

**Bioécologie d'*Aedes (Aedimorphus) vittatus*
(Bigot) en République centrafricaine.
Le cycle gonotrophique ⁽¹⁾**

Nicolas DÉGALLIER ⁽²⁾, Jean-Marie DIEMER ⁽³⁾
Jean-Pierre HERVÉ ⁽⁴⁾

Résumé

*La durée moyenne du cycle gonotrophique d'*Ae. (Adm.) vittatus*, déterminée dans les conditions naturelles à l'aide d'une technique de marquage — lâcher — recapture, est de 4,5 jours.*

Une méthode consistant à lâcher des femelles à jeun a permis une estimation du même ordre que le lâcher de femelles gorgées. L'intervalle séparant l'éclosion du premier repas sanguin est de deux jours.

A partir du sixième jour de recapture, toutes les femelles marquées sont pares, ceci excluant l'existence d'un phénomène de dissociation gonotrophique.

*Le taux de survie journalier de la population d'*Ae. vittatus* en début de saison des pluies a été estimé égal à 0,89 ; en conséquence, après 4 cycles gonotrophiques (correspondant à un cycle de développement extrinsèque du virus amaril de 17 j), seuls 8,9 % des femelles infectées survivent.*

*L'intervention d'*Ae. vittatus* comme vecteur selvatique du virus de la fièvre jaune apparaît peu probable, du moins au début de la saison des pluies.*

Mots-clés : *Aedes (Aedimorphus) vittatus* — cycle gonotrophique — République centrafricaine.

Summary

Aedes (Aedimorphus) vittatus BIOECOLOGY IN CENTRAL AFRICAN REPUBLIC. THE GONOTROPHIC CYCLE. *The duration of the gonotrophic cycle of *Ae. (Adm.) vittatus* has been determined by a mark — release — recapture experiment. The release of hungry females leads to the same estimation than the release of engorged ones.*

4,5 days elapse between two consecutive meals and two days elapse between eclosion and the first bloodmeal.

After five days all the recaptured females are parous. Thus a gonotrophic dissociation phenomenon does not seem to occur.

The daily survival rate been estimated to 0.89 ; it means that after 4 gonotrophic cycles (corresponding to the 17 days long extrinsic development cycle of yellow fever virus) only 8,9 % are still alive.

Thus the implication of this species in the selvatic cycle of yellow fever is somewhat improbable, at least at the beginning of the rainy season.

Key words : *Aedes (Aedimorphus) vittatus* — gonotrophic cycle — Central African Republic.

(1) Travail ayant bénéficié d'une subvention de l'Organisation Mondiale de la Santé et faisant partie du Programme de recherches O.R.S.T.O.M. — Institut Pasteur sur les arbovirus et leurs vecteurs en République Centrafricaine.

(2) Entomologiste médical, S.S.C. de l'O.R.S.T.O.M., 70-74, Route d'Aulnay, 93140 Bondy.

(3) Technicien Supérieur de Santé, Ministère de la Santé Publique, Bangui, République Centrafricaine.

(4) Entomologiste médical de l'O.R.S.T.O.M., Instituto Evandro Chagas, C. P. 621, 66000 Belém, Para, Brésil.

1. Introduction

Aedes (Aedimorphus) vittatus (Bigot) est une espèce à distribution extrêmement étendue, comprise entre les parallèles 43°50' N et 30°51' S et s'étendant des côtes d'Afrique occidentale jusqu'en Malaisie vers l'est (Service, 1970).

En Afrique intertropicale, il peut être rencontré dans toutes les zones phytogéographiques à condition qu'existent des affleurements rocheux favorables à l'établissement de ses gîtes larvaires.

Ses pullulations saisonnières et sa présence fréquente aux abords des villages, où il pique volontiers l'homme, l'ont fait suspecter comme vecteur potentiel du virus amaril (Lewis *in* Service, *op. cit.* ; Taufflieb *et al.*, 1973 ; Service, 1974 ; Germain *et al.*, 1978).

Ae. vittatus est en effet apte à transmettre expérimentalement le virus amaril (Philip *in* Service, 1970 ; Beaty *et al.*, 1980) et a récemment été trouvé naturellement infecté par les virus suivants : amaril, Zika, Sindbis, Semliki forest, Bunyamwera, Simbu, Pongola au Sénégal (Cornet *et al.*, 1979) et Middleburg en République Centrafricaine (Hervé *et al.*, 1980).

L'efficacité de son intervention dans les cycles de ces virus n'étant pas démontrée pour autant, des études bioécologiques s'avéraient nécessaires à une meilleure compréhension de son rôle vecteur.

A ce titre, divers aspects de sa biologie ont été envisagés : la durée du cycle gonotrophique *in natura*, le cycle d'agressivité, les préférences trophiques, les variations saisonnières de la densité et de l'âge physiologique des populations.

Nous rapportons ci-après, les résultats d'une étude du cycle gonotrophique réalisée en République centrafricaine du 12 au 25 juin 1981.

2. Zone d'étude

La population d'*Ae. vittatus* étudiée est inféodée aux affleurements rocheux avoisinant le village de Bozo (5°10' N ; 18°30' E). Ceux-ci sont utilisés par les villageois pour le séchage du manioc au soleil. La végétation entourant ces « pierres à manioc » est caractéristique des savanes subsoudanaises de type semi-humide (Aubrèville *et al.*, 1958 ; voir Germain *et al.*, 1977, pour une description détaillée de la zone d'étude).

Les précipitations marquant le début de la saison des pluies ayant commencé environ un mois avant le début de l'étude, la plupart des gîtes lar-

vaires étaient en eau et contenaient une très forte population de larves et de nymphes d'*Ae. vittatus*. Pendant l'expérience, les températures maximales et minimales moyennes ont été respectivement de 33°C et 20°C.

3. Matériel et méthodes

Le cycle gonotrophique des Culicidés est classiquement subdivisé en trois phases (Becklemishev *in* Detinova, 1963) : la 1^{re}, correspond à la recherche de l'hôte par la femelle à jeun et la prise du repas sanguin, la 2^e comprend la digestion de ce repas et la maturation des œufs et la 3^e, la recherche du lieu de ponte et la ponte.

Généralement, la durée totale du cycle est déterminée par évaluation du temps écoulé entre deux repas consécutifs. Une expérience complémentaire nous a permis de préciser la durée de la 1^{re} phase de Becklemishev chez des femelles nullipares. Le calcul du taux de survie a été fait au moyen de la formule de Coz *et al.* (1961).

3.1. DURÉE DE LA PREMIÈRE PHASE DE BECKLEMISHEV

Des moustiques éclos de nymphes et donc d'âge connu ont été marqués avec une poudre colorée fluorescente, puis relâchés à 8 h ; des recaptures sur homme ont eu lieu à l'endroit du lâcher (sur une « pierre à manioc »), les soirs suivants, entre 18 h et 20 h.

L'état physiologique des moustiques marqués recapturés est déterminé par dissection.

3.2. DURÉE TOTALE DU CYCLE

Une méthode d'étude du cycle gonotrophique applicable aux espèces de moustiques ne se gorgeant que fort mal ou pas du tout en cage a été récemment mise au point par l'un de nous (J.P.H.) avec *Aedes africanus* (Theo.) (Hervé *et al.*, *op. cit.*). Cette méthode consiste à relâcher les femelles immédiatement après leur marquage, sans tenter de leur faire prendre un repas de sang. Ce dernier, nécessitant des manipulations supplémentaires, se révèle souvent incomplet. *Ae. vittatus* se montrant réticent à se gorger tant sur cobaye que sur nous-mêmes, nous avons testé cette nouvelle méthode et l'avons comparée à la méthode classique.

3.2.1. Lâchers de femelles marquées

Au total, 681 femelles capturées sur homme

ont été relâchées après gorgement le 12 juin à 22 h.

Ensuite, 2 221 femelles à jeun ont été relâchées les 13, 14 et 15 juin à 22 h. Chaque jour, une poudre de couleur différente a été utilisée.

3.2.2. Recaptures

Douze puis sept captureurs ont récolté les moustiques se présentant pour piquer respectivement les quatre premiers soirs puis les dix soirs suivants. Les moustiques marqués ont été disséqués et leur âge physiologique déterminé par la méthode de Detinova (examen des trachéoles ovariennes).

Afin de diminuer, dans les captures, le taux de femelles non marquées, les gîtes proches du point de lâcher ont été débarrassés des larves et nymphes s'y trouvant à partir du 5^e jour de l'expérience.

4. Résultats

4.1. TAUX DE RECAPTURE

Nous appellerons taux de recapture le pourcentage de femelles marquées recapturées exprimé par rapport au nombre de femelles marquées lâchées.

Lors de la première expérience (cf. § 3.1.), le nombre de femelles marquées n'a pas été déterminé. Les chiffres rapportés dans le tableau I ne concernent donc que la deuxième expérience (lâchers de femelles gorgées ou à jeun).

TABLEAU I

Expérience de marquage-lâcher-recapture. Nombres de femelles marquées, de femelles recapturées et taux de recapture selon les deux méthodes utilisées.

	Femelles marquées	Femelles recapturées	Taux de recapture
	A	B	B/A (%)
Femelles relâchées gorgées	681	109	16
Femelles relâchées à jeun	2221	244	11
Total	2902	353	12

Les taux de recapture sont relativement élevés, compte tenu du faible nombre de femelles marquées. D'autre part, la capacité de dispersion des femelles est faible chez cette espèce (Cordellier, 1978 : 156). La méthode de lâcher de femelles à jeun a permis de recapturer 11 % des femelles marquées, ce qui la rend très intéressante.

4.2. DURÉE DE LA PREMIÈRE PHASE DU CYCLE GONOTROPHIQUE

L'intervalle séparant l'éclosion du premier repas sanguin peut être déduit des données rassemblées dans le tableau II.

TABLEAU II

Détermination de la durée de la première phase de Becklemishev chez des femelles d'*Aedes vittatus* nullipares. Nombre et âge des femelles recapturées.

Age en heures	Nombre de femelles marquées capturées
10 à 12 h	1
34 à 36 h	7
58 à 60 h	2
82 à 84 h	3

Il semble donc que ce soit surtout entre 12 h et 48 h après l'éclosion que les femelles d'*Ae. vittatus* recherchent un hôte pour effectuer leur premier repas de sang. Toutes les femelles recapturées étaient en effet nullipares. Cependant, lors des cycles ultérieurs, la durée de cette 1^{re} phase est probablement réduite comme il a été démontré chez d'autres espèces (Subra, 1972).

4.3. DURÉE TOTALE DU CYCLE GONOTROPHIQUE

4.3.1. Étude par lâcher de femelles gorgées

Comme nous l'avons rapporté ci-dessus (§ 3.2), le gorgement d'un grand nombre d'*Ae. vittatus* sur cobaye est difficile et nous avons dû le compléter sur nous-mêmes. Même dans ces conditions, un nombre important de femelles, imparfaitement gorgées, sont revenues dès le lendemain de leur lâcher (fig. 1A) pour compléter leur repas de sang.

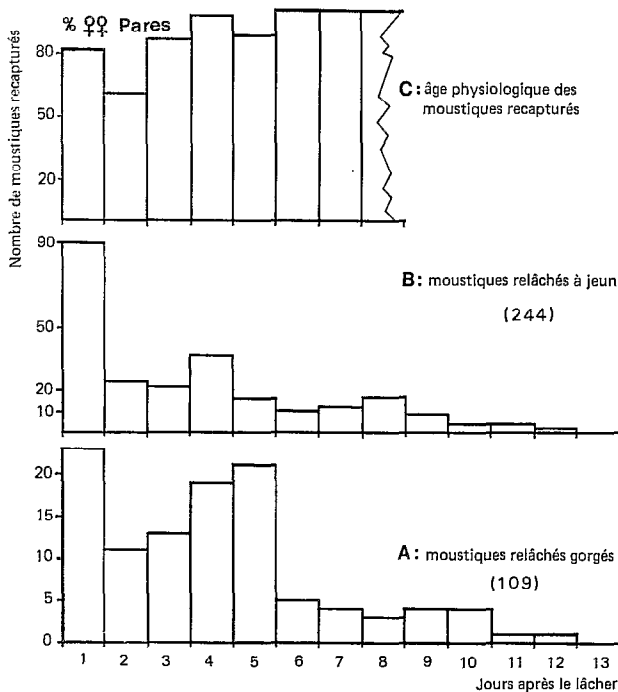


FIG. 1. — Retours à l'hôte de femelles d'*Aedes vittatus* marquées : en abscisse, nombre de jours après le lâcher ; A, moustiques relâchés gorgés ; B, moustique relâchés à jeun ; C, âge physiologique (pourcentage de femelles pares) des moustiques recapturés après avoir été relâchés à jeun. En A et B, le nombre de femelles recapturées est indiqué entre parenthèses.

Abstraction faite de ces femelles, les maximums de recaptures ont eu lieu les 5^e et 9-10^e jours montrant une périodicité d'environ 4-5 jours dans la prise des repas sanguins.

La majorité des femelles recapturées possédait des follicules au stade II moyen de Christophers. Une douzaine d'entre elles (11 %) présentaient des œufs mûrs en nombre variant de 1 à 7 (moyenne 4). Nous verrons plus loin comment ce phénomène peut être interprété.

Quatre femelles, présentant des follicules à un stade de développement avancé, avaient probablement effectué un repas de sang incomplet au moment du lâcher.

4.3.2. Étude par lâcher de femelles à jeun

La dissection des femelles recapturées après 1, 2 et 3 jours permet de calculer un taux de partu-

rité moyen (77,05 %) supérieur à celui de la population générale (58,1 %), déterminé le 5^e jour. Ensuite, le nombre de femelles nullipares diminue pour s'annuler le 6^e jour (fig. 1C). À partir de ce moment, la totalité des femelles aurait effectué au moins 1 cycle gonotrophique. Elles reviennent en effet avec des ovaires dont les follicules sont au stade II moyen de Christophers.

Après un premier maximum de recaptures le 4^e jour, on observe un second maximum le 8^e jour (fig. 1B), la durée moyenne du cycle gonotrophique pouvant donc être estimée égale à 4 jours.

Chez quelques femelles recapturées, les follicules se trouvaient aux stades II fin ou III de Christophers. Chez d'autres, nous avons observé des œufs mûrs en petit nombre.

Ces œufs mûrs, présents chez les femelles venant pour se nourrir, sont généralement interprétés comme des œufs résiduels ; cependant, l'éventualité d'un développement partiel des ovaires a été démontrée chez d'autres moustiques (J.-F. Trape, com. pers.) et pourrait exister dans les conditions naturelles. Le pourcentage de femelles agressives possédant des œufs mûrs dans la population générale est par ailleurs comparable à celui obtenu pour les femelles ayant subi l'expérience de marquage.

4.3.3. Comparaison entre les deux méthodes utilisées

Les durées moyennes du cycle gonotrophique estimées à l'aide des deux méthodes sont comparables (4 j et 4,5 j). Ces estimations ont été faites sans tenir compte du premier maximum des recaptures. Le premier jour en effet, dans le cas du lâcher de femelles à jeun, 36,8 % (90/244) d'entre elles reviennent à l'hôte. Lorsque les moustiques sont gorgés (avec un succès variable rappelons-le) avant leur lâcher, 21,1 % (23/109) reviennent dès le jour suivant. Ces femelles n'ont de toute évidence pas subi un cycle gonotrophique complet entre leur lâcher et leur recapture. Il nous semble donc justifié de ne pas en tenir compte pour l'estimation de la durée du cycle gonotrophique.

4.4. TAUX DE SURVIE

Le taux de survie de la population étudiée peut être calculé avec la formule : $TS = \frac{C}{P + NP}$

où C est la durée du cycle gonotrophique en jours ($C = 4,5$), P le nombre de femelles pares et NP le nombre de femelles nullipares.

Dans le cas présent $TS = 0,89$, le 5^e jour de l'expérience. Ce taux de survie a une signification toute relative car la population étudiée n'est probablement pas en équilibre à cette période de l'année. Il permet néanmoins d'évaluer la potentialité vectrice d'*Ae. vittatus* pour le virus amaril. Si l'on considère comme Germain *et al.* (1977) que la durée du cycle viral extrinsèque est de 17 jours, le nombre de cycles qu'une femelle infectée devra subir pour être infectante sera de 4, ce qui correspond à une survie de 20 jours, compte tenu de la durée s'écoulant en moyenne entre l'émergence et le 1^{er} repas (§ 4.2.). Au bout de ce laps de temps, le taux de femelles infectantes survivantes ne sera plus que de 8,9 %, ce qui semble peu pour assurer une participation réellement efficiente d'*Ae. vittatus* aux épidémies de fièvre jaune, du moins à cette saison. La situation pourrait toutefois être différente en fin de saison pluvieuse, période au cours de laquelle on peut supposer que le taux de survie s'élève (Cornet *et al.*, 1978).

5. Discussion et conclusions

Cette première étude *in natura* de la durée du cycle gonotrophique d'*Aedes vittatus* corrobore les résultats obtenus au laboratoire par Cornet *et al.* (1978).

En début de saison pluvieuse, période d'accroissement rapide des populations, un taux de parturité relativement faible associé à un cycle gonotrophique de courte durée (4,5 j) font de cette espèce un vecteur peu probable notamment en ce qui concerne le virus amaril.

L'expérience réalisée nous a en outre permis d'évaluer les mérites d'une nouvelle méthode qui consiste à marquer des femelles à jeun, méthode proposée par Hervé *et al.* (*op. cit.*) pour *Ae. africanus*. Les résultats en sont comparables à ceux obtenus par la méthode classique (marquage de femelles gorgées) mais il est alors essentiel de ne pas tenir compte des recaptures réalisées le premier jour des retours à l'hôte pour l'évaluation de la durée moyenne du cycle gonotrophique.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent à l'équipe technique ayant réalisé les récoltes intensives nécessitées par cette étude.

Que MM. M. Germain, A. Rickenbach et J. Coz, qui ont bien voulu réviser notre manuscrit, trouvent également ici l'expression de notre gratitude.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 28 juin 1983.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBRÉVILLE (A.), DUVIGNEAUD (P.), HOYLE (A. C.), KEAY (R. W.), MENDOSA (F. A.) et PICHI-SERMOLLI (R. E. G.), 1958. — Carte de la végétation de l'Afrique au sud du tropique du Cancer. A.E.T.F.A.T. et U.N.E.S.C.O. Edit.
- BEATY (B. J.), TESH (R. B.) et AITKEN (T. H. G.), 1980. — Transovarial transmission of yellow fever virus in *Stegomyia* mosquitoes. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 29, 1 : 125-132.
- CORDELLIER (R.), 1978. — Les vecteurs potentiels sauvages dans l'épidémiologie de la fièvre jaune en Afrique de l'Ouest. *Trav. et doc. de l'O.R.S.T.O.M.*, n° 81, O.R.S.T.O.M., Paris, 258 p.
- CORDELLIER (R.), GERMAIN (M.), HERVÉ (J.-P.) et MOUCHET (J.), 1977. — Guide pratique pour l'étude des vecteurs de fièvre jaune en Afrique et méthodes de lutte. *Init. Doc. techn.*, n° 33, O.R.S.T.O.M., Paris, 114 p.
- CORNET (M.), CHATEAU (R.), VALADE (M.), DIENG (P. L.), RAYMOND (H.) et LORAND (A.), 1978. — Données bio-écologiques sur les vecteurs potentiels du virus amaril au Sénégal oriental. Rôle des différentes espèces dans la transmission du virus. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XVI, n° 4 : 315-341.
- CORNET (M.), ROBIN (Y.), CHATEAU (R.), HÈME (G.), ADAM (C.), VALADE (M.), LE GONIDEC (G.), JAN (C.), RENAUDET (J.), DIENG (P. L.), BANGOURA (J. F.) et LORAND (A.), 1979. — Isolements d'arbovirus au Sénégal Oriental à partir de moustiques (1972-1977) et notes sur l'épidémiologie des virus transmis par les *Aedes*, en particulier du virus amaril, *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XVII, n° 3 : 149-163.
- COZ (J.), GRUCHET (H.), CHAUVET (G.) et COZ (M.), 1961. — Estimation du taux de survie chez les Anophèles. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 54 : 1353-1358.
- DETINOVA (T. S.), 1963. — Méthodes à appliquer pour classer par groupes d'âge les Diptères présentant une importance médicale, notamment certains vecteurs du paludisme. *Publ. Org. mond. Santé* n° 47, 220 p.
- GERMAIN (M.), HERVÉ (J.-P.) et GEOFFROY (B.), 1977. — Variation du taux de survie des femelles d'*Aedes africanus* (Theobald) dans une galerie forestière du sud de l'Empire Centrafricain. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XV, n° 4 : 291-299.
- GERMAIN (M.), MOUCHET (J.), CORDELLIER (R.), CHIPPAUX (A.), CORNET (M.), HERVÉ (J.-P.), SUREAU (P.)

- FABRE (J.) et ROBIN (Y.), 1978. — Épidémiologie de la fièvre jaune en Afrique. *Méd. Mal. inf.*, 8, 2 : 69-77.
- HERVÉ (J.-P.), GONZALEZ (J.-P.), CORNET (J.-P.) et GEOFROY (B.), 1980. — Service d'Entomologie médicale et d'Études des réservoirs de virus in Rapport annuel 1979, Institut Pasteur de Bangui, *doc. multigr.*
- SERVICE (M. W.), 1970. — Studies on the biology and taxonomy of *Aedes (Stegomyia) vittatus* (Bigot) (Diptera : Culicidae) in Northern Nigeria. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 122, 4 : 101-143.
- SERVICE (M. W.), 1974. — Survey of the relative prevalence of potential yellow fever vectors, in north-west Nigeria. *Bull. Org. mond. Santé*, 50 : 487-494.
- SUBRA (R.), 1972. — Études écologiques sur *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, 1828 (Diptera, Culicidae) dans une zone urbaine de savane soudanienne ouest-africaine. Longévité et déplacements d'adultes marqués avec des poudres fluorescentes. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. X, n° 1 : 3-36.
- TAUFFLIEB (R.), CORNET (M.), LE GONIDEC (G.) et ROBIN (Y.), 1973. — Un foyer selvatique de fièvre jaune au Sénégal Oriental. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XI, n° 3 : 211-220.