

AEDES AEGYPTI EN GUYANE FRANÇAISE

Quelques aspects de l'histoire, de l'écologie générale et de la transmission verticale des virus de la dengue

Par F. FOUQUE & R. CARINCI (1) (2)

Aedes aegypti in French Guiana: some aspects of the history, ecology and vertical transmission of dengue viruses

Summary: *Aedes aegypti* is suspected to be present in the country since the late 18th century, and was responsible of urban yellow fever epidemics in the last century. This mosquito was identified for the first time in French Guiana in 1902. More recently, in 1940, an eradication campaign started and *Aedes aegypti* was eradicated between 1950 and 1963, date of the reinfestation. During the past 30 years, some dengue outbreaks occurred every 2 to 6 years, and the first dengue haemorrhagic fever epidemic spread over the country in 1992. Actually, *Ae. aegypti* is distributed almost all inhabited areas of French Guiana: in the towns, villages, smaller human settlements, and was also found in a wild area. The most frequent *Ae. aegypti* breeding-sources are the outside discarded small containers, other less frequent breeding-sites are the outside flower pots and the outside big containers. The type of breeding-source significantly influences the duration of larval and pupal development. In French Guiana, *Ae. aegypti* is the only vector of dengue. The vertical transmission of dengue viruses under field conditions was demonstrated. Dengue is thus endemic in the country and has almost the same distribution as *Ae. aegypti*, with most probably the same possibilities of extension. *Ae. aegypti* can be considered not only as vector and an amplifier of dengue in French Guiana, but also as a reservoir, even if occasional.

Résumé : On suppose qu'*Ae. aegypti* est présent en Guyane française depuis la fin du XVIII^e siècle et fut responsable de plusieurs épidémies urbaines de fièvre jaune durant le siècle dernier, bien qu'il ne fût identifié avec certitude qu'en 1902. Plus récemment, en 1940, une campagne d'éradication fut entreprise et cette espèce disparut du département entre 1950 et 1963, date des premières réinfestations. Pendant les 30 dernières années, quelques épidémies de dengue se sont succédées tous les 2 à 6 ans en Guyane française, et la première épidémie de dengue hémorragique eut lieu en 1992. Actuellement, *Ae. aegypti* est présent dans presque toutes les zones habitées du département, non seulement les villes, les villages et des implantations humaines plus petites, mais il a également été trouvé dans une zone sauvage. Les gîtes larvaires les plus fréquents, en Guyane française, sont les petits récipients à l'abandon ; moins fréquemment, on trouve aussi les soucoupes de plantes ou vases à fleurs à l'extérieur et les grands récipients extérieurs en usage. Le type d'habitat larvaire a une influence significative sur la durée de développement des larves et des nymphes. *Ae. aegypti* est le seul vecteur de la dengue en Guyane française. La transmission verticale des virus de la dengue en conditions naturelles a été démontrée. En conséquence, les virus de la dengue sont endémiques dans le département et ont presque la même distribution qu'*Ae. aegypti*, avec, très probablement, les mêmes possibilités d'extension. *Ae. aegypti* doit donc être considéré comme un vecteur et un amplificateur des virus de dengue en Guyane française, mais aussi comme un réservoir, peut-être occasionnel.

INTRODUCTION

Les quelques données générales sur l'historique et l'écologie d'*Aedes aegypti* en Guyane française sont tirées de la littérature, et principalement des « Archives de l'Institut Pasteur de Guyane française ». Des informations supplémentaires sur l'écologie, la biologie d'*Ae. aegypti*, ainsi que la transmission verticale des virus de la dengue proviennent des recherches effectuées par le laboratoire d'entomologie médicale de l'Institut Pasteur de Guyane française (LEM/IPGF) durant les années 1993-1994.

DONNÉES HISTORIQUES

Histoire ancienne (1763-1940)

On soupçonne la présence d'*Ae. aegypti* en Guyane française depuis plusieurs siècles et notamment depuis la fin du XVIII^e siècle, à cause de l'épidémie de fièvre jaune urbaine qui, semble-t-il, décima l'expédition de Kourou entre 1763 et 1765. En effet, *Ae. aegypti* est le seul vecteur reconnu du virus de la fièvre jaune capable de provoquer des épidémies urbaines. Ainsi, *Ae. aegypti* était sûrement présent en Guyane française en 1802 qui fût l'année de la première épidémie cliniquement certifiée de fièvre jaune à Cayenne. Ensuite quelques vagues épidémiques de fièvre jaune urbaine dont il existe de nombreux témoignages, se sont suc-

(1) Laboratoire d'entomologie médicale, Institut Pasteur de Guyane française, BP 6010, 97306 Cayenne Cedex, Guyane française. Fax : (594) 30-94-16.

(2) Atelier, Institut Pasteur de Guyane, 23-24 mai 1995 Session 2.

cédées en Guyane française pendant tout le XIX^e siècle, surtout entre 1850 et 1888. La dernière épidémie de fièvre jaune urbaine sévit à Cayenne et dans tout le département en 1902. La même année, NEVEU-LEMAIRE (4) identifia pour la première fois en Guyane française l'espèce *Ae. aegypti*. Dans les années trente, SENEVET (7) constata qu'*Ae. aegypti* était présent et abondant partout en Guyane française : en zone urbaine bien sûr, sur le littoral, mais aussi dans des villages plus reculés.

Histoire récente (1940-1992)

A partir de 1940, une campagne d'éradication d'*Ae. aegypti* fut mise en œuvre dans tout le département en utilisant des insecticides chlorés, tels que le DDT et la dieldrine. Cette campagne, organisée par l'Institut Pasteur de Guyane française fut un succès et, en 1950, *Ae. aegypti* était éradiqué de Guyane française (1). Malgré quelques réintroductions sporadiques, ce moustique ne fut réintroduit définitivement qu'en 1963, avec l'apparition d'*Ae. aegypti* résistants aux insecticides organochlorés. Dès 1965, les premiers cas de dengue originaires de Guyane française furent confirmés au laboratoire Rockefeller de Trinidad (2). Après quelques épidémies de dengue se succédant tous les 2 à 6 ans, une épidémie de dengue hémorragique sévit pour la première fois en Guyane française en 1992 (5). Environ 40 cas de dengue hémorragique répondant aux critères de l'OMS furent rapportés durant cette épidémie. Toutefois, il est probable que des cas de dengue avec manifestations hémorragiques, mais ne répondant pas aux critères de l'OMS, aient été observés dans le passé.

ÉCOLOGIE GÉNÉRALE D'*AEDES AEGYPTI* EN GUYANE FRANÇAISE

Répartition géographique (fig. 1)

Actuellement, *Ae. aegypti* est présent dans la majeure partie des zones habitées du département. Durant les enquêtes entomologiques effectuées par notre laboratoire, nous avons constaté la présence d'*Ae. aegypti* à Cayenne, à Rémire-Montjoly, à Matoury, à Roura, à Macouria, à Kourou et aux îles du Salut, à Sinnamary, à Mana, à Saint-Laurent-du-Maroni et à Saint-Jean-du-Maroni. De plus, le service départemental de désinfection et certains auteurs ont signalé cette espèce aussi à Saint-Georges-de-l'Oyapock, à Saint-Élie et à Apatou. En ce qui concerne la commune de Maripasoula, *Ae. aegypti* a été signalé pour la dernière fois en 1974; depuis il semble avoir disparu de cette commune. *Ae. aegypti* a également été trouvé dans une zone inhabitée sur le fleuve Sinnamary, des larves et nymphes ont été récupérées dans des Broméliacées, épiphytes d'arbres de forêt inondée, situés à environ une heure de pirogue (20 à 30 km) en amont du barrage de Peti-Saut.

En Guyane française, *Ae. aegypti* est donc présent dans des zones urbaines comme, par exemple, les centres ville de Cayenne, Kourou et Saint-Laurent-du-Maroni; dans des zones péri-urbaines comme, par exemple, les communes de Rémire-Montjoly ou Matoury; dans des zones rurales comme, par exemple, les villages de Sinnamary, Mana ou Saint-Jean-du-Maroni; dans des zones rurales plus éloignées comme, par exemple, Apatou sur le fleuve Maroni (à environ une heure de pirogue de Saint-Laurent-du-Maroni); et enfin dans des zones sauvages comme, par exemple, sur le fleuve Sinnamary, à plusieurs kilomètres de toute implantation humaine.

Types de gîtes larvaires

Les gîtes larvaires d'*Ae. aegypti* ont été regroupés dans différentes catégories. Les catégories les plus fréquemment utilisées par *Ae. aegypti* en Guyane française sont les petits récipients (de moins de 10 l) extérieurs et à l'abandon, ensuite, il y a les plantes, soucoupes et vases, toujours à l'extérieur des habitations, puis les grands récipients (de plus de 10 l) extérieurs et en usage, comme par exemple les fûts de 200 litres, les grands lavoirs ou grands abreuvoirs, et enfin quelques plantes et vases à l'intérieur des habitations. Le pourcentage moyen de positivité de ces habitats larvaires est d'environ 75 %, ce qui signifie que seulement les trois quarts des gîtes potentiels sont utilisés par *Ae. aegypti*. Le nombre de gîtes larvaires n'est donc pas un facteur limitant pour les populations de ce moustique. La densité moyenne en nombre d'individus pour les catégories de gîtes précitées est d'environ 170 individus par litre d'eau, mais cette moyenne varie entre moins de 10 individus à plus de 1 000 individus par litre.

Les différentes catégories de gîtes larvaires présentent des caractéristiques écologiques spécifiques, dont l'influence sur le développement des larves et des nymphes d'*Ae. aegypti* reste très mal connu. Une analyse de variance (ANOVA) effectuée sur les résultats des enquêtes entomologiques de septembre 1993 à septembre 1994, a permis de mettre en évidence l'influence de l'habitat larvaire sur les paramètres de survie et de durée de développement des larves et nymphes d'*Ae. aegypti*, issues de gîtes larvaires appartenant à des catégories différentes. Les individus récoltés dans des conditions de terrain très diverses et classés en fonction de leur type d'habitat larvaire ont été rapportés au laboratoire et élevés dans les mêmes conditions jusqu'au stade adulte. Les taux de survie et les durées de développement ont été classés en fonction du type d'habitat larvaire et soumis à l'analyse (tableau I). Pour chaque paramètre, à savoir le taux de survie et la durée de développement, on compare les F-Ratio aux F-Valeur critique. Pour la survie, F-Ratio = 1,77 est inférieur au F-Valeur critique = 2,39, donc les différences constatées entre les taux de survie des larves et nymphes provenant de diverses catégories

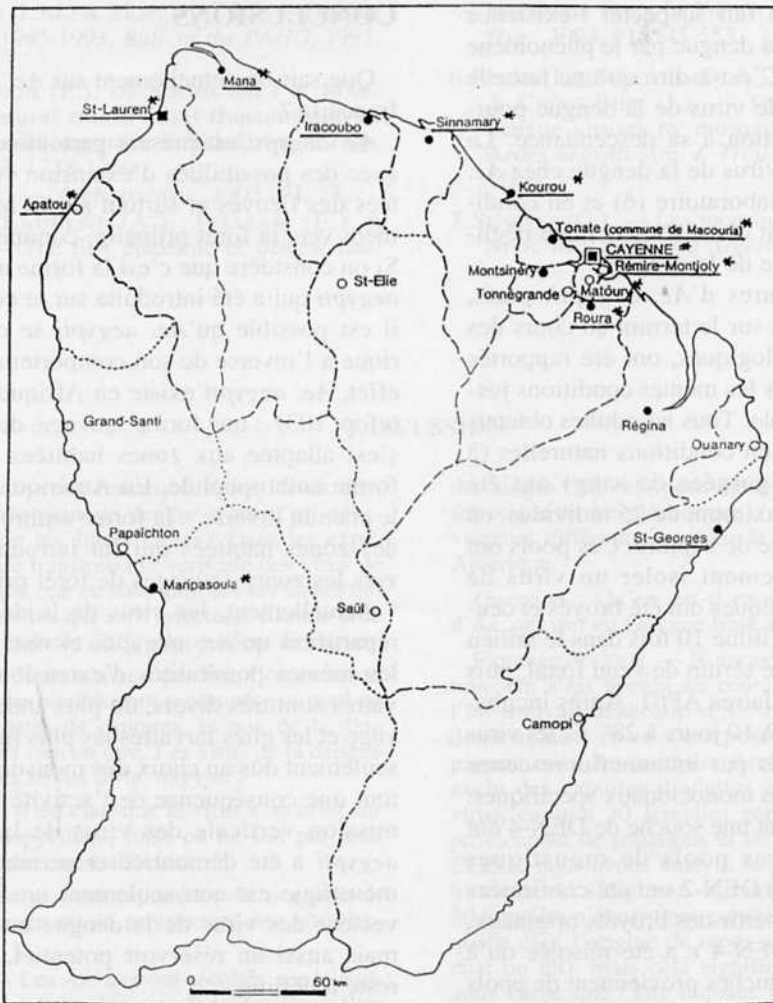


Fig. 1. — Carte géographique de la Guyane française. *Ae. aegypti* est présent dans les communes soulignées par un trait. Des cas de dengue ont été rapportés durant les années 1993-1994 dans les communes marquées par un astérisque.

Tab. 1. — Résultats de l'analyse de variance permettant de tester l'influence des différentes catégories d'habitat larvaire sur le taux de survie et la durée de développement des larves et nymphes d'*Ae. aegypti* en Guyane française (chiffres récoltés entre septembre 1993 et septembre 1994).

source de variation		survie	durée de développement
total	SC	7,81	1748,5
	DL	68	67
groupes	SC	0,4	119,34
	DL	2	2
	MC	0,2	59,67
erreur	SC	7,41	1629,16
	DL	66	65
	MC	0,11	25,06
F-ratio		1,77	2,39
F-valeur critique		2,39	2,39

SC = somme des carrés (sum of square); DL = degré de liberté (degree of freedom); MC = moindres carrés (mean square).

d'habitat ne sont pas significatives et peuvent être dues au hasard. Par contre, pour la durée de développement, le F-Ratio = 2,39 est égal au F-Valeur critique = 2,39. Les différences observées entre les durées de développement des larves et nymphes provenant de diverses catégories d'habitat sont donc significatives et ne peuvent pas être le fait du hasard. Chaque catégorie d'habitat larvaire a donc une influence différente sur la durée de développement des individus. Ce résultat, qui reste à confirmer avec plus de données, démontre que le type d'habitat larvaire a une influence sur l'écologie et la biologie des *Ae. aegypti*.

TRANSMISSION VERTICALE DES VIRUS DE LA DENGUE PAR *Aedes aegypti*

La déclaration de cas de dengue à plusieurs mois d'intervalle dans les mêmes zones, assez isolées géographiquement, comme par exemple, la commune de

Sinnamary (fig. 1), nous a fait suspecter l'existence d'un maintien du virus de la dengue par le phénomène de transmission verticale. C'est-à-dire qu'une femelle d'*Ae. aegypti* infectée par le virus de la dengue pourrait transmettre cette infection à sa descendance. La transmission verticale des virus de la dengue chez *Ae. aegypti* a été observée au laboratoire (6) et en conditions naturelles (3), mais est considérée comme négligeable dans l'épidémiologie de la dengue.

L'ensemble des immatures d'*Ae. aegypti*, œufs, larves et nymphes prélevés sur le terrain au cours des enquêtes épidémiolo-entomologiques, ont été rapportés au laboratoire et élevés dans les mêmes conditions jusqu'au stade adulte, si possible. Tous les adultes obtenus au laboratoire ou capturés en conditions naturelles (à l'exception des femelles gorgées de sang) ont été regroupés en pools d'un maximum de 25 individus, en fonction du lieu et de la date de capture. Ces pools ont été testés pour éventuellement isoler un virus de dengue. Les pools de moustiques ont été broyés et centrifugés, le surnageant a été dilué 10 fois dans le milieu Leibovitz contenant 3 % de sérum de veau fœtal, puis inoculé à des cultures cellulaires AP61. Après incubation des cultures pendant 7 à 10 jours à 28° C, les virus de dengue ont été identifiés par immunofluorescence indirecte à l'aide d'anticorps monoclonaux spécifiques.

Deux souches de DEN-2 et une souche de DEN-4 ont été isolées à partir de ces pools de moustiques (tableau II). Les souches de DEN-2 ont été confirmées par un second isolement à partir des broyats originaux, par contre, la souche de DEN-4 n'a été résolue qu'à partir du surnageant. Ces souches proviennent de pools d'adultes élevés au laboratoire et donc d'*Ae. aegypti* récoltés au stade larve et/ou nymphe. Par conséquent, les virus de la dengue ont été transmis verticalement. Le taux minimum d'infection, d'environ un moustique infecté pour 1 700 moustiques testés, est très élevé si on le compare aux résultats trouvés dans la littérature (3).

Ces expériences démontrent que la transmission verticale des virus de dengue existe chez *Ae. aegypti* en conditions naturelles en Guyane française, et ce phénomène pourrait avoir des conséquences plus importantes que prévues dans la conservation du virus, et le redémarrage des épidémies.

Tab. II. — Tableau récapitulatif des résultats sur la transmission verticale des virus de la dengue chez *Ae. aegypti* en conditions naturelles en Guyane française (prélèvements et captures effectués entre septembre 1993 et septembre 1994).

stade récolté	œufs	larves	adultes		total
			M	F	
nb d'individus	2392	2270	290	156	5108
nb de pools	201	145	26	21	393
souches de dengue	1 DEN-2	1 DEN-2	0	0	2 DEN-2
	1 DEN-4		0	0	1 DEN-4
TMI (taux minimum d'infection)	0,000836 (1/1196)	0,000441 (1/2270)	0	0	0,000587 (1/1702)

CONCLUSIONS

Que sait-on actuellement sur *Ae. aegypti* en Guyane française ?

Ae. aegypti est présent partout sur la zone littorale, avec des possibilités d'extension vers les zones habitées des fleuves et surtout sur le Maroni, mais également vers la forêt primaire, comme sur le Sinnamary. Si on considère que c'est la forme anthropophile d'*Ae. aegypti* qui a été introduite sur le continent américain, il est possible qu'*Ae. aegypti* se comporte en Amérique à l'inverse de son comportement en Afrique. En effet, *Ae. aegypti* existe en Afrique sous deux formes (cf. p. 103) : une forme sauvage, de forêt primaire, qui s'est adaptée aux zones habitées et transformée en forme anthropophile. En Amérique, *Ae. aegypti* a fait le chemin inverse : la forme anthropophile, spécifique des zones habitées qui fut introduite, s'est déplacée vers les zones sauvages de forêt primaire.

Actuellement, les virus de la dengue ont la même répartition qu'*Ae. aegypti*, et ont vraisemblablement les mêmes possibilités d'extension. Les habitats larvaires sont très divers, du plus anthropisé au plus sauvage et les gîtes larvaires les plus fréquents ne sont pas seulement dus au choix des moustiques, mais sont surtout une conséquence de l'activité humaine. La transmission verticale des virus de la dengue chez *Ae. aegypti* a été démontrée et permet de penser que ce moustique est non seulement un amplificateur et un vecteur des virus de la dengue en Guyane française, mais aussi un réservoir potentiel, dont l'importance reste à définir.

Les futures recherches du laboratoire d'entomologie médicale de l'IPGF ont pour but d'essayer de déterminer les facteurs clés de la dynamique de transmission des virus. Pour cela, quatre projets sont à l'étude : 1) suivre dans l'espace et dans le temps les fluctuations de populations d'*Ae. aegypti* dans un ou deux endroits déterminés, et suivre en parallèle les cas de dengue et (si possible) l'état immunitaire des populations ; 2) poursuivre les enquêtes sur la transmission verticale des virus de la dengue ; 3) étudier la longévité, la fécondité et l'anthropophilie réelles des femelles d'*Ae. aegypti* en conditions naturelles ; 4) étudier plus à fond l'influence réelle du type d'habitat larvaire sur les durées de développement.

En conclusion, j'aimerais ajouter que si la recherche permettra d'améliorer la connaissance de ce moustique et les techniques de lutte contre ce vecteur, les problèmes posés par *Ae. aegypti* ne peuvent pas être résolus sans une active participation des populations touchées.

BIBLIOGRAPHIE

1. FLOCH (H.). — Rapport sur le fonctionnement technique de l'Institut Pasteur de la Guyane française et de l'Inini pendant l'année 1956. *Archives de l'Institut Pasteur de la Guyane française et de l'Inini*. Public. n° 428, 1957, 176 p.

