

ETUDE PRÉLIMINAIRE SUR LA BIOLOGIE
D'*ANOPHELES GAMBIAE*, GILES 1902
DANS LES RÉGIONS FORESTIÈRES DU SUD-CAMEROUN

Par J. RAGEAU, J.-P. ADAM et E. RIVOLA

Introduction

Les traités de Malariologie insistent sur l'importance d'une connaissance approfondie de la biologie anophélienne lorsqu'on veut établir un plan rationnel de lutte antipaludique au moyen d'insecticides à toxicité rémanente.

Aussi, les entomologistes ont-ils multiplié les études écologiques et éthologiques sur les deux grands vecteurs du paludisme en Afrique Noire : *Anopheles gambiae* et *A. funestus*. Nous possédons actuellement une abondante littérature concernant ces deux espèces, mais les renseignements accumulés depuis trente ans dans différents pays ne concordent pas toujours et laissent parfois perplexes les paludologues chargés d'organiser une campagne contre ces Anophèles. Parmi les questions les plus controversées, signalons celle de l'exophilie et de l'anthropophilie d'*A. gambiae*, dont dépend l'efficacité des traitements imogocides limités aux habitations.

C'est pourquoi les enquêtes entomologiques constituent actuellement le prélude indispensable à la lutte antipaludique, et on ne peut se permettre d'entreprendre des pulvérisations insecticides sur une grande échelle dans les régions où *A. gambiae* représente le vecteur majeur du paludisme sans avoir réuni des renseignements nombreux et précis sur sa biologie, tant larvaire qu'imaginale, dans les conditions *locales* auxquelles on devra s'adapter.

Pour le Sud-Cameroun, où va commencer une campagne antipaludique basée essentiellement sur le « *house spraying* », nous ne possédons encore que des données fragmentaires sur le comportement d'*A. gambiae* et son incidence sur la lutte antianophélienne.

En effet, jusqu'à maintenant, aucun entomologiste n'a pu se consacrer pendant *deux ans* (temps minimum si l'on veut obtenir

des observations à portée générale) à l'étude biologique d'*A. gambiæ* dans la zone forestière du Cameroun méridional.

Le présent travail, si sommaire soit-il, a pour but de combler certaines lacunes dans notre connaissance d'*A. gambiæ* et de contribuer ainsi à la recherche des mesures les plus rationnelles pour la réduction de l'anophélisme, donc du paludisme, dans le Sud du Territoire.

Faute de temps et de moyens, nous n'avons pu aborder personnellement bien des aspects du problème. Nous les traiterons cependant en résumant les résultats d'études faites dans d'autres régions d'Afrique tropicale et publiées notamment dans les ouvrages suivants :

— B. de Meillon : *The Anophelini of the Ethiopian Geographical Region* (Johannesburg, 1947) ;

— R. C. Muirhead-Thomson : *Mosquito Behaviour in relation to Malaria transmission and control in the tropics* (Londres, 1951) ;

— M. Holstein : *Biologie d'Anopheles gambiæ*. Recherches en A.O.F. (O.M.S., Genève, 1952), ainsi que dans diverses revues (cf. Bibliographie).

Nos observations ont porté sur les *A. gambiæ* de Yaoundé et des villages forestiers du Secteur Eton-Ouest (Evodoula), accessoirement sur ceux de Douala, Bafia, Abong-Mbang, Messaména et Yokadouma. Elles ont été poursuivies irrégulièrement de 1948 à 1952 et complétées par des élevages et des expériences de laboratoire.

I. Géographie

La région forestière du Sud-Cameroun s'étend de la plaine côtière du Golfe de Guinée à l'Ouest jusqu'au Bassin du Moyen-Congo à l'Est. Au Sud, elle est limitée par la frontière, c'est-à-dire approximativement le 2° degré de latitude N., au Nord par le fleuve Sanaga et son affluent, le Lom, dont le cours supérieur atteint le 6° degré de latitude N.

C'est une zone de plateaux (altitude moyenne = 800 m.) avec des vallées s'abaissant à 400 m. et des bombements (« *Nkol* » en langue vernaculaire) qui dépassent parfois 1.000 m. Elle est couverte par la forêt subéquatoriale dense, interrompue au Nord par des taches de savane boisée et la forêt-galerie. Elle est constituée par les bassins de la Sanaga, du Nyong et du Ntem, ainsi que par ceux, moins importants, des affluents occidentaux de la Sanga : Kadei, Boumba et Dja (= Ngoko), qui appartiennent au bassin du Congo.

D'une superficie de près de 250.000 km², elle compte environ un million d'habitants très inégalement répartis : sur quelque

20.000 km² autour de la capitale, Yaoundé, vivent 500.000 autochtones dispersés en une poussière de villages et hameaux dans les clairières en forêt, le long des routes et des pistes. La population est de plus en plus clairsemée vers l'Est où, entre Lomié et Yokadouma, s'étendent de vastes contrées inhabitées.

La dispersion des agglomérations et le mauvais état des routes et des pistes rendent difficiles l'accès des villages et constitueront un important obstacle à la campagne antipaludique de désinsectisation, notamment en saison des pluies. Obligées de parcourir des distances considérables dans des conditions pénibles, les équipes chargées des pulvérisations passeront plus de temps pour se rendre à pied d'œuvre que pour traiter les cases des hameaux perdus en brousse.

II. Climatologie

La biologie des Anophèles est sous la dépendance étroite des facteurs climatiques ; en particulier, leur fréquence saisonnière présente des variations en corrélation avec celles de la pluviométrie.

Nous résumerons, d'après le Rapport annuel du Cameroun français à l'O.N.U. pour 1951, les renseignements climatiques que nous possédons sur la zone forestière du Territoire.

Le régime pluviométrique est du *type subéquatorial classique* à deux saisons sèches séparées par deux saisons des pluies d'inégale importance. Les hauteurs annuelles des précipitations varient entre 1.500 et 2.000 mm., avec deux maxima et deux minima qui diminuent progressivement de la côte vers l'Est. Le maximum le plus élevé se situe en septembre-octobre et la grande saison des pluies dure approximativement de la mi-septembre à la mi-novembre. Ce maximum, très élevé sur la côte (plus de 500 mm.), atteint encore 300 mm. à Yaoundé, mais ne dépasse pas 200 mm. à Batouri.

Le deuxième maximum, toujours inférieur au précédent, s'observe en mai, et la petite saison des pluies dure de mars à juin. La grande saison sèche débute à la mi-novembre et se termine en mars, le minimum absolu des précipitations se situant en décembre (parfois janvier). Ce minimum dépasse 100 mm. sur la côte à Campo et tombe à 10 mm. à Yaoundé.

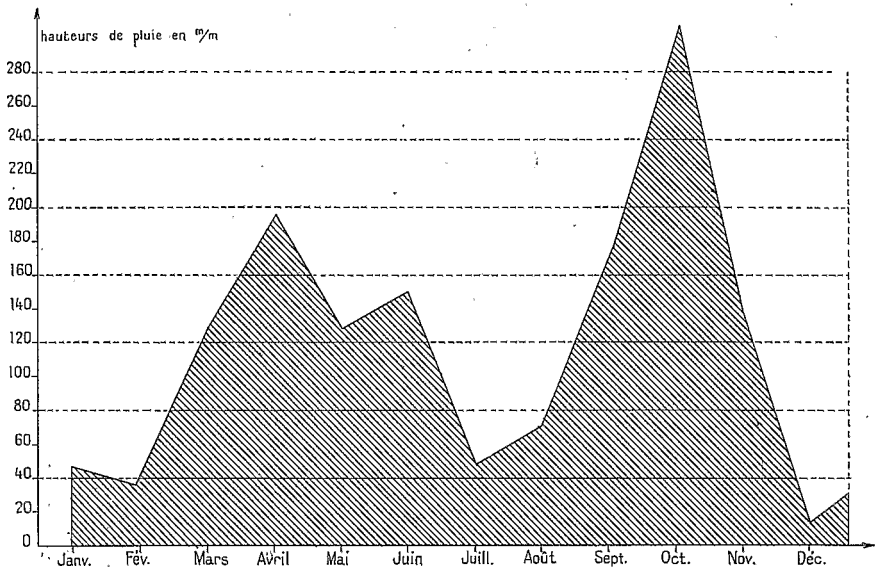
La saison sèche a une ampleur de plus en plus grande à mesure que la latitude ou la longitude croît. On peut placer la petite saison sèche entre juin et septembre ; ses limites avec les deux saisons pluvieuses sont assez difficiles à fixer et varient avec les années, mais le minimum de précipitations, plus élevé que celui de décembre, a lieu en juillet. Il atteint près de 100 mm. à Campo, alors qu'il devient inférieur à 50 mm. à Yaoundé.

On peut schématiser ainsi la distribution annuelle des précipitations à Yaoundé, choisie comme localité-type de la zone forestière (cf. graphiques 1 : Hauteurs mensuelles de pluie, et 2 : Nombre de jours de pluie par mois) :

- 1) Janvier-février : grande saison sèche avec faible tendance orageuse et pluvieuse.

Nombre de jours de pluie : 7 et 3.

Hauteurs mensuelles de pluie : 45 et 35 mm.



Source : *Rapport annuel du Gouvernement du Cameroun français à l'O.N.U.*, 1950, p. 21
Pluviométrie à Yaoundé

GRAPHIQUE I

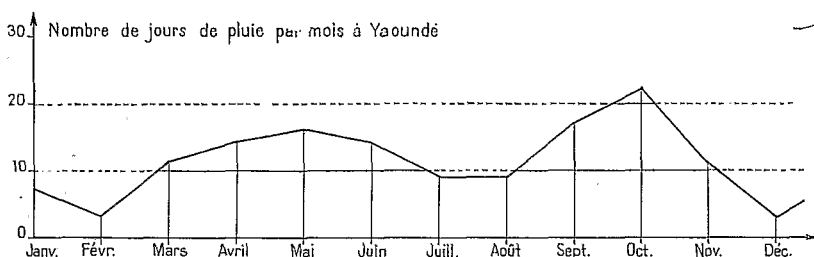
- 2) Mars : transition entre saison sèche et petite saison des pluies. Orages.
Nombre de jours de pluie : 11.
Hauteur mensuelle de pluie : 122 mm.
- 3) Avril-mai : petite saison des pluies et orages (tendant à diminuer à partir du 15 mai).
Nombre de jours de pluie : 14 et 16.
Hauteurs mensuelles des pluies : 194 et 128 mm.
- 4) Juin : début de la petite saison sèche. Pluies encore fréquentes jusqu'à la mi-juin.
Nombre de jours de pluie : 14.
Hauteur mensuelle des pluies : 149 mm.
- 5) Juillet-août : petite saison sèche, surtout marquée du 15 juillet au 15 août.
Nombre de jours de pluie : 9 et 9.

Hauteurs mensuelles des pluies : 47 et 69 mm.

- 6) Septembre : transition entre petite saison sèche et grande saison des pluies. Précipitations particulièrement fortes à partir du 15 septembre.

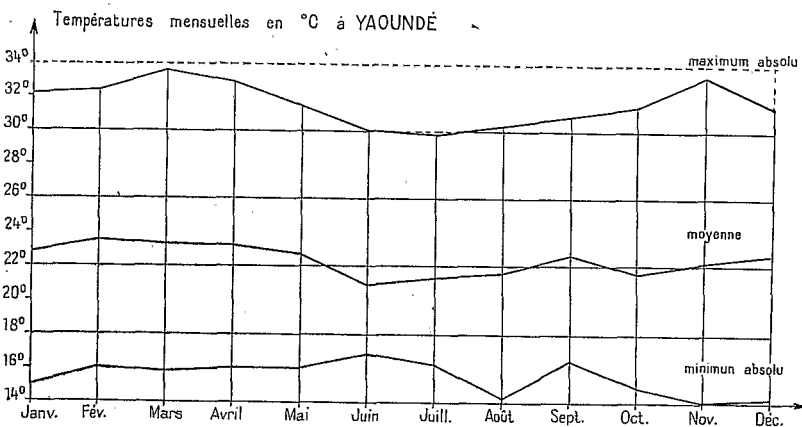
Nombre de jours de pluie : 17.

Hauteur mensuelle de pluie : 170,5 mm.



Source : Rapport annuel du Gouvernement du Cameroun français à l'O.N.U., 1950, p. 21

GRAPHIQUE II



Source : Rapport annuel du Gouvernement du Cameroun français à l'O.N.U., 1950, p. 20

GRAPHIQUE III

- 7) Octobre : grande saison des pluies.

Nombre de jours de pluie : 22.

Hauteur mensuelle de pluie : 303 mm.

- 8) Novembre : transition entre grande saison des pluies et grande saison sèche. Orages nombreux et violents. A partir du 15, pluies et tornades se raréfient.

Nombre de jours de pluie : 11.

Hauteur mensuelle de pluie : 128 mm.

9) Décembre : grande saison sèche (débutant souvent dès le 15 novembre).

Nombre de jours de pluie : 3.

Hauteur mensuelle de pluie : 9,5 mm.

Dans l'année, il tombe en moyenne 1.457 mm. de pluie en 133 jours. Le climat de la région forestière du Sud est subtropical, chaud et humide, l'humidité diminuant d'Ouest en Est et du Sud au Nord.

Le maximum moyen de température se maintient entre 26-28° C. et le minimum moyen entre 18-20° C. Le maximum absolu est de 33°4 C., le minimum absolu de 14° C. à Yaoundé, où la température moyenne annuelle est de 22°3 C., la moyenne mensuelle variant de 21° (juin) à 23°5 (février). Les variations de température présentent donc une faible amplitude (cf. graphique 3). Notons que les tornades provoquent toujours une chute thermique brusque et accentuée.

L'humidité relative moyenne vers midi se maintient entre 70 et 80 p. 100. Pour Yaoundé, la moyenne annuelle atteint 96,2 p. 100 à 6 heures, 70,3 p. 100 à 12 heures, 84,8 p. 100 à 18 heures.

III. Biologie des larves et des nymphes d'*A. gambiæ*

1) Caractères des gîtes. — A l'état larvaire, *A. gambiæ* est susceptible de se développer dans une grande variété de gîtes. On peut le rencontrer dans tous les types de collections d'eau, à condition qu'elles ne soient pas trop chargées en matières organiques ou en sels minéraux et que le courant soit faible ou nul.

Cette espèce préfère cependant les petites collections d'eau ensoleillées résultant de l'activité humaine.

Dans le Sud du Cameroun, les gîtes naturels à *gambiæ* : trous de rochers, creux d'arbres, insertions des feuilles engainantes, sources, mares résiduelles des étangs, zones inondées, flaques bordant les cours d'eau, suintements de rochers, etc..., sont souvent importants en raison de leur permanence, mais plus difficiles à déceler que les gîtes artificiels.

Parmi ces derniers, il faut citer en premier lieu les ornières des chemins, où les larves pullulent après une pluie, les fossés et, d'une façon plus générale, toutes les excavations de quelque surface creusées par l'homme en sol argileux et emplies d'eau. Ce sont les gîtes qu'on observe le plus fréquemment dans les villes et les villages, ceux que crée ou favorise la civilisation. Les étangs de pisciculture que l'on multiplie actuellement, les bassins aménagés par les villageois pour retenir le poisson ou servir de lavoirs, constituent éga-

lement des habitats favorables pour les larves de *gambiae*. Les travaux de terrassement (par ex., ceux nécessités par l'agrandissement des hôpitaux à Yaoundé et Douala...) donnent naissance à de vastes flaques d'eau stagnante, rapidement colonisées par les larves de *gambiae*. De moindre importance sont les empreintes de pas ou de sabots des bœufs, les pirogues,alebasses, pots de terre et récipients divers où s'amasse l'eau de pluie, mais qui ne constituent que des gîtes temporaires.

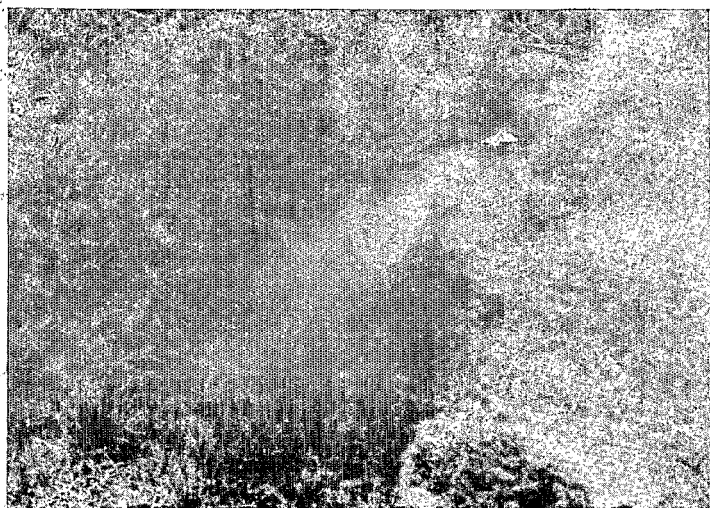


PHOTO 1. — Petite mare herbeuse au bord d'un chemin, près du Tribunal d'Evodoula (novembre 1952). Gîte larvaire typique à *Anopheles gambiae*.

De même pour les rizières, encore rares dans la région qui nous intéresse : nous avons cependant trouvé de nombreuses larves d'*A. gambiae* dans une rizière à Messaména en août 1948.

Les photos 1, 2, 3 illustrent quelques types d'habitats larvaires communément rencontrés à Evodoula et Yaoundé.

L'eau des gîtes à *gambiae* est presque toujours ensoleillée et relativement peu chargée en matières organiques, mais nous n'avons pu effectuer de mesures précises. Son pH, mesuré à l'aide d'un « Ionoskrib » à Yaoundé et Evodoula, varie de 6,5 à 7,5 ($\pm 0,5$), mais on sait que cette espèce peut se développer dans des eaux à pH compris entre 4 et 10, donc nettement acides ou alcalines.

La végétation des gîtes peut être très abondante, à la fois verticale (Graminées, Cypéracées, Alismacées, Hydrocharitacées, etc...) et

horizontale (*Pistia*, *Eichhornia*, etc...), parfois entièrement submergée (algues vertes filamenteuses : Spirogyres par ex.). Elle peut aussi manquer complètement : cavités du sol récemment emplies par les pluies. La microflore et la microfaune ont une densité variable : Chlorophycées unicellulaires, Diatomées, Flagellés, Ciliés, petits Crustacés (Copépodes pullulant dans les petites mares). Il arrive que les larves d'*A. gambiæ* soient parasitées par des Zoochlorelles, des



PHOTO 2. — Etang de pisciculture en voie d'assèchement. Dans les flaques résiduelles et au bord de l'étang, les larves d'*A. gambiæ* abondent. Lieu-dit « Melen », route de Kribi, près de Yaoundé (novembre 1952).

Flagellés et des Ciliés (*Glaucoma*, *Vorticelles*, etc...), parfois au point de ne plus pouvoir se déplacer.

Dans leurs gîtes vivent aussi des prédateurs : Coléoptères *Hydrocanthares*, Hémiptères *Hydrocorises* ; souvent, les têtards y abondent.

Comme espèces associées, citons les *Chironomidæ*, surtout lorsque le fond est vaseux, et divers *Culicidæ* : parfois *Anopheles funestus* Giles, *A. costani* Laveran, *A. rufipes* Gough, *A. nili* Theobald, *A. hancocki* Edwards..., plus fréquemment *Culex tigris* Grandpré et Charmoy (qui dévore les autres larves), *C. duttoni* Theo., *C. decens* Theo., *C. nebulosus* Theo., *C. annulioris* Theo., *C. ingrami* Edw., *C. perfuscus* Edw..., *Aedes phyllolabis* Edw., *A. cumminsi* Theo., etc...

La couleur de l'eau des gîtes dépend de la nature du fond (rocheux, argileux...), de la végétation et du plancton, de la teneur en matières organiques et minérales en suspension. En général, on observe les larves de *gambiae* dans les eaux claires et celles à coloration laiteuse attribuable à des substances colloïdales, parfois dans les eaux boueuses ou verdies par des Chlorophycées.

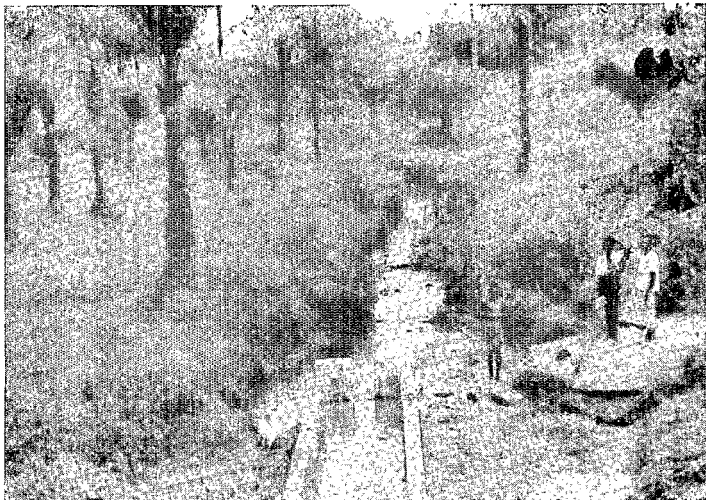


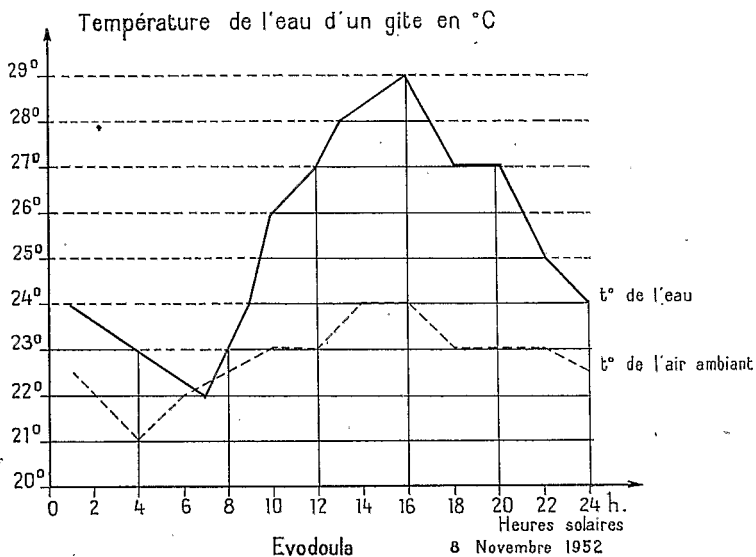
PHOTO 3. — Ruisseau alimentant l'étang précédent. Des larves d'*A. gambiae* peuvent s'observer dans les petites mares le long de ses rives. Noter l'irrégularité des berges et les sinuosités du lit.

On en trouve rarement dans les eaux « rouillées » par un développement de ferrobactéries ou dans les eaux putrides recouvertes d'un voile bactérien. Lorsque leur habitat est trop pollué, les larves de *gambiae* disparaissent rapidement, cédant la place aux *Culex* (*duttoni*, *nebulosus*, *tigripes*, *fatigans*, etc...) ou aux *Aedes*.

La température des gîtes larvaires, comme la température extérieure, ne présente que d'assez faibles variations et se tient entre 20-25° C. en moyenne. Elle peut monter à 29-30° C. dans les petites collections d'eau chauffées par le soleil. Dans un gîte-type d'Évodoula, en novembre 1952, nous avons relevé les températures de l'eau et de l'air ambiant aux différentes heures du jour et de la nuit :

HEURE LOCALE	T° DE L'EAU DU GITE	T° DE L'AIR AMBIANT
1 h. (matin).....	24° c.	22° ₅ c.
7 h.....	22°	22° ₃
9 h.....	24°	22° ₈
10 h.....	26°	23°
12 h.....	27°	23°
13 h.....	28°	23° ₅
16 h.....	29°	24°
17 h.....	28°	23° ₅
18 h.....	27°	23°
19 h.....	27°	23°
20 h.....	27°	23°
22 h.....	25°	23°
24 h.....	24°	22° ₅

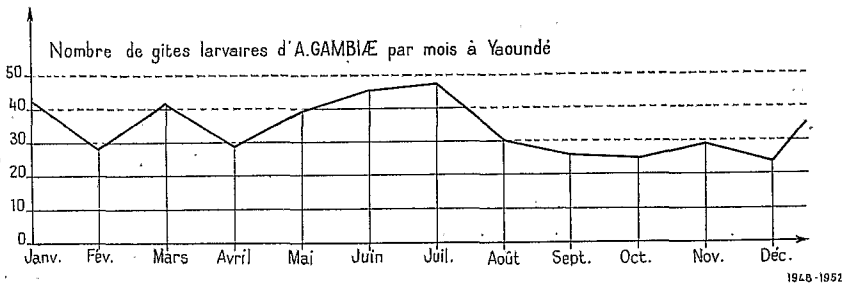
La courbe ci-jointe (graphique 4) montre les fluctuations de température de l'eau de ce gîte et de l'air ambiant au cours de 24 heures.



GRAPHIQUE IV

2) Fréquence des gîtes. — Dans la zone forestière du Sud-Cameroun, les gîtes larvaires à *A. gambiæ* s'observent surtout au voisinage des lieux habités. Ils sont très répandus, mais presque toujours inférieurs en nombre aux gîtes à *Culex* et à *Aedes*. A Yaoundé, de 1948 à 1952, nous avons identifié une moyenne annuelle de 405 gîtes à *A. gambiæ* pour 2.401 gîtes à *Culicinxæ*, soit une proportion de un pour six.

La fréquence saisonnière des gîtes larvaires à *A. gambiæ* est en relation avec la pluviométrie. C'est au début de chaque saison pluvieuse que les larves de *gambiæ* se rencontrent en plus grande abondance, au maximum des pluies ou de la sécheresse qu'elles se raré-



GRAPHIQUE V

fient, soit par disparition des collections d'eau (en décembre, par exemple), soit au contraire par entraînement des larves lorsque les précipitations deviennent torrentielles (en septembre-octobre). En raison de la variabilité des conditions locales, on ne peut toutefois énoncer de règle générale : nous avons ainsi observé à Evodoula, au début de la saison sèche (mi-novembre 1952), une brusque pullulation des larves de *gambiæ* à la suite d'une pluie d'orage qui avait rempli des ornières et des flaques presque à sec la veille. A Yaoundé, nous avons noté pendant quatre ans (1948-52) la fréquence mensuelle des gîtes larvaires à *gambiæ*, sans pouvoir relever de différences saisonnières nettes et surtout constantes : on observe seulement une diminution progressive de leur nombre d'août à décembre. C'est ce qu'exprime le graphique 5.

Pour Evodoula, les gîtes péridomestiques présentent un maximum de fréquence et d'extension de septembre à novembre, un minimum de décembre à février. Ils augmentent progressivement en nombre et en surface de mars à juin, pour se raréfier et restreindre leur étendue à nouveau en juillet-août. Nous ne pensons pas que, dans le Sud-Cameroun, les gîtes larvaires disparaissent complètement en

saison sèche et que l'espèce se conserve alors uniquement grâce à des femelles en diapause.

La résistance des œufs de *gambiæ* à la dessiccation a été étudiée par plusieurs auteurs, notamment Deane et Causey au Brésil (1943) et Holstein en A.O.F. (1950-52). Elle dépend du substratum et de l'humidité relative : ne dépassant pas quatre jours sur sable latéritique sec, quel que soit le degré hygrométrique de l'air, elle atteint 16 jours sur argile humide, avec 83 p. 100 d'humidité relative.

La résistance des larves et des nymphes est de beaucoup plus courte durée et ne paraît pas excéder quatre jours sur argile humide.

A Evodoula (novembre 1952), de jeunes larves et des larves au 4^e stade ont survécu *deux jours* dans la boue humide résultant de l'assèchement d'une ornière et ont repris leur activité dès qu'une pluie d'orage eut rempli le gîte. Des œufs conservés au moins 24 heures dans cette boue ont éclos simultanément lors de la remise en eau de l'ornière.

Des nymphes laissées 12 à 24 heures sur argile humide peuvent donner naissance à des adultes, bien que la mortalité à l'éclosion soit sensiblement augmentée.

3) *Durée du cycle œuf-adulte.* — Son estimation présente une grande importance lorsqu'on doit établir le rythme des opérations dans la lutte antilarvaire.

On admet généralement une moyenne de *une à deux semaines* entre l'éclosion de l'œuf et la sortie de l'adulte.

Une élévation de température accélère le développement d'*A. gambiæ* : 8 jours au-dessus de 26° C., 13 jours en dessous de 25° C. Le taux en matières organiques de l'eau agit en sens inverse et le cycle est d'autant plus court que le gîte est plus pauvre en matières organiques et en végétation.

A Yaoundé, du 2 au 14 octobre 1952, et à Evodoula, du 3 au 18 novembre 1952, nous avons étudié en élevage le cycle d'*A. gambiæ*. Les larves étaient conservées en bocaux contenant de l'eau de pluie ou l'eau de gîtes naturels, à des températures variant de 22 à 26° C. en moyenne. Des femelles ovigères, capturées dans des cases et maintenues en cages Roubaud, ont pondu facilement dans les bocaux. L'oviposition s'effectue de nuit. De la ponte à l'éclosion s'écoulent de 24 à 36 heures ; chaque stade larvaire dure entre 2 et 3 jours en moyenne, soit 8 à 14 jours pour la vie larvaire ; le stade nymphal n'excède guère 24 heures.

Des chiffres un peu inférieurs nous ont été donnés dans un gîte expérimental constitué par un petit bassin (demi-fût à essence)

revêtu intérieurement d'argile et à demi enterré. Il était rempli d'eau provenant d'ornières où pullulaient les larves de *gambiae* (photo 4).

Pour la zone forestière du Sud-Cameroun, on peut donc estimer de 6 à 18 jours les durées extrêmes du cycle œuf-adulte chez *A. gambiae*, avec une moyenne de 9 à 13 jours selon la température et la teneur en matières organiques de l'eau.

Notons que, dans des conditions défavorables : collection d'eau en voie d'assèchement ou nourriture insuffisante, les larves d'*A. gambiae* ont tendance à raccourcir leur vie larvaire. Elles n'atteignent pas leur taille normale au 4^e stade et les nymphes qui en résultent donnent naissance à des adultes nains. La mortalité est sensiblement augmentée.

On sait d'ailleurs que, dans la nature, les variations de taille des *A. gambiae* adultes sont considérables.

IV Biologie des *A. gambiae* adultes

1) Ecllosion. — Dans la nature et au laboratoire, nous avons observé la nymphose et l'imaginose aux *différentes heures* du jour et de la nuit.

Cependant, les éclosions nocturnes sont les plus fréquentes et c'est au matin que l'on trouve remplies d'adultes les cages placées au-dessus des bocaux à nymphes. Les pourcentages des deux sexes à la naissance sont variables, mais, en général, le nombre des mâles égale approximativement celui des femelles : la *sex ratio* est équilibrée.

La mortalité à l'éclosion varie selon les conditions de l'élevage ; dans un élevage prospère, 10 à 20 p. 100 des pupes meurent sans éclore ou, plus fréquemment, donnent naissance à des ailés trop faibles pour se dégager de leur exuvie ou pour s'envoler. C'est dans l'eau pure que l'imaginose s'effectue le mieux, du moins au laboratoire.

2) Rayon de vol. — La portée de vol des imagos qui viennent de naître est faible ; leur vol est peu soutenu et on ne les retrouve plus au delà de 200 m. de leur lieu d'éclosion. Ils ne paraissent pas pénétrer volontiers dans les habitations au cours de leurs premiers déplacements.

A Evodoula, nous avons installé, à une dizaine de mètres de notre maison, un bassin (photo 4) contenant de nombreuses larves, d'où sont sorties plusieurs centaines d'adultes durant une semaine ;

aucun de ces adultes n'a pu être capturé dans les locaux habités ou dans les abris du voisinage.

Par contre, à Nloundou et Nkolziba, villages voisins, les Anophèles adultes ont toujours été pris dans des cases situées à quelques centaines de mètres des gîtes larvaires ; de même à Yaoundé.

Le vent doit favoriser leur dissémination à condition qu'il soit

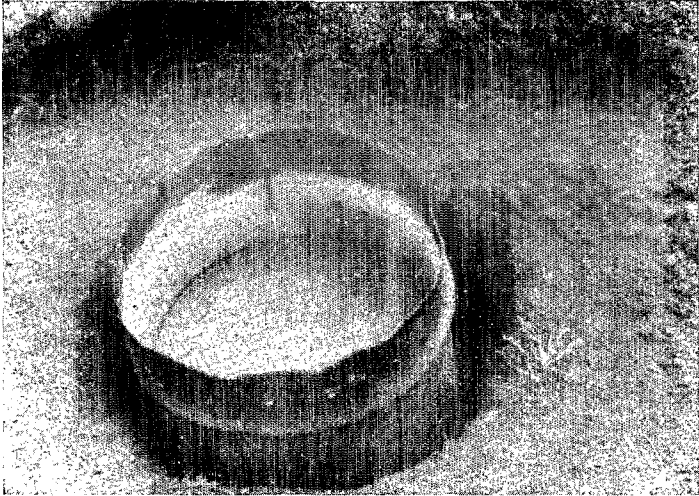


PHOTO 4. — Gîte artificiel expérimental constitué par un demi-fût à essence, enterré et recouvert intérieurement d'une couche d'argile. Les larves d'*A. gambiae* ont pu accomplir tout leur cycle dans ce bassin qu'on remplissait d'eau provenant d'ornières où pullulaient les *gambiae*. Ce dispositif nous a permis d'étudier la biologie des anophèles dans des conditions très voisines de celles de la nature. (Evodoula, novembre 1952).

modéré. Ceci explique que l'on puisse trouver des moustiques nombreux dans une habitation orientée de façon que les courants d'air ascendants les amènent, alors qu'ils sont absents dans un local voisin, mais différemment orienté.

Par contre, une végétation touffue et haute peut s'opposer à la propagation des Anophèles en constituant une sorte d'écran sur lequel ils vont se poser ; on observe couramment une augmentation de la densité des moustiques dans une habitation lorsqu'on vient de débrousser les environs (cas du bâtiment de l'I.R.C.A.M. à Yaoundé).

D'un autre côté, une végétation basse facilite parfois les déplacements d'*A. gambiae*, dont le vol est zigzagant, peu soutenu et qui se

tient près du sol ; elle lui offre alors des stations de repos entre deux bords et lui permet de couvrir des distances qu'il ne pourrait franchir en terrain découvert, faute de pouvoir se poser.

Selon Hopkins (1941), *A. gambiæ* a une portée de vol de *plus de 3 km.* ; pour da Cruz Ferreira (1945), aux îles du Cap-Vert, il est capable de parcourir 7 km. avec vent favorable.

3) Lieux de repos. — Il est absolument indispensable de savoir où se pose la femelle d'*A. gambiæ* avant et après avoir pris un repas sur l'homme, ainsi qu'avant de pondre, si l'on veut essayer de la détruire à l'aide d'insecticides de contact à toxicité rémanente ; c'est la première condition pour la réussite d'une campagne de lutte anti-anophélienne basée sur les traitements insecticides (D.D.T., H.C.H., Dieldrin...) des cases.

La rareté des Anophèles dans les maisons des villages de forêt, à Evodoula, par exemple, conduit à penser qu'ils ont des lieux de repos dans la nature.

Malheureusement, la recherche de ces abris naturels, dans les conditions de la brousse camerounaise, s'avère particulièrement ardue ; si nous avons pu capturer ainsi divers *Culex*, *Tæniorhynchus*, *Aedes*, *Eretmapodites*, *Toxorhynchites*, *Ficalbia*, *Harpagomyia*... ; nous n'avons jamais obtenu d'*A. gambiæ* dans les divers types de gîtes décrits par Kerr (1933) en Nigéria, Newstead, Dutton et Todd (1907) au Congo belge, Leeson (1930-31) en Rhodésie du Sud, Blacklock et Wilson (1941) en Sierra Leone, Symes (1940-41) au Kénya, Sautet et Marneffe (1943) au Soudan, Holstein (1952) en A.O.F., etc...

Les principaux refuges énumérés par ces auteurs sont : les troncs d'arbres creux, les contreforts des fromagers (*Ceiba pentandra*), la végétation basse ou haute, les anfractuosités du sol, les fentes de retrait des terres argileuses, les excavations des berges des ruisseaux, les cavités de rochers, le dessous du tablier des ponts, les pirogues renversées, etc...

Dans les cases africaines, la recherche des Anophèles est souvent laborieuse et le succès dépend surtout de la patience et de la minutie de l'observateur : sur une paroi couverte de suie et de poussière et faite de boue rougeâtre ou brune séchée, pleine de crevasses et d'aspérités, l'insecte passe d'autant plus aisément inaperçu qu'il se tient dans les coins sombres et n'existe qu'en petit nombre. Pour la région d'Evodoula, il nous a fallu visiter très attentivement plus de 200 habitations pour récolter une vingtaine d'Anophèles femelles.

L'un d'entre nous (J.-P. Adam) a essayé de capturer les Anophèles des cases africaines à Evodoula en pulvérisant une solution de pyrè-

thrine dont l'effet « knock down » est immédiat et en recueillant sur un drap blanc les moustiques qui tombent. Il a également utilisé un piège de sortie analogue à celui décrit par Muirhead-Thomson (*loc. cit.*, p. 46-48 et pl. 3-4) ; les deux techniques ne lui ont permis de récolter que quelques *Culex*.

Les essais de piégeage seraient cependant intéressants à reprendre, mais sur une grande échelle et dans des cases situées à proximité de gîtes larvaires importants.

Les recherches dans les maisons européennes (plus faciles à inspecter et où les Anophèles sont plus aisément repérables) donnent souvent des résultats négatifs par suite de traitements insecticides muraux au D.D.T. D'ailleurs, les Anophèles y sont plus dérangés que dans les cases africaines rarement nettoyées, et *A. gambiæ* ne tarde pas à désertier un refuge dont il risque d'être fréquemment délogé.

Même dans les maisons non traitées (par ex. la nôtre, située au-dessus du ruisseau Mingoa à Yaoundé et qui nous a servi de casetémoin pendant deux ans), les Anophèles sont rares — au moins à Yaoundé : quatorze mois d'examen quotidiens ne nous ont procuré que quatre Anophèles, dont deux *A. coustani* et un *A. hancocki* pour un seul *A. gambiæ*.

Toujours à Yaoundé, nous capturons en 1948-49 *A. gambiæ* en relative abondance dans les bâtiments publics : gare, Trésor, prison et surtout hôpital. A l'hôpital mixte, une enquête effectuée le 28 septembre 1949 nous avait permis de récolter 80 Anophèles (soit une dizaine de femelles d'*A. gambiæ* par salle), entre 15 h. et 17 h. 30, les 3/4 d'entre eux étant gorgés. A la suite de pulvérisations murales de D.D.T. et du contrôle des gîtes larvaires du voisinage, cette faune anophélienne a disparu, bien que les *Culex* et les *Stomoxys* continuent à pulluler dans les locaux. Nous en avons pris des centaines au cours d'une visite au début de 1952.

4) Horaire d'activité et cycle d'agressivité. — La raréfaction des Anophèles endophiles à Yaoundé et leur très faible densité dans les cases d'Evodoula — nos deux champs d'expérience — nous ont empêchés d'établir l'horaire d'activité d'*A. gambiæ* dans le Sud-Cameroun.

Les seules observations que nous ayons pu faire à ce sujet remontent à 1949, époque où nous habitons une case en planches à toit de nattes, qui offrait aux moustiques des conditions écologiques comparables à celles des cases indigènes, les dimensions des ouvertures et l'arrangement intérieur exceptés. Nous notions alors, d'avril à août, la pénétration de *A. gambiæ* (des deux sexes) au matin, entre

6 h. 30 et 7 h., au moment où nous ouvrons les volets de notre cabinet de toilette. Ils semblaient attirés par la température plus élevée qu'à l'extérieur, peut-être aussi par l'odeur humaine accumulée pendant la nuit. La plupart étaient des femelles, toujours à jeun et non agressives. Dans la matinée, ils disparaissaient et nous ne notions une nouvelle entrée que le lendemain matin.

A Evodoula, nous avons observé les *A. gambiae* dans les cases entre 9 h. du matin et 6 h. du soir. Il s'agissait de femelles gorgées reposant obliquement sur les murs, les poteaux, les lits ou le linge sale étendu sur des ficelles, de préférence dans les parties les plus sombres, où le moustique risquait le moins d'être dérangé. A la différence des observations précédentes, les femelles étaient toutes gorgées et avaient vraisemblablement passé la nuit dans l'habitation, se nourrissant sur ses occupants. Nous n'avons pu en trouver dans les cases balayées soigneusement chaque jour et ne renfermant pas le fouillis habituel.

Plusieurs auteurs ont étudié le cycle d'entrée d'*A. gambiae* dans les habitations humaines : le D^r Bernet à Madagascar (1938), Kerr (1933), puis Mattingly (1949) et Muirhead-Thomson (1951) en Nigéria, Garnham (1945), puis Haddow (1948) au Kenya, Hadaway en Ouganda (1950), Holstein (1950-52) en A.O.F., etc...

Selon Holstein : « La pénétration de *gambiae* commence dès 19 h., puis se ralentit jusqu'à 23 h. A ce moment, on note une pointe très nette d'activité, suivie d'une autre, plus faible, entre 3 h. et 5 h. A partir de 5 h., la pénétration dans les cases diminue notablement. »

Pour Mattingly, en Nigéria du Sud, l'entrée de *gambiae* dans les cases débute entre 18 h. et 20 h. et s'intensifie au cours de la nuit pour atteindre son maximum entre 2 h. et 6 h. du matin. Elle décroît ensuite rapidement et cesse presque complètement après le lever du soleil.

Muirhead-Thomson a signalé qu'à Lagos, peu de femelles de *gambiae* piquent avant 22 h. : 90 p. 100 d'entre elles se gorgent après minuit, et leur agressivité est surtout marquée une à deux heures avant le jour.

La question de l'agressivité de *gambiae* en dehors des habitations est controversée et les observations sont aussi contradictoires que celles concernant les lieux de repos des adultes.

Personnellement, nous n'avons pas vu *A. gambiae* attaquer l'homme en forêt ou dans les plantations, ni même autour des maisons. Cependant, Kerr, Wilson, Haddow, etc... ont montré que cet Anophèle se gorge volontiers à l'extérieur. On l'a d'ailleurs trouvé dans des régions inhabitées, en pleine forêt congolaise, par exemple.

Pour essayer de déterminer si *A. gambiae* peut se nourrir sur

l'homme en dehors des cases, nous avons fait coucher en plein air deux volontaires sous moustiquaire mal close : au matin, nous récoltions les moustiques pris dans ce piège. L'expérience a été réalisée au début de novembre 1952, près des villages de Nkolziba et Nloundou (région d'Evodoula). Au bout de quatre jours, deux *A. gambiæ* seulement ont été obtenus, contre une vingtaine dans les cases. De chiffres aussi faibles, il serait dangereux de tirer des conclusions.

L'exophilie d'*A. gambiæ* paraît présenter selon les régions des degrés très divers, ce qui rend compte, dans une certaine mesure, des divergences entre observations faites dans différents pays d'Afrique. Ce n'est parfois qu'une explication commode des recherches infructueuses d'Anophèles dans les cases et surtout des résultats décevants de campagnes antianophéliennes limitées au « house spraying ».

Selon le Dr A. Bernet (1950) : « Il semble que beaucoup pourrait être éclairci et précisé sur la biologie d'*A. gambiæ* s'il était considéré comme un Anophèle essentiellement sauvage, obligé de s'adapter à la vie domestique et le faisant avec peine. »

De son côté, Holstein considère comme établi que « *gambiæ* peut exister dans les zones de savane sahélienne et soudanaise sous deux formes différentes, dont l'une, paucidentée, manifeste un anthropophilisme électif, et dont l'autre, multidentée, montre des préférences zoophiles ».

Si l'on admet — ce qui demande confirmation — que la race anthropophile est surtout endophile et que les *gambiæ* zoophiles sont en même temps exophiles, l'hypothèse avancée par Holstein permet également d'expliquer les divergences entre les observations concernant le cycle d'activité de cet Anophèle. J. Sautet (1943) signalait cependant qu'au Soudan, *A. gambiæ*, principal vecteur du paludisme, montre une tendance nette à l'exophilie.

Ne pourrait-on pas admettre, tout simplement, qu'*A. gambiæ*, comme la plupart des insectes, a des exigences écologiques (température, ombre, humidité, tranquillité de l'atmosphère, etc...) précises et qu'il va de préférence dans les gîtes qui satisfont le mieux à ces conditions ? Si les cases africaines ou de type européen lui assurent un micro-climat favorable, il y demeure et on le qualifie d'*endophile* (c'est le cas en saison sèche dans le Nord-Cameroun, à Garoua par ex.) ; s'il trouve un habitat meilleur dans les refuges naturels, il devient *exophile* (Haddow 1945, de Meillon 1951).

5) Action répulsive du D.D.T. — Les traitements imagocides à base de D.D.T. dans les habitations viennent encore compliquer le

problème, car de nombreux auteurs leur attribuent une action répulsive sur *gambiae*, moustique particulièrement sensible. Nous citerons uniquement l'exemple de la Réunion où J. Hamon (1950-1951) constate qu'*A. gambiae*, primitivement endophile (comme *A. funestus*), « a modifié ses habitudes, probablement sous l'effet d'une répulsion au D.D.T. : après avoir piqué, il va se reposer sur une surface non traitée, généralement à l'extérieur ».

Remarquons que, dans l'hypothèse de deux races biologiques, l'une anthropophile et surtout endophile, l'autre zoophile et surtout exophile, une autre explication est possible : le D.D.T. détruirait la race endophile, ne laissant subsister que la race de *gambiae* exophile.

Personnellement, nous avons essayé sans succès d'étudier l'action répulsive éventuelle du D.D.T. sur les *A. gambiae* d'Evodoula. Des femelles et des mâles placés dans une très grande cage se posaient indifféremment sur un papier recouvert de Néocide 50 en suspension aqueuse, réalisant une concentration de 2 gr. de D.D.T. par m², et sur un papier non traité. D'autres lots mis au contact, à la fois, d'un mur recouvert de D.D.T. et d'une paroi dépourvue d'insecticide ne semblaient pas faire de choix entre les deux surfaces. Mais nos expériences ont été trop limitées pour nous donner une certitude quant à l'action répulsive des insecticides à base de D.D.T. Le solvant de l'insecticide, lorsqu'on utilise des solutions dans des hydrocarbures, joue peut-être également un rôle, en particulier aussitôt après les pulvérisations.

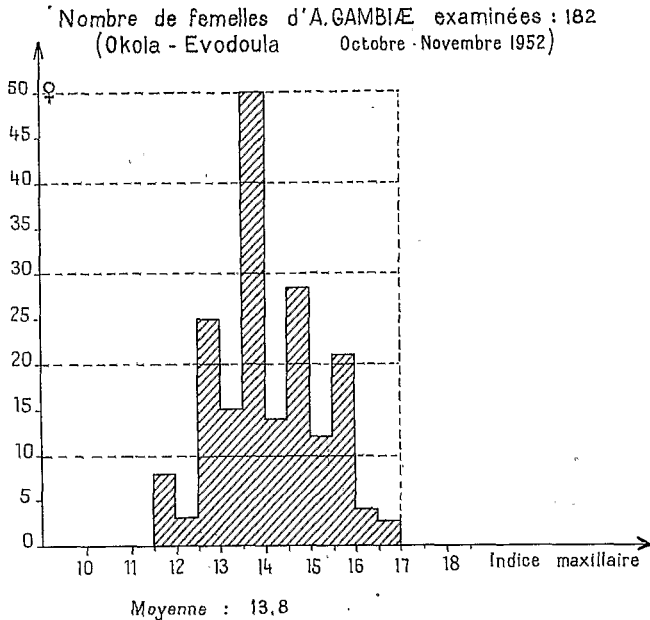
L'exemple cité plus haut de l'Hôpital de Yaoundé, où les Anophèles ont disparu après traitement au D.D.T., alors que les *Culex* sont toujours aussi nombreux, est en faveur d'un pouvoir répulsif du D.D.T. à l'égard des Anophèles, plutôt que d'une toxicité sélective détruisant *A. gambiae*, mais laissant survivre les *Culex*.

6) Anthropophilie. — Les populations d'*A. gambiae* que nous avons étudiées à Yaoundé et Evodoula paraissent fortement anthropophiles. Les femelles d'élevage se sont toujours nourries facilement sur notre bras ou sur un volontaire (déterminant même une dermatite), surtout lorsqu'elles sont nombreuses dans la cage. Dans un lot de 15 femelles d'*A. gambiae*, écloses la veille et mises à piquer de 16 h. à 17 h. sur nous-mêmes à Evodoula, 12 se sont gorgées de sang — la plupart dans les dix premières minutes — soit 80 p. 100. Par contre, elles refusaient de prélever du sang sur cobaye, sur poulet et sur caméléon.

Le manque de sérums précipitants nous a malheureusement empêchés d'analyser les contenus stomacaux des femelles capturées gorgées dans les cages. Il serait cependant important de préciser l'origine du sang qu'elles ingèrent.

7) Indices maxillaires (E. Roubaud, 1928). — Tout récemment, cette question a fait l'objet de recherches approfondies en A.O.F. par M. Holstein (*loc. cit.*, p. 127-143) et R. W. Campbell (1951), qui ont constaté la coexistence de populations paucidentées (= anthropophiles ?) et multidentées (= zoophiles ?).

Des mesures de l'armement maxillaire pratiquées sur des *A. gambiæ*



GRAPHIQUE VI

biæ d'élevage à Evodoula, Nloundou et Okola, en octobre-novembre 1952, nous ont donné un indice maxillaire moyen compris entre 13,5 et 14 (cf. graphique 6). A Okola, l'indice maxillaire de *gambiæ* est en moyenne de 13,5 (29 femelles examinées), à Nloundou de 13,6 (42 ex.), à Evodoula et Nkolziba de 13,9 (111 ex.). Il s'agirait donc de *gambiæ* paucidentées, ce qui confirmerait leur anthropophilie.

Campbell a observé, par piégeage des adultes au-dessus des gîtes larvaires, que les *A. gambiæ* appartenant au groupe d'indice moyen = 13,107 provenaient de collections d'eau *temporaires*, alors que ceux du groupe à indice moyen = 15,33 naissaient de mares *permanentes*.

8) Espèces associées. — Dans les habitations du Sud-Cameroun, nous avons assez fréquemment récolté, en même temps qu'*A. gambiæ*, *A. funestus*, *A. hancocki* et *A. coustani*, plus rarement *A. nili*, *A. obscurus*, etc..., ainsi que *Culex fatigans*, *duttoni*, *nebulosus*, *tigripes*... et *Aedes ægypti* ou *Eretmapodites chrysogaster*, *Tæniorhynchus uniformis*, etc... Il est peu courant de rencontrer plus de deux espèces anophéliennes à la fois dans la même maison. Les autres Anophèles ont d'ailleurs une importance numérique faible par rapport à *A. gambiæ* qui, en 1948-49, représentait 96 p. 100 des Anophèles ailés capturés à Yaoundé. A Evoudoula et Bafia, cependant, le pourcentage des *A. funestus* dans les captures domiciliaires est notablement plus élevé.

9) Taux d'infestation d'*A. gambiæ* dans le Sud-Cameroun. — En 1940-41, Vaucel et Campourcy ont trouvé pour cette espèce un indice sporozoïtique de 14,3 p. 100 et un indice d'infestation oocystique et sporozoïtique global de 18,5 p. 100 (sur 2.896 dissections). Le taux d'infestation global (oocystes + sporozoïtes) de *funestus* s'élevait à 10,7 p. 100 (405 dissections), son indice sporozoïtique à 7,4 p. 100. Ces chiffres ont été établis à Yaoundé.

En 1948-49, nous avons obtenu un indice sporozoïtique de 4,5 p. 100 (287 dissections) et un taux d'infestation totale de 5,5 p. 100, pour les *A. gambiæ*, de Yaoundé.

A Evoudoula, en novembre 1952, nous avons observé des sporozoïtes dans les glandes salivaires de 3 *A. gambiæ* sur 17 disséqués, soit un indice sporozoïtique de 17,6 p. 100. Cet indice aurait été vraisemblablement moins élevé si nous avions pu multiplier les dissections. Quoi qu'il en soit, ces chiffres indiquent le rôle primordial joué par *A. gambiæ* dans la transmission du paludisme, au moins en ce qui concerne la région forestière du Sud-Cameroun.

Toutefois, il serait important de rechercher si les infestations sporozoïtiques des Anophèles du Cameroun ne sont pas dues en partie à des *Plasmodium* autres qu'humains (*Plasmodium berghei* des rongeurs, par ex.), comme l'ont récemment mis en évidence des chercheurs du Congo belge (cf. I. Vincke et M. Lips, 1950) pour *Anopheles dureni* Edwards.

10) Quelle a été l'incidence des traitements imagocides à base de D.D.T. en pulvérisations murales sur l'anophélisme et le paludisme à Yaoundé et Evoudoula ?

Dans toutes les habitations traitées à des concentrations variant de 0,5 gr. à 2 gr. de D.D.T. par m², nous avons assisté à une disparition spectaculaire des Anophèles, l'effet rémanent de l'insecticide persistant au moins six mois.

Malheureusement, le nombre des gîtes larvaires ne paraît pas avoir été affecté par ces campagnes de « house spraying », soit en raison de l'exophilie naturelle ou acquise d'*A. gambiæ*, soit à cause d'un repeuplement à partir des zones non désinsectisées.

La réduction du paludisme est non moins difficile à apprécier, les populations pouvant se contaminer dans les villages non traités, et d'autres facteurs que la lutte antianophélienne contribuant à diminuer le nombre des paludéens : action médicale des dispensaires et hôpitaux, prémalinisation, progrès social, etc...

Il ne semble pas qu'à Evodoula, les résultats de la désinsectisation des cases aient été très encourageants et qu'on puisse leur attribuer une influence notable sur les indices hématologiques et spléniques dans la zone d'expérience.

RÉSUMÉ

La biologie d'*Anopheles gambiæ* dans la zone forestière du Sud-Cameroun pose des problèmes difficiles à résoudre en raison de leur complexité. Ses aspects variés et changeants ne permettent guère de tirer, d'observations ou d'expériences isolées, des enseignements à valeur générale.

En raison de son grand pouvoir d'adaptation, cet Anophèle opposera aux campagnes antipaludiques, menées à l'aide de pulvérisations insecticides murales à toxicité rémanente, *une résistance d'autant plus forte que son degré d'exophilie sera plus marqué.*

Si les entomologistes s'accordent sur l'écologie larvaire d'*A. gambiæ*, les questions de son cycle d'activité, de ses habitudes trophiques, des mesures propres à réduire sa densité ou même à obtenir son éradication restent controversées et demandent de nouvelles recherches, particulièrement en zone forestière subéquatoriale.

Pour la prochaine campagne antipaludique dans le Sud-Cameroun, les points suivants de la biologie d'*A. gambiæ* seront à retenir :

1) *Gîtes larvaires* : petites collections d'eau ensoleillées, relativement pauvres en matières organiques et non polluées, à fond latéritique ou argileux. Importance des gîtes résultant de l'activité humaine.

2) *Gîtes adultes* : coins sombres des cases mal tenues, là où l'Anophèle risque le moins d'être dérangé.

Rechercher les abris éventuels dans la nature.

Tenir compte du fait que tout se passe comme si *A. gambiæ* devenait *exophile* lorsqu'on essaie de l'atteindre par « house spraying ».

Seule, une expérience de lutte imagocide systématique sur une grande échelle permettra de savoir si cette méthode suffit à réduire la densité des Anophèles au point d'interrompre la transmission du paludisme.

3) *Cycle d'activité* : essentiellement nocturne. Heures d'entrée dans les habitations : 18 h. à 6 h., avec un maximum entre minuit et 5 h.

4) *Anthrophilie* : nette dans toutes les régions où nous l'avons étudiée. Indice maxillaire : 13,5 à 14. Il serait important de déterminer si anthrophilie et endophilie vont de pair.

5) *Rayon de vol* : ne semble guère excéder un kilomètre dans les conditions ordinaires. Les auteurs anglo-saxons admettent *un mille* de portée utile pour *A. gambiae*, d'où l'importance des gîtes larvaires périodestiques. Se souvenir cependant qu'*A. gambiae* peut parfois parcourir jusqu'à 7 km. avec vent favorable.

Ne pas sous-estimer les possibilités de dissémination par les trains, camions, etc...

6) *Fréquence saisonnière des larves et des adultes* : fluctuations en relation avec la pluviométrie. L'espèce est répandue à l'état larvaire pendant toute l'année, avec une recrudescence pendant la période de transition entre saisons des pluies et saisons sèches.

7) *Durée du développement* : 6 à 18 jours selon la température et la nature de l'eau des gîtes. En moyenne, on peut compter 13 jours entre l'oviposition et l'éclosion de l'adulte.

8) *Espèces associées* : les plus fréquentes sont *Anopheles funestus*, *hancocki*, *nili* et divers *Culex* et *Aedes*.

Mais souvent, en particulier dans ses gîtes temporaires, *A. gambiae* est la seule espèce rencontrée à l'état larvaire.

9) *Rôle vecteur* : primordial dans la transmission du paludisme dans le Sud-Cameroun. Index sporozoïtique variant de 5 p. 100 à 15 p. 100 en moyenne.

10) *Moyens de lutte contre A. gambiae* : associer la lutte *imago-cide* (pulvérisations murales d'insecticides à toxicité rémanente) qui détruit les Anophèles endophiles et les mesures *larvicides* (gyron, mazout + D.D.T., etc...) qui, seules, permettent d'atteindre les *A. gambiae* exophiles.

Expérimenter les barrages d'insecticides (« *barrier spraying* ») en répandant du D.D.T. sur la végétation qui entoure les villages.

Utiliser les « petites mesures » : drainage, comblement des dépressions...

Ne pas négliger la chimioprophylaxie du paludisme.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM (J.-P.). — Les vecteurs du paludisme au Cameroun français (observations sur la biologie d'*A. gambiae*). *Rapport adressé à l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer*, oct. 1952, p. 1-8.
- ADAMS (P. C. G.). — Some observations on the flight of stained Anophelines at Nkana, Northern Rhodesia. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 34, 1940, p. 35.
- BERNET (J.). — Les heures d'agressivité d'*A. gambiae* en A.O.F. *Médecine Tropicale*, 10, 1950, n° 3, p. 564.
- Réflexions sur l'endophilie et l'anthropophilie d'*A. gambiae* en A.O.F. *Ibid.*, 10, 1951, n° 6, p. 903.
- BLACKLOCK (D. B.) et WILSON (C.). — Notes on *Anopheles gambiae* and *A. gambiae*, var. *melas* in Freetown and its vicinity. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 35, 1941, p. 37.
- CAMPBELL (R. W. H.). — A preliminary statistical study of *Anopheles gambiae* Giles, based on maxillary indices. *Bull. Ent. Res.*, 42, 1951, n° 3, p. 647.
- DAVIS (G. E.) et PHILIP (C. B.). — The identification of the blood-meal in West African Mosquitoes by means of the precipitine test. A preliminary report. *Amer. J. Hyg.*, 14, 1931, p. 130.
- DEANE (M. P.) et CAUSEY (O. R.). — Viability of *Anopheles gambiae* eggs and morphology of unusual types found in Brazil. *Amer. J. Trop. Med.*, 23, 1943, p. 95.
- FERREIRA (F. S.) DA CRUZA. — *Anofelismo e sezonismo em S. Vicente de Cabo Verde*, Lisboa, 1945.
- GALLIARD (H.). — Culicidés du Gabon. IV. Essai sur leur biologie dans ses rapports avec le paludisme local. *Ann. Parasitol. Hum. et Comp.*, X, 1932, p. 465.
- Anophèles du Gabon occidental. *Communic. aux Journées médicales coloniales*, 1931. *L'Hygiène sociale*, 10 mars 1932, n° 73.
- GARNHAM (P. C. C.), HARPER (J. O.) et HIGHTON (R. B.). — The mosquitoes of Kaimosi Forest, Kenya Colony. *Bull. Ent. Res.*, 36, 1946, p. 495.
- GUERNIER (E.) et Coll. — Cameroun-Togo. *Encyclopédie de l'Afrique française*, 1951, p. 19-23, 43-46, 165-166.
- HADAWAY (A. B.). — Observations on Mosquitoes Behaviour in Native huts. *Bull. Ent. Res.*, 41, 1950, n° 1, p. 63.
- HADDOW (A. J.). — The mosquito fauna and climate of native huts at Kisumu, Kenya. *Bull. Ent. Res.*, 33, 1942, p. 91.
- Measurements of temperature and light in artificial pools with reference to the larval habitat of *Anopheles (Myzomyia) gambiae* and *A. (M) funestus*. *Ibid.*, 34, 1943, p. 89.
- The mosquitoes of Bwamba County, Uganda, II-III. *Ibid.*, 36, 1945, p. 33 et 297.
- GILLET (J. D.) et HIGHTON (R. B.). — The mosquitoes of Bwamba County, Uganda, V. *Ibid.*, 37, 1947, p. 301.
- VAN SOMEREN (E. C. C.), LUMSDEN (W. H. R.), HARPER (J. O.) et GILLET (J. D.). — The mosquitoes of Bwamba County, Uganda, VIII. Records of occurrence, behaviour and habitat. *Ibid.*, 42, 1951, p. 210.
- HAMON (J.). — *Rapport sur la lutte antipaludique à La Réunion* (Campagne 1950-1951), St-Denis, 1951, p. 22.

- HARVEY (D.) et SYMES (C. B.). — Oxygen absorption of natural waters in Nairobi, with reference to Anopheline mosquitoes. *Bull. Ent. Res.*, 22, 1931, p. 59.
- HOPKINS (G. H. E.). — The range of flight of Anopheline mosquitoes. *E. Afr. Med. J.*, 18, 1941, p. 175.
- KERR (J. A.). — Studies of the abundance, distribution and feeding habits of some West African Mosquitoes. *Bull. Ent. Res.*, 24, 1933, p. 493.
- LEESON (H. S.). — Anopheline Mosquitoes in Southern Rhodesia. *Mém. Lond. Sch. Hyg. Trop. Med.*, 1931, n° 4, p. 1.
- MATTINGLY (P. F.). — Studies on West African forest Mosquitoes. I. The seasonal distribution, biting cycle and vertical distribution of four of the principal species. *Bull. Ent. Res.*, 40, 1949, p. 149.
- MEILLON (B. DE). — Some reactions of *Anopheles gambiae* and *A. funestus* to environmental factors, in *Entomological Studies, S. Afr. Inst. Med. Res.*, 7, 1937, p. 313.
- Malaria vectors in Africa. *Bull. O.M.S.* 4, 1951, p. 419-441.
- NEWSTEAD (R.), DUTTON (J. E.) et TODD (J. L.). — Insects and other Arthropoda collected in the Congo Free State. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 1, 1907, p. 3.
- PRUTHI (H. S.). — Preliminary observations on the influence of Hydrogen Ions and temperature of water on mosquito larvae. *Ind. J. Med. Res.*, 19, 1931, p. 131-135.
- RAGEAU (J.). — La transmission du paludisme au Cameroun français. *Rapport adressé au prof. Cambournac, Organisation Mondiale de la Santé*, 1950, p. 1-7.
- RAPPORT ANNUEL du Gouvernement français à l'Assemblée Générale des Nations-Unies sur l'administration du Cameroun placé sous la tutelle de la France, 1950, pp. 20-21.
- ROUBAUD (E.). — Nouvelles recherches sur l'évolution zoophile des faunes d'anophèles en Europe (*A. maculipennis*) d'après les données de l'armement maxillaire. *Ann. Inst. Pasteur*, 42, 1928, p. 553.
- SAUTET (J.). — Quelques détails sur l'anophélisme au Soudan français. *Médecine tropicale*, 2, 1942, p. 21.
- et MARNEFFE (H.). — Notes sur le paludisme, la bilharziose intestinale... au Soudan français. *Ibid.*, 3, 1943, p. 343.
- SYMES (C. B.). — Anophelines in Kenya. *E. Afr. Med. J.*, 7, 1930, p. 2.
- VÄUGEL (M.) et CAMPOURCY (A.). — L'anophélisme au Cameroun français. *Rev. Sc. Méd. Pharm. et Vét. de l'Afr. fr. libre*, Brazzaville, 2, 1943, p. 85.
- VINCKE (I. H.) et LIPS (M.). — Note sur la transmission cyclique du *Plasmodium berghei*. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 30, 1950, n° 6, p. 1605.
- WILKINSON (P. R.). — Distribution and fate of *Anopheles gambiae* and *A. funestus* in two different types of huts treated with D.D.T. and B.H.C. in Uganda. *Bull. Ent. Res.*, 42, 1951, n° 1, p. 45.
- WILSON (D. B.). — Malaria in Madagascar. *E. Afr. Med. J.*, 23, 1947, p. 171.
- ZUMPT (F.). — Beobachtungen über Mückenbrutplätze in der Tikoebene (Kamerun). *Arch. Schiffs, u. Tropenhygiene*, 40, 1936, p. 115.
- Stechmückenstudien im Pflanzungsgebiet des Kamerunberges. *Tropenpflanzer*, 40, 1937, p. 366.

Laboratoire d'Entomologie Médicale de Yaoundé. Service d'Hygiène mobile et de prophylaxie du Cameroun. Office de la Recherche Scientifique d'Outremer.

A N N A L E S

DE

PARASITOLOGIE

HUMAINE ET COMPARÉE

02 c 4e

EXTRAIT

ETUDE PRÉLIMINAIRE SUR LA BIOLOGIE
D'*ANOPHELES GAMBIAE*, GILES 1902
DANS LES RÉGIONS FORESTIÈRES
DU SUD-CAMEROUN

Par J. RAGEAU, J.-P. ADAM et E. RIVOLA

(Tome XXVIII, N° 5-6, 1953)

MASSON & C^{ie}, EDITEURS
120, BOULEVARD ST-GERMAIN, PARIS

100
N° 12581-01