

LE CONTROLE DES AEDES (STEGOMYIA) ET ESPECES VOISINES VECTEURS D'ARBOVIROSES HUMAINES, EN AFRIQUE TROPICALE

par

J.-P. HERVY (1)

SUMMARY

THE CONTROL OF *Aedes* (STEGOMYIA) AND RELATED SPECIES INVOLVED IN TRANSMISSION OF HUMAN ARBOVIRUS INFECTIONS IN TROPICAL AFRICA

In Africa, many *Aedes* mosquitos are involved in yellow fever and dengue transmission. Their control can be carried out either in a "prophylactic" way, when no disease occurs, or in a "curative" one, when virus is detected in the human community. In the first event, control is confounded with sanitation measures; in the second event, insecticidal control is needed against both larvae and adults. Larvae populations are destroyed by means of insecticidal deposits in the breeding-sites. Control of adults is achieved by thermal fogs or U.L.V. applications of organophosphorous compounds dispensed from ground or aerial generators.

The insecticide susceptibility level of every *Aedes* populations involved in arbovirus transmission must be periodically determined with all the insecticides available.

Parmi les Culicidae, ceux appartenant au genre *Aedes* possèdent au plus haut degré la faculté de transmettre de nombreuses arboviroses. Certaines de celles-ci, en se développant de manière épidémique ou pandémique dans le milieu humain, ont parfois un profond retentissement socio-économique : ce sont essentiellement la fièvre jaune et les dengues.

L'Afrique est le continent d'élection de la fièvre jaune qui s'y manifeste régulièrement, que ce soit par exemple en Ouganda (1941), en Éthiopie (1960-1962) ou, plus récemment, au Sénégal (1965) (4), au Mali, au Togo et en Haute-Volta (1969), au Ghana, au Nigeria (1969-1970) (8), en Angola (1971) (18) ou en Sierra-Leone (1975) (2).

Les dengues sévissent plus particulièrement en Amérique du sud, en Inde, dans le sud-est asiatique, aux Philippines et dans la zone Pacifique. Dans ces régions coexistent une forme bénigne et une forme hémorragique (20). En Europe, la dengue semble s'être manifestée en partie sous sa forme hémorragique, lors de l'épidémie d'Athènes en 1928 (16). Seule, la forme bénigne apparaît en Afrique : à Durban (1927), aux Comores et à Madagascar (3), au Nigeria (1975) (11) et, d'une façon générale, dans les pays côtiers (10).

Afin de renforcer l'impact des campagnes de vaccination parfois sujettes à bien des aléas (fièvre jaune), ou bien afin de pallier leur absence (dengues), la lutte contre les *Aedes* vecteurs s'impose toujours avec autant d'actualité.

I. — BIOLOGIE ET IDENTITE DES VECTEURS

Biologie des vecteurs.

L'œuf des *Aedes* est toujours déposé sur les parois humides d'une petite collection d'eau. Sa caractéristique principale, la résistance à la dessiccation, lui permet de survivre pendant de longs mois au dessèchement de son support. Lorsque, par le jeu des précipitations, il se retrouve immergé, l'œuf donne naissance à une larve aquatique qui se transforme en nymphe après quatre mues de croissance. De la nymphe éclôt, deux jours plus tard, un adulte.

Cette vie larvaire dure environ dix jours et dépend

(1) Entomologiste médical, Mission O.R.S.T.O.M. auprès de l'O.C.C.G.E., Laboratoire d'Entomologie du Centre Muraz - B.P. 171 - Bodo-Dioulasso (Haute-Volta).

9 AVR. 1979

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° B 3604 Ent. Red.

de la charge du milieu en matière nutritive ainsi que des caractéristiques physico-chimiques et de la température de l'eau.

Les collections d'eau colonisées, ou "gîtes", sont très variés. En milieu naturel, ce sont principalement les trous d'arbre, les creux de racines, les coques de fruits, les feuilles engainantes, les débris de coquilles de mollusques ou les cavités de rochers.

En milieu humain, la diversité est encore plus grande, mais les caractéristiques des gîtes naturels (petit volume d'eau, parfois bien définies, existence d'une zone d'ombre) sont cependant retrouvés dans les gîtes domestiques et péri-domestiques. Parmi ceux-ci on peut mentionner : les débris de poterie, les boîtes de conserve, les vieux pneus, les pièces de voitures usagées, les pots à fleurs, à l'extérieur ; les fûts, les jarres de stockage de l'eau, les macérations médicinales, à l'intérieur.

Identité des vecteurs.

Le cycle épidémiologique de la fièvre jaune traditionnellement décrit est celui qui existe en Afrique de l'est (7, 19). Il comporte deux vecteurs principaux : *A. africanus* et *A. simpsoni*, le premier assurant principalement l'entretien de l'épizootie en milieu sauvage, le second étant responsable à la fois du passage du virus de l'animal à l'homme et de la transmission interhumaine.

Des travaux récents (6) ont permis de proposer un schéma épidémiologique de la fièvre jaune en Afrique de l'ouest sensiblement plus complexe. Dans ce cycle, de nombreuses espèces d'*Aedes* interviennent à trois niveaux différents :

- dans le milieu naturel :
 - au niveau de l'entretien de l'épizootie : *A. africanus* ;
 - au niveau de la transmission du virus de l'animal à l'homme : *A. africanus* et, accessoirement *A. luteocephalus*.
- dans le milieu humain :
 - au niveau de la transmission d'homme à homme : *A. aegypti*, *A. vittatus* et, accessoirement, *A. luteocephalus* et *A.* du groupe *furcifer-taylori*.

Dans le cycle épidémiologique de la dengue, endémique en zone intertropicale, ce sont aussi des *Aedes* qui sont impliqués dans la transmission du virus, aussi bien de l'animal à l'homme que de l'homme à l'homme. Dans ce dernier cas, *A. aegypti* est le vecteur majeur, sinon exclusif.

II. — CONTRÔLE DES *AEDES*

En milieu naturel favorable aux épizooties amariales, les vecteurs peuplent de très grandes surfaces continues ; ils sont comme "dilués" au sein du couvert végétal, ce n'est donc pas à ce niveau que peut être entrepris le contrôle.

En milieu naturel où apparaissent les cas humains isolés, les densités de vecteurs sont beaucoup plus importantes, mais les gîtes restent difficilement accessibles et les surfaces à traiter demeurent considérables. Le contrôle des vecteurs n'est pas non plus envisageable à ce niveau.

En milieu humain, ville, village ou même simple campement, les vecteurs peuvent atteindre des densités très élevées mais restent circonscrits à l'intérieur d'un périmètre relativement bien défini par l'environnement immédiat des habitations périphériques. Si subsistent parfois des gîtes naturels peu accessibles, la plupart des collections d'eau hébergeant les vecteurs sont aisément repérables et d'accès facile.

C'est donc au niveau de l'épidémisation que le contrôle des vecteurs pourra être effectué avec le maximum d'efficacité, soit à titre "prophylactique", en période de latence, soit à titre "curatif", en période de transmission interhumaine.

Les vecteurs visés seront en premier lieu *A. aegypti* et *A. vittatus* qui pénètrent le mieux le milieu humain et, accessoirement, *A. luteocephalus* ainsi que *A. gr. furcifer taylori* qui peuvent se développer dans le milieu végétal proche des agglomérations.

Contrôle en période de latence.

— En période de latence, le contrôle exige, comme préalable, la reconnaissance des zones à risque épidémique. Cette démarche primordiale consiste, dans la pratique, à évaluer les densités de vecteurs grâce à des enquêtes portant aussi bien sur les stades larvaires (inspection systématique des collections d'eau) que sur les adultes (captures manuelles ou sur appâts, pondoirs-pièges).

Ces séries d'enquêtes, menées à l'échelle d'une région, d'un pays ou d'une grande zone biogéographique, conduisent à la localisation de régions à risque épidémique soit permanent, si les modalités traditionnelles de stockage de l'eau sont favorables (17), soit saisonnier si les seules précipitations interviennent dans le développement de populations stégomyiennes.

— Ces zones à risque étant définies, le contrôle visera à réduire les densités d'*Aedes* en dessous d'un seuil pour lequel les probabilités d'une transmission interhumaine sont infimes.

Si la lutte biologique a pu être envisagée comme

moyen de contrôle, par utilisation de poissons larvivores, par introduction de moustiques aux larves prédatrices comme les *Toxorhynchites* (21), par lâcher de mâles stériles ou porteurs de tares génétiques (13), les diverses méthodes proposées ne sont guère applicables à un contrôle à grande échelle.

Le seul moyen rationnel pour éliminer les risques de transmission est une action populaire organisée dans le cadre de l'éducation sanitaire.

Les moyens à mettre en œuvre sont simples et les difficultés qui peuvent surgir sont plus d'ordre psychologique que financier.

Il faut arriver à faire intégrer dans la vie courante des populations concernées :

— soit quelques modifications de l'économie de l'eau, lorsque cette dernière est responsable de la pullulation des vecteurs, ce qui se traduit par :

- une diminution du stockage en jarre au profit de récipients peu ou pas attractifs pour les *Aedes* (bassines, seaux) ;
- une vidange et un lavage des conteneurs d'eau, accompagnés de brossage des parois, afin d'éliminer simultanément larves et œufs ;

— soit quelques gestes relevant de l'hygiène domestique, lorsque les "déchets de civilisation" sont les principaux gîtes saisonniers :

- élimination de tous les débris de poteries ou de Calebasses et des boîtes de conserves, dans l'environnement le plus vaste possible autour de l'habitation ;
- destruction des vieux pneus et des pièces de voitures inutilisables ;
- mise à l'abri des pneus et des pièces de voiture récupérables.

Ces dernières mesures peuvent être couplées avec les modifications de l'économie de l'eau lorsque des populations permanentes et saisonnières de vecteurs coexistent dans une même localité. Elles s'imposent plus particulièrement en milieu urbain ou en voie d'urbanisation.

Contrôle en période de transmission inter-humaine.

Dès que la circulation du virus dans le milieu humain est détectée, le contrôle immédiat et rapide des vecteurs s'impose. Le caractère d'urgence de la lutte antivectorielle exige alors que l'on prenne simultanément toutes les mesures possibles pour, d'une part, détruire les *Aedes* susceptibles d'héberger le

virus et, d'autre part, prévenir toute nouvelle production de ces vecteurs.

A l'action sanitaire prophylactique, qui doit être renforcée, on doit adjoindre une lutte chimique dirigée à l'encontre des formes aussi bien larvaires qu'imaginaires des *Aedes*.

1. LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES POPULATIONS LARVAIRES.

Ce type de lutte consiste à introduire de l'insecticide dans toute collection d'eau apte à entretenir une population larvaire d'*Aedes*, que le gîte soit positif ou uniquement potentiel.

L'insecticide est délivré après évaluation du volume du récipient, de telle manière que la concentration atteinte soit voisine de 1 ppm*.

Le Dursban®, un organophosphoré, peut être employé dans tous les gîtes dont l'eau n'est pas utilisée pour des besoins domestiques (boisson, toilette), car son efficacité certaine sur les larves de Culicidae s'accompagne d'une toxicité assez élevée envers les mammifères.

L'Abate®, de coût plus élevé, mais de toxicité envers les mammifères plus faible, est le seul composé qui puisse être utilisé dans les eaux de consommation (1). Deux formulations sont disponibles : granulés à 1 p. 100 de matière active ou concentrée émulsionnable à 20 p. 100 ou 50 p. 100.

A la concentration de 1 ppm, l'action de l'insecticide est immédiate sur tous les stades larvaires et se maintient environ pendant un mois.

2. LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES POPULATIONS ADULTES.

La lutte contre les larves d'*Aedes* permet d'éviter la libération de nouveaux vecteurs mais elle ne suffit pas, à elle seule, pour interrompre la transmission interhumaine. En effet, les vecteurs produits antérieurement au traitement larvicide ont une longévité suffisante pour que la diminution des contacts homme-vecteur ne soit sensible qu'après plusieurs semaines.

La lutte antilarvaire doit donc être obligatoirement couplée avec une lutte dirigée contre les adultes.

Le traitement adulticide peut revêtir plusieurs formes :

- pulvérisations à effet rémanent ;
- nébulisations ;
- applications à très faible volume (U.L.V. : Ultra-Low Volume des anglophones).

(*) ppm : partie par million.

A) Pulvérisations

Les pulvérisations sont réalisées grâce à des appareils du type "à pression préalable" et consistent dans le dépôt, sur les parois intérieures des habitations, d'une suspension aqueuse d'insecticide.

Ce dépôt ne peut être efficace que vis-à-vis des *Aedes* endophiles entrant en contact avec les murs ; or, une fraction importante des *Aedes* échappent à ce contact en se reposant, à l'intérieur des maisons, sur des objets, vêtements ou récipients. C'est la raison pour laquelle il n'est pas recommandé de recourir à ce type de lutte, coûteux et peu efficace. Cependant, en l'absence de tout autre moyen de lutte, peut-on préconiser l'aspersion "périfocale", localisée à l'environnement immédiat des gîtes (2).

B) Nébulisations

Les nébulisations sont obtenues au moyen d'appareils pulsant de l'air chaud dans lequel est vaporisé un insecticide en solution huileuse. Il se forme, par condensation, un brouillard de fines gouttelettes chargées d'insecticide.

Cette technique peut être utilisée avec succès contre les *Aedes*. Une solution à 4 p. 100 de malathion dans l'huile diesel, dispensée à raison de 420 ml/ha a donné 83 p. 100 de réduction de la population d'*Aedes aegypti* à Bangkok (5). Mais le traitement ne possède aucune rémanence et la densité des adultes revient au même niveau qu'avant le traitement en une semaine.

D'autres insecticides que le malathion peuvent être utilisés : le fenthion et, surtout, le fenitrothion.

C) Traitement à très faible volume (U.L.V.)

Dans ce type de traitement, il y a toujours formation de brouillard, mais la taille des gouttelettes formées est inférieure à celle résultant de nébulisations. D'autre part, ce n'est pas un gaz chaud qui véhicule l'insecticide : le composé, qui peut être délivré sous de très faibles quantités, est divisé en gouttelettes grâce à un atomiseur rotatif dont la vitesse détermine la taille des particules d'insecticide pur ou très concentré.

En raison même de la finesse des particules et de la faible quantité d'insecticide dispersée, ce type de traitement ne peut prétendre à un effet rémanent. Un contrôle efficace exige donc la mise en œuvre de plusieurs traitements successifs. A cette condition, d'excellents résultats peuvent être obtenus en utilisant soit des appareils manuels, soit des engins véhiculés au sol ; soit encore du matériel adapté à des aéronefs :

- Traitement manuel

Une expérience qui peut servir de base de travail a été menée en Thaïlande (15) : 1.500 habitations

ont été traitées grâce à un appareil portable à la main, le "Mity Moe", avec du fenitrothion à la dose de 0,1 ml par m³ d'habitation. Après deux applications espacées de deux semaines, la population stégomyienne montrait une diminution de sa densité supérieure à 99 p. 100, et cela un mois après le traitement. On a pu tenir le vecteur visé (*A. aegypti*) pour totalement disparu pendant six mois.

Le seul handicap consiste dans la fragilité de l'engin soumis à une utilisation intensive.

- Traitement par véhicule au sol

Un générateur d'U.L.V. peut être monté sur véhicule. Sa puissance supérieure et sa grande mobilité autorisent des traitements plus rapides et plus étendus, particulièrement adapté aux grandes villes.

Cinq traitements successifs au fenitrothion, utilisé à la dose de 511 à 1.095 ml/ha, se traduisent par un contrôle quasi absolu pendant une période de cinq mois après le traitement (14). Un tel résultat ne peut être obtenu que parce que l'action insecticide se manifeste simultanément sur les populations larvaires et adultes domestique et péridomestique, *A. aegypti*.

- Traitement par aéronef

Si le générateur est fixé sur un avion ou un hélicoptère, les traitements en U.L.V. peuvent alors être dispensés par voie aérienne sur de très grandes surfaces.

Cette technique élaborée a été utilisée avec succès en Thaïlande (9). A la dose de 438 ml/ha, deux traitements effectués à quatre jours d'intervalle, avec du malathion à 95 p. 100, ont induit une diminution de la densité stégomyienne de 99 p. 100, dans l'immédiat, et de 88 p. 100 à 99 p. 100, dix jours plus tard.

III. — RESISTANCE AUX INSECTICIDES

L'apparition de la résistance aux insecticides au sein d'une population d'*Aedes* peut compromettre irrémédiablement une campagne de lutte. Aussi doit-on procéder régulièrement au contrôle de la sensibilité des principaux *Aedes*-cibles vis-à-vis des insecticides disponibles.

A l'heure actuelle, *A. aegypti* présente une résistance aux organochlorés (D.D.T., dieldrine, H.C.H.) dans tous les pays d'Afrique.

Ailleurs, cette résistance s'étend à d'autres insecticides d'usage courant tels que le malathion, le fenthion, l'Abate ® et le Dursban ® (12). Il n'a pas été détecté de résistance chez les autres *Aedes* africains, mais cette situation résulte plus d'une non-détermina-

tion de leur sensibilité aux insecticides que d'une réelle absence de résistance.

Il importe donc d'être vigilant et d'étendre à tous les *Aedes* reconnus comme vecteurs, en Afrique, les études de sensibilité restreintes, jusqu'ici, à *Aedes aegypti*.

CONCLUSION

Il semble donc qu'un contrôle des *Aedes* en Afrique mené à titre prophylactique ne peut reposer que sur une éducation sanitaire bien dirigée ; s'il est mené à titre curatif, il doit faire appel à toutes les ressources disponibles. Dans ce dernier cas, la lutte chimique anti-adultes, qui doit compléter les mesures sanitaires et la lutte antilarvaire, trouve dans l'application d'U.L.V. la méthode de choix pour éliminer le vecteur, le mode de traitement dépendant alors du matériel et du personnel qualifié disponibles. Les pulvérisations ne pourront jamais être qu'un palliatif à n'utiliser qu'en traitement "périefocal".

La généralisation du phénomène de résistance aux organochlorés puis aux organophosphorés manifestée

par des *Aedes* de très nombreuses régions, impose un contrôle périodique du niveau de sensibilité des *Aedes* impliqués dans la transmission d'arboviroses au niveau d'une région donnée.

En raison de leurs performances et de la sensibilité actuelle des *Aedes* africains, l'Abate®[®], le malathion et le fenitrothion sont tout désignés pour être utilisés en période de transmission interhumaine d'arboviroses.

RÉSUMÉ

Le contrôle des *Aedes* africains impliqués dans la transmission de la fièvre jaune et de la dengue revêt deux aspects selon qu'il doit être réalisé à titre "prophylactique" ou "curatif". Dans la première hypothèse, en l'absence de cas signalés, le contrôle relève essentiellement d'une action populaire concertée menée dans le cadre de l'éducation sanitaire. Dans la seconde hypothèse, en période de transmission inter-humaine, cette action sanitaire doit être complétée par la lutte chimique : au niveau des stades larvaires, par dépôts d'insecticides dans les gîtes ; au niveau des adultes, et parfois simultanément des larves, par utilisation d'organophosphorés en nébulisation ou en U.L.V., dispensés par voie aérienne ou terrestre.

La détermination de la sensibilité des *Aedes* vecteurs d'arboviroses aux insecticides disponibles doit être régulièrement effectuée, afin de déceler l'apparition d'une éventuelle résistance.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 — Anonyme. — Sécurité d'emploi des pesticides en santé publique. Seizième rapport du Comité O.M.S. d'experts des insecticides — *Org. Mond. Santé.*, sér. Rapp. techn., 1967, 356, 37-38.
- 2 — Anonyme. — La fièvre jaune en 1975 — *O.M.S. Relevé épid. hebdom.*, 1976, 51/33, 301-305.
- 3 — BRÈS P. et coll. — Données récentes apportées par les enquêtes sérologiques sur la prévalence des arboviroses en Afrique, avec référence spéciale à la fièvre jaune — *Bull. Org. Mond. Santé.*, 1970, 43, 223-267.
- 4 — CHAMBON L. et coll. — Une épidémie de fièvre jaune au Sénégal en 1965. L'épidémie humaine — *Bull. Org. Mond. Santé.*, 1967, 36, 113-150.
- 5 — CHOW C.Y., GRATZ N.G., TONN R.J., SELF L.S. and PANT C. — The control of *Aedes aegypti*-borne epidemics — *Doc. mimeogr. W.H.O./V.B.C.* 77.660, 1977.
- 6 — CORDELLIER R., GERMAIN M., HERVY J.-P. et MOUCHET J. — Guide pratique pour l'étude des vecteurs de fièvre jaune en Afrique et méthodes de lutte — *Initiations-Documentations techniques O.R.S.T.O.M.*, 1977, 33, 114 p.
- 7 — HADDOW A.J., SMITHBURN K.C., DICK G.W.A., KITCHEN S.F. and LUMSDEN W.H.R. — Implication of the mosquito *Aedes (Stegomyia) africanus* Theobald in the forest cycle of yellow fever in Uganda — *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1948, 42, 218-223.
- 8 — LEE V.H. and MOORE D.L. — Vectors of the 1969 yellow fever epidemic on the Jos plateau, Nigeria — *Bull. Org. Mond. Santé.*, 1972, 46, 669-673.
- 9 — LOFGREN C.S., FORD H.R., TONN R.S. and JATANASEN S. — The effectiveness of Ultra-Low-Volume applications of malathion at a rate of 6 US fluid ounces per acre in controlling *Aedes aegypti* in a large scale test at Nakhon Sawan, Thailand — *Bull. Org. Mond. Santé.*, 1970, 49, 359-365.
- 10 — MANSON-BAHR P.H. — Manson's tropical diseases. A manual of the diseases of warm climates — *Cassell's Company Ltd London*, 12th edition, 1945, 1.068 p.
- 11 — MOORE D.L. and al. — Arthropod-borne viral infections of man in Nigeria — *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1975, 69, 1, 49-64.
- 12 — MOUCHET J. et QUIROGA M. — La résistance aux insecticides chez les Culicidés — *Cab. O.R.S.T.O.M.*, sér. Ent. méd. et Parasitol., 1976, XVI, 4, 111-124.
- 13 — PAL R. and LALANCHE L.E. — The operational feasibility of genetic methods for control of insects of medical and veterinary importance — *Ann. Rev. Ent.*, 1974, 19, 269-291.
- 14 — PANT C.P., NELSON M.J. and MATHIS H.L. — Sequential application of Ultra-Low-Volume ground aerosols of fenitrothion for sustained control of *Aedes aegypti* — *Bull. Org. Mond. Santé.*, 1973, 48, 4, 455-459.

- 15 — PANT C.P., MATHIS H.L., NELSON M.J. and BOON LUAN P. — A large scale field trial of Ultra-Low-Volume fenitrothion applied by a portable mist-blower for the control of *Aedes aegypti* — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1974, 51, 409-415.
- 16 — PAPAEVANGELOU G. and HALSTEAD S.B. — Infection with two dengue viruses in Greece in the 20th century. Did dengue hemorrhagic fever occur in the 928 epidemic? — *J. trop. Med. Hyg.*, 1977, 80, 3, 46-51.
- 17 — PICHON G., HAMON J. et MOUCHET J. — Groupes ethniques et foyers potentiels de fièvre jaune dans les états francophones d'Afrique occidentale; considérations sur les méthodes de lutte contre *Aedes aegypti* — *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. Ent. méd. et Parasitol., 1969, VIII, 1, 49-68.
- 18 — RIBEIRO H. — Entomological studies during the 1971 yellow fever epidemic of Luanda, Angola — *Mosq. News*, 1973, 33, 4, 568-575.
- 19 — ROSS R.Q. and GILLET G.D. — The cyclical transmission of yellow fever virus through the grivet monkey *Cercopithecus aethiops centralis* Neumann and the mosquito *Aedes africanus* Theobald — *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1950, 44, 351-356.
- 20 — RUDNICK A. — *Aedes aegypti* and hemorrhagic fever — *J. Hyg.*, London, 1967, 51, 36-62.
- 21 — TRPIS M. — Interaction between the predator *Toxorhynchites brevipalpis* and its prey *Aedes aegypti* — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1973, 49, 359-365.