cx. tritaeniorhynchus* s'est bien implanté dans les régions côtières de l'Afrique de l'Est et de l'Ouest, ainsi que dans une vaste partie de l'océan Indien incluant Madagascar, les îles Éparses, les Mascareignes, Mayotte et les Seychelles granitiques. Il s'agit d'une espèce zoophile opportuniste.

L'espèce est présente à La Réunion sur l'ensemble du littoral jusqu'à 300 mètres d'altitude, mais elle est généralement peu abondante, sauf aux abords des étangs littoraux ainsi que dans les zones humides des communes de Saint-Paul et de Saint-Louis (fig. 8. 31). Les larves se développent dans les eaux douces claires mais supportent également des eaux saumâtres. Elles occupent de nombreux gîtes temporaires ou permanents toujours ensoleillés et pourvus de végétation tels que les rizières, les prairies inondées, les canaux d'irrigation, les marécages peu profonds et les marais côtiers, mais elles se rencontrent aussi parfois dans des gîtes plus petits tels que les



trous de rocher, les empreintes d'animaux et les ornières de chemins de terre, parfois faiblement saumâtres mais toujours bien ensoleillés. Les adultes et larves peuvent être abondants dans les trous de crabes. Les adultes se reposent à l'extérieur, dans la végétation basse et se rencontrent dans les herbes et les débris aux abords immédiats des gîtes larvaires des sous-bois. Les femelles piquent de préférence les oiseaux, mais également tous les mammifères dont l'Homme et les animaux domestiques (volailles, canards, chevaux...) avec une préférence nette pour les bovins et les porcs.

Les femelles piquent majoritairement au crépuscule et sporadiquement pendant la nuit et en fin de nuit, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations (exophage et endophage). Elles peuvent faire des repas de sang multiples, combinant ces divers hôtes. Suite au repas de sang, les œufs se développent en deux à trois jours. Les femelles pondent une moyenne de 200 œufs regroupés en un « radeau ». La dispersion de cette espèce est importante et elle peut se déplacer passivement sous l'action du vent sur de grandes distances.

Aspect nuisant et rôle vecteur

En Asie du Sud-Est, *Cx. tritaeniorhynchus* est le vecteur principal de l'encéphalite japonaise (JEV). Les vertébrés réservoirs du JEV sont principalement les porcs et les oiseaux, les hérons en particulier.

Le virus West Nile a été isolé de *Cx. tritaeniorhynchus* à Madagascar. *Cx. tritaeniorhynchus* est vecteur du virus de la fièvre de la vallée du Rift en Arabie saoudite. Il a également été retrouvé porteur des virus Sindbis, Ngari, Babanki, Bagaza, Getah, Quang Binh, Tembusu, Yunnan. Il s'agit d'un vecteur naturel des microfilaries *Brugia malayi* et *Wuchereria bancrofti* en Asie du Sud-Est. Au Japon, il est régulièrement porteur de la filaire *Dirofilaria immitis*, tout comme *Ae. albopictus*. Pour le moment, il ne lui est attribué aucun rôle vecteur à La Réunion.

CULEX (EUMELANOMYIA) INSIGNIS (CARTER, 1911)

Son nom vient du terme latin *insignis*, signifiant « qui a un signe particulier, remarquable », faisant référence aux tergites de son abdomen pourvus d'une bande apicale d'écailles claires.

Positionnement taxonomique

Cette espèce largement distribuée en région afrotropicale fait partie du groupe Rubinotus-Rima (Sirivanakarn, 1971) et du sous-groupe Rima, riche de 15 espèces

dont *Cx. chauveti*, *Cx. sunyaniensis* et *Cx. wigglesworthi*, autres espèces *Eumelanomyia* présentes dans le SOOI. Une révision taxonomique de ce sous-groupe reste nécessaire.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Son ornementation abdominale et ses pattes sombres uniformes sont remarquables. Le proboscis et les palpes de la femelle sont également sombres. Il est le seul *Culex* de l'île à présenter une bande apicale (et non pas basale) d'écaillés claires, bien visible au niveau des tergites de l'abdomen (photo 8.42).



Photo 8.42
Culex (Eumelanomyia) insignis femelle.

Larve – Les larves ont un très long siphon fin (indice siphonal supérieur à 9), pourvu de 5 paires de soies 1-S courtes, simples ou doubles, tout du long de ce siphon, la 1a-S implantée au-dessus du pecten. Présence de soies précratales (photo 8.44) et d'un mentum caractéristique (fig. 8.32). Les soies 5 et 6-C sont longues et bifides, la 4-C simple ; antenne arquée fortement spiculée. Cette espèce est très proche des espèces *Cx. sunyaniensis* et *Cx. wigglesworthi*.



Photo 8.43
Larve de *Culex (Eumelanomyia) insignis*.

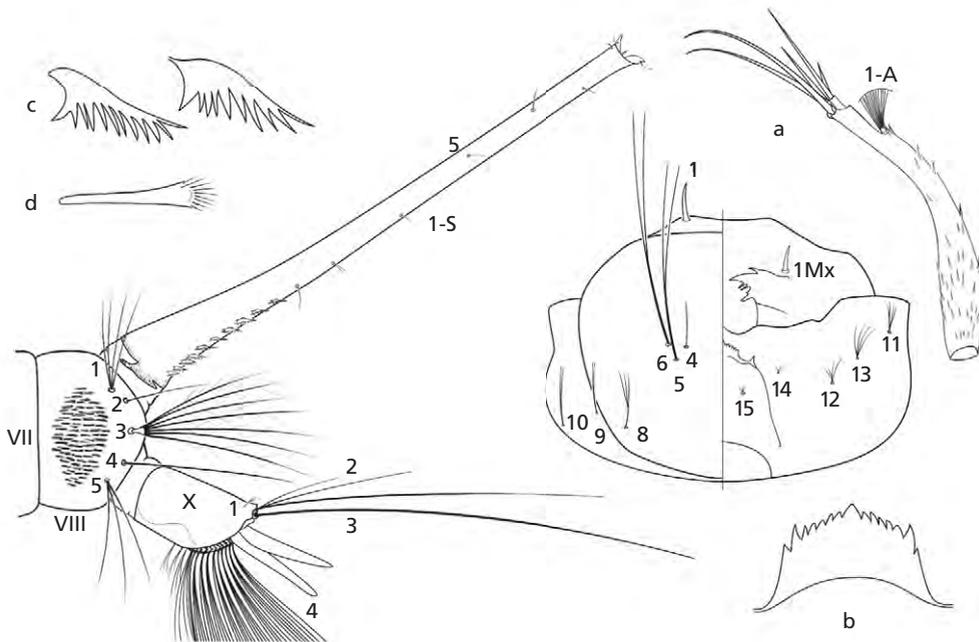


Figure 8.32
 Larve de stade IV de *Culex (Eumelanomyia) insignis* :
 tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détail de l'antenne (a) et du mentum (b)
 et segments abdominaux VIII à X avec détails des dents du pecten (c) et du peigne VIII (d).



Photo 8.44
 Larve de *Culex (Eumelanomyia) insignis* :
 soies 4-X montrant la présence de soies précratales.

Biologie, répartition et écologie

Cette espèce a été capturée à Saint-Philippe, au Tremblet, vers 150 m d'altitude, et à Saint-Benoît-Pont Payet à 480 mètres sur des sites ombragés. Elle a été signalée dans les régions de Sainte-Suzanne, Saint-André et du Bois de Pomme (Salazie), ce qui suggère une répartition bien plus étendue mais toujours peu abondante (fig. 8. 33). Les larves se développent uniquement dans des trous de rocher fortement ombragés pourvus d'une eau riche en débris végétaux. La biologie des adultes reste inconnue.

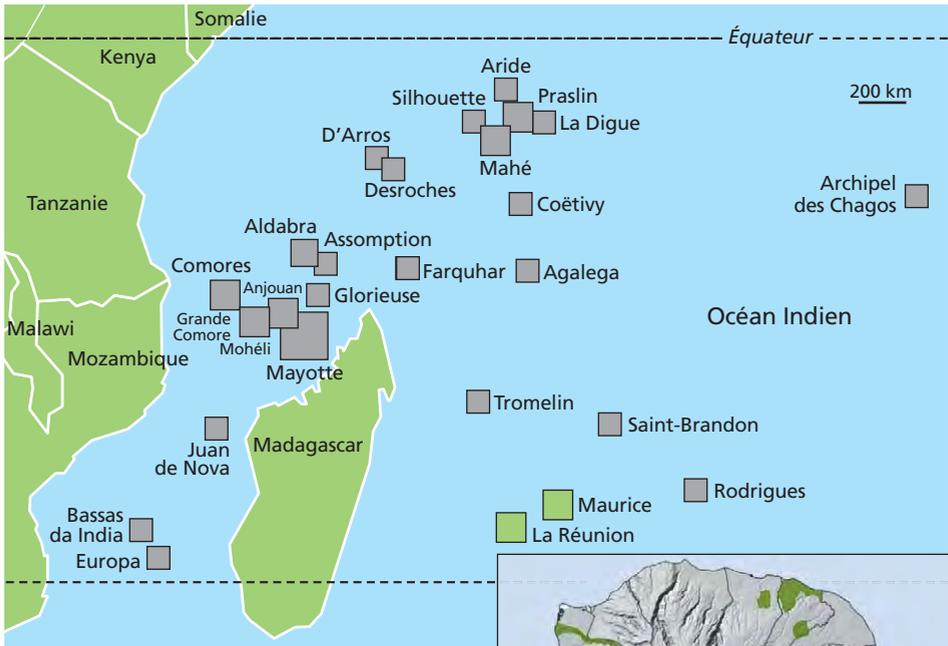


Figure 8. 33
Répartition de *Culex insignis*
dans le sud-ouest de l’océan Indien
et à La Réunion
(présence : vert, non observé : gris).



Aspect nuisant et rôle vecteur

Culex insignis n’a jamais été signalé piquant l’Homme à La Réunion, et cette espèce reste discrète et localisée, typique de la biodiversité forestière du sous-bois. À l’île Maurice, elle aurait été observée piquant l’Homme, mais avec une faible agressivité et toujours à l’extérieur des maisons. En Angola, *Cx. insignis* est considéré comme strictement zoophile. Il n’a probablement aucun impact en santé publique.

CULEX (OCULEOMYIA)
POICILIPES
 (THEOBALD, 1903)

Son nom dérive du grec ancien « *poikilos* » qui signifie « tacheté », « brodé », en référence à ses pattes antérieures marquées par un alignement remarquable de taches blanches.

Capturée pour la première fois à La Réunion en 1952, cette espèce semble avoir disparu au milieu des années 1970, car observée pour les dernières fois en 1973 et 1974 à Sainte-Suzanne, Saint-Gilles-les-Bains et Sainte-Anne. *Culex poicilipes* n'a pas été retrouvé parmi les 8 000 gîtes positifs prospectés au cours de la période 1981-1992, ainsi qu'au cours de ces dix dernières années lors des prospections régulières des services techniques de contrôle sanitaire de l'ARS, qui se limitent cependant à une altitude inférieure à 1 000 m. *Culex poicilipes* n'a donc jamais été retrouvé depuis quarante ans, et il est tout à fait possible que l'espèce soit éteinte à La Réunion. Il est présent à Madagascar et a été signalé de l'île Maurice, mais ce dernier signalement remonte à plus de 70 ans désormais. Il n'a, paradoxalement, jamais été signalé dans l'archipel des Comores et à Mayotte où une prospection fouillée a été menée récemment.

Positionnement taxonomique

Initialement positionnée au niveau du sous-genre *Culex*, cette espèce a été placée par Tanaka (2004) dans le sous-genre *Oculeomyia*.

Caractères diagnostiques principaux

Chez cette espèce, une grande variabilité morphologique est observable dans l'ornementation de l'adulte et dans la chaetotaxie de la larve, tant à l'intérieur qu'entre les diverses populations.

Adulte – La face antérieure des fémurs et des tibias est marquée par une ligne remarquable de points blancs qui le distingue facilement des autres *Culex* de l'île. Ce caractère est uniquement partagé avec l'espèce *Lutzia tigripes*, mais celle-ci est de bien plus grande taille. *Culex poicilipes* possède de plus un anneau blanc médian sur le proboscis. Ses pleures thoraciques sont dépourvus de soies mésépimérales inférieures.

Larve – La forme arquée du siphon ainsi que les fortes dents peu nombreuses et en forme d'épine du peigne du segment VIII suffisent à discriminer *Cx. poicilipes* des



Photo 8.45
Larve de *Culex (Oculeomyia) poicilipes* :
détail des dents du peigne VIII.

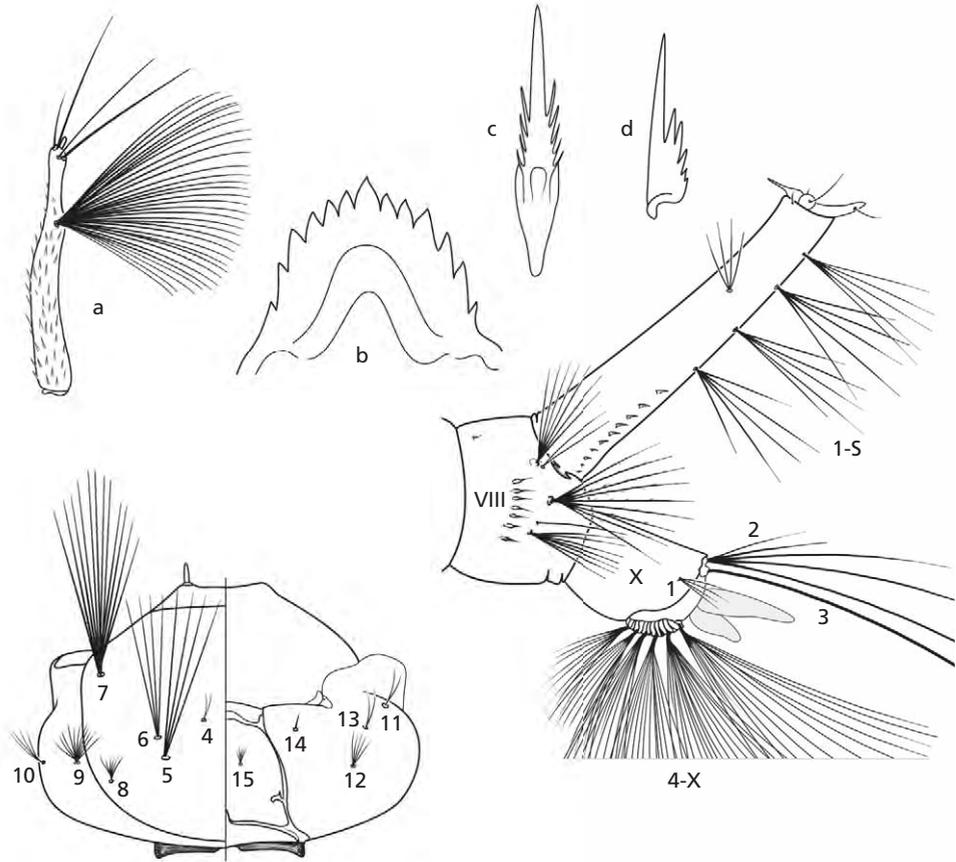


Figure 8. 34
Larve de *Culex (Oculeomyia) poecilipes* : tête avec détail de l'antenne (a), du mentum (b) et segments abdominaux VIII à X avec détail des dents du peigne VIII (c) et du pecten (d).

autres *Culex* de La Réunion. Soies céphaliques 5 et 6-C à 4 (3 à 5) longs brins aciculés. Siphon présentant cinq paires de soies 1-S (soies subventrales) aux branches aciculées. Le mentum comprend six dents de part et d'autre de la dent centrale (fig. 8.34).

Biologie, répartition et écologie

Culex poecilipes, abondant dans toute la région afrotropicale jusqu'en Égypte et à Madagascar, n'a plus été retrouvé depuis 1974 à La Réunion (fig.8.35). Il était présent, mais peu fréquent, dans les années 1950 parmi les herbes flottantes des trois principaux étangs de l'île : Mare-à-Poule-d'Eau, Bois-Rouge et Saint-Paul. Cette espèce préfère, comme la plupart des *Culex*, prendre ses repas de sang sur les oiseaux, mais elle est relativement opportuniste et peut piquer l'Homme, les bovins, les ovins.

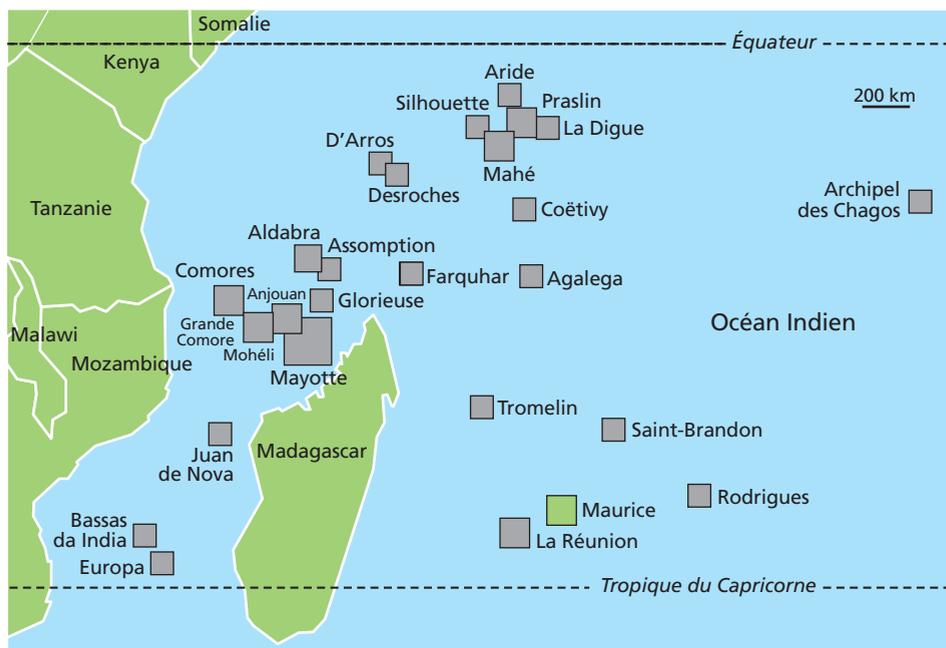


Figure 8. 35
Répartition de *Culex (Oculeomyia) poicilipes* dans le sud-ouest de l’océan Indien.
 Cette espèce n’a pas été retrouvée à La Réunion depuis les années 1970.

Ses œufs se développent dans les eaux stagnantes et semi-stagnantes telles que les rizières, les marais à végétation dressée, les bordures de rivières à écoulement lent, les petits étangs, les fossés herbeux, souvent bien ensoleillés.

Aspect nuisant et rôle vecteur

Les agressions nocturnes contre l’Homme ont généralement lieu à proximité des marais, dans lesquels se développent les stades préimaginaux, avec un pic d’agressivité au crépuscule. L’espèce n’a jamais été impliquée dans la transmission de pathogènes pour l’Homme, mais elle a été retrouvée en milieu naturel au Sénégal porteuse du virus de la fièvre de la vallée du Rift.

LUTZIA (METALUTZIA) TIGRIPES (DE GRANDPRÉ ET DE CHARMOY, 1901)

Son nom pourrait provenir de l’ornementation de ses pattes antérieures qui leur donne un aspect tigré.

Positionnement taxonomique

L'espèce habituellement nommée dans la littérature *Culex (Lutzia) tigripes* est devenue en 2003 *Lutzia (Metalutzia) tigripes*, seule espèce du genre *Lutzia* de la région afro-tropicale et décrite à partir de spécimens de l'île Maurice. Ce genre comprend huit espèces.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Cette espèce est d'une taille nettement supérieure à celle des onze autres espèces de moustiques de l'île. Aspect général brun sombre à brun clair avec des taches blanches au niveau des côtés du thorax et des pointillés blancs le long des fémurs et tibias des deux paires de pattes antérieures (photo 8.46). Proboscis entièrement sombre. Elle se distingue des *Culex* par la présence sur les pleures du thorax d'au moins quatre soies mésépimérales inférieures (4 à 10 soies) et généralement



Photo 8.46

Lutzia (Metalutzia) tigripes femelle.

Notez les alignements de spots blancs caractéristiques sur les fémurs et tibias des pattes I et II.



Photo 8.47
Lutzia (Metalutzia) tigripes mâle.

3 taches d'écaillés blanches (fig. 7.13 et photo 8.47). Présence d'une large tache d'écaillés blanches sur : le mésépiméron supérieur, le mésépisternon et sur la zone pré-alaire. Ailes à écaillés sombres avec une nervure transverse radio-médiane insérée près de la base de la nervure M3+4. Les génitalia du mâle sont dépourvus de la soie en feuillet observable sur les divers *Culex* de l'île (fig. 7.14).

Larve – Son aspect général est atypique, avec de grandes pièces buccales tout à fait caractéristiques modifiées pour la prédation ; soies 5-C et 6-C simples, longues, 4-C réduite à plusieurs brins, toutes trois insérées relativement bas sur la capsule céphalique. Antenne courte à la soie 1-A très réduite insérée dans le tiers inférieur de l'antenne. Cette larve est également remarquable par sa selle aussi longue que le siphon et des soies 1-S disposées sur toute la longueur de son siphon (fig. 8.36).

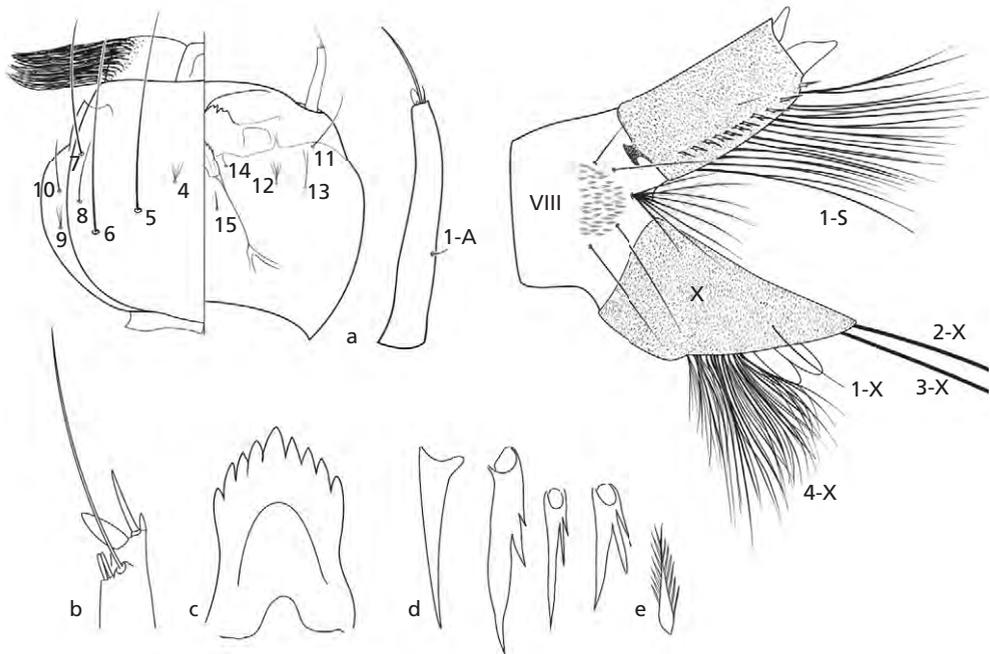


Figure 8.36
 Larve de *Lutzia (Metalutzia) tigripes* : tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détails de l'antenne (a, b) et du mentum (c) et segments abdominaux VIII à X, avec détails des épines du pecten (d) et du peigne VIII (e).



Photo 8.48
 Jeune larve de *Lutzia tigripes* : détail du siphon aux nombreuses soies 1-S implantées tout du long. Notez la texture granuleuse du siphon.



Photo 8.49
Larve prédatrice
de *Lutzia tigripes* de stade II
dévorant une larve d'*Aedes*
albopictus.



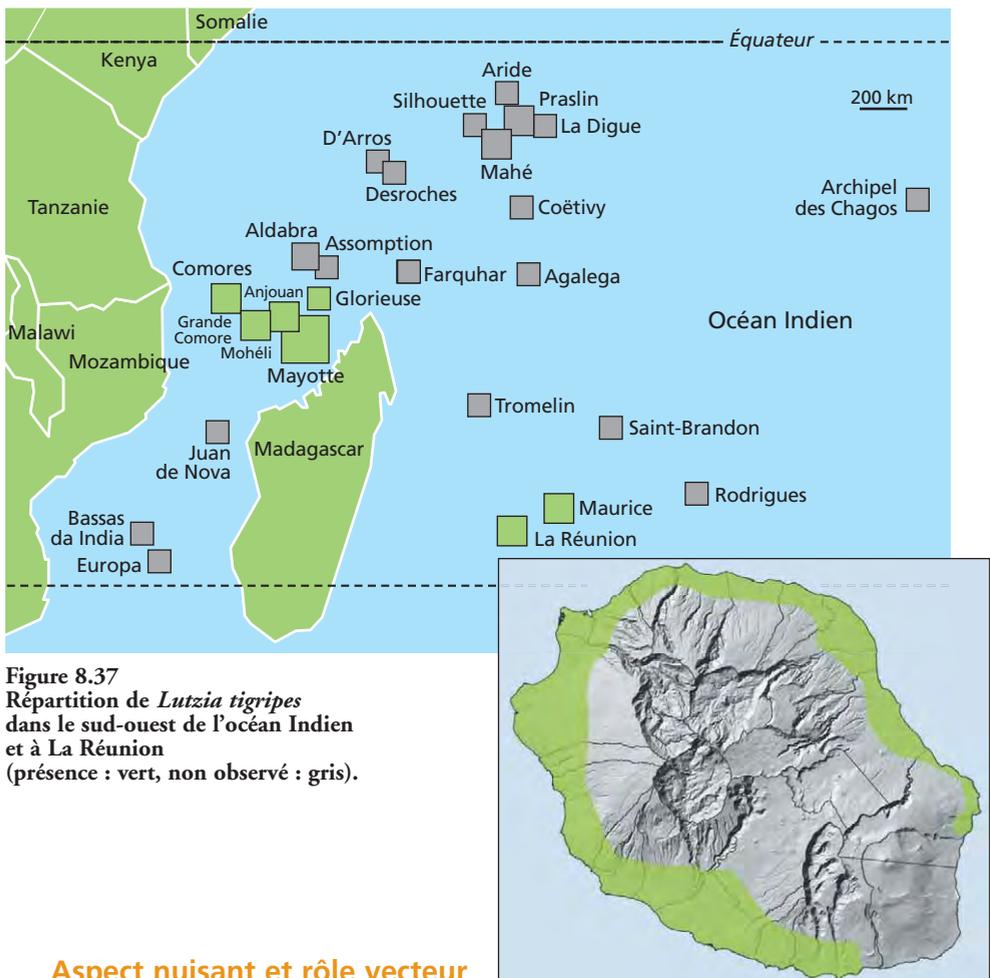
Photo 8.50
Larve de *Lutzia (Metalutzia) tigripes* : détail de la face ventrale de la tête montrant le labium
et les mandibules, ainsi que la brosse buccale aux soies modifiées en fortes épines incurvées
adaptées au maintien des proies.

Biologie, répartition et écologie

Cette espèce est commune jusqu'à 700 m d'altitude sur l'ensemble de l'île (fig. 8.37). Les larves de *Lt. tigripes* sont prédatrices et se nourrissent essentiellement de larves d'autres moustiques, mais également des autres petits arthropodes présents dans les gîtes larvaires tels que les larves de chironomes. Elles se rencontrent dans de nombreux types de gîtes naturels ou artificiels à l'exclusion des très petites collections d'eau et

des gîtes d'eau saumâtre ou salée. En l'absence de nourriture, ces larves survivent mais stoppent leur développement, reprenant leur croissance dès la mise à disposition de nourriture.

C'est un moustique commun sur l'île. La biologie des adultes est mal connue. Sa forme adulte fréquente la végétation basse ombragée et elle est très rare dans les habitations. C'est une espèce anautogène mais elle n'a jamais été observée piquant Homme ou bétail à La Réunion et semblerait se nourrir aux dépens des oiseaux. Toutefois, elle a été rapportée piquant une chèvre à Maurice et, sur le continent africain, des femelles ont été capturées sur Homme.



Ce moustique a été retrouvé infecté par divers virus dont Sindbis, Babanki, Bobia, Mossuril et Kamese, qui sont avant tout des virus d'oiseaux. Cette espèce n'est cependant pas signalée comme ayant une importance médicale pour l'Homme.

**ORTHOPODOMYIA
REUNIONENSIS
BRUNHES ET HERVY, 1995**

Nom d'espèce en rapport avec le lieu de découverte de cette espèce, l'île de La Réunion.
Orthopodomyia reunionensis a été récolté pour la première fois en 1982 à La Réunion, en un lieu non précisé. Il fut alors identifié sous le nom d'*Or. arboricollis*, espèce décrite de l'île Maurice. Postérieurement, Brunhes et Hervy ont décrit *Or. reunionensis* à partir d'une série collectée par M. Isautier sur la commune de Saint-Philippe, au lieu-dit « Grand Brûlé ». Les deux espèces sont morphologiquement très proches, tant au stade adulte qu'au stade larvaire.

Positionnement taxonomique

Seul genre de la tribu des Orthopodomyini, le genre *Orthopodomyia* n'est pas divisé en sous-genre. L'espèce *Or. reunionensis* fait partie du groupe « Vernoni » qui rassemble les douze espèces de la sous-région malgache. Les 3 espèces vivant sur le continent africain constituent le groupe « Nkolbisonensis », le groupe « Albipes » qualifiant les espèces asiatiques.

Caractères diagnostiques principaux

Adulte – Les deux *Orthopodomyia* présents dans les Mascareignes se distinguent de la plupart des autres espèces de la zone afrotropicale par des ailes plus courtes et plus



Photo 8.51
Orthopodomyia
reunionensis
femelle.



Photo 8.52
Orthopodomyia reunionensis mâle.



trapues. *Orthopodomyia reunionensis* de l'île de La Réunion et *Orthopodomyia arboricollis* de l'île Maurice se distinguent par la présence au niveau de la patte III d'un anneau blanc à la base du tarsomère 5 chez *Or. reunionensis*. Ce tarsomère 5 est entièrement noir chez *Or. arboricollis* (fig. 8.38). Ce caractère a été constamment observé sur l'ensemble des spécimens de La Réunion issus de nos propres captures ou provenant de collections.

Figure 8.38
Comparaison de l'extrémité de la patte III d'*Orthopodomyia arboricollis* (a) et d'*Or. reunionensis* (b) différenciables par la présence d'un anneau blanc basal sur le tarsomère 5 d'*Or. reunionensis*.

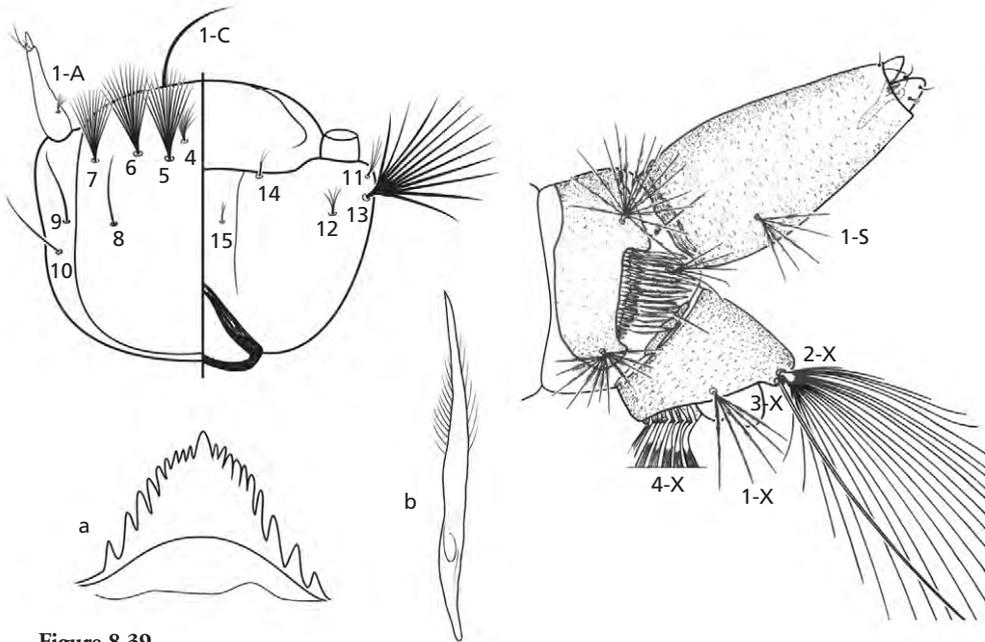


Figure 8.39
 Larve d'*Orthopodomyia reunionensis* : tête (face dorsale à gauche, face ventrale à droite) avec détail du mentum (a) et segments abdominaux VIII à X avec détail d'une dent du peigne VIII (b).

Larve – L'aspect général hirsute est caractéristique, du fait de la présence de longues soies stellées au niveau de l'abdomen. La tête est globuleuse avec des soies céphaliques en éventail bien développées et des antennes simples, courtes. Le siphon, dépourvu de pecten, possède une seule paire de soies 1-S subventrale. La selle complète est dépourvue de spicules sur son bord distal. Soies 2-X multibrins.

Les deux espèces *Or. reunionensis* et *Or. arboricollis* se distinguent de toutes les autres espèces de l'océan Indien par leurs papilles anales courtes sphériques. Elles se différencient entre elles par leur soie céphalique 9-C, simple pour *Or. reunionensis*, et double ou triple pour *Or. arboricollis* (fig. 8.39).

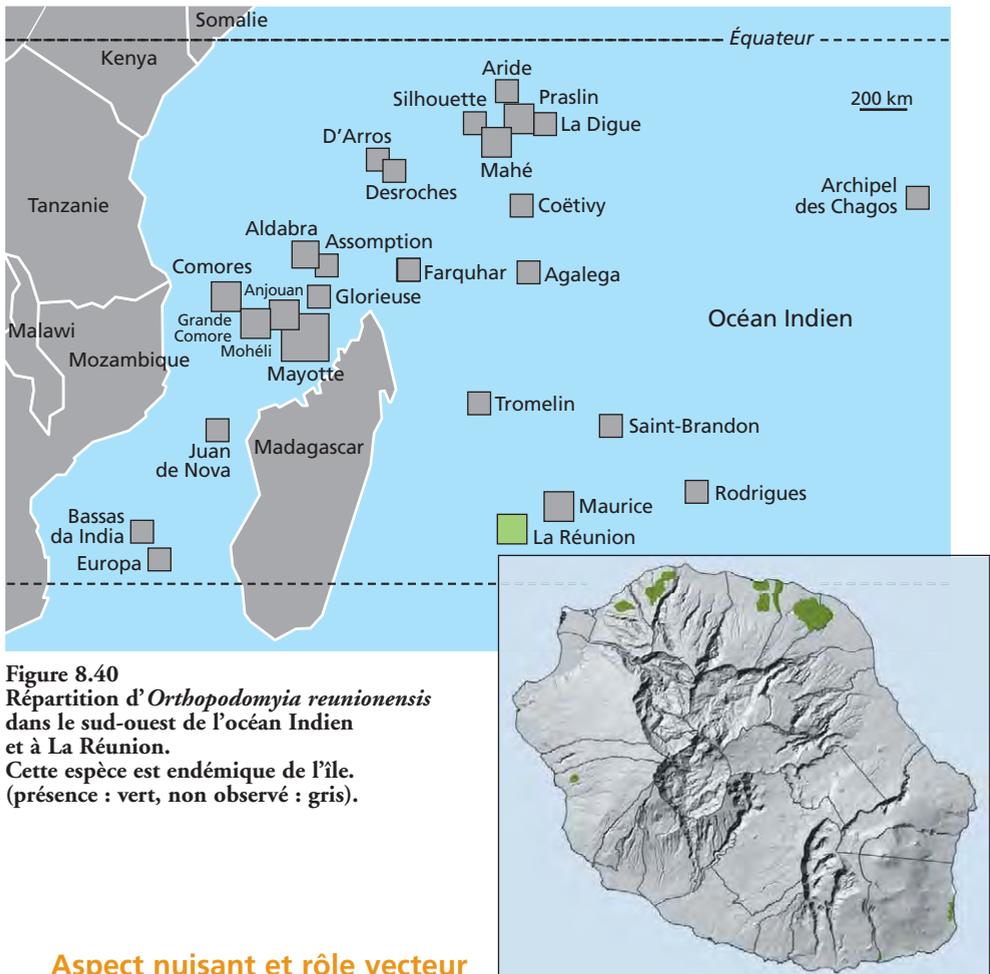
Les larves sont fréquemment colorées par un pigment rougeâtre ou rosâtre, voire verdâtre à bleu, qui est dû au pigment des bactéries ingérées. Cette coloration disparaît lentement après la mort.



Photo 8.53
 Larve d'*Orthopodomyia reunionensis*.
 Notez la coloration bleutée bien visible du thorax.

Biologie, répartition et écologie

Cette espèce est relativement fréquente en milieu arboré, entre 100 et 850 m d'altitude. Elle est recensée essentiellement dans la partie nord de l'île, mais également sur quelques points au sud et à l'ouest ; des individus ont été capturés à Saint-Denis dans les jardins publics (fig. 8.40). Sa biologie est peu connue. C'est une espèce forestière. Les femelles pondent généralement dans des creux d'arbre et dans des bambous sectionnés où leurs larves se développent dans une eau riche en tanins et en matières organiques. Il n'est pas rare de les retrouver dans ces gîtes en compagnie d'*Ae. albopictus*. Pour muer en nymphe, les larves s'abritent sous des débris végétaux. Les femelles sont hématophages et zoophiles, sans doute ornithophiles.



Aspect nuisant et rôle vecteur

Les femelles n'ont jamais été observées piquant l'Homme et n'ont pas de rôle vecteur connu.

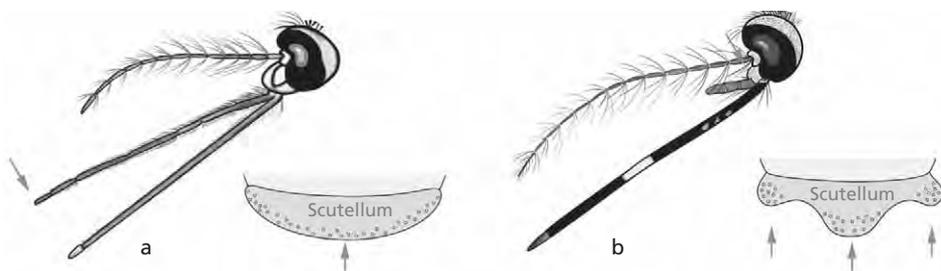
9 Clés de détermination

CLÉS DES GENRES DE CULICIDAE DES ÎLES DU SUD-OUEST DE L'OcéAN INDIEN (HORS MADAGASCAR)

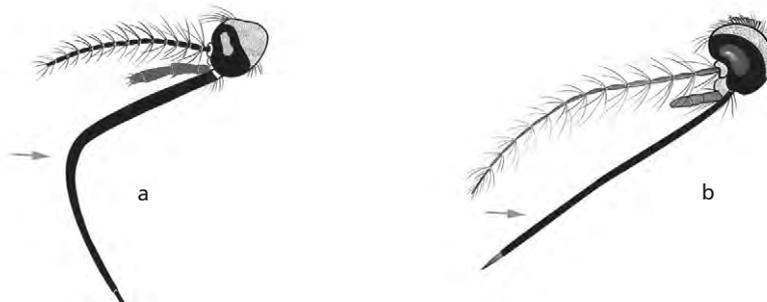
Les genres marqués d'un astérisque (*) sont présents à La Réunion. Tous les genres cités sont également présents à Madagascar où se rencontrent de plus les genres *Coquillettidia*, *Ficalbia*, *Hodgesia*, *Aedeomyia* et *Toxorhynchites* (ces deux derniers genres, bien que cités dans cette clé, sont seulement présents à Madagascar).

Adultes

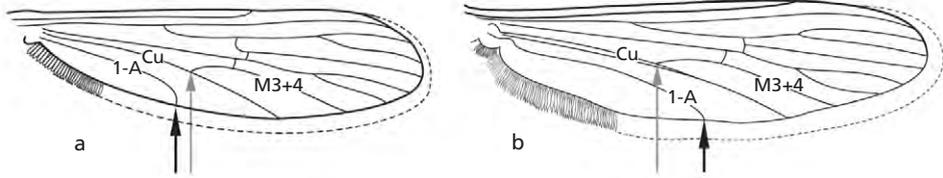
- 1 – Femelle dont les palpes sont aussi longs que le proboscis ;
scutellum unilobé (a) *Anopheles**
- Femelle dont les palpes sont nettement plus courts que le proboscis ;
scutellum trilobé (b) 2



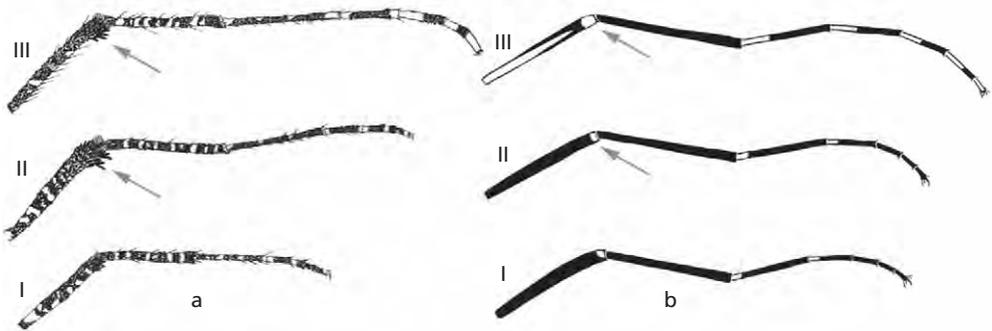
- 2 – Proboscis nettement coudé ; moustique de très grande taille (a)
..... *Toxorhynchites*
- Proboscis droit ou légèrement courbe ; moustique de taille petite à grande (b)
..... 3



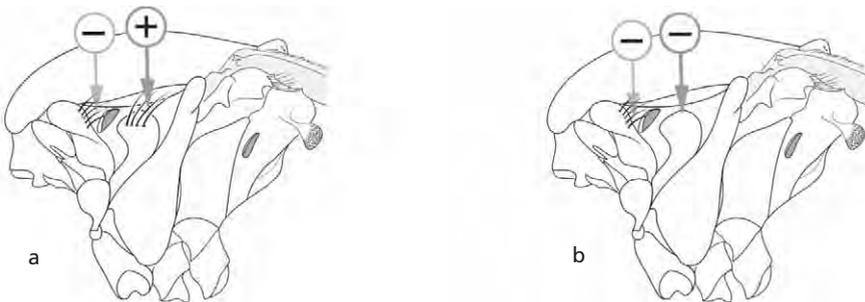
- 3 – Nervure anale 1A brusquement coudée avant ou au niveau de la fourche Cu/M3+4 (a)..... *Uranotaenia*
 – Nervure anale 1A atteignant le bord de l'aile au-delà de la fourche Cu/M3+4 (b)..... 4



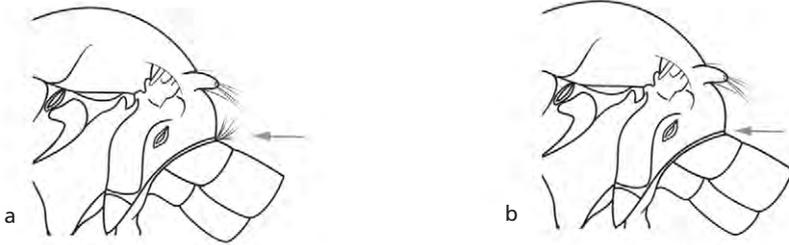
- 4 – Fémurs moyens II et postérieurs III pourvus à leur apex de touffes d'écaillés (a) *Aedeomyia*
 – Fémurs moyens II et postérieurs III sans une telle ornementation (b) 5



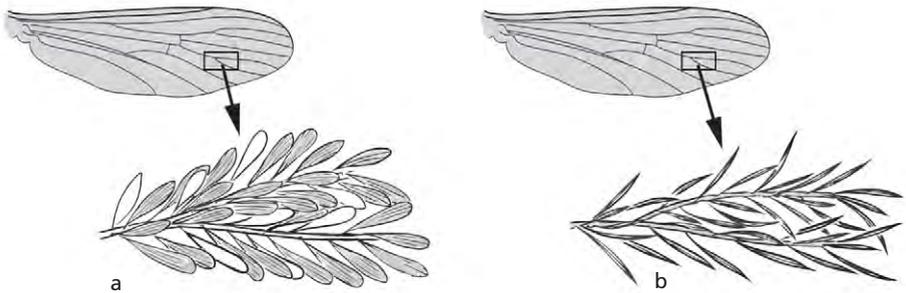
- 5 – Soies post-spiraculaires présentes (a)..... 6
 – Soies post-spiraculaires absentes (b)..... 8



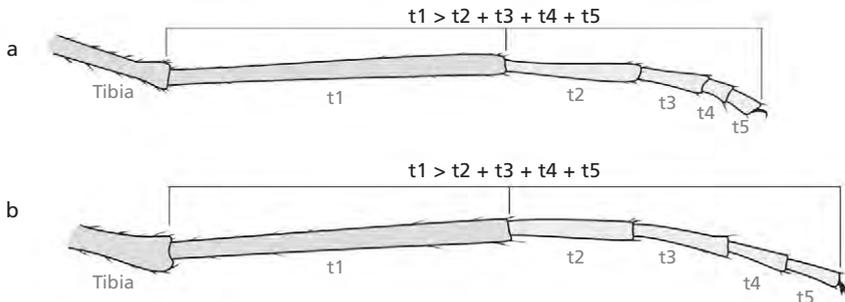
- 6 – Thorax totalement ou partiellement jaune ; tergites abdominaux noirs ornés de bandes d'écaillés argentées ; yeux nettement séparés l'un de l'autre au-dessus de l'insertion antennaire ; présence d'une touffe de soies mésopostnotales (a) *Eretmapodites*
- Thorax et tergites abdominaux sans ces caractères ; yeux se touchant ou proches l'un de l'autre au-dessus de l'insertion antennaire ; absence d'une touffe de soies mésopostnotales (b) 7



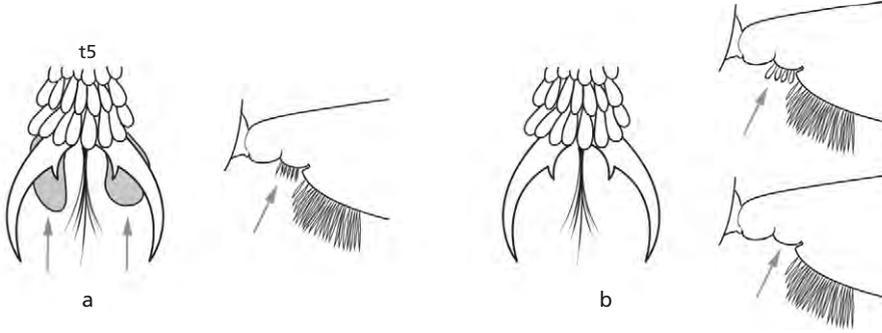
- 7 – Nervures alaires recouvertes d'un mélange d'écailles larges jaunes et brunâtres (a) *Mansonia*
- Nervures alaires sans ce mélange d'écailles larges (b) *Aedes**



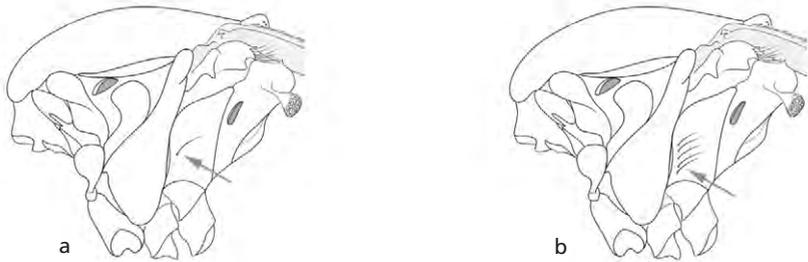
- 8 – Tarsomère 1 des pattes I et II nettement plus long que les 4 autres tarsomères réunis (a) *Orthopodomyia**
- Tarsomère 1 des pattes I et II plus court que les 4 autres tarsomères réunis (b) 9



- 9 – Pulvilli renflés ; alula avec une frange d'écailles étroites (a)..... 10
- Pulvilli absents, empodium bien développé ; alula nue (sous-genre *Mimomyia*)
ou avec une touffe d'écailles larges (sous-genres *Ingramyia* et *Etorleptomyia*) (b)
..... *Mimomyia*

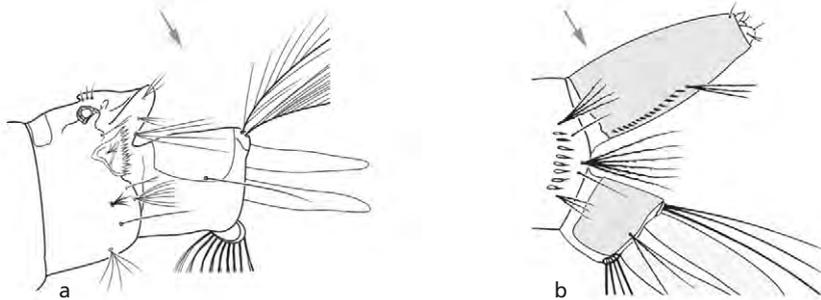


- 10 – Au plus 3 soies mésépimérales inférieures (a) *Culex**
- Au moins 4 soies mésépimérales inférieures (b) *Lutzia**

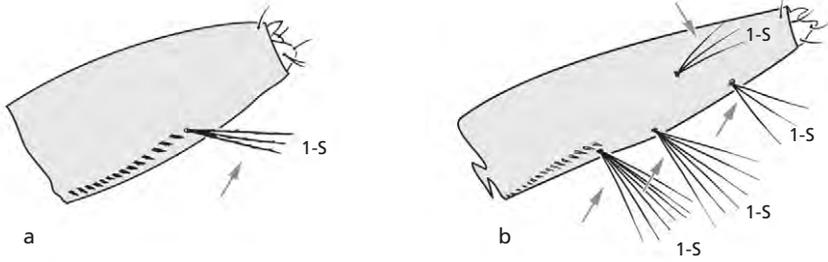


Larves de stade IV

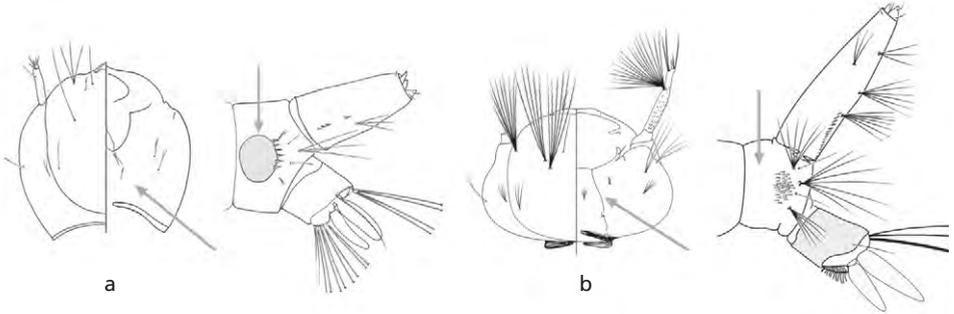
- 1 – Siphon absent (a) *Anopheles**
- Siphon présent (b)..... 2



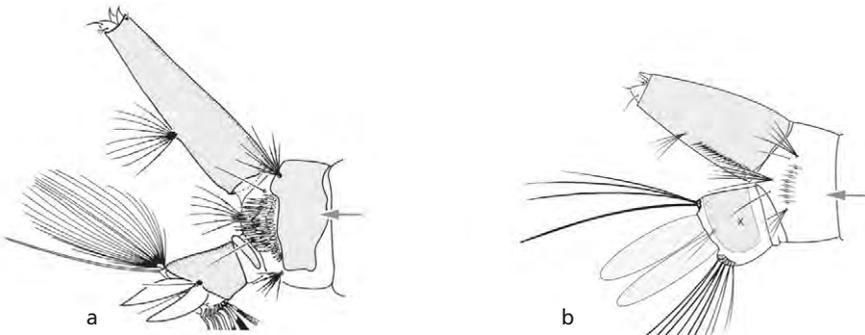
- 2 – Une seule paire de soies 1-S sur le siphon (a) 3
 – Plusieurs paires de soies 1-S sur le siphon (b) 10



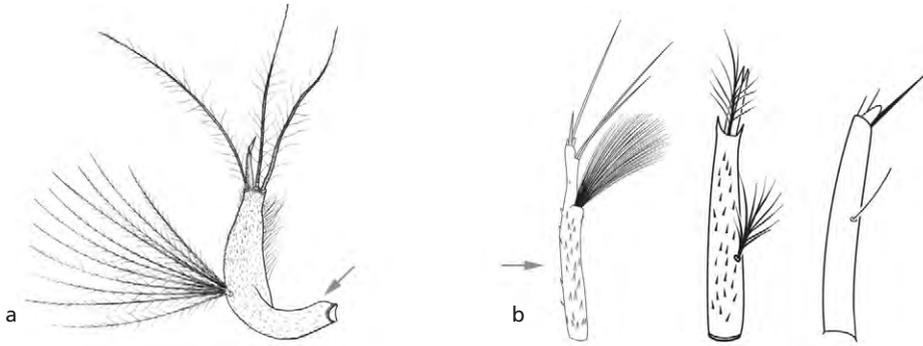
- 3 – Suture hypostomale absente ; très généralement, une plaque chitinisée sur le segment VIII et un peigne formé d'une seule rangée de dents (a) *Uranotaenia*
 – Suture hypostomale présente ; plaque et peigne du segment VIII présents ou absents (b) 4



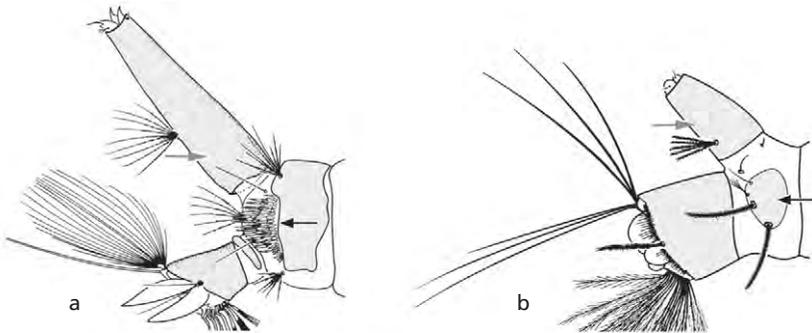
- 4 – Présence sur le segment VIII d'une paire de plaques, soudées ou non dorsalement (a) 5
 – Pas de plaques sur le segment VIII (b) 7



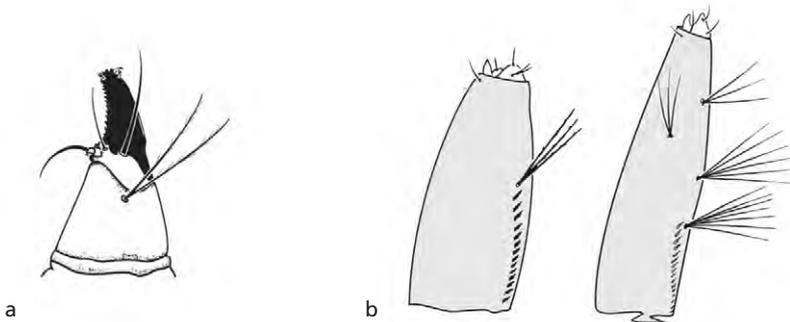
- 5 – Antenne fortement arquée et très renflée (a)..... *Aedeomyia*
- Antenne cylindrique et non renflée (b)..... 6



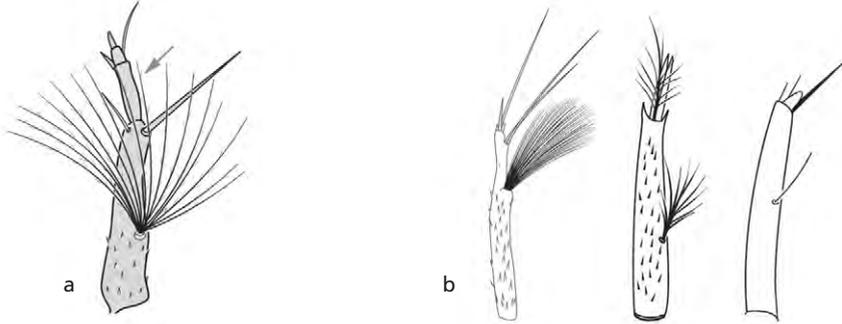
- 6 – Peigne du siphon absent ; peigne du segment VIII présent, disposé sur 2 rangs (a)..... *Orthopodomyia**
- Peigne du siphon et du segment VIII absents (b)..... *Toxorhynchites*



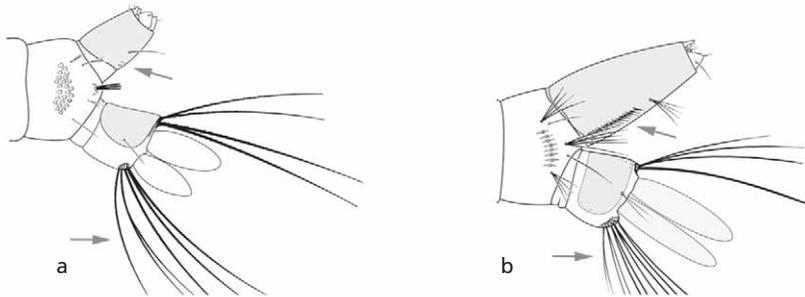
- 7 – Siphon conique terminé par des dents vulnérantes (a) *Mansonia*
- Siphon non conique (b) 8



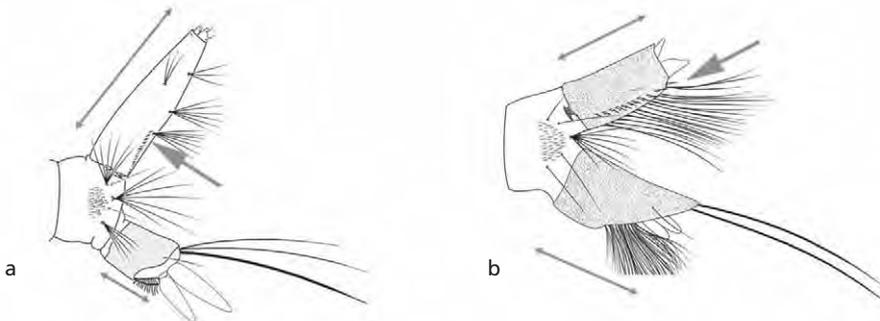
- 8 – Extrémité de l'antenne formée de 2 parties articulées ;
 soie 3-X avec au moins 3 brins (a) *Mimomyia*
 – Antenne courte et non articulée ; soie 3-X avec au plus deux brins (b) 9



- 9 – Soie 4-X peu développée, formée généralement au plus de 4 paires de soies
 épaisses et aciculées ; peigne du siphon réduit à 4 épines au plus (a)
 *Eretmapodites*
 – Soie 4-X formée de plus de 4 paires de soies, généralement fines et aciculées ;
 peigne du siphon avec au moins 8 dents (b) *Aedes**



- 10 – Selle plus courte que le siphon ; pecten n'atteignant pas l'apex du siphon (a)
 *Culex**
- Selle aussi longue que le siphon ; pecten atteignant l'apex du siphon (b)
 *Lutzia**

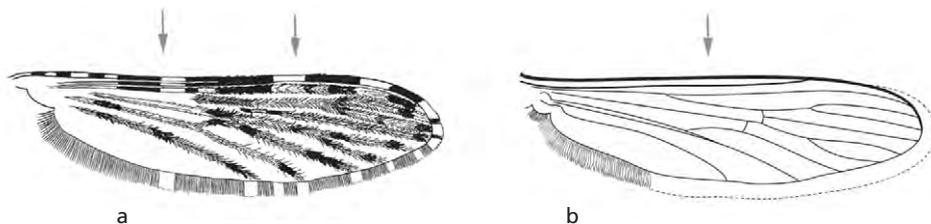


CLÉS DES ESPÈCES DE L'ÎLE DE LA RÉUNION

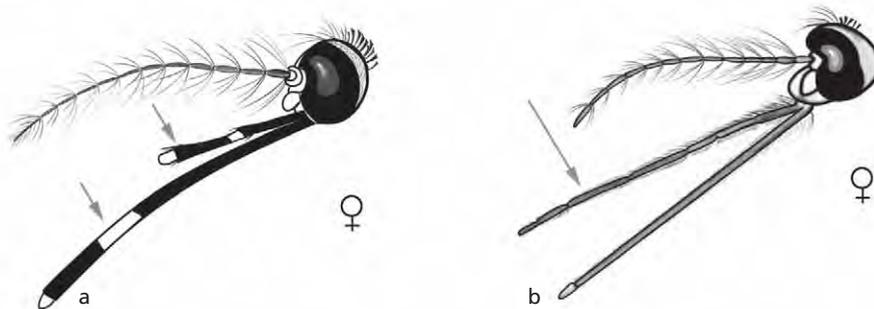
L'espèce *Culex poicilipes*, bien que non retrouvée à La Réunion depuis 1974, a été incluse dans cette clé.

Adultes

- 1 – Écailles formant des taches claires et sombres sur le bord costal de l'aile (a) .. 2
 – Bord costal de l'aile sans de telles taches (b) 4

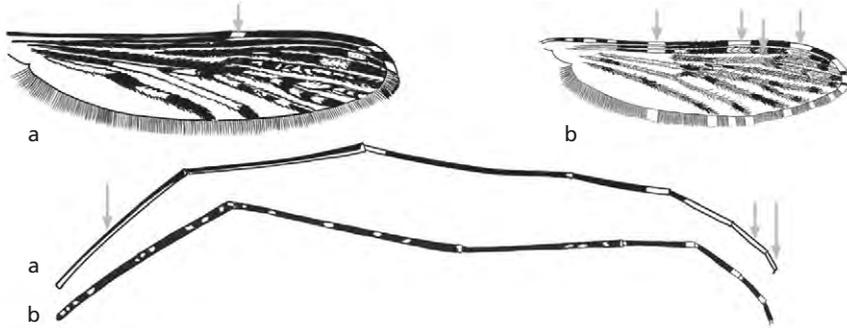


- 2 – Proboscis avec un anneau d'écailles blanches ; tarsomères 4-I et 4-II plus courts que les tarsomères 5-I et 5-II ; palpes plus courts que le proboscis chez la femelle (a) *Or. reunionensis*
 – Proboscis sans anneau d'écailles blanches ; tarsomères 4-I et 4-II plus longs que les tarsomères 5-I et 5-II ; palpes aussi longs que le proboscis dans les 2 sexes (b) genre *Anopheles* 3

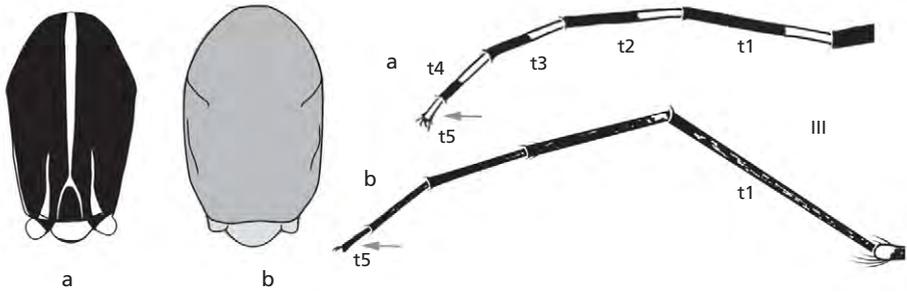


- 3 – Ailes de 4 à 6 mm, noirâtres avec une tache blanchâtre vers le milieu de la costale ; fémur II uni sombre ; 3^e tache sombre de la nervure 1 sans insertion claire ; t-4 et t-5 des pattes III entièrement blancs (a)
 *An. coustani*

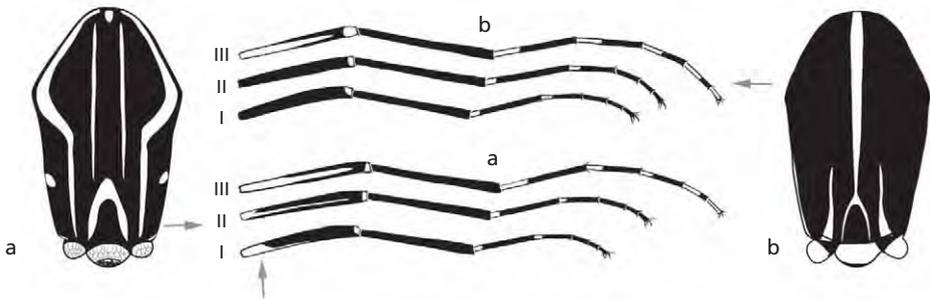
- Ailes de 3 à 4 mm, avec plusieurs taches blanchâtres sur la costale ;
fémur II moucheté ; t-4 et t-5 des pattes II sombres avec un petit anneau blanc à la base de t-4 ; 3^e tache sombre de la nervure 1 avec une insertion claire qui peut fusionner avec la tache claire précédente (b) *An. arabiensis*



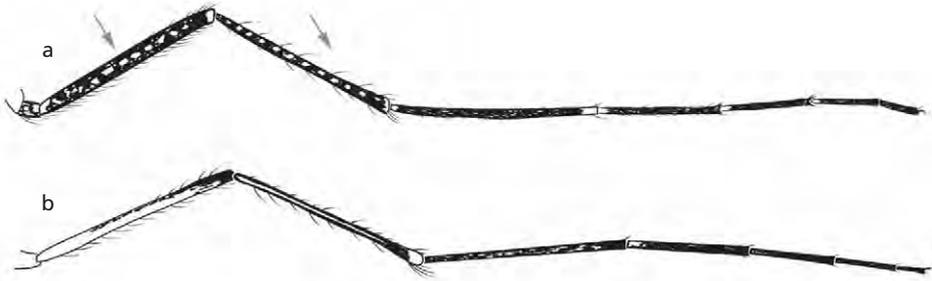
- 4 - Scutum couvert d'écaillés noires avec des ornements blanc argenté ;
tarsomères 1-4 de la patte III noirs avec un large anneau blanc basal ;
t-5 blanc (a) 5
- Scutum ornementé autrement ; tarsomères 1 à 4 de la patte III sombres
ou certains avec un étroit anneau clair ; t-5 sombre (b) 6



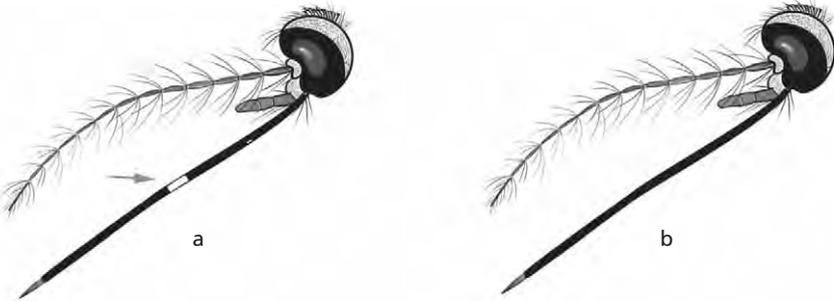
- 5 - Deux minces lignes argentées médianes et deux larges lignes latérales en arc
sur la moitié antérieure du scutum en forme de lyre (a) *Ae. aegypti*
- Une fine ligne argentée médiane sur la partie antérieure du scutum (b)
..... *Ae. albopictus*



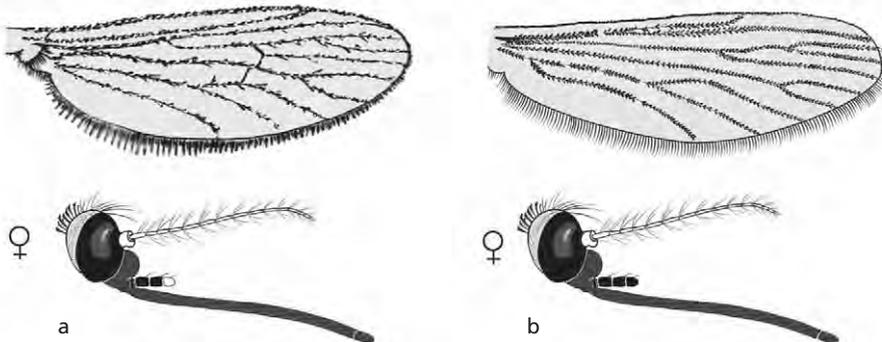
- 6 – Fémur et tibia avec une rangée de petites taches blanches (a) 7
- Fémur et tibia autrement ornementés (b) 8



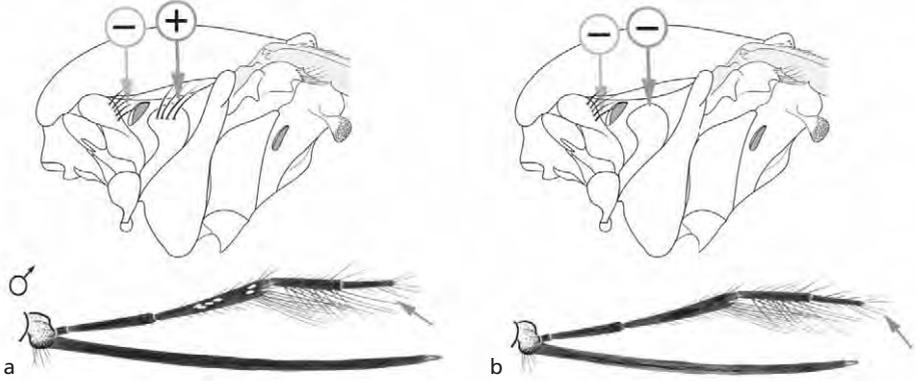
- 7 – Proboscis avec un anneau pâle en son milieu ; espèce de taille moyenne (a)
..... *Cx. poicilipes*
- Proboscis sans anneau pâle en son milieu ; espèce de grande taille (b)
..... *Lt. tigripes*



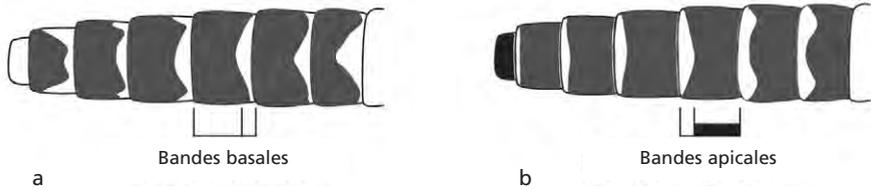
- 8 – Ailes couvertes d’un mélange d’écailles claires et foncées à part égale ;
apex des palpes femelles à dominante claire *Aedes fowleri*
- Ailes couvertes d’écailles sombres, au plus quelques écailles claires parmi
des écailles sombres ; apex des palpes femelles à dominante sombre 9



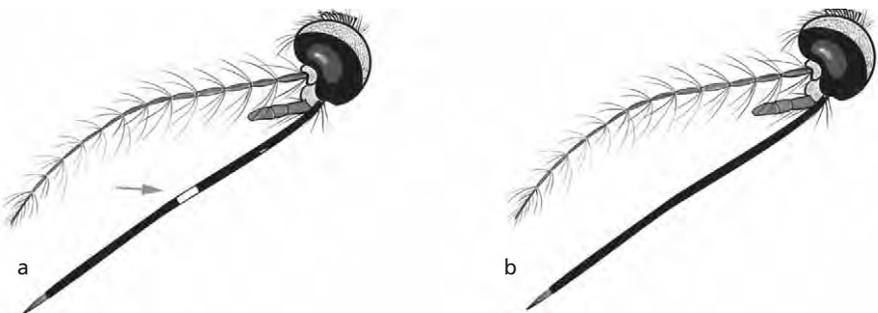
- 9 – Palpes mâles moins longs que le proboscis ;
 soies post-spiraculaires présentes (a) *Ae. dufouri*
 – Palpes mâles au moins aussi longs que le proboscis ;
 soies post-spiraculaires absentes (b) 10



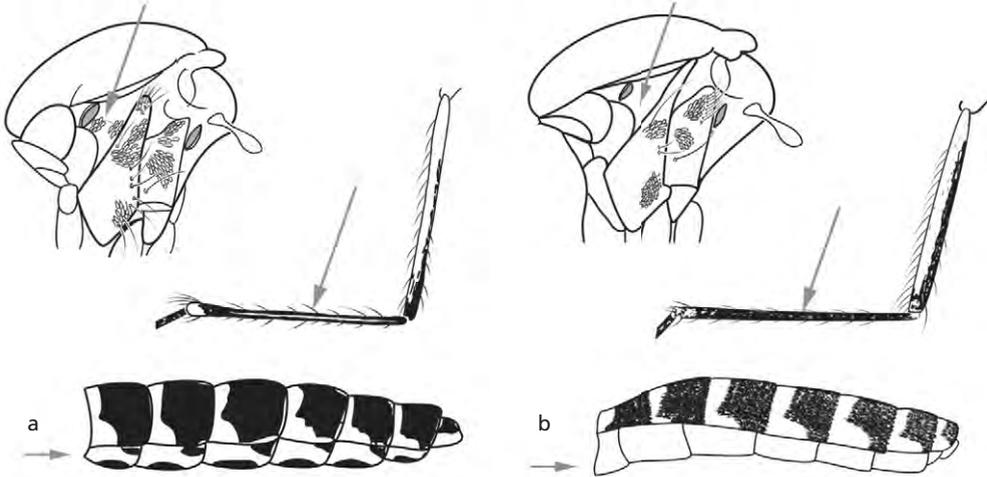
- 10– Tergites avec une bande apicale d’écailles claires (a)..... *Cx. insignis*
 – Tergites avec une bande basale d’écailles claires (b)..... 11



- 11– Proboscis avec en son milieu un large anneau pâle complet (a)
 *Cx. tritaeniorhynchus*
 – Proboscis sans net anneau pâle en son milieu (b) 12

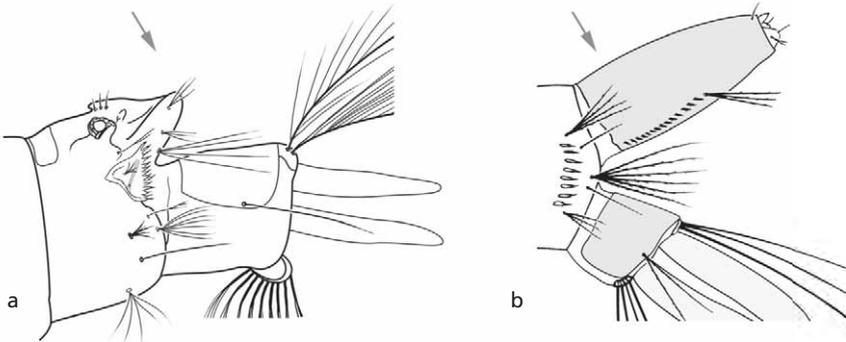


- 12– Sternites couverts d’écailles formant des bandes blanches ou sombres ;
 présence d’écailles sur l’aire postspiraculaire ;
 face interne du tibia de la patte médiane (II) avec une ligne blanche
 longitudinale plus ou moins marquée (a) *Cx. neavei*
- Sternites couverts d’écailles majoritairement blanches ;
 absence d’écailles sur l’aire postspiraculaire ; face interne du tibia
 de la patte médiane (II) sans ligne blanche longitudinale continue (b)
 *Cx. quinquefasciatus*

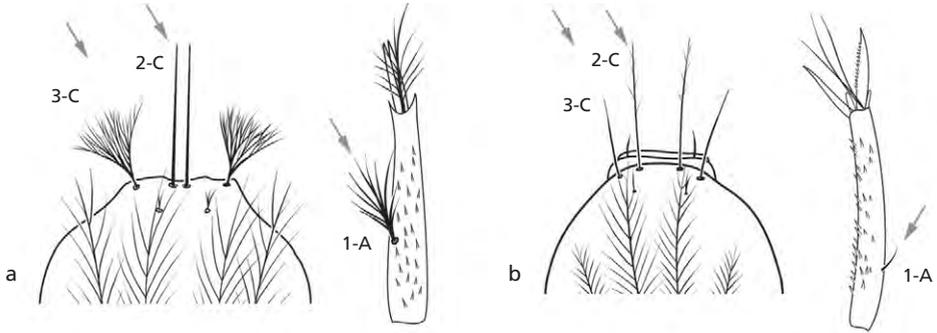


Larves de stade IV

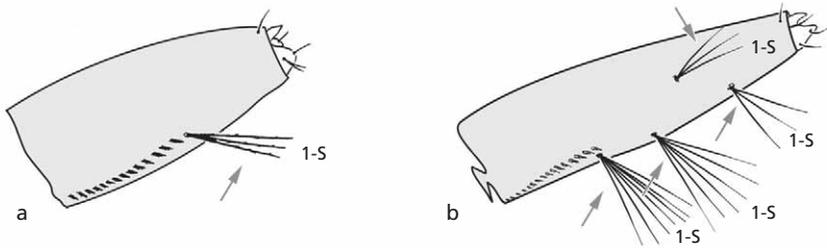
- 1 – Absence de siphon (a) genre *Anopheles* 2
 – Présence d’un siphon (b) 3



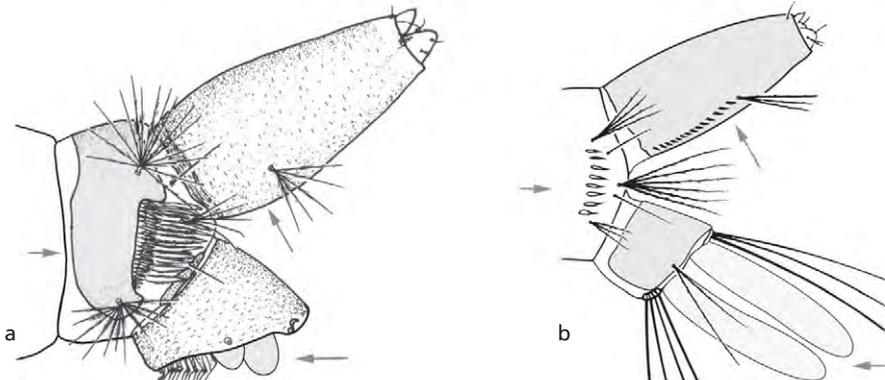
- 2 – Soies clypéales antéro-internes (2-C) rapprochées ;
 soies antéro-externes (3-C) ramifiées en buisson ;
 soie antennaire 1-A à 4-9 brins (a) *An. coustani*
- Soies clypéales antéro-internes (2-C) espacées ; soies antéro-externes (3-C)
 peu ramifiées ; soie antennaire 1-A simple (b) *An. arabiensis*



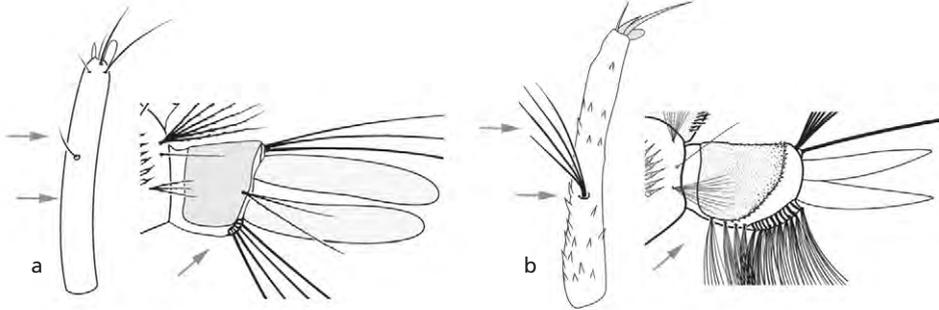
- 3 – Une seule paire de soies 1-S bien visible sur le siphon (a) 4
- Plusieurs paires de soies 1-S sur le siphon, parfois peu visibles (b) 8



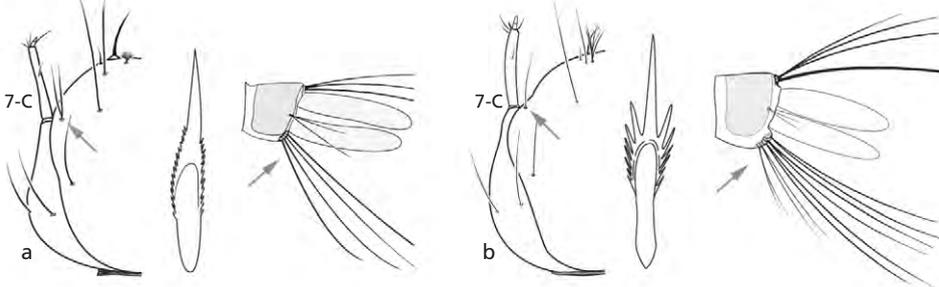
- 4 – Absence de peigne sur le siphon ; présence de plaques abdominales ;
 papilles anales très courtes et arrondies à leur extrémité (a) ... *Or. reunionensis*
- Présence d'un peigne sur le siphon ; absence de plaques abdominales ; papilles
 anales plus longues et lancéolées (b) 5



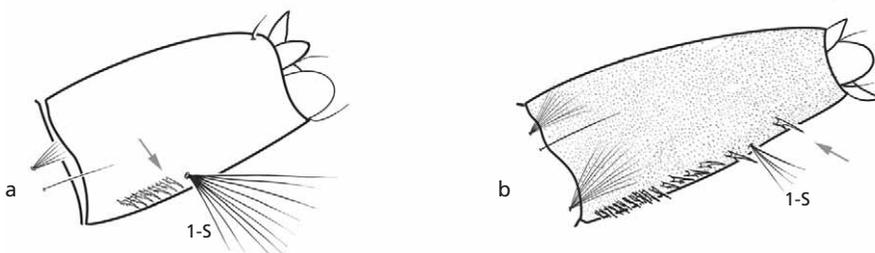
- 5 – Antennes non spiculées ; 1-A à simple brin ;
absence de soies en avant de l'aire barrée (a)..... 6
- Antennes spiculées, même faiblement ; 1-A multibrin ;
présence de soies précatales en avant de l'aire barrée (b)..... 7



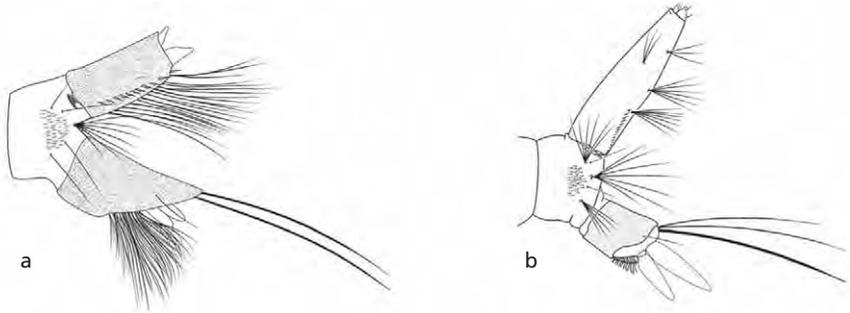
- 6 – Soie céphalique 7-C à 2 brins ; peigne du segment VIII formé de dents spiniformes simples ; soies 4-X à simple brin (a)..... *Ae. albopictus*
- Soie céphalique 7-C à simple brin ; dents du peigne du segment VIII avec de fortes dentifications de chaque côté de la dent principale ;
soies 4-X à doubles brins (b) *Ae. aegypti*



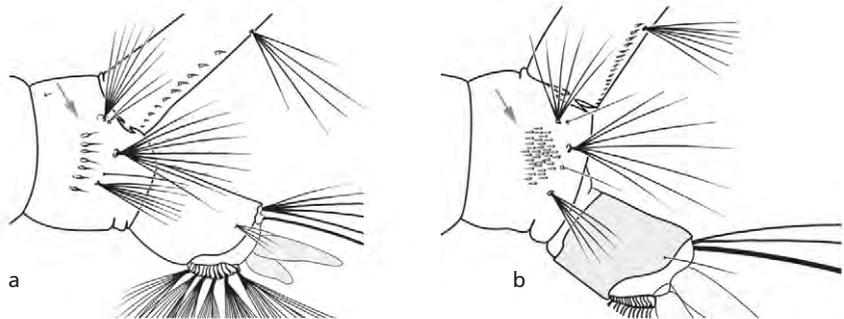
- 7 – Tégument non spiculé et non vésiculé ; dents du peigne du siphon régulièrement espacées et n'atteignant pas l'implantation de la soie 1-S ;
2-X d'au moins 8 brins (environ 13) ; selle non armée (a)..... *Ae. dufouri*
- Tégument spiculé (thorax-abdomen) et vésiculé (tête) ; dent apicale du peigne du siphon nettement écartée des autres et au-dessus de l'implantation de la soie 1-S ;
2-X de moins de 8 brins (environ 6) ; selle armée (b)..... *Ae. fowleri*



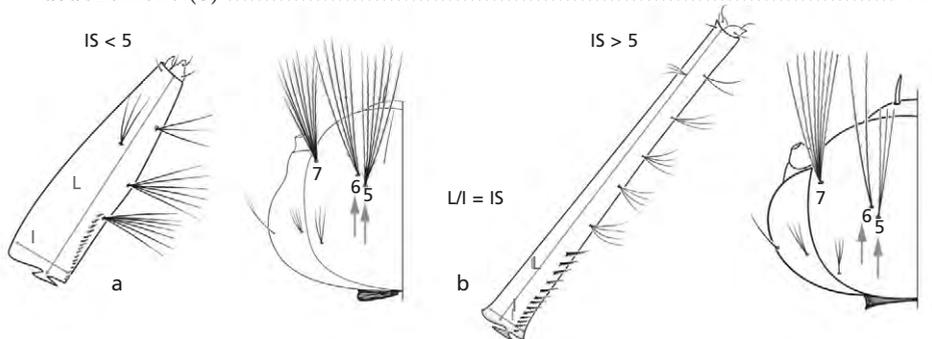
- 8 – Peigne atteignant l'apex du siphon ; selle aussi longue que le siphon (a)
 *Lt. tigripes*
- Peigne atteignant au mieux la moitié du siphon ; selle plus courte que le siphon (b) 9



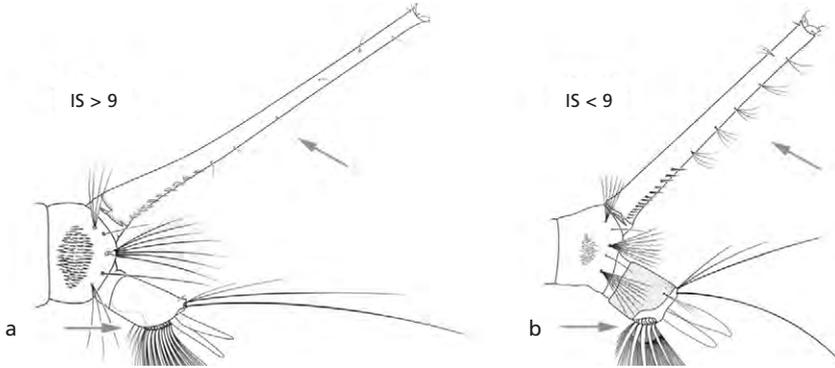
- 9 – Peigne du segment VIII de moins de 10 dents faites d'une épine médiane (a)
 *Cx. poicilipes*
- Peigne du segment VIII avec plus de 10 dents sans épine médiane, ces dents formant des écailles (b)..... 10



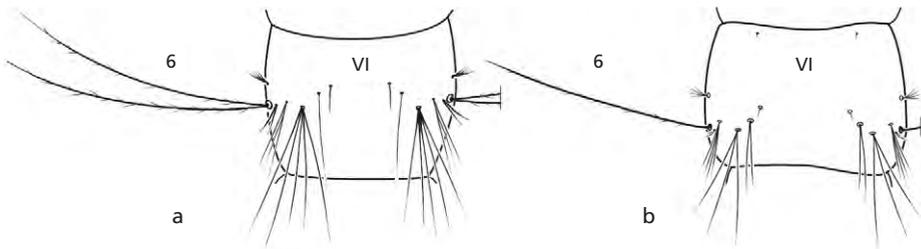
- 10– Indice siphonal (IS) inférieur à 5 ; soies 5-C et 6-C à 5 à 6 brins
 usuellement (a) *Cx. quinquefasciatus*
- Indice siphonal (IS) supérieur à 5 ; soies 5-C et 6-C à 2 à 3 brins
 usuellement (b) 11



- 11– Présence de soies précratales ; indice siphonal supérieur à 9 (a)..... *Cx. insignis*
 – Absence de soies précratales ; indice siphonal inférieur à 9 (b) 12



- 12– Soies 1-S moins longues que le diamètre du siphon au point d'insertion ;
 soie 6-VI usuellement simple, parfois à 2 brins ; soie 1-C fine et courbe (a)
 *Cx. neavei*
 – Soies 1-S plus longues que le diamètre du siphon au point d'insertion ;
 soie 6-VI toujours à 2 brins ; soie 1-C plus épaisse et moins courbée (b)
 *Cx. tritaeniorhynchus*



Bibliographie succincte

BAGNY L., DELATTE H., QUILICI S., FONTENILLE D., 2009 – Progressive decrease in *Aedes aegypti* distribution in Reunion Island since the 1900s. *J. Med. Entomol.*, 46 (6) :1541-1545.

BOUSSÈS P., DEHECQ S., BRENGUES C., FONTENILLE D., 2013 – Inventaire actualisé des moustiques (Diptera : Culicidae) de l'île de La Réunion, océan Indien. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 106 : 113-125.

BOUSSÈS P., LE GOFF G., ROBERT V., 2018 – Inventaire des moustiques (Diptera : Culicidae) des îles du sud-ouest de l'océan Indien, Madagascar excepté – Une revue critique. *Annales de la Société entomologique de France*, vol. 54 : 2.

BRUNHES J., HERVY J.-P., 1995 – *Insectes Diptères : Culicidae, Culicinae, genre Orthopodomyia de la sous-région malgache et de la région tropicale. Faune de Madagascar*, n° 85, MNHN/Orstom, 120 p.

DELATTE H., PAUPY C., DEHECQ J. S., THIRIA J., FAILLOUX A. B., FONTENILLE D., 2008 – *Aedes albopictus*, vecteur des virus du Chikungunya et de la dengue à La Réunion : biologie et contrôle. *Parasite*, 15 (1) : 3-13.

GIROD R., 2001 – *La lutte contre la réintroduction du paludisme à La Réunion : étude entoméoépidémiologique des facteurs de risque de reprise de la transmission autochtone : apport des systèmes d'information géographique*. Université de La Réunion, thèse PhD.

HAMON J., 1953– Une nouvelle espèce d'*Aedes* de l'île de La Réunion. *Naturaliste malgache*, 5 : 35-41.

HAMON J., 1956 – *Les moustiques de l'île de La Réunion : répartition, biologie, rôle pathogène*. Orstom, Entomologie Médicale et Vétérinaire, Rapport du 15 avril 1956 n° 277, 24 p.

JULVEZ J., MOUCHET J., RAGAVOODOO C., 1990 – Épidémiologie historique du paludisme dans l'archipel des Mascareignes (océan Indien). *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 70 : 249-261.

Annexes

ANNEXE 1

Quelques exemples représentatifs de gîtes larvaires des moustiques de La Réunion

Les larves d'*Anopheles arabiensis* fréquentent les gîtes temporaires ensoleillés, peu profonds, dénués de végétation tels que fossés (4), ornières (3), empreintes de pas ou de sabot, mares résiduelles, rizières ou gîtes anthropiques.



Deux types de prairies inondées temporaires.



Ornière de chemin ensoleillée avec empreintes de sabot.



4 Fossé longeant une culture de cannes.

Anopheles coustani fréquente des gîtes variés aux eaux courantes ou stagnantes, ombragées ou ensoleillées : marais, étangs, marécages, bords de cours d'eau (8), rizières, fossés inondables (4).

Aedes albopictus colonise de très nombreux gîtes anthropiques ou naturels, préférant les eaux ombragées comprenant des débris végétaux tels que les trous d'arbre, les bambous (6) et les creux de rocher dans les ravines (5). En milieu urbain, dans les lieux publics, les jardins privés, les décharges sauvages, les larves colonisent tout type de contenants disponibles : fûts, bouteilles, canettes, conserves (10), vases, soucoupes de pots de fleurs, pneus usagés (12), bouches d'égout, gouttières, bâches, carcasses de véhicule, jouets abandonnés, etc.



5 Creux de rocher dans une ravine.



6 Bambous sectionnés sur pied.



Creux de rochers en bord de mer.



Bord de rivière.

Aedes aegypti se maintient actuellement dans des gîtes essentiellement composés par les trous de rocher (5), mais il peut se rencontrer dans les mêmes types de gîtes que *Ae. albopictus*.

Aedes fowleri colonise des gîtes non permanents : prairies inondées (2), sols marécageux, fossés herbeux, grandes flaques ensoleillées en association parfois avec *An. arabiensis* ou *Cx. neavei*.

Les gîtes d'*Aedes dufouri* sont majoritairement des creux de rocher en bord de mer remplis d'eau souvent saumâtre, toujours bien ensoleillés et sans végétation (7).

Les gîtes larvaires de *Culex quinquefasciatus* sont surtout liés aux activités humaines et ses larves abondent dans les eaux polluées organiques telles que puisards, fosses

septiques, égouts, évacuation des eaux usées, bassins de rétention, containers artificiels (11), eaux de ruissellement des élevages aviaires, récipients divers... Elles peuplent également des gîtes naturels tels que les creux d'arbre ainsi que les trous de crabe.

Culex neavei pond dans des gîtes semi-permanents ou temporaires tels que l'eau claire des prairies inondées ou les abords de rivière (8).

Culex tritaeniorhynchus se développe dans des gîtes temporaires ou permanents toujours ensoleillés aux eaux douces à



Eau stagnante fortement ombragée.

légèrement saumâtres, bien pourvus en végétation tels que les rizières, les prairies inondées (1), les canaux d'irrigation, les marécages peu profonds et les marais côtiers, mais ses larves se rencontrent aussi dans les trous de rocher (5), les empreintes d'animaux et les ornières des chemins toujours bien ensoleillés (3).

Tout au contraire, les larves de *Culex insignis* se développent quasi exclusivement dans des eaux fortement ombragées riches en débris végétaux (9).

Les larves prédatrices de *Lutzia tigripes* se rencontrent dans de nombreux gîtes naturels ou artificiels où se développent leurs proies (12), à l'exclusion des très petites collections d'eau et des gîtes d'eau saumâtre ou salée.

Orthopodomyia reunionensis privilégie les trous d'arbre et les bambous où ses larves recherchent une eau riche en tanins et en matières organiques (6). Il n'est pas rare de les retrouver en compagnie de larves d'*Ae. albopictus* dans ce type de gîte.



Gîtes anthropiques dans des décharges sauvages (canettes, bouteilles, électroménager...).



Pneus usagés en plein air où s'accumule l'eau de pluie.

ANNEXE 2

Principaux arbovirus à risque de santé publique pour La Réunion

Arbovirus signifie *arthropod-borne virus* : virus transmis/porté par un arthropode. Les arthropodes vecteurs peuvent être des moustiques, des phlébotomes, des culicoïdes ou des tiques.

Le nombre d'arbovirus actuellement répertoriés dans le monde atteint six cents. Une centaine d'entre eux sont potentiellement pathogènes pour l'Homme. Ils se répartissent essentiellement entre cinq familles : Bunyaviridae, Flaviviridae, Reoviridae, Rhabdoviridae et Togaviridae (*Alphavirus*).

Dans ce document, nous n'abordons que les arbovirus transmis par les moustiques. Après le repas de sang du moustique sur un vertébré porteur du virus, le virus se multiplie en 3 à 10 jours, selon la température, le vecteur et le virus, dans le corps du moustique jusqu'à gagner les glandes salivaires, puis il est transmis lors d'une nouvelle piqûre à un nouveau vertébré, éventuellement l'Homme.

BBKV – virus Babanki (Togaviridae : Alphavirus), Afrique

Cet *Alphavirus* a été isolé pour la première fois en 1969 au Cameroun dans la forêt de Babanki sur l'espèce *Mansonia africana*. Il a depuis été isolé de nombreuses autres espèces des genres *Aedes*, *Culex*, *Eretmapodites* et *Lutzia*. Il est répandu dans la région afrotropicale, y compris à Madagascar. Il a été détecté chez des rongeurs ainsi que chez des chauves-souris, mais c'est avant tout un virus affectant les oiseaux et qui peut infecter l'Homme. Il provoque alors chez ce dernier fièvre, arthralgie, douleurs articulaires et éruption cutanée. Le virus Babanki est très proche du virus Sindbis. À La Réunion, le BBKV pourrait être transmis par *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. neavei* et *Lt. tigripes*.

CHIKV – virus Chikungunya (Togaviridae : Alphavirus), ubiquiste

Isolé de Tanzanie en 1952 le virus Chikungunya circulait originellement dans les forêts d'Afrique entre primates et moustiques Aedini. Les moustiques vecteurs transmettant le virus à l'Homme sont, entre autres, *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* et *Ae. africanus*. Ce virus a vu son aire d'endémicité s'étendre récemment à tous les continents ainsi qu'à l'océan Indien et aux Caraïbes. La fièvre à virus Chikungunya est une maladie généralement bénigne qui s'exprime dans sa forme usuelle par une fièvre brutale, élevée, durant environ trois jours, suivie d'un érythème, de courbatures très douloureuses et d'arthralgies pouvant persister pendant plusieurs mois. La guérison est la règle malgré une convalescence marquée par une asthénie importante et des arthralgies

pouvant persister quelques semaines à quelques mois. L'épidémie de fièvre à virus Chikungunya de 2005-2006 a touché 38,4 % de la population de l'île avec un total de 231 600 malades et de 258 décès, le plus souvent rapportés chez des personnes âgées (âge médian 79 ans), liés directement ou indirectement au virus.

Le moustique vecteur fut *Aedes albopictus*. Ce *Stegomyia* est un excellent vecteur du virus Chikungunya.

DENV – virus de la dengue (Flaviviridae : Flavivirus), ubiquiste

Le virus de la dengue comprend cinq sérotypes différents (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4 et DENV-5,, qui n'est pas pathogène pour l'Homme dans l'état actuel des connaissances), tous transmis par les moustiques *Aedes*. Chaque sérotype déclenche une réponse immunitaire spécifique (pas d'immunité croisée), l'immunité étant acquise à vie après l'infection. La dengue affecte annuellement 50 à 100 millions de personnes selon l'OMS. Elle sévit dans toutes les régions tropicales et subtropicales, et plusieurs épidémies ont traversé le sud-ouest de l'océan Indien. La dengue est une maladie généralement bénigne se traduisant par des symptômes de type grippal, se résolvant sans séquelles ou demeurant asymptomatique dans 40 à 75 % des cas. Une forme grave dénommée dengue hémorragique sévit en Asie et en Amérique latine, mais n'est pas encore parvenue à La Réunion. La forme hémorragique touche chaque année 500 000 personnes, avec 2,5 % de décès, essentiellement des enfants. Les symptômes de la dengue sont : fièvre, céphalée intense, douleur rétro-orbitaire musculaire et articulaire, adénopathie et éruption cutanée. Dans la forme hémorragique se rajoutent des douleurs abdominales, des vomissements persistants, des saignements et des difficultés à respirer. Il n'existe actuellement aucun vaccin opérationnel (OMS, 2015). Cet arbovirus est transmis par les moustiques *Aedini* et 11 des 15 espèces vectrices relèvent du sous-genre *Stegomyia*, dont *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*, espèces présentes dans la plupart des îles du sud-ouest de l'océan Indien. La Réunion est sous la menace constante d'une épidémie de dengue, comme le montre celle qui sévit depuis 2018 avec 18 000 cas de dengue signalés entre le 1^{er} janvier et le 20 octobre 2019. Au cours du premier semestre 2020, plus de 16 000 cas autochtones ont été rapportés, avec 618 hospitalisations, 1 600 passages dans les services d'urgence et 19 décès, dont 9 directement liés à la dengue. Le sérotype majoritaire circulant est DENV-2 avec une circulation moindre de DENV-1 et DENV-3. Cette recrudescence a entraîné de la part des autorités la publication d'arrêtés préfectoraux avec le déclenchement du niveau 4 du plan Orsec.

RVFV – virus de la fièvre de la vallée du Rift (Bunyaviridae : Phlebovirus), Afrique

Ce *Phlebovirus* a été isolé pour la première fois en 1930 chez des agneaux malades d'une ferme de la vallée du Rift au Kenya. Il infecte le bétail ruminant (ovins, caprins, bovins), induisant une forte mortalité des animaux, en particulier des nouveau-nés,

ainsi que des avortements. L'Homme n'est infecté qu'occasionnellement et la maladie n'entraîne des complications que dans 1 à 2 % des cas, avec des signes cliniques hépatiques, encéphaliques et hémorragiques pouvant déboucher sur le décès. Il est présent en région afrotropicale dont Madagascar et Mayotte. La transmission à l'Homme se fait directement au contact de l'animal infecté (90 % des cas) et plus rarement par la piqûre d'un moustique (10 % des cas). Une trentaine d'espèces relevant de neuf genres dont *Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettidia*, *Culex*, *Eretmapodites* et *Mansonia* ont été retrouvées infectées par ce virus, soit au laboratoire, soit en milieu naturel. La transmission du virus de la femelle à sa descendance (transmission verticale) a été démontrée chez des *Aedes*.

À La Réunion, le RVFV pourrait être transmis par *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. neavei*, *Cx. tritaeniorhynchus*, *Ae. fowleri*, *An. arabiensis* et *An. coustani*.

JEV – virus de l'encéphalite japonaise (Flaviviridae : Flavivirus), Asie

Cette arbovirose a tout d'abord été décrite au Japon en 1871. Le virus responsable de la maladie est transmis par les moustiques du genre *Culex*. Elle est actuellement présente dans toute l'Asie du Sud et de l'Est, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, et dans l'extrême partie nord de l'Australie (Queensland), où elle provoque plusieurs dizaines de milliers de cas chaque année. Le virus infecte de nombreuses espèces d'oiseaux (sauvages ou domestiques) et certains mammifères (dont l'Homme). Le réservoir de virus le plus important est le porc domestique.

La période d'incubation est de 5 à 15 jours. Les premiers signes cliniques sont des frissons, des céphalées fébriles et des malaises suivis par une rigidité de la nuque, une cachexie, une hémiparésie, des convulsions, une forte fièvre et des syndromes méningés. Environ 25 % des cas cliniques graves ont une issue mortelle et 30 à 50 % de ceux qui survivent gardent des séquelles neurologiques ou psychiatriques définitives.

À La Réunion, le JEV pourrait être transmis principalement par *Cx. tritaeniorhynchus*, *Cx. neavei* et *Cx. quinquefasciatus*.

ONNV – virus O'Nyong-Nyong (Togaviridae : Alphavirus), Afrique

Cet *Alphavirus* a été observé pour la première fois en Ouganda en 1959, transmis par *Anopheles funestus* et *An. gambiae* sl. Il a la particularité d'avoir comme vecteurs des espèces du genre *Anopheles*. Le réservoir naturel animal de ONNV reste inconnu. Il fut responsable d'une pandémie importante en Afrique de l'Est (Ouganda, Tanzanie, Kenya, Malawi) qui toucha 2 à 5 millions de personnes durant la période 1959-1962. Il est proche du virus Chikungunya, avec les mêmes effets cliniques sur l'Homme. Les signes cliniques sont un syndrome aigu fébrile avec une arthralgie sévère des bras et jambes caractéristique de l'infection, suivis d'une éruption cutanée maculopapuleuse et d'une conjonctivite, associée parfois à un énanthème buccal ou à des saignements du nez ou des gencives. À La Réunion, le ONNV pourrait être transmis par *An. arabiensis* et *An. coustani*.

SINV – virus Sindbis (Togaviridae : Alphavirus), ubiquiste

Il a été isolé pour la première fois en 1952 de *Culex pipiens* et de *Culex univittatus* collectés à Sindbis, village alors au nord du Caire, en Égypte. Ce virus est largement distribué en Afrique, Eurasie, Océanie et Australie. Les oiseaux sont ses hôtes réservoirs principaux. Ses vecteurs sont des moustiques des genres *Culex*, *Anopheles* et *Aedes*. Il est proche du virus Babanki. Des six génotypes connus, seul le génotype SINV-I a été associé à une infection chez l'Homme. Il provoque des fièvres, des douleurs musculaires et articulaires, des exanthèmes pouvant perdurer plusieurs années.

USUV – virus Usutu (Flaviviridae : Flavivirus), Afrique - Europe

Cet arbovirus africain a été isolé pour la première fois en 1959, en Afrique du Sud, de *Culex neavei* capturé aux abords de la rivière Usutu qui lui a donné son nom. Il est proche du virus West Nile et du virus de l'encéphalite japonaise. Son réservoir principal est constitué par les oiseaux des milieux aquatiques ainsi que par les volailles. Il s'est implanté à partir des années 2000 dans l'avifaune européenne *via* des oiseaux migrateurs africains, y provoquant une forte mortalité aviaire. Le virus USUV est essentiellement transmis par des moustiques ornithophiles, mais il est également transmis par les moustiques aux chevaux, aux rongeurs, à des chauves-souris ainsi qu'à l'Homme. L'infection USUV chez l'Homme est le plus souvent asymptomatique ou n'entraîne que de légers signes cliniques tels que fièvre et éruption cutanée. Néanmoins, quelques cas de complications neurologiques telles qu'encéphalite ou méningo-encéphalite ont été rapportés.

À La Réunion, le USUV pourrait être transmis par *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. neavei* et *Cx. tritaeniorhynchus*.

WSLV – virus Wesselsbron (Flaviviridae : Flavivirus), Afrique

Cet arbovirus pathogène pour les animaux a été isolé d'un agneau mort en Afrique du Sud près de Wesselsbron en 1955, suite à une épidémie dans un élevage. Un large éventail de mammifères domestiques a été trouvé infecté : chameaux, bovins, porcs, ânes et chevaux. Ce virus est membre du groupe du virus de la fièvre jaune. Par sa pathogénicité, il se rapproche du Rift Valley fever virus. WSLV est largement répandu sur le continent africain. La transmission à l'Homme résulte d'une piqûre par le moustique ou du contact avec la carcasse d'un animal infecté. Les principaux moustiques vecteurs sont du genre *Aedes*, mais il a également été détecté chez des *Anopheles*, *Culex* et *Mansonia*. La durée d'incubation chez l'Homme est estimée à 2 à 4 jours. La plupart des infections semblent bénignes. Les cas cliniques se caractérisent par des symptômes aigus évoquant la grippe : fièvre, maux de tête, arthralgies et myalgies. Si la fièvre disparaît généralement après 2-3 jours, les douleurs musculaires persistent bien plus longtemps. Des signes neurologiques ont été signalés chez un cas et une déficience visuelle a été rapportée dans un autre cas.

À La Réunion, le WSLV pourrait être transmis par *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. neavei*, *Cx. tritaeniorhynchus*, *An. arabiensis*, *An. coustani*, *Ae. albopictus*.

WNV – virus du Nil occidental (West Nile virus)
(Flaviviridae : Flavivirus), ubiquiste

Le virus a été initialement isolé en 1937 en Ouganda chez une femme présentant une forte fièvre. Depuis, le WNV a été identifié sur tous les continents. Il est endémique dans le pourtour méditerranéen, en Europe centrale et en Amérique du Nord (depuis les années 2000) où il est responsable de nombreux cas humains mortels. Le WNV est la cause de l'une des plus importantes zoonoses affectant les oiseaux sauvages et domestiques, les chevaux et les Hommes. Les moustiques vecteurs dominants sont du genre *Culex*, mais le virus a été isolé de nombreuses espèces de différents genres. Chez l'Homme et le cheval, le WNV provoque un large éventail de symptômes (de l'éruption fébrile à l'encéphalite mortelle) et est essentiellement une maladie neuro-invasive. La pathogénicité du WNV chez les oiseaux diffère selon la souche virale et les espèces aviaires touchées. À La Réunion, le WNV pourrait être transmis par *Cx. quinquefasciatus*.

YFV – virus de la fièvre jaune (Flaviviridae : Flavivirus),
Afrique - Amérique du Sud

Cet arbovirus a son origine en Afrique, où il circule chez les singes en forêt. Il est présent en Afrique et en Amérique intertropicale. Il est absent des îles du sud-ouest de l'océan Indien, et il n'a jamais touché l'Asie. Des épidémies urbaines surviennent régulièrement en Afrique. Il est à l'origine de fièvres hémorragiques graves, son taux de mortalité est élevé. Il existe un excellent vaccin contre la fièvre jaune. En Afrique, le vecteur responsable d'épidémies chez l'Homme est *Ae. aegypti*. En Amérique du Sud, ce sont principalement des moustiques du genre *Haemagogus*. À La Réunion, le YFV pourrait être transmis par *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*.

ZIKV – virus Zika (Flaviviridae : Flavivirus), ubiquiste

Cet arbovirus africain a été isolé la première fois en 1947 d'un singe macaque de la forêt Zika en Ouganda, puis du moustique *Aedes africanus* dans ce même lieu. En Afrique, outre les primates, d'autres mammifères seraient des réservoirs potentiels (buffle, éléphant, hippopotame, lion, gnou, zèbre...). *Aedes aegypti* est le principal vecteur de ce virus. *Aedes albopictus* a été démontré vecteur en Afrique centrale. La transmission de ce virus peut également se faire par voie sexuelle ou périnatale de la mère au fœtus ou par transfusion sanguine. Le virus Zika a provoqué des épidémies en Afrique, en Asie, en Océanie et en Amérique latine. Les symptômes induits sur l'Homme évoquent la dengue : fièvre, céphalée, éruption cutanée, fatigue, douleurs musculaires et articulaires. Son impact est faible sur la santé, à l'exception des fœtus chez lesquels ce virus est à l'origine de microcéphalie, cause d'un retard mental irréversible. Des syndromes de Guillain-Barré lui ont aussi été imputés. Il n'existe ni traitement spécifique, ni vaccin. À La Réunion, le ZIKV pourrait être transmis par *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*.

ANNEXE 3

Répartition des espèces dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien

Espèce	Total présence																															
	Archipel des Comores			Seychelles granitiques				Îles éparées			Seychelles coralliennes				Mascareignes			Chagos														
	Mayotte	Moheli	Anjouan	Grande Comore	Mahé	Praslin	La Digue	Silhouette	Aride	Europa	Juan de Nova	Grande Glorieuse	Tromelin	Aldabra	Assomption	Farquhar	Cosmoledo	Desroches	D'Arros	Coetivy	Maurice	La Réunion	Rodrigues	Agalega	Saint-Brandon	Chagos Diego Garcia	Chagos Peros Banhos	Chagos Salomon				
<i>Aedes (Aedimorphus) fowleri</i>	X	X	X	X						X			X								X	X								7		
<i>Aedes (Aedimorphus) suzannae</i>	X	X	X	X																										2		
<i>Aedes (Fredwardsius) vittatus</i>	X	X	X	X																										4		
<i>Aedes (Mucidus) tonkingi</i>																						X								1		
<i>Aedes (Neomelaniconion) circumluteolus</i>																							X							1		
<i>Aedes (Ochlerotatus) dufouri</i>										X																				1		
<i>Aedes (Ochlerotatus) fryeri</i>										X	X																			5		
<i>Aedes (Ochlerotatus) vigilax vansomeranae</i>								X	X	X	X																			4		
<i>Aedes (Polypletiomyia) albocephalus</i>								X	X	X	X																			7		
<i>Aedes (Skusea) cartroni</i>								X	X	X	X																			3		
<i>Aedes (Skusea) lambrechtii</i>								X	X	X	X																			4		
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>								X	X	X	X											X	X							14		
<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i>								X	X	X	X											X	X							19		
<i>Aedes (Stegomyia) bromeliae</i>								X	X	X	X																			4		
<i>Aedes (Stegomyia) mascarensis</i>								X	X	X	X											X								1		
<i>Aedes (Stegomyia) pia</i>								X	X	X	X																			1		
<i>Aedes (Stegomyia) vinsoni</i>								X	X	X	X											X								1		
<i>Aedes (Zavortinkius) brunhesi</i>								X	X	X	X																			1		
<i>Aedes (Zavortinkius) monetus</i>								X	X	X	X																			3		
<i>Anopheles (Anopheles) coustani</i>								X	X	X	X																			5		
<i>Anopheles (Cellia) arabiensis</i>								X	X	X	X																			2		
<i>Anopheles (Cellia) comorensis</i>								X	X	X	X																			1		
<i>Anopheles (Cellia) funestus</i>								X	X	X	X																			3		
<i>Anopheles (Cellia) gambiae</i>								X	X	X	X																			5		
MADAGASCAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AFRIQUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stade inconnu	*	N	*	*	N	*	NL	*	*	*	*	L	*	*	*	*	NL	N	*	MNL	FNL	*	*	*	MNL	*	*	*	*	*		

Espèce	Archipel des Comores		Seychelles granitiques					Îles éparées					Seychelles coralliennes					Mascareignes					Chagos			Total présence			
	Mayotte	Mohéli	Anjouan	Grande Comore	Mahé	Praslin	La Digue	Silhouette	Aride	Europa	Juan de Nova	Grande Glorieuse	Tromelin	Aldabra	Assomption	Farquhar	Cosmoledo	D'Arros	Coetivy	Maurice	La Réunion	Rodrigues	Agalega	Saint-Brandon	Chagos Diego Garcia		Chagos Peros Banhos	Chagos Salomon	
<i>Anopheles (Cellia) maculipalpis</i>	X																		X									3	
<i>Anopheles (Cellia) mascarensis</i>	X	X	X																	X								3	
<i>Anopheles (Cellia) merus</i>	X	X	X	X																X								5	
<i>Anopheles (Cellia) pharoensis</i>	X	X	X	X																								1	
<i>Anopheles (Cellia) pretoriensis</i>	X	X	X	X																								4	
<i>Culex (Culex) andersoni</i>	X																											1	
<i>Culex (Culex) antematus</i>	X	X												X														3	
<i>Culex (Culex) carleti</i>	X																											1	
<i>Culex (Culex) comorensis</i>	X	X	X	X																								4	
<i>Culex (Culex) decens</i>	X	X	X	X																								4	
<i>Culex (Culex) fuscocephala</i>					X	X																						2	
<i>Culex (Culex) neavei</i>																					X							1	
<i>Culex (Culex) quinquefasciatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								X	X	X			X	X	X	18	
<i>Culex (Culex) scottii</i>					X	X	X	X																				5	
<i>Culex (Culex) simpsoni</i>		X	X	X	X	X	X	X	X					X	X					X		X						13	
<i>Culex (Culex) sitiens</i>		X	X	X	X									X	X													5	
<i>Culex (Culex) sp A</i>																												1	
<i>Culex (Culex) thalassius</i>																					X							1	
<i>Culex (Culex) tritaenionhynchus</i>					X	X	X	X													X	X						8	
<i>Culex (Culex) univittatus</i>					X																							2	
<i>Culex (Culicomyia) cinereus</i>					X																X							2	
<i>Culex (Culicomyia) nebulosus</i>					X																							1	
<i>Culex (Eumelanomyia) chauveii</i>					X																							1	
<i>Culex (Eumelanomyia) horridus</i>			X																									2	
MADAGASCAR	0	0																										0	
AFRIQUE	0	0																										0	
Stade inconnu	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Espèce	Archipel des Comores		Seychelles granitiques					Îles éparses						Seychelles coralliennes						Mascareignes					Chagos			Total présence
	Mayotte	Moheli	Anjouan	Grande Comore	Mahé	Praslin	La Digue	Silhouette	Aride	Europa	Juan de Nova	Grande Glorieuse	Tromelin	Aldabra	Assomption	Farquhar	Cosmoledo	D'Arros	Coetivy	Maurice	La Réunion	Rodrigues	Agalega	Saint-Brandon	Chagos Diego Garcia	Chagos Peros Banhos	Chagos Salomon	
<i>Culex (Eumelanomyia) insignis</i>					X	X	X													X							2	4
<i>Culex (Eumelanomyia) stellatus</i>			X			X		X																			2	
<i>Culex (Eumelanomyia) sunyaniensis</i>						X																					2	
<i>Culex (Eumelanomyia) wigglesworthi</i>			X			X																					2	
<i>Culex (Oculeomyia) bitaeniorhynchus</i>			X			X														X							1	
<i>Culex (Oculeomyia) poecilipes</i>																											4	
<i>Eretmapodites quinquevittatus</i>			X	X		X																					4	
<i>Eretmapodites subsimplicipes</i>			X	X		X															X						4	
<i>Lutzia (Metaltzia) tigris</i>			X	X		X					X									X							7	
<i>Mansonia (Mansonioides) uniformis</i>					X	X					X																4	
<i>Mimomyia (Ingramia) grjebinei</i>					X	X															X						2	
<i>Orthopodomyia arboricollis</i>						X																					1	
<i>Orthopodomyia comorensis</i>						X																					1	
<i>Orthopodomyia joyoni</i>				X		X																					3	
<i>Orthopodomyia reunionensis</i>																					X						1	
<i>Uranotaenia (Pseudoficalbia) browni</i>																											2	
<i>Uranotaenia (Pseudoficalbia) comorensis</i>				X		X					X																2	
<i>Uranotaenia (Pseudoficalbia) lafosseae</i>						X					X																1	
<i>Uranotaenia (Pseudoficalbia) nepenthes</i>																											3	
<i>Uranotaenia (Pseudoficalbia) pandani</i>																											4	
<i>Uranotaenia (Uranotaenia) alboabdominalis</i>																											1	
<i>Uranotaenia (Uranotaenia) andavakae</i>																											1	
<i>Uranotaenia (Uranotaenia) anopheloides</i>																											1	
<i>Uranotaenia (Uranotaenia) mayottensis</i>		X																									1	
Nombre d'espèces par île	19	23	28	45	15	15	11	10	2	3	7	6	1	8	3	1	1	2	1	18	12	3	1	2	3	2	3	

Glossaire

Acus	Petit sclérite pair présent postéro-latéralement à la base du siphon chez certaines larves de moustiques et où s'accrochent les muscles maintenant le siphon.
Allochtone	Désigne une espèce originellement étrangère à une entité biogéographique et qui y constitue désormais des populations pérennes se reproduisant sans l'aide directe de l'Homme. Il s'agit le plus souvent d'espèces introduites volontairement ou accidentellement par l'Homme. En opposition à autochtone.
Allotype	Paratype de sexe opposé à celui de l'holotype.
Anautogène	Qualifie des femelles de moustiques incapables de pondre sans prendre au préalable un repas de sang nécessaire à la maturation des œufs. Contraire : autogène.
Anthrophile	Qualifie des insectes hématophages qui se nourrissent de préférence de sang humain.
Apical	Qualifie la partie opposée à la base d'un appendice par laquelle ce dernier est inséré (syn. distal, terminal).
Arbovirus	Virus qui sont transmis à l'Homme ou à l'animal par l'intermédiaire d'un arthropode vecteur. Le terme provient de la contraction de l'anglais <i>Arthropod-Borne Virus</i> . Environ 600 arbovirus sont actuellement identifiés, 265 sont transmis par les Culicidae, une centaine sont pathogènes pour l'Homme. La plupart sont des virus à ARN.
Arthropode	Très vaste groupe d'animaux invertébrés, terrestres et aquatiques, à corps segmenté et recouvert d'une cuticule rigide constituée de chitine, comprenant entre autres les myriapodes, les crustacés, les arachnides, les insectes.
Autogène	Qualifie une femelle capable de pondre dès la première fois sans avoir besoin d'un repas de sang. Les pontes suivantes exigent la prise préalable d'un repas de sang.
Basal	Qualifie la partie située à la base d'un appendice, par laquelle ce dernier est inséré.

Chétotaxie	Nomenclature et disposition des soies (parfois dénommées fautivement « poils ») sur l'exosquelette.
Cibarium	Cavité antérieure de la bouche, située entre l'hypopharynx et le clypeus.
Costale	Première des 6 nervures de l'aile du moustique, courant le long de sa marge antérieure et s'étendant de la base de l'aile à l'apex. Synonyme : costa.
Cryptique	Qualifie des espèces qui ne présentent aucune différence morphologique mais qui possèdent entre elles des divergences génétiques et écologiques (elles appartiennent à un complexe d'espèces, comme <i>An. arabiensis</i> et <i>An. gambiae</i>).
Densovirus	Petits virus à ADN simple brin linéaire non enveloppé des genres <i>Ambidensovirus</i> et <i>Brevidensovirus</i> (famille des Parvovirus), pathogènes des stades larvaires de divers ordres d'insectes, dont les moustiques. Leurs caractéristiques en font des agents potentiels pour une utilisation en lutte biologique.
Détritophage	Qui se nourrit de matières organiques plus ou moins décomposées.
Dulcicole (ou dulçaquicole)	Qui vit et se reproduit en eau douce.
Endémique	Qualifie la présence d'une espèce exclusivement dans une région géographique bien délimitée, à l'exclusion de toutes autres.
Endophage	Qualifie un insecte hématophage dont la prise de repas de sang se fait préférentiellement à l'intérieur des habitations.
Endophile	Qualifie les insectes hématophages qui se reposent dans les habitations après la prise d'un repas de sang.
Eurygame	Qualifie un moustique qui exige de grands espaces pour s'accoupler. Ces espèces forment fréquemment des essaims de fécondation. Contraire : sténogame.
Exophile	Qualifie un insecte hématophage dont les lieux de repos, après le repas de sang, sont extérieurs aux habitations.
Gonotrophique	Le cycle gonotrophique (ou trophogonique) désigne la succession des phénomènes physiologiques qui se produisent chez le moustique entre deux repas de sang successifs.
Halophile	Qui apprécie de fortes concentrations en sel dans son milieu de développement.

Holotype	Spécimen unique désigné originellement comme référence d'une espèce parmi une série. Il est le type porte-nom de l'espèce.
Imago (ou stade imaginal)	Désigne chez les arthropodes le dernier stade de développement d'un individu. Le terme imago désigne tant les adultes mâles que femelles.
Indice siphonal	Formule permettant d'estimer la longueur relative du siphon d'une larve. Elle se calcule par le rapport de la longueur du siphon à sa largeur mesurée à sa base. Il se note IS. Plus le nombre obtenu est élevé, plus le siphon est relativement long.
Introgression	En génétique, transfert de gènes entre deux espèces par hybridation. Il y a introduction de caractères héréditaires d'une espèce dans le génome d'une autre espèce. Ce processus aboutit à un individu très proche de l'original d'un point de vue génétique, mais disposant de certaines séquences génétiques émanant de l'autre espèce parente.
Lectotype	Spécimen de la série-type désigné subséquemment comme le type nomenclatural en absence d'holotype lors de la publication d'origine. C'est un syntype désigné comme holotype lorsque aucun holotype n'a été originellement désigné lors de la description <i>princeps</i> .
Néotype	Spécimen désigné comme nouvelle référence suite à la perte ou la destruction des spécimens holotype ou lectotype. Le néotype provient de paratypes ou par défaut d'un spécimen d'une localité la plus proche possible de la localité initiale.
Nullipare	Qualifie une femelle qui n'a jamais pondu. Par dissection des ovaires, une femelle nullipare se reconnaît à la présence de pelotons à l'extrémité de ses trachéoles ovariennes. Contraire : pare.
Ornithophile	Qualifie un insecte hématophage qui prend ses repas de sang sur les oiseaux.
Paludisme	Maladie parasitaire due à des protozoaires du genre <i>Plasmodium</i> dont le cycle infectieux se déroule entre un moustique vecteur du genre <i>Anopheles</i> et l'Homme. Autre terme : malaria.
Paratype	Tout spécimen provenant de la série originelle mentionnée dans la description <i>princeps</i> , à l'exclusion de l'holotype (ou du lectotype) et de l'allotype.
Pecten (ou peigne)	Chez les larves, rangée paire en forme de peigne de spicules sclérifiés, implantés postéro-latéralement sur la partie basale du siphon.

Pédotype	Dans la série-type, spécimen préimaginal de l'espèce (larve, nymphe).
Phytotelme	Collection d'eau de quelques millilitres à plusieurs litres, constituée par les plantes, généralement remplie par les pluies. Les phytotelmes peuvent être temporaires ou durables. Citons les troncs creux, trous d'arbre, aisselles de feuilles engainantes de plantes (Broméliacées, <i>Ravenala</i> , bananier...), urne de <i>Nepenthes</i> ... (du grec <i>phyto</i> , « plante », et <i>telme</i> , « pièce d'eau »).
Piliforme	Qui a la forme de poil. Utilisé ici pour décrire les soies au niveau de l'alula de l'aile.
Post-spiraculaires (soies)	Groupe de soies situées en arrière de l'ouverture du spiracle antérieur du thorax. Elles sont implantées (ou non) sur une zone du côté du thorax dénommée aire post-spiraculaire.
Pré-spiraculaires (soies)	Groupe de soies situées juste avant l'ouverture du spiracle antérieur du thorax, protégeant cette ouverture. Elles sont implantées (ou non) sur une petite zone du côté du thorax dénommée aire pré-spiraculaire. Il ne faut pas confondre ces soies avec les soies postpronotales qui sont implantées en avant de la zone pré-spiraculaire.
Proboscis	Appendice de forme allongée situé à l'avant de la tête du moustique. C'est un organe de succion qui permet au moustique de perforer la peau, d'injecter sa salive et d'aspirer le sang d'un capillaire sanguin. Il est formé de diverses pièces : le labium, très allongé et ayant un rôle de fourreau, engainant le labre, deux mandibules, deux maxillaires et l'hypopharynx (cf. fig. 5.10).
Pulvilli	Petit appendice mou et pair situé entre les griffes des tarsi de certains Culicidae et constituant un système d'adhésion au support.
Ripicole	Qui vit sur le bord des eaux courantes.
Saumâtre	Qualifie une eau légèrement à moyennement salée, avec une teneur en sel comprise entre 1 et 10 g/l, contre 35 g/l en moyenne pour l'eau de mer.
Scutellum	Chez l'adulte, partie dorsale postérieure du thorax qui fait suite au scutum par la suture scutoscutellaire. Sa taille est bien plus réduite que celle du scutum.
Scutum	Chez l'adulte, partie dorsale principale du thorax du moustique. Il constitue la quasi-totalité du thorax en vue dorsale.

Sétiforme	En forme de soie.
Siphon	Tube sclérotisé allongé situé sur la partie dorsale du segment abdominal VIII de la larve, lui permettant de capter l'air atmosphérique pour sa respiration.
Spermathèque	Organe femelle de stockage des spermatozoïdes faisant partie des organes génitaux de la femelle. Il permet aux femelles de contrôler la fécondation de leurs ovocytes par les spermatozoïdes. Selon le genre du moustique, le nombre de spermathèques est de 1 (<i>Anopheles</i> , <i>Uranotaenia</i>), 2 (<i>Coquillettidia</i>), mais le plus souvent 3.
Sténogame	Qualifie des espèces qui peuvent se reproduire dans des espaces réduits. C'est le cas d' <i>Ae. albopictus</i> .
Sternite	Pièce ventrale d'un métamère (segment du corps) au niveau de l'abdomen. Voir Tergite.
Sympatrie	Désigne l'existence simultanée de deux espèces phylogénétiquement proches sur un même biotope géographique, mais ne s'hybridant pas (n'ayant pas de descendance).
Synonyme	En taxonomie, et selon le Code international de nomenclature zoologique, en vertu du principe de priorité, est qualifié de synonyme le nom d'une description d'une espèce déjà décrite antérieurement. Ce nouveau nom est placé en synonymie du premier nom désignant l'espèce et qui demeure le seul valide.
Syntype	Chacun des spécimens de la série-type sur laquelle l'espèce a été établie, si aucun holotype ou lectotype n'a été désigné. Tout spécimen appartenant à une espèce dont la première publication n'a pas explicitement désigné d'holotype (cotype est un terme synonyme).
Tarse	Cinquième et dernier segment distal articulé de la patte des moustiques, faisant suite au tibia. Il se compose de 5 articles articulés dénommés les tarsomères. À la différence des autres segments, le tarse est dépourvu de muscles propres.
Tarsomère	Voir ci-dessus (Tarse). Les tarsomères sont au nombre de 5, la longueur de chacun décroît de la base (tarsomère 1) vers l'apex (tarsomère 5) de la patte, pour la plupart des genres de moustiques.
Taxon	Ensemble d'organismes possédant en commun certains caractères particuliers permettant de les différencier des autres organismes et de les classer dans un groupe isolé. Au pluriel : taxa ou taxons.
Tergite	Pièce dorsale d'un métamère (segment du corps). Voir Sternite.

Topotype	Spécimen originaire de la localité-type de l'espèce, qu'il s'agisse ou non d'un spécimen de la série-type.
Type	Terme utilisé seul, ou en composition, pour dénoter le statut particulier d'un spécimen ou d'un taxon en tant que référence de ce taxon.
Ubiquiste	Qui vit dans des milieux écologiques très différents.
Xérophile	Qualifie un insecte affectionnant les milieux secs.
Zoophile	Qualifie un insecte hématophage qui se nourrit de préférence de sang animal.

Crédit des illustrations

Les figures et photos de cet ouvrage sont l'œuvre de Philippe Bousès, excepté :

- photo 3.1 : Jacques Brunhes
- figures 7.4, 7.6, photos 8.1, 8.9, 8.30, photos gîtes 10 à 12 : Jean-Sébastien Dehecq
- photos 8.4, 8.5, 8.25, 8.27, 8.31, 8.35 à 8.40, 8.43, 8.44, 8.47, 8.48, 8.50, 8.52, 8.53 :
Guillaume Dupuy
- figures 1.2, 5.3, 7.5, 8.1, 8.6, 8.21 : Geoffroy Bernard
- photos 5.1 à 5.3, 8.3, 8.7, 8.10, 8.34 : Patrick Landman
- figure 1.3 : Vincent Robert
- photo 8.6 : Abdoul-Hamid Rutee
- photo 4.1 : Coline Vernandé

Table des matières

PRÉFACE	7	4. SE PROTÉGER DES MOUSTIQUES	
PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE	11	À LA RÉUNION	45
		La surveillance	
		et le contrôle entomologique	46
		<i>Contrôle du paludisme</i>	46
		<i>Contrôle de la dengue</i>	
		<i>et de la fièvre à virus Chikungunya</i>	50
		La protection personnelle	
		antivectorielle	50
		De nouvelles méthodes	
		de lutte antivectorielle	51
		<i>Des alternatives à la lutte classique</i>	51
		<i>La technique de l'insecte stérile (TIS)</i>	52
PARTIE 1		PARTIE 2	
MOUSTIQUES ET MALADIES		IDENTIFICATION	
À LA RÉUNION	13	DES GENRES RÉUNIONNAIS	57
1. LES MOUSTIQUES		5. LES STADES DE DÉVELOPPEMENT	
DANS L'ENVIRONNEMENT		DU MOUSTIQUE	59
DE L'OCÉAN INDIEN	15	Le cycle de vie du moustique	59
Le peuplement des îles coralliennes	16	L'œuf	61
Le peuplement des îles volcaniques	16	La larve	63
Le peuplement des îles granitiques	19	<i>La tête</i>	64
Espèces endémiques et espèces invasives		<i>Le thorax</i>	65
du SOOI	19	<i>L'abdomen</i>	65
2. DÉCOUVERTES DES MOUSTIQUES		La nymphe	67
À L'ÎLE DE LA RÉUNION	21	L'adulte	69
Les traces littéraires	21	<i>La tête</i>	70
Les observations taxonomiques	23	<i>Le thorax</i>	71
3. MALADIES TRANSMISES		<i>L'abdomen</i>	73
PAR LES MOUSTIQUES À LA RÉUNION	27	<i>Les génitalia</i>	74
La filariose de Bancroft	28	6. LES GENRES RÉUNIONNAIS	77
Le paludisme	31	Les débuts de la systématique	
<i>Premières épidémies (1869-1900)</i>	32	culicidienne	77
<i>Hypothèses sur l'origine des épidémies</i>	33	La révolution culicidienne	80
<i>Les facteurs déclencheurs des épidémies</i>	34	Les remaniements taxonomiques	
<i>La période 1900-1945 :</i>		au début du <i>xx</i> ^e siècle	82
<i>une infection endémique</i>	35		
<i>Les campagnes antipaludiques</i>			
<i>(1949-1953)</i>	35		
<i>Le dépistage actif du paludisme</i>			
<i>(1954-1972) : la phase d'éradication</i>	37		
La fièvre à virus Chikungunya	38		
La dengue	40		
Conclusion	44		

7. CARACTÈRES DIAGNOSTIQUES DES GENRES PRÉSENTS À LA RÉUNION	85
Les deux sous-familles Anophelinae et Culicinae	85
<i>Adulte</i>	85
<i>Larve</i>	87
<i>Œuf</i>	90
Genre <i>Anopheles</i> Meigen, 1818	90
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	90
<i>Caractères diagnostiques</i>	90
Sous-genre <i>Anopheles</i> Meigen, 1818	91
<i>Caractères diagnostiques</i>	91
Sous-genre <i>Cellia</i> Theobald, 1902	92
<i>Caractères diagnostiques</i>	92
Genre <i>Aedes</i> Meigen, 1818	93
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	93
<i>Caractères diagnostiques</i>	93
Sous-genre <i>Stegomyia</i> Theobald, 1901	94
<i>Caractères diagnostiques</i>	94
Sous-genre <i>Ochlerotatus</i> Lynch Arribáizaga, 1891	95
<i>Caractères diagnostiques</i>	96
Sous-genre <i>Aedimorphus</i> Theobald, 1903	96
<i>Caractères diagnostiques</i>	97
Genre <i>Culex</i> Linnaeus, 1758	98
<i>Biologie</i>	98
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	98
<i>Caractères diagnostiques</i>	99
Sous-genre <i>Culex</i> Linnaeus, 1758	100
<i>Caractères diagnostiques</i>	100
Sous-genre <i>Eumelanomyia</i> Theobald, 1909	100
<i>Caractères diagnostiques</i>	101
Genre <i>Lutzia</i> Theobald, 1903	101
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	102
<i>Caractères diagnostiques</i>	102
Genre <i>Orthopodomyia</i> Theobald, 1904	103
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	104
<i>Caractères diagnostiques</i>	104

PARTIE 3

DESCRIPTIF DES ESPÈCES ET CLÉS DE DÉTERMINATION

8. DESCRIPTIF DES ESPÈCES PRÉSENTES À LA RÉUNION

<i>Anopheles (Cellia) arabiensis</i> Patton, 1905	109
<i>Positionnement taxonomique</i>	109
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	109
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	111
<i>À La Réunion</i>	112
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	113
<i>Anopheles (Anopheles) coustani</i> Laveran, 1900	113
<i>Positionnement taxonomique</i>	113
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	114
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	116
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	117
<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1895)	117
<i>Positionnement taxonomique</i>	117
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	117
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	121
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	124
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaeus, 1762)	124
<i>Positionnement taxonomique</i>	124
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	125
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	128
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	130
<i>Aedes (Aedimorphus) fowleri</i> (de Charmoy, 1908)	130
<i>Positionnement taxonomique</i>	130
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	130
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	133
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	134
<i>Aedes (Ochlerotatus) dufouri</i> Hamon, 1953	135
<i>Positionnement taxonomique</i>	135
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	136
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	139
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	139

<i>Culex (Culex) quinquefasciatus</i> Say, 1823	140	<i>Orthopodomyia reunionensis</i> Brunhes et Hervy, 1995	168
<i>Positionnement taxonomique</i>	140	<i>Positionnement taxonomique</i>	168
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	141	<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	168
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	144	<i>Biologie, répartition et écologie</i>	171
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	147	<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	171
<i>Culex (Culex) neavei</i> Theobald, 1906	147	9. CLÉS DE DÉTERMINATION	173
<i>Positionnement taxonomique</i>	147	Clés des genres de Culicidae des îles du sud-ouest de l'océan Indien (hors Madagascar)	173
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	147	<i>Adultes</i>	173
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	150	<i>Larves de stade IV</i>	176
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	151	Clés des espèces de l'île de La Réunion	180
<i>Culex (Culex) tritaeniorhynchus</i> Giles, 1901	151	<i>Adultes</i>	180
<i>Positionnement taxonomique</i>	152	<i>Larves de stade IV</i>	184
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	152	BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE	189
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	155	ANNEXES	191
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	156	Annexe 1 Quelques exemples représentatifs de gîtes larvaires des moustiques de La Réunion	191
<i>Culex (Eumelanomyia) insignis</i> (Carter, 1911)	156	Annexe 2 Principaux arbovirus à risque de santé publique pour La Réunion	195
<i>Positionnement taxonomique</i>	156	Annexe 3 Répartition des espèces dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien	200
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	157	GLOSSAIRE	203
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	158		
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	159		
<i>Culex (Oculeomyia) poicilipes</i> (Theobald, 1903)	159		
<i>Positionnement taxonomique</i>	160		
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	160		
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	161		
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	162		
<i>Lutzia (Metalutzia) tigripes</i> (de Grandpré et de Charmoy, 1901) ...	162		
<i>Positionnement taxonomique</i>	163		
<i>Caractères diagnostiques principaux</i> ..	163		
<i>Biologie, répartition et écologie</i>	166		
<i>Aspect nuisant et rôle vecteur</i>	167		

Achevé d'imprimer en août 2021 par Estimprim
25110 Autechaux

Numéro d'impression : 160148
Dépôt légal : Septembre 2021
Imprimé en France



Du fait des nuisances et des épidémies qu'ils génèrent (dengue, fièvre à virus Chikungunya...), les moustiques de l'île de La Réunion sont régulièrement à la une de l'actualité, mais paradoxalement aucun ouvrage ne leur a été consacré jusqu'à présent. C'est désormais chose faite avec ce livre, qui rassemble les connaissances actuelles sur la systématique et la biologie des espèces réunionnaises et de l'ouest de l'océan Indien.

Responsables d'épidémies touchant la population de l'île depuis plusieurs siècles, les peuplements de moustiques sont étroitement liés aux activités humaines, qui bien souvent ont entraîné leur installation sur ces milieux insulaires. Ce livre retrace à la fois les étapes du peuplement de La Réunion par ces insectes vecteurs et l'histoire des principales maladies transmises sur l'île. Il décrit les principaux moyens de protection mis en œuvre au niveau institutionnel et personnel. Des éléments de morphologie et de taxonomie permettent d'identifier les genres présents sur les îles du sud-ouest de l'océan Indien et les espèces de La Réunion. L'ouvrage présente également la taxonomie et la biologie de chacune de ces espèces, ainsi que leur importance médicale. Des cartes de répartition et des clés d'identification illustrées complètent l'information.

Pédagogique et richement illustré, l'ouvrage s'adresse à un large public : acteurs de la santé publique, personnels de santé, habitants de La Réunion ainsi qu'étudiants, scientifiques et techniciens, qui pourront enrichir leurs connaissances sur l'origine, les modes de transmission et la gestion sanitaire des maladies à vecteurs dans l'ouest de l'océan Indien.

Philippe Bousès, ingénieur d'étude à l'Institut de recherche pour le développement (IRD), est entomologiste médical et taxonomiste.

Jean-Sébastien Dehecq, ingénieur sanitaire du ministère de la Santé, est spécialiste de la lutte antivectorielle.

Didier Fontenille, directeur de recherche à l'Institut de recherche pour le développement (IRD), ancien directeur du Centre national d'étude sur les vecteurs (Cnev), est entomologiste médical.

Tous les trois ont travaillé sur les moustiques à l'île de La Réunion.



27 €

ISBN 978-2-7099-2863-2
ISSN 1142-2580



IRD
44, bd de Dunkerque
13572 Marseille cedex 02
editions@ird.fr
www.editions.ird.fr