

Session 2

ÉCOLOGIE GÉNÉRALE D'AEDES AEGYPTI

L'ÉCOLOGIE D'AEDES AEGYPTI EN AFRIQUE ET EN ASIE

Par F. RODHAIN (1) (2)

Ecological Features of *Aedes aegypti* in Africa and Asia

Summary: *Aedes aegypti* is originated from Africa and expanded around the tropical World with a pantropical distribution in 1930. Because of mosquito control, this extension decreased, but is still very important and threatening because of disease transmission. Eggs of *Ae. aegypti* can survive unfavorable conditions. Larvae and pupae of *Ae. aegypti* breed into natural or artificial containers, the last being the most important. Artificial breeding-sites are mostly water storage containers and discarded containers. The water storage containers, called « canaris » in West Africa, can assume different shape according to the human populations in which they are found. In Asia, water is stored everywhere, including in large towns. The adult females of *Ae. aegypti* are mostly diurnal and indoor feeders. Adult densities are variable and can reach huge numbers. Active dispersion of females is weak, one female usually visit one or two houses in its life. At the opposite, passive dispersion is extreme. The mean life duration of a female is about 2 to 3 weeks, thus when infected with dengue viruses, because of the duration of the extrinsic cycle of the viruses, a female has a low probability to survive enough to transmit the disease. Nevertheless, the system works quite well. Although *Ae. aegypti* is a « domestic » mosquito, its ecology remains largely misunderstood.

Résumé : *Aedes aegypti* est un moustique d'origine africaine qui a colonisé le monde tropical avec une extension pantropicale vers 1930. Depuis, les actions de lutte ont permis de réduire l'aire de distribution d'*Ae. aegypti*, mais la situation reste très inquiétante. Les œufs d'*Ae. aegypti* sont durables et peuvent supporter des conditions défavorables. Les larves se développent dans des gîtes naturels et des gîtes artificiels. Ces derniers, les plus importants, sont constitués par des récipients de stockage d'eau et des récipients abandonnés. Les récipients de stockage d'eau appelés « canaris » en Afrique de l'Ouest revêtent des modalités très diverses selon les ethnies. En Asie, le stockage de l'eau se fait principalement dans des grandes jarres que l'on trouve partout, y compris dans les grandes villes. Les adultes d'*Ae. aegypti* sont plutôt diurnes et endophiles. Les densités de populations sont très variables et peuvent être très élevées. La dispersion active des *Ae. aegypti* est assez faible et une femelle visite en moyenne une à deux maisons dans sa vie. La dispersion passive, par contre, est très grande. La longévité des adultes d'*Ae. aegypti* est faible, une femelle vit en moyenne 2 à 3 semaines, ce qui implique, à cause de la durée d'incubation extrinsèque des virus, une faible probabilité de transmission de la dengue. Néanmoins, le cycle de transmission des virus de la dengue fonctionne plutôt bien. En pratique, bien qu'*Ae. aegypti* soit un moustique « domestique », en contact étroit avec l'homme, son écologie reste assez mal comprise.

INTRODUCTION

Aedes aegypti est un moustique d'origine africaine. En effet, on rencontre encore en Afrique des formes sauvages sombres, forestières et qui n'ont que peu ou pas de contacts avec l'environnement humain. Il existe d'autre part, toujours en Afrique, des formes claires, anthropophiles, souvent urbaines et toujours liées à l'environnement humain. Ces formes domestiques, par

l'intermédiaire des transports, se sont disséminées ailleurs qu'en Afrique, notamment en Asie, en Océanie et en Amérique.

Vers 1930, quand l'extension mondiale d'*Ae. aegypti* était maximum (fig. 1), on rencontrait cette espèce dans l'ensemble de l'Afrique sub-saharienne, en Afrique du Nord, autour du bassin méditerranéen, en Asie tropicale, en Océanie (y compris l'Australie) et dans une grande partie de l'Amérique tropicale. Des actions de lutte contre *Ae. aegypti* ont été entreprises presque partout et vers 1970, la répartition d'*Ae. aegypti* était la même en Afrique, en Asie et en Océanie; par contre, cette espèce avait été éliminée des pays méditerranéens.

(1) Unité d'écologie des systèmes vectoriels, Institut Pasteur, 25, rue du Docteur-Roux, 75015 Paris.

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

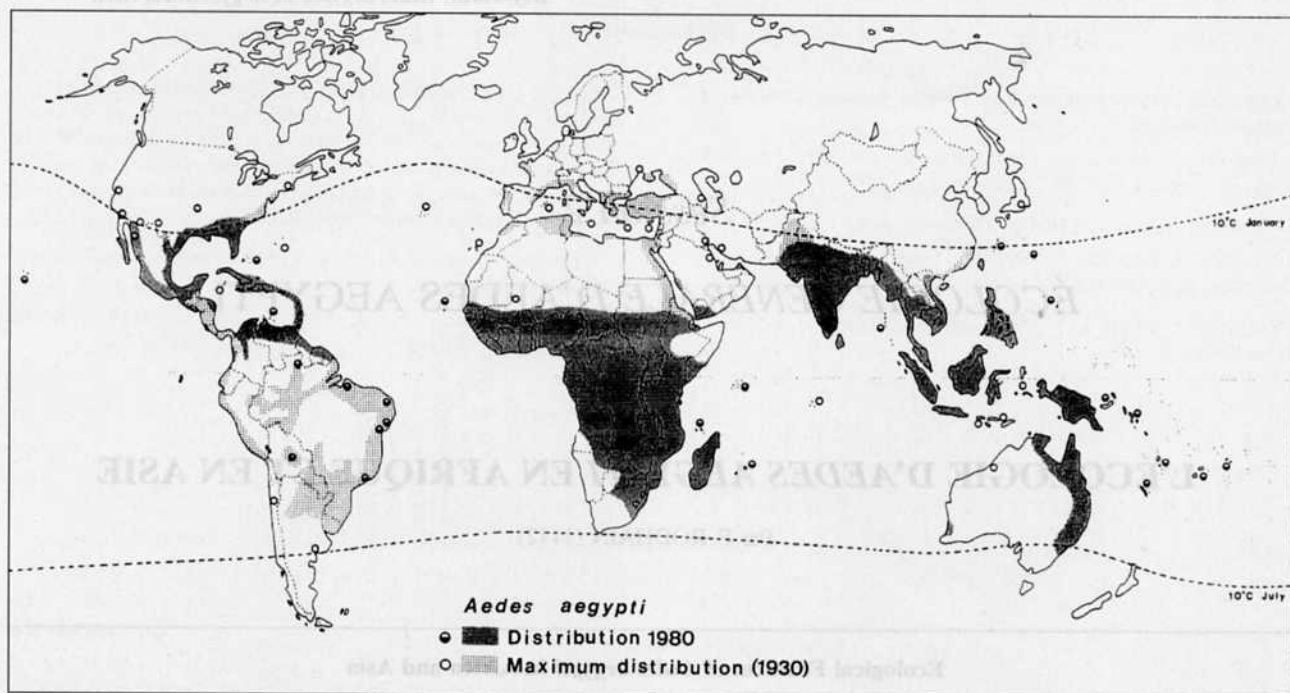


Fig. 1. — Distribution mondiale d'*Aedes aegypti* en 1930 et dans les années quatre-vingt (d'après l'OMS).

néens. En Amérique, dans certains pays, les populations d'*Ae. aegypti* ont été éradiquées, puis il y a eu des réinfestations pratiquement partout, et actuellement *Ae. aegypti* est présent dans tous les pays d'Amérique tropicale à une ou deux exceptions près.

ÉCOLOGIE DES ŒUFS ET DES LARVES

Les œufs d'*Ae. aegypti* sont durables ; ils supportent la dessiccation et peuvent entrer en « diapause », ce qui est très important dans l'épidémiologie de la dengue. En effet, l'espèce et les individus d'*Ae. aegypti* peuvent ainsi survivre à la saison sèche et, dans l'hypothèse d'une transmission verticale, permettre la conservation d'un virus sur place.

En écologie larvaire, on peut distinguer schématiquement les gîtes naturels des gîtes artificiels, ces derniers étant de beaucoup les plus importants. Les gîtes naturels se rencontrent surtout en Afrique et sont constitués par des creux d'arbres, des bambous cassés, des aisselles de feuilles et plus rarement des creux de rochers, des coquilles et des trous de crabe. Les gîtes artificiels sont de deux types : les récipients de stockage d'eau et les récipients abandonnés. Partout où l'approvisionnement en eau pose problème, c'est-à-dire partout en Afrique et dans une grande partie de l'Asie, les gens doivent stocker de l'eau. La façon de stocker de l'eau varie beaucoup d'un continent à l'autre et suivant les habitudes des différentes ethnies, mais aussi en fonction de la difficulté de l'approvisionne-

ment variable selon les saisons. Le récipient de stockage d'eau le plus utilisé dans le tiers monde est le fût métallique de 200 litres que l'on rencontre absolument partout et qui est un très bon gîte pour *Ae. aegypti*. Les récipients de stockage d'eau fonctionnent toute l'année et, en Afrique, ils fonctionnent encore mieux en saison sèche car l'approvisionnement en eau est alors plus difficile.

En Afrique de l'Ouest, beaucoup d'ethnies stockent l'eau dans des jarres en terre que l'on appelle « canaris », et qui sont de différents types selon les ethnies. Par exemple, au Sénégal, chez certaines ethnies, les canaris sont à moitié enterrés, pour éviter qu'on les renverse. On ne peut donc jamais les vider complètement et jamais les nettoyer. Quand elles sont à l'extérieur, ces jarres se remplissent aussi au moment des pluies. Un autre type de gîte pour le stockage de l'eau est constitué par les abreuvoirs pour animaux domestiques ; souvent, on ne change pas l'eau de ces récipients, on se contente de rajouter de l'eau. Dans d'autres ethnies africaines, comme par exemple, les Sénoufo (nord de la Côte d'Ivoire), un type de gîte particulier se retrouve avec les « médicaments » et/ou « poisons » préparés dans des canaris où on laisse macérer des plantes dont certaines sont parfois attractives pour les femelles pondueuses d'*Ae. aegypti*. Chez certaines ethnies qui vivent dans des massifs rocheux, comme les Dogons au Mali, on trouve *Ae. aegypti* dans des creux de rochers qui sont des gîtes mixtes partagés avec *Aedes vittatus*. Pour tous les gîtes qui servent au stockage de l'eau, les gîtes à eau de boisson, dont le

contenu est renouvelé régulièrement, sont souvent moins infestés que les gîtes à eaux utilitaires. Chez certaines ethnies, les canaris réservés aux eaux de boisson sont parfois petits et il y en a beaucoup, ou parfois très gros et il y en a peu. Toujours, en Afrique de l'Ouest, il existe des gîtes constitués par les canaris servant à la fabrication de la bière de mil, le « dolo », qui ne sont utilisés qu'à des occasions particulières telles que les jours de fêtes et de marché. Le contrôle des vecteurs doit donc tenir compte de ces gîtes occasionnels. Pour en finir avec les récipients de stockage d'eau qui forment des gîtes à *Ae. aegypti* en Afrique, il faut citer les puits, les citernes et quelques cas particuliers comme les tiges de bambous utilisés à Madagascar pour le transport et le stockage de l'eau. En Afrique, il existe une limite nord à partir de laquelle le stockage d'eau est différent dans les populations nomades et moins propice au développement d'*Ae. aegypti*.

En Asie, le stockage de l'eau crée aussi de nombreux gîtes pour *Ae. aegypti* ainsi que pour l'autre vecteur de la dengue, *Ae. albopictus*, mais les modalités de stockage sont différentes. En général, les jarres sont beaucoup plus grosses et contiennent plusieurs centaines de litres d'eau et donc plusieurs milliers de larves. Ces jarres sont parfois plus ou moins couvertes, car les services responsables de la lutte contre les vecteurs conseillent de couvrir les jarres; mais il faut un couvercle hermétique aux moustiques. Ces jarres sont alimentées en général par des systèmes bricolés, avec l'eau qui tombe du toit. Souvent, on pense que le stockage de l'eau se fait en brousse, car en ville, il y a un réseau d'adduction d'eau. En fait, c'est faux, ce réseau bien souvent ne marche pas ou pas bien; il n'est pas entretenu et l'eau n'arrive pas ou sa distribution n'est pas régulière, ce qui entraîne le stockage. Donc, même dans les grandes villes, on trouve des récipients de stockage d'eau sur tous les paliers des immeubles, alors qu'il y a un robinet dans la maison. Un autre type de stockage est représenté par les citernes sur les toits et, en Asie, ces gîtes sont très intéressants car on y trouve à la fois des *Anopheles* vecteurs de paludisme et des *Aedes* vecteurs de virus. Ces récipients de stockage d'eau fonctionnent évidemment toute l'année, alors que les récipients abandonnés ne sont fonctionnels qu'en saison des pluies.

La liste des récipients abandonnés est infinie et varie selon les pays. A titre d'exemple, on peut citer les pneus, très importants pour l'expansion d'*Ae. albopictus* (cf. p. 137). Ces pneus forment d'excellents gîtes à *Aedes* car ils sont très difficiles à vider. Les boîtes de conserves vides sont aussi de très bons gîtes; elles sont souvent péri-domestiques, c'est-à-dire à proximité des habitations et ne sont pas éliminées dans les pays où il n'y a pas de collecte et de destruction régulière des ordures. Enfin, de bons gîtes sont représentés par les carcasses de voiture, souvent nombreuses dans toutes les périphéries des grandes villes, les bateaux non utilisés, les pièges à fourmis et bien d'autres qu'il serait trop long d'énumérer.

ÉCOLOGIE DES ADULTES

Les aspects de l'écologie des adultes d'*Ae. aegypti* abordés ici concernent les habitudes alimentaires, la densité, la dispersion et la longévité.

Ae. aegypti est actif plutôt le jour. Par exemple, le cycle d'agressivité des femelles d'*Ae. aegypti* dans un village d'Afrique de l'Ouest montre un petit pic, très bref en fin de journée, mais ce cycle varie selon la saison. Cela implique qu'on ne va pas se protéger des piqûres d'*Ae. aegypti* grâce aux moustiquaires. Le premier repas est pris en général 24 heures environ après l'émergence et le cycle gonotrophique peut varier de 2 à 4 jours. L'endophilie et l'exophilie sont assez variables en fonction du climat et du type d'habitat, avec souvent une endophilie assez forte. Les *Ae. aegypti* endophiles se reposent dans les endroits abrités, en pratique, derrière les vêtements pendus, les cadres accrochés, les meubles, sous les toitures, etc. Les lieux de repos varient en fonction du type de maison et ne sont pas les mêmes dans des maisons en terre sèche, en bois, en dur, en ciment et plus ou moins aérées.

Les densités de population varient beaucoup en fonction des saisons. En saison des pluies, d'autres types de gîtes se mettent à fonctionner et les densités de population augmentent. A titre d'exemple, une étude faite à Bangkok en 1968, dont la population humaine n'était que de 2 800 000 habitants environ, avait permis de calculer qu'en moyenne 1 800 000 adultes d'*Ae. aegypti* émergeaient chaque jour. Les densités de population varient aussi en fonction des conditions écologiques du nombre et du type de gîtes et de l'écologie humaine (type d'urbanisation et d'habitation, niveau de vie et moyens de transport).

La dispersion des *Ae. aegypti*, comme celle de tous les moustiques, peut être active ou passive. La dispersion active se fait par le vol. Pour les femelles, qui seules nous intéressent en épidémiologie, la dispersion active est très faible. Par exemple, en Inde, la distance de vol en 24 heures est comprise entre 11 et 50 mètres pour 60 % des femelles. Pour les mâles, la dispersion active est encore plus faible. Le règlement sanitaire international impose aux pays signataires de ne pas avoir d'*Ae. aegypti* dans l'enceinte des ports et aéroports dans un rayon de 400 mètres alentour. En fait, des calculs récents montrent que vraisemblablement une femelle d'*Ae. aegypti* doit parcourir dans sa vie entre 150 et 200 mètres. De cette dispersion active faible, il résulte quelques informations en épidémiologie. Par exemple, toujours en Inde, on a essayé de calculer le nombre de maisons visitées par les femelles d'*Ae. aegypti* (tableau I); 40 % des femelles visitent une maison, 44 % en visitent deux, puis les autres chiffres sont négligeables. Ces chiffres varient en fonction de la densité des maisons, mais sont importants pour la transmission d'une maladie comme la dengue. Pourquoi une femelle d'*Ae. aegypti* va-t-elle être amenée à se disperser? Il y a deux raisons: pour trouver un repas sanguin ou pour trouver un gîte de ponte. Or ces

Tab. 1. — Nombre de maisons visitées par les mâles et les femelles d'*Aedes aegypti*, village de Shauri Moyo, Kenya, déterminé par expériences de capture-marquage, recapture (Trpis et Hausermann, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 1986, **35**, 1263-1272).

	nombre de maisons visitées					
	1	2	3	4	5	total
femelles						
nb	111	122	27	10	2	272
%	40,8	44,9	9,9	3,7	0,7	
mâles						
nb	34	24	1	1	0	60
%	56,6	40	1,7	1,7	0	

moustiques vivent en ville et piquent les hommes, il n'ont donc pas loin à aller pour piquer. De plus, si tout le monde stocke de l'eau, les femelles n'ont pas de grand déplacement à faire pour trouver un gîte de ponte. Les femelles d'*Ae. aegypti* n'ont donc pas de raisons de se disperser vers les maisons voisines. Par contre, si on supprime les gîtes de ponte, notamment dans le cadre des activités de lutte, cela peut entraîner une dispersion plus forte des femelles.

A l'opposé, la dispersion passive des *Ae. aegypti* est très importante, surtout par les moyens de transport, bateaux et avions (cf p. 120).

En ce qui concerne la longévité de cette espèce, les taux de survie quotidiens trouvés dans la littérature

varient de 0,8 à 0,9 pour les femelles. Bien sûr, ces chiffres varient selon les endroits, les saisons et les populations. Une population d'*Ae. aegypti* peut donc vivre en moyenne de 2 à 3 semaines. C'est une longévité faible. En laboratoire, la longévité est beaucoup plus importante et une femelle peut vivre jusqu'à 2 mois. Le taux de survie faible des femelles d'*Ae. aegypti* implique que le taux de transmission sera faible. En effet, étant donné la durée d'incubation extrinsèque des virus, un vecteur qui vit aussi peu de temps a peu de chance de transmettre le virus. Lorsqu'une femelle d'*Ae. aegypti* est infectée, elle a beaucoup de chances de mourir avant de devenir infectante. Néanmoins le cycle de transmission des virus de la dengue par *Ae. aegypti* fonctionne bien.

CONCLUSION

Toutes les données exposées ci-dessus sur *Ae. aegypti* proviennent d'Afrique et d'Asie. En pratique, c'est une bête domestique, que l'on a tout le temps sous la main, dont on devrait très bien connaître l'écologie, mais on s'aperçoit qu'on la connaît très mal. Il y a un divorce clair entre les entomologistes de « terrain » qui sont impliqués dans le contrôle et les entomologistes de « bureau » qui font de l'écologie fondamentale, en étant bien souvent coupés des problèmes pratiques. Il faut absolument essayer de lutter contre cette dichotomie qui existe depuis très longtemps.

DISCUSSION

Question : Les tables de dispersion des *Ae. aegypti* provenaient-elles d'une grande ville ?

François RODHAIN. — Oui.

Jean-Paul MOREAU. — Je voudrais apporter une notion importante au sujet des œufs qui peuvent survivre à la dessiccation. Les populations qui se sont déplacées dans le sud du Pacifique à partir de la Malaisie, pour coloniser les îles plus à l'est, ont emporté avec elles leurs agents pathogènes et leurs vecteurs. On voit que le paludisme s'arrête à peu près au Vanuatu, les *Anopheles* ont réussi à aller jusque-là. Plus loin, on ne trouve que des maladies transmises par des *Aedes*

dont les œufs durables ont été transportés dans les pirogues. Entre autres maladies ainsi disséminées, la filariose lymphatique que l'on trouve à Tahiti.

Question : Quelle est la durée de l'incubation extrinsèque des virus de la dengue chez les moustiques ?

François RODHAIN. — Cette durée dépend de la température et est comprise entre 7 et 14 jours, ou plutôt 10 à 12 jours dans la majorité des cas. La longévité moyenne des femelles d'*Ae. aegypti* étant de 15 jours, il y a donc très peu de chance que les femelles infectées deviennent infectantes.