ENTOMOLOGIE MÉDICALE

Première mention d'*Aedes albopictus*, vecteur d'arbovirus, dans les îles Éparses du canal du Mozambique et actualisation de l'inventaire de la faune culicidienne.

L. Bagny (1, 2), M. Freulon (3) & H. Delatte (1, 2)

(1) CIRAD, UMR53 PVBMT, CIRAD-Université de la Réunion, Pôle de protection des plantes, 7 chemin de l'IRAT, Ligne Paradis, 97410 Saint-Pierre, la Réunion, France.
E-mail : delatte@cirad.fr

(2) UR 016, Institut de recherche pour le développement (IRD), 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, la Réunion, France.

(3) Service de santé des armées, Saint-Denis, la Réunion, France.

Manuscrit n° 3317. "Entomologie médicale". Reçu le 19 août 2008. Accepté le 16 décembre 2008.

Summary: **First record of *Aedes albopictus*, vector of arboviruses in the Eparse Islands of the Mozambique channel and updating of the inventory of Culicidae.**

This is the first description of Ae. albopictus *in Grande Glorieuse and Juan de Nova, which are two isolated French islands of the Mozambique Channel. The recent introduction of this species is underlined by its absence in the inventories realised between 2000 and 2003. The last severe arbovirus epidemic of chikungunya (2005-2006), vectored by* Ae. albopictus*, which occurred in the area of the Indian Ocean emphasized the epidemiological role of this vector. So that, notifying its presence might help to target potential exotic arboviruses that could be introduced into the island. Furthermore this study allowed us to update the* culicidae *inventory, not only with this species, but also with the first observation of* Culex sitiens *in Europa and the confirmation of* Ae. dufouri *on this island. In order to determine the different species at the adult and/or at the larval stage, the authors propose keys of identification for mosquito species of the Eparse islands. All the described species on these islands are allochthonous species and some are being a nuisance. Sanitary recommendations together with biological and mechanical controls are proposed in order to reduce the nuisance and to prevent from any new introduction on these islands.*

Arboviruses
Culicidae
invasion
adaptation
mosquito
vector
Grande Glorieuse
Juan de Nova
Europa
Eparse Islands
Mozambique Channel
Indian Ocean

Résumé :

Aedes albopictus *a été observé pour la première fois dans les îles de Grande-Glorieuse et de Juan-de-Nova, îles Éparses françaises du canal du Mozambique. La présence de cette espèce n'a pas été mentionnée lors des derniers inventaires de la faune culicidienne réalisés entre 2000 et 2003, ce qui met en avant la vulnérabilité de ces milieux insulaires face aux nouvelles espèces invasives et l'intérêt de poursuivre la surveillance dans ces zones. L'inventaire de la faune culicidienne a de plus été enrichi de l'espèce* Culex sitiens *sur l'île d'Europa. Sur cette même île, la présence d'*Ae. dufouri *a été confirmée. Afin de faciliter la détermination des espèces culicidiennes, les auteurs proposent une clé dichotomique pour les larves et adultes. Toutes les espèces décrites sur ces îles étant allochtones, des recommandations sanitaires ainsi qu'une lutte biologique et mécanique ciblée contre les espèces les plus nuisibles sont proposées.*

Arbovirus
Culicidae
invasion
adaptation
moustique
vecteur
Grande Glorieuse
Juan-de-Nova
Europa
îles Éparses
canal du Mozambique
océan Indien

Introduction

Aedes albopictus est un moustique originaire d'Asie et considéré comme invasif depuis les années 1980, du fait de l'augmentation de son aire de répartition dans plus de 28 pays (1). En sus des problèmes écologiques liés à sa dispersion mondiale, les problèmes de santé publique inhérents à ce vecteur sont de plus en plus importants. En effet, *Ae. albopictus* a la capacité de transmettre de nombreux arbovirus, dont la dengue et plus particulièrement le chikungunya. Sa très forte compétence a été démontrée pour ce dernier lors de la dernière épidémie (17) qui a sévi dans l'océan Indien en 2005-2006 (15).

Aedes albopictus est un moustique ayant une grande plasticité écologique caractérisée par une bonne adaptation à de nombreux milieux, tant à l'état adulte que larvaire. Ainsi, il se développe à l'état larvaire dans de nombreux types de récipients, aussi bien artificiels que naturels (10). Cette capacité, couplée à l'intensification des échanges commerciaux mondiaux ces 30 dernières années, a favorisé son invasion passive dans de nombreux pays. Dans la zone du sud-ouest de l'océan Indien (SOOI), la présence d'*Ae. albopictus* avait été rapportée dans l'est de Madagascar de Fort Dauphin à Diego-Suarez (6), aux Seychelles, à l'île Maurice (12) et à la Réunion (9), avant la vague d'expansion mondiale observée ces dernières années. Depuis, de récents échantillonnages font état de la présence

de cette espèce à Mayotte (7), sur tout le littoral malgache, à Rodrigues (4), et dans toute la zone anthropisée de l'île de la Réunion (3). Afin de répertorier son expansion dans le reste des îles du SOOI, nous avons échantillonné les îles Éparses d'Europa, Juan-de-Nova et Grande Glorieuse. Ces trois îles du canal du Mozambique ne sont habitées que par un gendarme qui est le représentant du préfet des îles Éparses sur place et par un détachement militaire d'une quinzaine d'hommes, relevé en moyenne tous les 45 jours par les avions de la base aérienne de Saint-Denis de la Réunion.

De 2001 à 2003, un premier inventaire exhaustif des Culicidés a été réalisé au cours de plusieurs missions : ces îles ont été considérées comme exemptes d'*Ae. albopictus* (8).

Néanmoins plusieurs espèces de Culicidés ont été observées ; sur Europa : *Ae. aegypti, Ae. fowleri, Ae. fryeri, Ae. dufouri*, et *Eretmapodites plioleucus* ; sur Juan-de-Nova : *Ae. aegypti, Ae. fryeri, Culex sitiens, Cx. tritaeniorhynchus* et *Mansonia uniformis* ; et sur Grande Glorieuse : *Anopheles gambiae*, *Ae. aegypti, Cx quinquefasciatus, Cx tigripes* et *Cx tritaeniorhynchus* (8).

Cette étude présente les résultats d'une prospection ciblant essentiellement les gîtes larvaires de Culicidés présents dans les trois îles Éparses Europa, Juan-de-Nova et Grande Glorieuse.

Matériel et méthodes

Présentation des îles

Les trois îlots français du canal du Mozambique inventoriés dans cette étude sont des îles d'origine corallienne : leur superficie est peu importante et leur relief pratiquement inexistant. Les îles d'Europa, de Juan-de-Nova et de Grande Glorieuse sont soumises à un climat de type tropical océanique. L'île Europa est la plus méridionale des îles Éparses. Située par 22°21' de latitude sud et 40°21' de longitude est, elle se trouve à environ 300 km de la côte sud-ouest de Madagascar. Les températures moyennes oscillent entre un minimum de 17 °C en juillet et un maximum de 32 °C en février/mars. La saison des pluies s'étend de novembre à mai. La pluviométrie annuelle moyenne est de 400 mm. C'est un ancien atoll exondé, colmaté par des madrépores. L'île est sablonneuse et basse (10 m au sommet des dunes les plus hautes). Sa superficie est de 30 km². La flore indigène de l'île est l'une des mieux conservées de tous les îlots. Celle-ci se compose d'une forêt sèche d'euphorbes au nord, d'une plaine herbacée au sud et d'une mangrove. Sa faune est aussi la plus diverse avec 13 espèces d'oiseaux dont 2 sous-espèces endémiques, des chèvres sauvages et des tortues de mer. Déjà connue du temps de la Compagnie des Indes, Europa a été colonisée dès 1905 par des exploitants de sisal.

L'archipel des Glorieuses est situé au nord du Canal du Mozambique. Il est constitué par l'île de Grande Glorieuse (située par 11°33' S et 47°17' E) et ses îlots satellites. Les îles Glorieuses émergent à environ 250 km dans le nord-est de Mayotte. La superficie de l'archipel est de 7 km² et son point culminant est à 15 m (île du Lys). Durant l'hiver austral, les précipitations sont inférieures à 80 mm d'eau par mois et les températures varient de 24,5 à 26,5 °C. La saison des pluies dure de novembre à avril. Les précipitations varient alors de 100 à 200 mm par mois et la température moyenne est de 28 °C. Cette île a été colonisée vers 1912 pour l'exploitation d'une cocoteraie : sa faune et sa flore terrestres sont assez pauvres, avec une prédominance de filaos et de cocotiers. La faune se compose principalement d'une colonie de sternes assez importante et des tortues de mer qui viennent y pondre.

L'île de Juan-de-Nova est localisée au milieu du canal du Mozambique par 17°03' de latitude sud et 42°42' de longitude est, soit à environ 150 km de la côte ouest malgache. C'est une île recouverte de sable blanc très fin et entourée par un lagon peu profond. Sa superficie est de 4,5 km², son point culminant est à 12 m. Durant l'hiver austral, les précipitations sont inférieures à 50 mm par mois et la température moyenne est d'environ 25 °C. La saison des pluies dure de décembre à mars. Les précipitations varient alors de 150 à 250 mm par

Tableau I.

Typologie des gîtes larvaires et adultes des espèces culicidiennes capturées sur homme sur les 3 îles Éparses.
Larval breeding sites characteristics for the 3 Eparses islands and adult species captured on Human.

type de gîte	volume*	profondeur (cm)	matière organique	qualité de l'eau	présence de larves	présence de nymphes	espèces	pH	conductivité (µS/cm)	salinité (g/kg)**	adultes capturés sur homme
Europa 20-21/03/08											
chemin inondé (photos 2 A & B)	indéfini	3-5	moyenne	claire	oui	oui	*Cx. sitiens* *Ae. dufouri*	8,1	57200	37,73	*Ae. fryeri*
feuille de tôle	900 ml	5	faible	claire	oui	oui	*Ae. aegypti*	7,6	580	0,38	
pneu	7,5 l	7	faible	claire	oui	non	*Ae. aegypti*				
bidon (avec déchets en fer)	3,5 l	3,5	moyenne	teintée	oui	oui	*Ae. aegypti*	7,6	910	0,60	
fût plastique (photo 2 C)	250 ml	1	faible	claire	oui	oui	*Ae. aegypti*	7,9	720	0,47	
Grande Glorieuse 7-8/04/08											
bac de récupération de carburant (fer - photo 2 D)	80 l	4	forte (carburant)	teintée	oui	oui	*Cx. tigripes* *Cx. quinquefasciatus*	7,8	3800	2,51	*Ae. aegypt* *Ae. albopictus*
bac de récupération de carburant	240 l	4	forte (carburant)	teintée	oui	oui	*Cx. tigripes*	7,8	3800	2,51	*Cx. quinquefasciatus*
bac de récupération de carburant	2100 l	35	forte (carburant)	teintée	oui	oui	*Cx. tigripes* *Cx. quinquefasciatus*	7,8	3800	2,51	
citerne (fer)	indéfini	0,2	faible	claire	oui	oui	*Cx. quinquefasciatus*	7,9	7500	4,95	
fût plastique (photo 2 F)	4,1 l	4	moyenne	claire	oui	oui	*Ae. aegypti* *Ae. albopictus* *Cx. quinquefasciatus*	7,6	510	0,34	
fût plastique	8,2 l	8	moyenne	teintée	oui	non	*Ae. aegypti* *Cx. quinquefasciatus*	7,8	570	0,38	
bouteille coupée (plastique)	1 l	5	moyenne	teintée	oui	oui	*Ae. aegypti* *Cx. quinquefasciatus*	7,7	700	0,46	
puit eau douce ensablé			faible	claire	oui	non	*Ae. aegypti*	8,4	410	0,27	
bac prélèvement eau de pluie plastique (photo 2 E)	31 l	20	faible	claire	oui	oui	*Ae. aegypti* *Ae. albopictus* *Cx. quinquefasciatus*	7,6	510	0,34	
Juan-de-Nova 30-31/05/08											
boîte de conserve (fer)	40 ml	1	forte (rouille)	teintée	oui	non	*Ae. aegypti*	7	2100	1,39	*Ae. fryeri* *Cx. sitiens*
bac avec déchets (résine)	1400 l	40	forte (rouille)	teintée	oui	non	*Ae. aegypti*	6	3540	2,34	
flaque d'eau autour du puits eau saumâtre	indéfini	1	moyenne	claire	oui	non	*Ae. albopictus*	7,1	5900	3,89	
mare d'eau saumâtre ombragée (photos 2 G & H)	indéfini	50	moyenne	claire	oui	oui	*Cx. tritaeniorhynchus* *Cx. sitiens*	7,3	33200	21,90	
cale de bateau dans la végétation (photo 2 I)	450 l	10	forte (rouille)	teintée	oui	oui	*Ae. fryeri*	8,2	25400	16,75	

*** Pour les récipients dépassant 2 l, une approximation des volumes a été donnée lorsque possible, grâce aux mesures de hauteur, largeur et profondeur.**
**** La salinité a été calculée à partir de la valeur de la salinité de l'océan d'une valeur de 35 g/kg et de conductivité de 53060 µS.**

mois et la température moyenne est de 28 °C. Comme pour Grande Glorieuse, l'écosystème terrestre de cette île a été modifié par l'intervention de l'homme (introduction de filaos, de cocotiers) depuis sa colonisation et l'exploitation de son milieu vers 1900. La flore y est relativement pauvre, par contre la faune, notamment aviaire, est assez riche.

Prélèvements de moustiques larvaires et adultes

Trois missions ont été effectuées à l'occasion des relèves du personnel militaire en poste sur les îles.
L'île d'Europa a été visitée les 20 et 21 mars 2008, l'île de Grande Glorieuse les 7 et 8 avril 2008 ; l'île de Juan-de-Nova les 30 et 31 mai 2008. Les missions étaient d'une durée moyenne de 48 heures.
À Europa, en raison de la taille de l'île et du temps passé, seule la partie ouest de l'île a pu être inspectée. À Grande Glorieuse et Juan-de-Nova, la quasi-totalité des gîtes potentiels en eau a pu être examinés, nous permettant d'avoir un aperçu à cette saison de la diversité de la faune culicidienne. Néanmoins, les missions ont été réalisées en fin de saison des pluies et peu de gîtes naturels étaient en eau.
Le temps passé sur les îles a été partagé entre la prospection des gîtes larvaires et les captures de moustiques adultes (sur homme en journée et en soirée). Les récoltes et les captures ont été réalisées dans les différents biotopes naturels ainsi qu'autour des lieux de vie des personnels en poste sur les îles (camps militaires et stations météorologiques). L'identification des larves et adultes de moustiques retrouvés a été réalisée grâce aux clés dichotomiques de déterminations des genres et espèces de la région (figures 1 & 2) (5, 11, 16).

Mesures liées à la typologie larvaire

Tous les gîtes inspectés présentant des larves de Culicidés ont été pointés par GPS (Garmin, Etrex©). Les profondeur, largeur et volume des différents gîtes larvaires ont été mesurés. La présence de matière organique et la qualité de l'eau ont été évaluées selon des critères qualitatifs visuels.
Nous avons évalué la conductivité à l'aide d'un conductimètre/pHmètre (Hanna instrument, Pays-Bas) pour chacune des eaux prélevées et estimé la salinité. La conductivité et la salinité d'une solution sont des mesures liées et fortement dépendantes de leur composition en ions chargés positivement. Il est de ce fait difficile de donner une mesure exacte de la salinité si la solution testée est chargée en cations autres que Na^+. Nous avons néanmoins essayé de donner une certaine équivalence de salinité en ne considérant que la présence d'ions Na^+ et Cl^- en solution. Ainsi, en se référant à la salinité de l'océan de 35 g/kg et de conductivité 53 060 µs (à 25 °C), nous avons pu approximer la salinité des eaux analysées (tableau 1).

Résultats

Afin de faciliter les déterminations de ces espèces culicidiennes sur les 3 îles, des clés dichotomiques simplifiées des genres et espèces sont proposées pour les adultes et

Photos 1.

Gîtes larvaires présents sur les 3 îles Éparses : de A à C, Europa, de D à F, Grande Glorieuse, de G à I, Juan-de-Nova.
Larval breeding sites on the three Eparse islands: from: A to C, in Europa, from D to F Grande Glorieuse, and G to I for Juan de Nova.

Figure 1.

Clés dichotomiques de différentiation des adultes de Culicidés présents sur les îles Éparses françaises.
Keys of identification for mosquito species on the Eparse islands for the adult stages.

Clé des genres

1- Sternites et tergites abdominaux dépourvus d'écailles, scutellum arrondi, palpe aussi long que la trompe chez la femelle, palpe renflé à l'apex et aussi long que la trompe chez le mâle, ailes généralement tachetées . . . . . ***Anopheles gambiae* s. 1**
Sternites et tergites abdominaux avec des écailles, scutellum généralement trilobé, palpes des femelles généralement plus courts que la trompe, palpes des mâles de taille variable et jamais renflés **2**
2- Présence de soies postspiraculaires, pattes antérieures avec des griffes simples ou dentelées **3**
Absence de soies postspiraculaires, pattes avec des griffes simples, extrémité de la femelle obtuse, pulivilli présent . . . . . ***Culex***
3- Paratergites étroits et ornés d'écailles, extrémité abdominale de la femelle pointue, griffes des tarses des pattes I et II généralement dentelées, absence de pulivilli . . . . . ***Aedes***
Paratergites sans écaille **4**
4- Paratergites larges, mésoposnotum avec un petit groupe de soies, thorax globuleux en partie ou totalement jaune . . . . . ***Eretmapodites plioleucus***
Présence d'écailles noirâtres et jaunâtres sur les ailes asymétriques, griffes des tarses des femelles simples, moustique marron et trapu . . . . . ***Mansonia uniformis***

Clé des espèces d'*Aedes*

1- Espèces noires, ornées de larges écailles qui, regroupées, forment des anneaux et des taches d'un blanc brillant **2**
Espèce marron plus ou moins foncé, scutellum orné de quelques écailles longues et ternes, un anneau pâle à la base de chaque segment tarsal de la patte postérieure, µ écailles claires éparses sur tous les tibias et fémurs, palpe du mâle très velu à l'apex . . . . . ***Ae.* (ss genre *Aedimorphus*) *fowleri***
2- Chez les mâles, les claspettes sont présentes et ressemblent à une protubérance en forme de doigt qui porte un appendice en forme de crochet à son extrémité, font partie intégrante du coxite ; le phallosome est en forme de cuillère, non divisé et non denticulé . . . . . **3 (ss genre *Ochlerotatus*)**
Chez les mâles, les claspettes sont également présentes mais en forme d'une plaque basale recouverte de poils, séparées du coxite par une membrane ; le phallosome est divisé en plaque latérale avec présence de denticules . . . . . **4 (ss genre *Stegomyia*)**
3- Tarses postérieurs des femelles non annelés de blanc et présentant à la face supérieure de la base des articles 1 à 4 une tache basale d'écailles blanches . . . . . ***Ae. dufouri***
Tarses postérieurs possédant au moins 2 articles annelés de blanc, trompe avec des écailles en majorité pâle sauf le tiers apical entièrement sombre . . . . . ***Ae. fryeri***
4- Scutum orné de 2 taches blanches en forme de lyre, fémurs moyens avec une bande antérieure s'étendant depuis la base jusqu'à l'apex . . . . . ***Ae. aegypti***
Scutum orné d'une seule ligne médiane blanche, fémurs moyens sans une telle bande . . . . . ***Ae. albopictus***

Clé des espèces de *Culex*

1- Fémurs et tibias des pattes antérieures et moyennes sombres mais ornés d'une rangée longitudinale de petits points blancs ; plus de 2 soies mésépimérales inférieures. Gros moustique très poilu . . . . . ***Cx. tigripes***
Pattes ornées différemment ; au plus 2 soies mésépimérales inférieures **2**
2- Pas de soie mésépimérale inférieure, trompe avec un anneau blanc pâle bien défini, tarses à anneaux pâles étroits aux articulations **3**
Présence d'une soie mésépimérale inférieure, trompes sans anneau pâle et bien défini au moins chez la femelle, tibia uniformément sombre . . . . . ***Cx. quinquefasciatus***
3- Fémurs à nombreuses écailles pâles disséminées antérieurement, cellule de la fourche supérieure de l'aile courte, sa base située distalement par rapport à celle de la fourche inférieure . . . . . ***Cx. sitiens***
Fémurs avec un petit nombre ou sans écailles pâles disséminées, cellule de la fourche de l'aile plus longue, sa base plutôt proximale par rapport à celle de la fourche inférieure. Ecaille du scutum brun foncé . . . . . ***Cx. tritaeniorhynchus***

Figure 2.

Clés dichotomiques de différentiation des larves de Culicidés présents sur les îles Éparses françaises.
Keys of identification for mosquito species on the Eparse islands for the larval stages.

Clé des genres

1- Absence de siphon respiratoire . . . . . ***Anopheles gambiae* s. 1**
Présence d'un siphon respiratoire **2**
2- Siphon court, conique, terminé par des crochets et un dispositif perforant . . . . . ***Mansonia uniformis***
Siphon cylindrique non modifié **3**
3- Siphon portant plus d'une paire de soies subventrales . . . . . ***Culex***
Siphon ne portant qu'une paire de soies subventrales **4**
4- Brosse ventrale composée de plus de 4 paires de soies aux branches multiples, soies caudales inférieures simples, peigne du siphon d'au moins 8 épines . . . . . ***Aedes***
Soies caudales inférieures doubles, brosse ventrale composée au plus de 4 paires de soies aux branches généralement simples, peigne siphonal réduite à 0-4 épines . . . . . ***Eretmapodites plioleucus***

Clé des espèces d'Aedes

1- Tégument de l'abdomen et du thorax recouvert de spicules bien visibles ; tégument de la tête recouvert de tubercule . . . . . ***Ae. fowleri***
Corps non recouvert de spicules **2**
2- Peigne du segment 8 composé de 5 à 10 épines situées sur une seule rangée **3**
Peigne du segment 8 composé de plus de 10 épines situées sur plusieurs rangées **4**
3- Présence de 4 épines thoraciques, épines du segment 8 paraissant trifides . . . . . ***Ae. aegypti***
Absence des épines thoraciques, épines du segment 8 paraissant simples . . . . . ***Ae. albopictus***
4- Épines du peigne du siphon fortement denticulées des 2 côtés (aucune des épines n'étant plus largement espacées), touffe subventrale ayant 4 à 5 branches . . . . . ***Ae. fryeri***
Ces épines au plus très faiblement denticulées du côté dorsal, peigne du siphon formé de 8 à 10 épines, touffe subventrale ayant 12 à 15 branches . . . . . ***Ae. dufouri***

Clé des espèces de Culex

1- Brosse buccale modifiée (préhensile) en épines fortes et recourbées . . . . . ***Cx. tigripes***
Brosse buccale non modifiée **2**
2- Soies du siphon formées de 3 paires de touffes subventrales et d'une paire latérale, indice du siphon compris entre 4 et 5 . . . . . ***Cx. quinquefasciatus***
Soies du siphon formées de plus de 4 paires de touffes subventrales **3**
3- Soies céphaliques C courtes, épaisses en forme de massue, papilles anales courtes et globuleuses, indice du siphon inférieure à 5 . . . . . ***Cx. sitiens***
Indice du siphon compris entre 5 et 9, touffes siphonales une fois et demi plus longues que le diamètre du siphon . . . . . ***Cx. tritaeniorhynchus***

les larves (figures 1 & 2) directement inspirées de clés plus anciennes (2, 4, 5).

Présence d'*Ae. albopictus*

Nous avons pu mettre en évidence la présence d'*Ae. albopictus* pour la première fois sur deux îles Éparses. Le dernier inventaire réalisé sur ces îles date de 2003 (8) et ne mentionne pas la présence de cette espèce. *Aedes albopictus* a été retrouvé uniquement dans des gîtes anthropiques autour des campements humains dans ces îles (photos 1 E & F). Les deux gîtes où la présence d'*Ae. albopictus* a été observée à Grande Glorieuse étaient des gîtes d'eau douce (la salinité étant inférieure à 0,5 g/kg). À Juan-de-Nova, le seul gîte trouvé avec des *Ae. albopictus* était une flaque d'eau ombragée comportant un taux de sel non négligeable (3,9 g/kg).

Écologie des espèces culicidiennes

Les larves d'*Ae. aegypti* ont été exclusivement retrouvées dans des gîtes anthropiques d'eau douce ou faiblement saumâtre, autour des camps, alors qu'*Ae. fryeri, Cx. tritaeniorhynchus, Cx. sitiens* et *Ae. dufouri* ont été retrouvés exclusivement dans des gîtes naturels d'eau salée. Les *Cx. tigripes* ont été observés dans des gîtes d'eaux polluées par du carburant alors que les *Cx. quinquefasciatus* ont été retrouvés dans une grande variété de gîtes sur l'île de Grande Glorieuse. Les adultes d'*Ae. aegypti* récoltés sur les trois îles étaient morphologiquement de forme sombre et ont pu être rapportés à la forme peu anthropophile de cette espèce *Ae. aegypti formosus* (13).
Au cours de ces courtes missions, des larves de *Culex sitiens* (photos 1 A & B) ont pu être décrites pour la première fois sur l'île d'Europa, cette espèce s'ajoutant à l'inventaire de la faune culicidienne existant. De plus, nous confirmons la présence *d'Ae. dufouri* dans les chemins inondés d'eau très salée (37,73 g/kg) du centre ouest de l'île (tableau 1, photos 1 A & B).
La forte nuisance liée aux moustiques observée sur Europa semble due aux piqûres d'*Ae. fryeri*. En effet c'est la seule espèce obtenue lors des captures de moustiques adultes réalisées sur cette île du 30 mars au 29 mai 2008 (où plus de 300 moustiques ont été récoltés lors de 7 prélèvements sur homme de quelques minutes). Pour Juan-de-Nova, ces captures révèlent la présence combinée de deux espèces (*Ae. fryeri* et *Cx. sitiens*), avec toutefois plus de *Cx. sitiens*.

Discussion et conclusion

Il est à noter qu'aucune espèce culicidienne endémique de ces trois îles n'a pu être mise en évidence, que cela soit lors de ces récents échantillonnages ou lors des précédentes missions réalisées depuis le début du siècle. Néanmoins, cette présente étude a permis d'enrichir l'inventaire de la faune culicidienne par l'ajout d'un *Culex* (*Cx. sitiens*) qui est décrit pour la première fois sur l'île d'Europa et par la présence d'*Ae. albopictus* sur deux des îles. Contrairement à Grande Glorieuse où de nombreuses larves d'*Ae. albopictus* ont pu être dénombrées dans deux gîtes distincts, seule une larve a été trouvée à Juan-de-Nova. En raison de ce nombre, il serait intéressant de ré-échantillonner cette île en saison des pluies, afin de savoir si cette espèce a pu s'installer durablement. De même, des relevés entomologiques réguliers (tous les 2 ans par exemple) permettraient de suivre l'expansion éventuelle d'*Ae. albopictus* sur ces îles, qui semble envisageable uniquement si cette espèce s'adapte aux gîtes d'eau saumâtre présents et en abondance sur les îles. Il serait aussi intéressant de suivre l'évolution des populations de moustiques autochtones tels que *Ae. aegypti,* afin de vérifier si *Ae. albopictus* est réellement capable de s'installer dans ces îles et supplanter *Ae. aegypti* comme observé dans certains pays du fait des interactions compétitives pouvant exister entre ces 2 espèces.
En sus de la description de ces espèces, nous confirmons la présence d'*Ae. dufouri* dans les chemins inondés d'eau très salée du centre-ouest de l'île avec des critères morphologiques au niveau larvaire très distincts (cf. clé de détermination des larves). En effet, la présence de cette espèce décrite en 1969 pour la première fois, avait été discutée par Girod et Le Goff en 2003.
Ces auteurs incriminaient également *Ae. fryeri* pour les nuisances causées sur Europa et *Cx. sitiens* pour celles survenant à Juan-de-Nova. Nos captures d'adultes l'ont confirmé même si à Juan-de-Nova, la nuisance peut également être causée par *Ae. fryeri* dont l'adulte est morphologiquement très similaire à *Cx. sitiens* à l'œil nu.

Risques, prophylaxie et recommandations

La présence de vecteurs d'arbovirus comme les virus dengue et chikungunya, et de vecteurs de *Plasmodium* notamment à Grande Glorieuse (8), démontre la réceptivité de ces îles à ces agents pathogènes. Néanmoins, ces milieux sont indemnes à ce jour de tels pathogènes. Ainsi, pour éviter une quelconque introduction de ces pathogènes, il serait important de réaliser une surveillance, en cas d'épidémie dans la zone de l'océan Indien, et surtout lors des relèves du détachement militaire sur ces îles. De même, une campagne de sensibilisation auprès des détachements en partance serait importante, afin de faire attention à toute fièvre suspecte et ainsi mettre sous moustiquaire les sujets suspects durant la durée de leurs virémies. Les mesures de désinsectisation des avions militaires effectuant des vols réguliers entre les aéroports de la zone sud-ouest de l'océan Indien et les îles Éparses sont donc fortement recommandées. Nous préconisons l'utilisation de spray adulticide (à base de deltaméthrine) au décollage à l'île de la Réunion et à chaque décollage de l'avion lors des différentes escales à Madagascar ou Mayotte. Il est également conseillé de limiter les gîtes péri-domestiques sur les îles, l'installation des Culicidés étant facilitée par la création de gîtes artificiels favorables à leur développement (photos 1 D, E & F) et à leur reproduction, comme c'est le cas pour *Ae. aegypti, Ae. albopictus* ou *Cx. quinquefasciatus*.
Peu de mesures de lutte pour la diminution des populations de Culicidés nuisants sont envisageables sur ces îlots, en raison de leur statut de réserve naturelle intégrale.
De plus, au vue de la typologie très spécifique des gîtes larvaires naturels, peu de traitements biologiques ou chimiques peuvent être préconisés. La lutte chimique classique étant interdite, des traitements larvicides par application de produits biologiques comme *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) et la lutte mécanique restent envisageables. La lutte mécanique consistant à éviter les gîtes anthropiques, ainsi la fermeture hermétique des fûts de réserve d'eau, un entretien systématique des bacs de réserves de déchets de carburant ou le ramassage des récipients autour des camps et dans les décharges, permettraient de réduire de beaucoup les populations d'espèces culicidiennes d'eau douce comme *Ae. aegypti, Ae. albopictus* ou *Cx. quinquefasciatus.* Pour les espèces d'eau saumâtre générant de fortes nuisances sur les îles d'Europa et Juan-de-Nova telles que *Ae. fryeri* ou *Cx. sitiens,* l'utilisation du Bti serait une solution durant les fortes périodes de nuisance (en saison chaude et pluvieuse), afin de diminuer les populations, sans pour autant les éliminer. Néanmoins l'efficacité du Bti est fortement affectée par la présence de sel dans les eaux atteignant des concentrations de sel équivalentes et supérieures à 50 % (soit 17,5 g/kg) de celle des océans (14). Malheureusement, les eaux de développement d'*Ae. fryeri* ou

de *Cx. sitiens* sont des eaux de gîtes qui ont été retrouvées avec des concentrations en sel supérieures sur les îles de Juan-de-Nova et d'Europa. Toutefois, l'Entente interdépartementale pour la démoustication atlantique utilise depuis près de 20 ans différentes formulations de Bti, dont celle du Vectobac® WG (granulé dispersible) pour les applications anti-larvaires. Ces traitements sont utilisés pour les espèces halophiles de Camargue française avec succès, pour :
- *Aedes caspius* : teneur en sel des gîtes en moyenne de 10 g/l (variant toutefois de 0,01 à >35 g/l)l;
- *Aedes detritus* : jusqu'à 40 g/l;
- les gîtes en bord de mer d'*Aedes mariae* : 35 g/l (communication personnelle, EID, LAGNEAU C).

Remerciements

Nous voulons remercier Monsieur le préfet des TAAF, Monsieur PERILLO, le directeur du cabinet du préfet ainsi qu'Amandine GEORGE chargée de communication aux TAAF, pour avoir accordé l'autorisation de réaliser ces missions. Ce travail a été financé par le projet ANR SEST entomochik. Un remerciement tout spécial à Fabien JEAN pour des observations et captures de moustiques lors de son séjour prolongé sur Europa.

Références bibliographiques

1. BENEDICT MQ, LEVINE RS, HAWLEY WA & LOUNIBOS LP – Spread of the Tiger: Global Risk of Invasion by the Mosquito *Aedes albopictus. Vector Borne Zoonotic Dis*, 2007, **7**, 76-85.
2. BRUNHES J – Faune entomologique de l'archipel des Comores. *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle, Série A, Zoologie*, 1978, **109**, 246 pp.
3. DELATTE H, DEHECQ JS, THIRIA J, DOMERG C, PAUPY C & FONTENILLE D – Geographic distribution and developmental sites of *Aedes albopictus* (*Diptera: Culicidae*) during a Chikungunya epidemic event. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 2008, **8**, 25-34.
4. DELATTE H, PAUPY C, DEHECQ JS, THIRIA J, FAILLOUX AB & FONTENILLE D – *Aedes albopictus*, vecteur des virus du chikungunya et de la dengue à la Réunion : biologie et contrôle. *Parasite*, **2008, 15**, 3-13.
5. EDWARDS FW – *Mosquitoes of the Ethiopian Region.III Culicine adults and pupae.* British Museum, 1941, 499 pp.
6. FONTENILLE D RODHAIN F – Biology and Distribution of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in Madagascar. *J Am Mosq Control Assoc*, 1989, **5**, 219-225.
7. GIROD R – First record of *Aedes albopictus* in Mayotte Island, Comoros archipelago. *Parasite*, 2004, **11**, 74.
8. GIROD R & LE GOFF G – Inventaire actualisé des moustiques (Diptera: Culicidae) des îlots français de Europa, Juan-de-Nova et Grande Glorieuse (Canal du Mozambique, océan Indien). *Bull Soc Pathol Exot*, 2006, **99**, 122-128. [http://www.pathexo.fr/pages/articles/2006/2006-T99-2/2858.html]
9. HAMON J – Études biologique et systématique des Culicinae de l'Ile de La Réunion. *Mém Instit Scient Madagascar*, 1953, **4**, 521-541.
10. HAWLEY AH – The biology of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc*, 1988, **4**, 2-39.
11. HOPKINS GHE – *Mosquitoes of the Ethiopian region. I. Larval bionomics of mosquitoes and taxonomy of culicinae larvae.* British Museum Natural History, London. Second edition: 1952, 355 pp.
12. JULVEZ J, RAGAVOODOO C, GOPAUL AR & MOUCHET J – Maladies humaines transmises par les Culicidés dans les Îles du sud-ouest de l'océan Indien. *Bull Soc Pathol Exot*, 1998, **91**, 99-103. [http://www.pathexo.fr/pages/bull-somm/1998-T91/1998-1.html].
13. MCCLELLAND GAH – Variation in scale pattern of the abdominal tergum of *Aedes aegypti* (L.) Worldwide Survey of Populations with Particular Reference to East Africa. *World Health Organization,* 1968, WHO/VBC/71.271.
14. NAYAR JK, KNIGHT JW, ALI A, CARLSON DB & O'BRYAN PD – Laboratory evaluation of biotic and abiotic factors that may influence larvicidal activity of *Bacillus thuringiensis* serovar *israelensis* against two Florida mosquito species. *J Am Mosq Control Assoc,* 1999, **15,** 32-42.
15. REITER P, FONTENILLE D & PAUPY C – *Aedes albopictus* as an epidemic vector of chikungunya virus: another emerging problem? *Lancet Infect Dis,* 2006, **6,** 463-464.
16. RODHAIN F & BOUTONNIER A – Description d'un nouvel *Aedes* du sous-genre *Ochlerotatus* (Diptera: Culicidae) de Madagascar : *Aedes ambreensis* nova species et considérations générales sur les femelles du sous-genre *Ochlerotatus* dans la région afro-tropicale. *Bull Soc Pathol Exot,* 1983, **76,** 825-833.
17. VAZEILLE M, MOUTAILLER S, COUDRIER D, ROUSSEAUX C, KHUN H *et al.* – Two Chikungunya Isolates from the Outbreak of La Reunion (Indian Ocean) Exhibit Different Patterns of Infection in the Mosquito, *Aedes albopictus. PLoS ONE,* 2007, **2,** e1168 DOI:10.1371/journal.pone.0001168.