Bulletin de l'I. F. A. N
T. XXIV, sér. A, n° 3, 1962.

Études entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone forestière africaine, la région de Man, République de Côte d'Ivoire

par J. HAMON, B. DEDEWANOU et M. EYRAUD (1).

I. INTRODUCTION

1. Buts.

Nos enquêtes sur la transmission du paludisme dans la région de Man, République de Côte d'Ivoire, ont été faites à la demande du Service des Grandes Endémies de la Côte d'Ivoire, pour préparer l'implantation éventuelle d'une zone pilote d'éradication du paludisme en zone rurale dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire.

Les conditions de transmission du paludisme sont encore très mal connues dans les régions forestières d'Afrique. La plupart des données publiées concernent des régions de savanes ou de hauts plateaux, ou bien les études ont été entreprises en même temps que le traitement des habitations du DDT ou à la dieldrine, et la situation avant traitement n'est connue que dans ses grandes lignes.

Nous avons donc essayé de réunir le plus grand nombre possible d'informations, d'une part pour combler les lacunes dans nos connaissances sur la transmission du paludisme en Afrique forestière, d'autre part pour permettre une comparaison détaillée de la situation avant et après traitements des habitations avec des insecticides à action rémanente.

(1) Section d'Entomologie médicale de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer, Paris. Laboratoire d'Entomologie du Centre Muraz, Bobo Dioulasso.

O. R. S. T. O. M.
Collection de Référence
n° /2032 ex/
29 JANV 1968

Nous avons porté une attention particulière à l'évaluation de l'âge physiologique des Anophèles, en employant des techniques limitant au maximum les causes d'erreur. C'est la première enquête sur ce sujet entreprise dans une zone forestière rurale d'Afrique.

Pour avoir une idée aussi exacte que possible des conditions de transmission nos enquêtes ont été faites :

— au début de la petite saison des pluies (mars-avril 1960),

— au milieu de la petite saison des pluies (mai-juin 1960),

— au milieu de la grande saison des pluies (septembre-octobre 1960),

— au milieu de la saison sèche (janvier-février 1961).

Chaque enquête a duré de deux à trois semaines.

2. Présentation de la région de Man.

A. Géographie.

La région de Man est située à la limite de la forêt guinéenne et de la savane postforestière, mais l'intensification de la culture du café, et la pratique de la culture du riz de montagne sur brûlis, entraînent un recul constant de la forêt qui, dans la subdivision centrale où a été faite notre enquête, ne persiste que sous la forme de taches plus ou moins étendues.

L'Ouest de la région prospectée est constitué par la chaîne des Monts de Dan dont les sommets culminent aux environs de 1 000 m, le plus connu d'entre eux étant le Mont Tonkuy qui est accessible en voiture à partir de Man.

La subdivision centrale de Man est limitée au Nord par la rivière Bafing (cf. carte 1) et à l'Est par le fleuve Sassandra. Elle est traversée par deux cours d'eau importants, le Nzo et le Kouin. Il existe en outre de nombreux ruisseaux et quelques marécages, généralement temporaires.

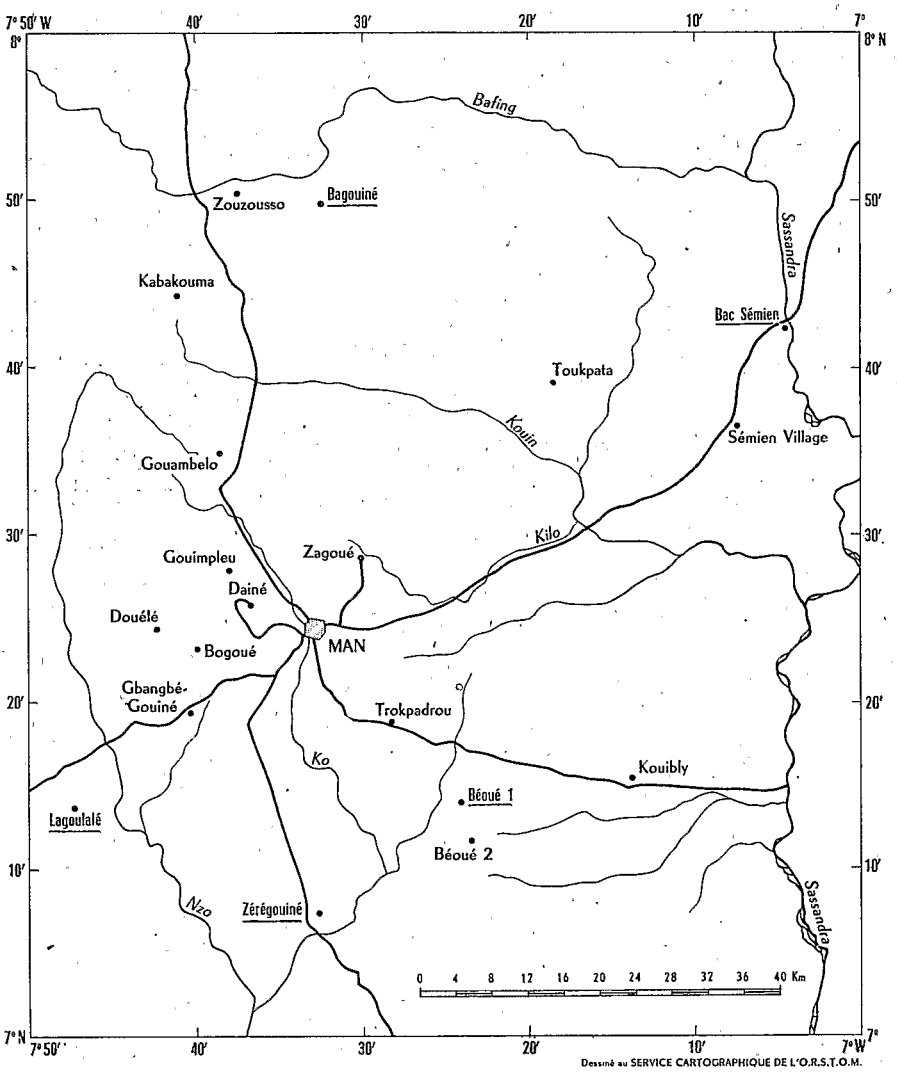
B. Climat.

Nos données sur le climat des environs de Man proviennent des relevés effectués au sommet du Mont Tonkuy, et dans la plaine à quelques kilomètres de la ville de Man, par le Service de l'Agriculture de la Côte d'Ivoire (tableau 1).

Il pleut pratiquement toute l'année, avec un minimum très marqué de décembre à janvier, et un maximum en août-septembre. Il n'y a pas de saison sèche entre la petite et la grande saison des pluies. La pluviométrie de l'année 1960, au cours de laquelle nous avons fait nos enquêtes, a été à peu près normale.

VILLAGES PROSPECTÉS DANS LA SUBDIVISION CENTRALE DE MAN DURANT L'ENQUÊTE DE JANVIER-FÉVRIER 1961

Ces villages ont fait l'objet d'une capture de nuit : Lagoulalé



Les variations mensuelles de température sont assez marquées surtout en ce qui concerne les minima qui, en 1960, ont varié de 15,2 en janvier à 21,7 en avril, les maxima passant de 29,7 en août à 33,8 en mai.

L'hygrométrie maxima moyenne est pratiquement constante, oscillant entre 95 et 97 %. Les minima moyens montrent des écarts plus importants, passant de 55 % en janvier à 80 % en août.

C. Villages visités.

Ils sont représentés sur la carte 1, et leurs coordonnées géographiques sont données dans l'Annexe 1. On peut les classer en trois catégories selon leur implantation.

— versants de collines ou de montagne, en forêt : Dainé, Douélé, Bogoué, Gouimpleu ;

— clairières en forêt : Béoué 1, Béoué 2, Gbangbégouiné, Gouambélo, Kabakouma, Koua, Lagoulalé, Toukpata, Trokpadrou, Sémien village, Zagoué, Zérégouiné ;

— savane, avec galeries forestières : Bagouiné, Kouibly, Zouzousso, Sémien bac.

3. Méthodes d'étude.

Ce sont à peu de choses près celles employées dans la zone pilote de Bobo Dioulasso, et discutées par Hamon et coll. (1959 a).

A. Récolte des Anophèles adultes le jour dans les maisons.

La récolte a été faite à la main, de façon à disposer de spécimens en bon état facilement identifiables. Afin d'avoir une idée du rendement de cette méthode dans les habitations à toit de chaume de la région de Man nous avons, en mai 1960 et février 1961, fait suivre, dans 10 habitations du village de Béoué 1, la capture à la main d'une capture par pulvérisation d'une solution de pyréthrines.

B. Captures de nuit sur appât humain.

Les captures de nuit ont été faites seulement dans 5 villages, avec deux équipes de 8 captureurs se relayant à minuit, la moitié des captureurs étant à l'intérieur des habitations et l'autre moitié à l'extérieur.

C. Recherche des Anophèles dans leurs abris naturels.

Ne disposant pas d'abris extérieurs artificiels comme dans la zone pilote de Bobo Dioulasso, nous avons recherché directement les Anophèles dans les creux d'arbres et de rocher, les surplombs de berges de ruisseaux, etc...

D. Dissections.

La dissection des femelles pour la recherche des sporozoïtes dans les glandes salivaires a été faite en général le jour même de la capture, exceptionnellement le lendemain. La recherche des sporozoïtes a été faite à l'état frais.

L'étude de l'âge physiologique a été faite seulement sur les femelles provenant des captures de nuit. Nous avons employé la méthode de Detinova (1945) lorsque les ovaires n'avaient pas dépassé le stade 2 âgé, et la méthode de Polovodova (1949) simplifiée par Lewis (1958) lorsque les ovaires avaient dépassé le stade 2 âgé. Les femelles venant attaquer avec des ovaires au stade 5 ont été classées dans les pares. Pour plus de détails concernant ces méthodes nous renvoyons à un article antérieur de Hamon et coll. (1961).

E. Gites larvaires.

La recherche des larves d'Anophèles a été faite lors de chaque prospection dans les gites des environs immédiats de chacun des villages. Pour diminuer les causes de variations d'une enquête à l'autre les captureurs affectés à ce travail ont été les mêmes lors de chaque prospection.

II. LA FAUNE ANOPHÉLIENNE DE LA RÉGION DE MAN

1. Espèces présentes.

La carte de répartition des Anophèles de l'Afrique occidentale, publiée par l'O. R. S. T. O. M. en février 1957 mentionne 14 espèces d'Anophèles dans la région de Man, tandis que la carte de répartition des Anophèles de Côte d'Ivoire publiée par Doucet et coll. (1960) ne comprend que 10 espèces pour la subdivision centrale de Man.

Nous avons récolté au total 18 espèces, bien que n'ayant pas retrouvé deux des espèces signalées précédemment. Une des espèces que nous n'avons pas retrouvée, *A. marshalli* THEOBALD, a probablement été signalée par erreur, ses larves semblant inséparables de celles de *A. brohieri* EDWARDS qui n'est pas rare dans la région de Man. L'autre espèce non retrouvée, *A. hargreavesi* EVANS, existe certainement dans la région de Man, car elle est assez fréquente en Basse Côte d'Ivoire (ADAM, comm. pers.) et au Liberia (PETERS, 1956).

A. A. **barberellus** EVANS.

De rares adultes ont été pris, en janvier et en mars, dans un creux d'arbre et dans les anfractuosités de la berge d'un ruisseau.

B. A. **brohieri.** EDWARDS.

Quelques larves de cette espèce ont été capturées, de janvier à avril, dans un ruisseau en forêt et dans un creux de rocher rempli de feuilles mortes.

C. A. **cinctus** NEWSTAD et CARTER.

Les adultes ont été rencontrés, lors de chaque prospection, dans les creux d'arbres et la végétation basse en sous-bois, à proximité des gites larvaires. Les larves semblent présentes toute l'année dans les ruisseaux en forêt.

D. A. **coustani** LAVERAN.

L'espèce est abondante toute l'année, à l'état larvaire, dans les mares, marécages, marigots, ruisseaux, flaques résiduelles et puits africains, avec ou sans ombrage. Des adultes ont été capturés en juin dans la végétation dressée d'un marécage, et une femelle a été prise dans une habitation en avril.

E. A. **flavicosta** EDWARDS.

Des femelles attribuées à cette espèce ont été capturées en janvier dans des habitations. Elles ont été disséquées avant d'avoir été examinées par l'entomologiste. Bien que l'identification ait été faite par un infirmier habitué à rencontrer cette espèce dans les savanes de Haute-Volta, un certain doute persiste quant à

l'existence de cet Anophèle en forêt. Les enquêtes effectuées ultérieurement dans le même village n'ont pas permis de confirmer l'identification.

F. A. **freetownensis** EVANS.

Des larves de cette espèce ont été récoltées à chaque prospection dans une source, un ruisseau en forêt et un creux de rocher ensoleillé rempli de feuilles mortes. Une femelle a été capturée dans un creux d'arbre en forêt.

G. A. **funestus** GILES.

Les adultes ont été fréquents toute l'année dans les habitations, et attaquent la nuit sur appât humain. Une femelle a été prise dans un buisson en sous-bois, en mai. Les larves ont été rencontrées dans des ruisseaux et marigots, en forêt ou ombragés, dans un marécage traversé par un léger courant, dans une mare, et dans un creux de rocher ensoleillé rempli de feuilles mortes.

H. A. **gambiae** GILES.

Les adultes ont été fréquents toute l'année dans les habitations et attaquent la nuit sur appât humain. Quelques-uns ont été pris dans un creux d'arbre et dans un creux de rocher. Les larves ont été capturées dans presque tous les types de gites, sous réserve qu'il n'y ait pas d'ombrage dense, depuis les creux de rocher et les flaques d'eau de pluie jusqu'aux rives du fleuve Sassandra.

J. A. **hancocki** EDWARDS.

Les adultes existent apparemment toute l'année en petit nombre dans les habitations, et des femelles ont été capturées sur appât humain pendant la nuit en septembre et en janvier. Les larves ont été rencontrées seulement en janvier, dans des marigots, dans un ruisseau en forêt, et dans un marécage traversé par un léger courant.

K. A. **implexus** THEOBALD.

Cette espèce, qu'ADAM a capturée en grand nombre dans des galeries forestières de la région de Touba (comm. pers.) n'est connue de la région de Man que par une larve récoltée en janvier dans un marigot ombragé.

L. A. **nili** THEOBALD.

Les adultes de cette espèce ont toujours été rares dans les habitations, même dans les villages où les femelles ont été capturées toute l'année en train de piquer les appâts humain pendant la nuit. Les larves ont été trouvées dans des ruisseaux en forêt et dans la rivière Nzo, de mars à juin. Elles existent probablement toute l'année dans les ruisseaux et les rivières, mais leur capture est difficile.

M. A. **obscurus** GRÜNBERG.

Cet Anophèle n'a été capturé qu'à l'état larvaire, très fréquent toute l'année, dans les mares, marécages, marigots et ruisseaux, généralement sous ombrage dense, et une fois dans un creux de rocher ensoleillé rempli de feuilles mortes.

N. A. **pharoensis** THEOBALD.

Cette espèce n'a été rencontrée qu'à l'état adulte. Des femelles ont été capturées en mars-avril au repos dans une habitation, et en janvier et en mai attaquant l'Homme pendant la nuit.

P. A. **rhodesiensis** THEOBALD.

Cet Anophèle n'a été rencontré qu'à l'état larvaire, principalement dans des creux de rocher, ombragés ou ensoleillés, et aussi dans un marigot, et une mare résiduelle de ruisseau, sous ombrage.

Q. A. **rufipes** GOUGH.

Une femelle de cette espèce a été rencontrée dans une habitation en mars-avril, et deux larves ont été prises dans des ruisseaux en forêt de janvier à avril.

R. A. **smithii** THEOBALD.

Des adultes ont été capturés dans des creux d'arbre et de rocher en janvier, mai et septembre. Les larves ont été prises en janvier-février et en septembre-octobre dans des ruisseaux en forêt et dans des creux de rocher ensoleillés remplis de feuilles mortes.

S. **A. squamosus** THEOBALD.

Cet Anophèle n'a été rencontré qu'à l'état larvaire, en mars-avril, dans un marécage herbeux à eau limoneuse, en savane.

T. **A. wellcomei** THEOVALD.

L'espèce n'est connue de la région de Man que par une femelle récoltée en juin dans une habitation, en zone de savane.

2. FRÉQUENCE DANS LES HABITATIONS.

Les informations recueillies sont résumées dans le tableau 2 qui montre que seuls *A. gambiae* et *A. funestus* sont fréquents au repos le jour dans les habitations. *A. nili* et *A. hancocki* ont été rencontrés également dans les maisons à chaque prospection, mais en très petit nombre. La présence des autres espèces le jour dans les habitations semble purement accidentelle.

Les variations saisonnières de la fréquence d'*A. gambiae* sont données, village par village, dans le tableau 3, et les renseignements correspondants pour *A. funestus* figurent dans le tableau 4. Ces variations sont très marquées, surtout chez *A. gambiae* qui disparaît de la majorité des villages en saison sèche et au début de la saison des pluies, et atteint sa densité maxima au milieu de la grande saison des pluies. Les variations sont moins marquées chez *A. funestus*, quoique un maxima de fréquence soit très net en saison sèche.

Ce qui frappe le plus ce sont les variations considérables que l'on observe, lors de toutes les prospections, d'un village à un autre. Certains villages n'hébergent pratiquement jamais d'Anophèles, alors que d'autres en sont abondamment pourvus toute l'année. Sans que cela soit une règle absolue, les Anophèles sont particulièrement abondants dans les villages situés en savane, et rares ou très rares dans les villages situés sur les pentes des collines ou des montagnes, en forêt.

Les captures au pyréthre montrent que la récolte à la main laisse échapper un grand nombre d'Anophèles, 90 % d'après le sondage fait en juin durant la petite saison des pluies, 60 % d'après le sondage fait en février, en saison sèche et froide. L'écart considérable entre ces deux chiffres semble provenir d'un comportement différent des Anophèles, la majorité des femelles étant

posée sur les murs en février, et dans le toit en juin. L'explication réside peut-être dans le fait qu'en février les nuits sont très froides, et les habitants font du feu dans la plupart des maisons, remplissant la partie supérieure des pièces de fumée, ce qui en chasse les Anophèles. Des observations similaires ont été faites par MOUCHET et GARIOU (1960) dans le Pays Bamiléké, au Cameroun.

3. FRÉQUENCE LORS DES CAPTURES DE NUIT.

Le nombre moyen de piqûres par Homme et par nuit, observé pour chaque espèce, au cours des différentes enquêtes, est résumé dans le tableau 5. On y constate que seuls *A. gambiae*, *A. funestus* et *A. nili* attaquent régulièrement l'Homme. Les renseignements détaillés concernant ces trois espèces figurent dans les tableaux 6, 7 et 8.

Les variations saisonnières d'agressivité ne sont pas les mêmes d'un village à un autre, contrairement à ce que l'on observe généralement en savane (HAMON et coll., 1959 b). Chaque village semble être un cas particulier. Dans la majorité des villages, cependant, *A. gambiae* est particulièrement abondant pendant la grande saison des pluies, alors que *A. funestus* domine en saison sèche.

Il y a dans l'ensemble peu d'écarts entre l'agressivité à l'intérieur et celle à l'extérieur des habitations, quoique une certaine tendance à attaquer de préférence à l'intérieur se manifeste en saison sèche et froide.

Le nombre de piqûres par Homme et par nuit varie énormément d'un village à l'autre, et les densités anophéliennes les plus élevées proviennent des villages situés en savane.

4. FRÉQUENCE DANS LES GITES LARVAIRES.

Les gites larvaires ne sont que de piètres indicateurs des variations saisonnières, du fait de la multiplicité des facteurs influençant la récolte des larves et la densité larvaire dans les gites. Aussi avons-nous simplement indiqué, dans le tableau 9, le nombre total de larves récolté, par espèce et par enquête.

On y remarque immédiatement que plusieurs espèces, rarement ou jamais prises sur appât humain, sont très abondantes, telles *A. coustani*, *A. obscurus*, *A. cinctus* et *A. freetownensis*. La situation d'*A. rhodesiensis* et d'*A. smithi* est différente car ces espèces ont été capturées seulement en des lieux distants des stations de capture de nuit.

IV. LA TRANSMISSION DU PALUDISME

1. Age physiologique.

La fréquence des femelles pares a été étudiée chez toutes les espèces capturées sur appât humain, mais le nombre de dissections n'est satisfaisant que pour *A. gambiae* et *A. funestus* (tableau 10). Chez ces deux espèces on observe des variations considérables dans le pourcentage de femelles pares observé au cours des quatre enquêtes, les minima étant constatés chez ces deux espèces au cours de la grande saison des pluies. Chez *A. gambiae* le maxima de fréquence des femelles pares se situe nettement au cours de la petite saison des pluies, alors que chez *A. funestus* il n'y a pas de maxima nettement défini.

Par rapport aux observations faites dans la région de Bobo Dioulasso (Hamon, 1961) la fréquence des femelles pares est sensiblement la même chez *A. gambiae*, elle est légèrement plus faible chez *A. funestus*, et nettement plus élevée chez *A. nili*.

L'étude de la fréquence des femelles pares en fonction de l'emplacement de capture, chez *A. gambiae* et *A. funestus*, est faite dans le tableau 11. Il en ressort clairement qu'il n'y a pas de différence d'âge physiologique entre les femelles attaquant à l'intérieur et à l'extérieur des habitations.

Les variations d'âge physiologique en fonction de la localité de capture, chez *A. gambiae* et *A. funestus*, sont présentées dans le tableau 12. Elles sont entièrement attribuables au hasard chez *A. gambiae*. Chez *A. funestus* elles sont au contraire très significatives d'hétérogénéité, χ^2 étant de 52,5 pour 3 degrés de liberté, mais on peut les attribuer aux variations saisonnières d'âge physiologique. Le rendement de chaque station de capture ayant varié selon les enquêtes, le pourcentage moyen de femelles pares est fortement influencé par celui observé lors de l'enquête la plus productive dans chaque station.

2. Indices sporozoïtiques.

Les indices sporozoïtiques observés au cours des différentes enquêtes sont résumés dans le tableau 13. Ils sont voisins de 1 % chez *A. gambiae* comme chez *A. funestus*. *A. nili* n'a pas été trouvé porteur de sporozoïtes, mais cela peut-être dû simplement au petit nombre de dissections concernant cette espèce.

Les variations saisonnières du taux d'infection ne sont pas exactement superposables aux variations de l'âge physiologique, l'indice sporozoïtique étant fortement influencé par la fréquence des porteurs de gamétocytes chez les habitants, et par la température.

3. Préférences trophiques.

Nous avons fait faire par le Lister Institute, grâce à l'aide de l'O. M. S., l'identification du sang ingéré par les femelles gorgées récoltées dans les habitations.

Les 32 *A. funestus* examinés s'étaient tous gorgés sur homme, contre 77 % seulement des 64 *A. gambiae*. Chez cette dernière espèce 11 % des spécimens contenaient un sang trop digéré qui n'a pu être identifié avec certitude et le taux d'anthropophilie est donc probablement compris entre 77 et 88 %.

L'Homme n'est pas l'hôte obligatoire, les villages contenant du petit bétail et parfois des bovins, et la forêt recélant un certain nombre d'antilopes.

4. État de replétion des femelles capturées dans les maisons.

Les femelles d'*A. gambiae* et d'*A. funestus* capturées dans les habitations le matin ont été classées en gorgées, gravides et à jeun lors de notre enquête de mars-avril 1960. A cette période le cycle gonotrophique dure en principe 48 heures chez ces deux espèces (Gillies, 1953). Les résultats sont indiqués dans le tableau 14.

Le nombre des femelles gravides devrait être sensiblement identique à celui des femelles gorgées si ces deux espèces étaient strictement endophiles, ne sortant des habitations que pour aller pondre. Ce n'est pas le cas, les femelles gravides étant 2,5 fois moins nombreuses que les femelles gorgées chez *A. funestus*, et près de 6 fois moins nombreuses chez *A. gambiae*. Ces deux espèces manifestent donc une exophilie délibérée au cours de la seconde moitié du cycle gonotrophique.

5. Cycles d'agressivité.

Les cycles d'agressivité ont été étudiés pour les trois espèces les plus abondantes (tableau 15). Une faible proportion des femelles

pique aux premières heures de la nuit, et la moitié des attaques se place après minuit chez *A. nili*, et après 2 heures du matin chez *A. gambiae* et *A. funestus*. Ces cycles ne diffèrent pas sensiblement de ceux observés en Haute-Volta (Hamon et coll., 1959 b) dans des conditions climatiques pourtant bien différentes.

V. SENSIBILITÉ AUX INSECTICIDES

Elle a été évaluée, lors des quatre enquêtes, par les méthodes standard de l'O. M. S. (O. M. S., 1960). Un résumé des observations figure dans les tableaux 16 à 19.

La sensibilité au DDT n'a pas varié de façon importante d'une enquête à l'autre. Les CL 50, CL 90 et CL 100 sont respectivement chez *A. funestus* de 0,46 % — 1,14 % et 4 % et chez *A. gambiae* de 0,86 % — 2,34 % et de plus de 4 %.

A. gambiae est résistant à la dieldrine dans le seul village où l'on a recherché sa sensibilité à cet insecticide (Sémien bac), avec environ 5 % d'homozygotes résistants, et 9 % d'hétérozygotes. Nous n'avons pu savoir si ce village de Sémien bac avait été traité autrefois à la dieldrine ou au HCH, mais il est certain que la ville de Man, à une soixantaine de kilomètres de distance, a été abondamment traitée avec ces deux insecticides.

A. funestus est très sensible à la dieldrine, avec une CL 50 inférieure à 0,025 % et une CL 100 de 0,1 %.

VI. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les deux vecteurs certains du paludisme humain dans la région de Man sont *A. gambiae* et *A. funestus*. Il est possible que *A. nili* joue également un rôle, puisque son âge physiologique moyen est très élevé, et que dans les territoires voisins où il a été étudié son anthropophilie est très importante (Bruce-Chwatt et coll., 1960),

A. gambiae et *A. funestus* piquent tard dans la nuit, à une heure où les habitants dorment à l'intérieur de leurs maisons. La transmission a donc lieu exclusivement à l'intérieur. Il semble que ces deux espèces passent ensuite au moins 24 heures à l'intérieur des habitations après s'y être gorgées.

Chaque village constitue un cas particulier au point de vue des variations saisonnières des Anophèles, et pour la région de Man prise dans son ensemble on peut affirmer que la transmission a

lieu toute l'année, avec une intensification sensible au cours de la grande saison des pluies.

A. gambiae étant résistant à la dieldrine dans la région de Man, le seul insecticide rémanent utilisable est le DDT. Cet insecticide a déjà été employé dans des zones à climat forestier du Centre Liberia et du Sud Cameroun (*Livadas* et coll., 1958), pour arrêter la transmission du paludisme, et les résultats ont été paraît-il satisfaisants.

Si la décision est prise de créer une zone expérimentale d'éradication du paludisme dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire nos prospections constituent une base suffisante pour évaluer facilement les répercussions d'un traitement insecticide sur le comportement des anophèles et sur l'intensité de la transmission.

RÉSUMÉ

Les auteurs, au cours de quatre enquêtes réparties sur une année, étudient l'anophélisme de la région de Man, Ouest Côte d'Ivoire, dans ses relations avec la transmission du paludisme.

Ils établissent quelles sont les espèces présentes, et, pour les principales d'entre elles, déterminent leur densité par rapport à l'Homme, dans les habitations et sur appât humain, leur âge physiologique, leur cycle d'agressivité, leur sensibilité aux insecticides, leur indice sporozoïtique ainsi que leurs préférences trophiques.

Ils montrent que les vecteurs majeurs sont *A. gambiae* et *A. funestus*, localement anthropophiles, endophages et largement endophiles. *A. nili* et *A. hancocki*, quoique présents toute l'année, ne semblent jouer aucun rôle dans la transmission, et il n'y a pas de vecteurs secondaires.

La transmission du paludisme est importante toute l'année, avec une intensification au cours de la grande saison des pluies. Le niveau de transmission est très variable d'un village à un autre, et est généralement beaucoup plus élevé dans la zone de savane guinéenne que sur les pentes boisées des collines et des montagnes.

A. gambiae et *A. funestus* sont normalement sensibles au DDT. *A. gambiae* est résistant à la dieldrine, alors que *A. funestus* y est sensible.

L'âge physiologique des femelles d'*A. gambiae* et d'*A. funestus* attaquant à l'extérieur des habitations est le même que celui des femelles attaquant à l'intérieur. Chez ces deux espèces les variations saisonnières d'âge physiologique sont très marquées, l'âge moyen le plus faible étant observé au cours de la grande saison des pluies.

SUMMARY

During four surveys, carried out in one year, the authors have studied the seasonal variations in anopheline mosquitoes, in the neighbourhood of Man, Western Ivory Coast, in their relations with malaria transmission.

They establish what species occur, and for the most important ones they study the house-resting and man-biting densities, the physiological age, the biting-cycle, the sporozoïte rate, the trophic preferences and the susceptibility to insecticides.

They show that the main vectors are *A. gambiae* and *A. funestus*, both locally anthropophilic, biting inside, and mainly endophilic.

Malaria transmission on a whole occurs to a high level all the year round, with an increase during the main rainy season. The level of transmission is very variable from one village to another one, being much higher in the savannah area than in the forested slopes of hills and mountains.

A. gambiae and *A. funestus* are quite susceptible to DDT. *A. gambiae* is resistant to dieldrin, whilst *A. funestus* is susceptible to dieldrin.

BIBLIOGRAPHIE

Bruce-Chwatt, L. J., Gockel, C. W. et Weitz, B. (1960). — A study of the blood-feeding patterns of *Anopheles* mosquitos through precipitin tests. *Bull. Org. mond. Santé*, **22**, 685-720.

Detinova, T. S. (1945). — Determination of the physiological age of female *Anopheles* from the change of tracheal system of ovaries. *Med. Parazit. (Mosk.)*, **14**, 45.

Doucet, J., Adam, J. P. et Binson, G. (1960). — Les *Culicidae* de la Côte d'Ivoire. *Ann. Parasit. hum. comp.*, **35**, 391-408.

Gillies, M. T. (1953). — The duration of the gonotrophic cycle in *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus*, with a note on the efficiency of hand catching. *East. Afr. Med. J.*, **30**, 129-135.

Hamon, J. (1961). — Étude de l'âge physiologique des femelles d'Anophèles dans les zones traitées au DDT et dans celles non traitées de la région de Bobo Dioulasso, Haute-Volta. *WHO/Mal/***312**, Genève.

Hamon, J., Choumara, R., Adam, J. P. et Bailly, H. (1959 a). — Le paludisme dans la zone pilote de Bobo Dioulasso, Haute-Volta. 2e partie. Enquêtes entomologiques. *Cahiers de l'O. R. S. T. O. M.*, **1**, 37-61, Paris.

Hamon, J., Choumara, R., Adam, J. P. et Bailly, H. (1959 b). — Le paludisme dans la zone pilote de Bobo Dioulasso, Haute-Volta. 3e partie. Résultats des enquêtes entomologiques. *Cahiers de l'O. R. S. T. O. M.*, **1**, 63-98, Paris.

Hamon, J., Grjebine, A., Adam, J. P., Chauvet, G., Coz, J. et Gruchet, H. (1961). — Les méthodes d'évaluation de l'âge physiologique des moustiques. *Bull. Soc. ent. France*, **66**, 137-161.

Lamotte, M. (1957). — *Initiation aux méthodes statistiques en biologie*. Masson et Cie, *Paris*.

Lewis, D. J. (1958). — The recognition of nulliparous and parous *Anopheles gambiae* by examining the ovarioles. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **52**, 456-461.

Livadas, G., Mouchet, J., Gariou, J. et Chastang, R. (1958). — Peut-on envisager l'éradication du paludisme dans la région forestière du Sud Cameroun. *Riv. Malariol.*, **37**, 229-256.

MOUCHET, J. et GARIOU, J. (1960). — Anophélisme et paludisme dans le département Bamiléké. *Recherches et études camerounaises*, **1**, 92-114.

PETERS, W. (1956). — The mosquitos of Liberia (*Diptera* : *Culicidae*). A general survey. *Bull. ent. Res.*, **47**, 525-551.

O. M. S. (1960). — Insecticide resistance and vector control. Tenth report of the expert committee on insecticides. *Org. mond. Santé, Sér. Rpt. techn.*, **191**, 15-24.

O. R. S. T. O. M. (1957). — *Carte de répartition des Anophèles d'Afrique occidentale.* Publ. O. R. S. T. O. M., *Paris.*

PETERS, W. (1956). — The mosquitoes of Liberia (*Diptera* : *Culicidae*). A general survey. *Bull. ent. Res.*, **47**, 525-551.

POLOVODOVA, V. P. (1949). — Determination of the physiological age of female *Anopheles. Med. Parazit.* (*Mosk.*), **18**, 352.

ANNEXE 1

Coordonnées géographiques des localités prospectées.
(toutes situées dans la Subdivision centrale de Man.)

Localité	Latitude Nord	Longitude Ouest	Localité	Latitude Nord	Longitude Ouest
Bagouiné.....	7.50	7.32	Kouibly.....	7.15	7.14
Béoué 1.....	7.14	7.25	Lagoulalé.....	7.14	7.47
Béoué 2.....	7.12	7.23	Man.....	7.24	7.34
Bogoué.....	7.23	7.40	Sémien Bac...	7.43	7.04
Dainé.....	7.26	7.37	Sémien Village.	7.37	7.08
Douélé.....	7.24	7.43	Toukpata.....	7.39	7.19
Gbangbégouiné.	7.19	7.40	Trokpadrou...	7.19	7.28
Gouambélo....	7.35	7.38	Zagoué.....	7.28	7.30
Gouimpleu....	7.28	7.38	Zérégouiné....	7.07	7.33
Kabakouma...	7.44	7.41	Zouzousso.....	7.50	7:37
Koua.....	7.30	7.16			

Tableau 1. — Climatologie de la région de Man en 1960.

Mois	Station du Mont Tonkuy		Station de l'agriculture					
	Pluviométrie en mm		Pluviométrie en mm		Température Moyenne mensuelle des		Hygrométrie Moyenne mensuelle des	
	obs.	moy. 1935-55	obs.	moy. 1935-55	min.	max.	min.	max
Janvier	4,2	25,0	0	29,1	15,2	33,4	55	95
Février	34,6	64,6	19,2	60,1	19,3	—	56	95
Mars.....	120,0	107,5	149,3	90,2	20,6	—	57	95
Avril.....	41,0	146,0	105,3	142,3	21,7	—	61	96
Mai.....	94,4	169,2	140,3	122,8	20,9	33,8	66	96
Juin.....	298,5	257,5	206,4	197,0	20,7	31,8	74	97
Juillet	410,5	393,0	157,9	225,3	20,1	30,6	72	97
Août	581,9	404,5	434,7	278,2	20,9	29,7	80	97
Septembre....	541,6	449,0	364,8	297,0	20,7	31,0	77	96
Octobre.....	192,2	249,9	137,1	214,9	20,4	32,7	74	96
Novembre....	33,9	56,4	48,5	46,2	19,4	32,9	70	96
Décembre ...	30,6	23,3	41,6	18,6	18,0	32,9	66	97
Total ...	2 383,4	2 345,9	1 805,1	1 741,7				

TABLEAU 2.

NOMBRE MOYEN D'ANOPHÈLE FEMELLE PAR PIÈCE AU COURS DES QUATRE PROSPECTIONS DE LA RÉGION DE MAN. (capture directe à la main.)

ESPÈCE ANOPHÉLIENNE	MARS-AVRIL 1960	MAI-JUIN 1960	SEPTEMBRE-OCTOBRE 1960	JANVIER-FÉVRIER 1961
gambiae	1,03	0,92	1,65	0,56
funestus	3,65	1,59	4,73	6,39
nili	0,003	tr. r.	0,065	tr. r.
hancocki	0,016	tr. r.	0,052	0,022
rufipes	0,006	0	0	0
pharoensis	0,006	0	0	0
wellcomei	0	tr. r.	0	0
flavicosta	0	0	0	0,006
coustani	tr. r.	0	0	0

tr. r. = très rare.

TABLEAU 3.

NOMBRE MOYEN DE FEMELLES D'*ANOPHELES GAMBIAE* PAR PIÈCE DANS DIFFÉRENTS VILLAGES AU COURS DES QUATRE PROSPECTIONS DE LA RÉGION DE MAN. (Capture à la main.)

VILLAGE	MARS-AVRIL 1960	MAI-JUIN 1960	SEPTEMBRE-OCTOBRE 1960	JANVIER-FÉVRIER 1961
Lagoulalé	0	0	0,06	0
Dainé	0	0	0,06	0
Bagouiné	0,29	0,04	0,60	0,06
Gouambélo	R	0	0	0
Bac Sémien	9,92	6,73	13,12	2,83
Sémien village	0,01	0,68	1,13	0,12
Toukpata	R	0,17	0,15	R
Zouzousso	0,05	0,05	1,28	0,15
Kabakouma	0	0,06	0,31	0,02
Trokpadrou	0	0,19	0,13	0
Béoué 1	0	7,40	1,50	0,03
Béoué 2	0	0,24	0,11	0
Douélé	0	0,04	0,25	0,06
Zagoué	0	0,03	1,16	0
Zérégouiné	R	0,06	0,12	R
Gbangbégouiné	0	0,37	0,05	0
Bogoué	NP	0,20	0,33	0
Koua	NP	0,16	0,40	NP
Kouibly	NP	1,00	10,5	6,83

R = rare ; NP = non prospecté.

TABLEAU 4.

NOMBRE MOYEN DE FEMELLES D'*ANOPHELES FUNESTUS* PAR PIÈCE DANS DIFFÉRENTS VILLAGES AU COURS DES QUATRE PROSPECTIONS DE LA RÉGION DE MAN. (Capture à la main.)

VILLAGES	MARS AVRIL 1960	MAI-JUIN 1960	SEPTEMBRE-OCTOBRE 1960	JANVIER-FÉVRIER 1960
Lagoualé	0	0	0	0,16
Dainé	0,20	0	0	0,14
Bagouiné	28,35	2,48	0	7,53
Gouambélo	R	0,04	0	2,62
Bac Sémien	0,25	1,73	52,5	2,67
Sémien village	0,03	0,24	0,70	0,56
Toukpata	AB	15,50	5,10	28,60
Zouzousso	6,24	0,32	0,12	4,94
Kabakouma	0,24	0	0,05	0,14
Trokpadrou	R	0,08	0	0,04
Béoué 1	R	0,07	1,40	2,59
Béoué 2	0	0	0	0,53
Douélé	0,06	0	0	0,36
Zagoué	0,98	0,11	0,11	0,88
Zérégouiné	R	0,25	0,12	1,32
Gbangbégouiné	0,10	0	0,17	0,26
Bogoué	NP	0	0	0,26
Koua	NP	0,08	0,25	NP
Kouibly	NP	9,31	29,5	61,33

R = rare ; AB = abondant ; NP = non prospecté.

TABLEAU 5.

NOMBRE MOYEN DE PIQÛRES PAR HOMME ET PAR NUIT, A L'INTÉRIEUR ET A L'EXTÉRIEUR DES HABITATIONS, PAR ESPÈCE ANOPHÉLIENNE ET PAR PROSPECTION. (Moyenne des cinq villages de la région de Man.)

ESPÈCE ANOPHÉLIENNE	MARS-AVRIL 1960		MAI-JUIN 1960		SEPTEMBRE-OCTOBRE 1960		JANVIER-FÉVRIER 1961	
	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.
gambiae	9,29	12,70	4,95	9,20	22,19	19,71	7,20	2,47
funestus	5,38	1,35	0,95	2,20	17,9	8	5,45	2,67
nili	0,40	0,55	0	0,30	0,45	0,55	0,65	0,27
coustani	0	0	0	0	0	0,30	0	0
hancocki	0	0	0	0	0,05	0,15	0	0,07
pharoensis	0	0	0,05	0	0	0	0	0,13

TABLEAU 6.

NOMBRE MOYEN DE PIQURES D'*ANOPHELES GAMBIAE* PAR HOMME ET PAR NUIT, A L'INTÉRIEUR ET A L'EXTÉRIEUR DES HABITATIONS, DANS DIFFÉRENTS VILLAGES DE LA RÉGION DE MAN AU COURS DES QUATRE PROSPECTIONS.

VILLAGES	MARS-AVRIL 1960		MAI-JUIN 1960		SEPTEMBRE-OCTOBRE 1960		JANVIER-FÉVRIER 1961	
	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.
Lagoulalé	0,3	0	0,25	0,75	3	0,5	0	0
Bagouiné	1,4	0,25	0,75	0,25	8,75	17	1,75	0,67
Bac Sémien	44	62,75	7,25	9,5	89,25	66	33,75	10,33
Béoué 1	0	0	16,5	35,5	4,5	12	0,25	0
Zérégouiné	0,75	0,5	0	0	5,5	3,25	0,25	1,33

TABLEAU 7.

NOMBRE MOYEN DE PIQURES D'*ANOPHELES FUNESTUS* PAR HOMME ET PAR NUIT, A L'INTÉRIEUR ET A L'EXTÉRIEUR DES HABITATIONS DANS DIFFÉRENTS VILLAGES DE LA RÉGION DE MAN AU COURS DES QUATRE PROSPECTIONS.

VILLAGES	MARS-AVRIL 1960		MAI-JUIN 1960		SEPTEMBRE-OCTOBRE 1960		JANVIER-FÉVRIER 1961	
	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.
Lagoulalé	0	0	0	0	0	0	0	0
Bagouiné	25,4	5,25	4,25	9,50	0,25	1	11	4,67
Bac Sémien	0,5	0,75	0,5	0,75	88	38	4	2,67
Béoué 1	0,25	0	0	0,25	0,5	0,5	9,75	3
Zérégouiné	0,75	0,75	0	0,5	0,75	0,5	2,5	3

TABLEAU 8.

NOMBRE MOYEN DE PIQURES D'*ANOPHELES NILI* PAR HOMME ET PAR NUIT, A L'INTÉRIEUR ET A L'EXTÉRIEUR DES HABITATIONS DANS DIFFÉRENTS VILLAGES DE LA RÉGION DE MAN AU COURS DES QUATRE PROSPECTIONS.

VILLAGES	MARS-AVRIL 1960		MAI-JUIN 1960		SEPTEMBRE OCTOBRE 1960		JANVIER-FÉVRIER 1961	
	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.
Lagoulalé	0	0	0	0	0	0	0	0
Bagouiné	0	0	0	0	0	0	0	0
Bac Sémien	2	2,75	0	0,25	1,75	1,25	3,25	1,33
Béoué 1	0	0	0	1,25	0,5	1,5	0	0
Zérégouiné	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLEAU 9.

FRÉQUENCE LARVAIRE DES DIFFÉRENTS ANOPHÈLES DE LA RÉGION DE MAN AU COURS DES QUATRE PROSPECTIONS.

ESPÈCE ANOPHÉLIENNE	NOMBRE DE LARVES RÉCOLTÉES				TOTAL
	mars-avril 1960	mai-juin 1960	septembre octobre 1960	janvier-février 1961	
gambiae	87	128	148	15	378
funestus	7	27	1	26	61
nili	8	3	—	—	11
coustani	8	9	5	37	59
obscurus	19	39	22	146	226
hancocki	—	—	—	10	10
brohieri	1	—	—	6	7
rufipes	1	—	—	1	2
rhodesiensis	—	—	2	47	49
freetownensis	8	3	7	64	82
smithi	—	—	13	35	48
cinctus	4	38	6	7	55
squamosus	1	—	—	—	1
implexus	—	—	—	1	1
Total	144	247	204	395	990

TABLEAU 10.

AGE PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES D'ANOPHÈLES DANS LA RÉGION DE MAN.

La première ligne indique, sous forme d'une fraction, le nombre de femelles pares par rapport au nombre total de femelles examinées. La seconde ligne indique, pour *A. gambiae* et *A. funestus*, le pourcentage de femelles pares.

ESPÈCE ANOPHÉLIENNE	MARS-AVRIL 1960	MAI-JUIN 1960	SEPT.-OCTOBRE 1960	JANVIER FÉVRIER 1961	TOTAL
gambiae	61/94 64	212/241 84	176/327 54	117/172 68	566/834 68
funestus	82/101 81	53/61 87	93/188 49	109/144 76	337/494 68
nili	2/3	3/3	8/9	8/16	21/31
coustani	—	—	1/3	—	1/3
pharoensis	—	—	—	1/2	1/2
hancocki	—	1/1	—	0/1	1/2

TABLEAU 11.

INFLUENCE DE L'EMPLACEMENT DE CAPTURE SUR LE POURCENTAGE DE FEMELLES PARES CHEZ *ANOPHELES GAMBIAE* ET *ANOPHELES FUNESTUS* DANS LA RÉGION DE MAN (Tous villages groupés.)

ESPÈCE ANOPHÉLIENNE	PÉRIODE DE CAPTURE	INTÉRIEUR DES HABITATIONS		EXTÉRIEUR DES HABITATIONS	
		nombre de femelles	pares %	nombre de femelles	pares %
gambiae	mars-avril 1960	91	65	3	67
	mai-juin 1960	80	86	171	84
	septembre-octobre 1960	160	62	194	52
	janvier-février 1961	132	67	36	67
	toutes périodes groupées	463	68	404	68
funestus	mars-avril 1960	78	78	24	88
	mai-juin 1960	13	100	43	84
	septembre-octobre 1960	115	50	83	55
	janvier-février 1961	105	75	39	77
	toutes périodes groupées	311	68	189	70

TABLEAU 12.

INFLUENCE DE LA LOCALITÉ DE CAPTURE SUR LE POURCENTAGE DE FEMELLES PARES CHEZ *ANOPHELES GAMBIAE* ET *ANOPHELES FUNESTUS* DANS LA RÉGION DE MAN. (Toutes captures groupées.)

LOCALITÉ DE CAPTURE	*Anopheles gambiae*		*Anopheles funestus*	
	nombre de femelles	pares %	nombre de femelles	pares %
Lagoulalé	17	65	0	—
Bagouiné	100	60	204	83
Bac Sémion	484	66	210	52
Béoué 1	236	74	53	79
Zérégouiné	30	73	33	67
Total	867	68	500	69

TABLEAU 13.

INDICES SPOROZOÏTIQUES OBSERVÉS CHEZ LES ANOPHÈLES DE LA RÉGION DE MAN.

ESPÈCE ANOPHÉLIENNE	MARS-AVRIL 1960	MAI-JUIN 1960	SEPT.-OCT. 1960	JANVIER-FÉVRIER 1961	TOTAL
gambiae	4/663 0,63	19/903 2,10	9/799 1,12	5/342 1,46	37/2 707 1,37
funestus	15/1 709 0,88	23/1 114 2,06	8/974 0,82	47/2 126 2,21	93/5 923 1,57
nili	0/12	0/8	0/41	0/21	0/82
hancocki	0/5	0/1	—	0/10	0/16
rufipes	0/1	—	—	—	0/1
flavicosta	—	—	—	0/2	0/2
pharoensis	—	—	—	0/2	0/2

NOTA. Pour *A. gambiae* et *A. funestus* la seconde ligne donne l'indice sporozoïtique pour cent. La première ligne pour chaque espèce, sous forme d'une fraction, le nombre d'infections salivaires par rapport au nombre de dissections.

TABLEAU 14.

ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES D'ANOPHÈLES CAPTURÉES DANS LES HABITATIONS DES VILLAGES DE LA RÉGION DE MAN, EN MARS-AVRIL 1960.

ESPÈCE ANOPHÉLIENNE	NOMBRE EXAMINÉ	POURCENTAGE DE FEMELLES		
		à jeun	gorgées	gravides
gambiae	127	3,1	81,9	15,0
funestus.....	561	9,8	65,7	24,4

	POURCENTAGE RELATIF DES FEMELLES	
	gorgées	gravides
gambiae	84,6	15,4
funestus.....	72,9	27,1

TABLEAU 15.

CYCLES D'AGRESSIVITÉ DES FEMELLES D'*ANOPHELES GAMBIAE* D'*ANOPHELES FUNESTUS* ET D'*ANOPHELES NILI* DANS LA RÉGION DE MAN

(Moyennes pour 5 villages et 4 prospections.)

HEURE	*Anopheles gambiae*		*Anopheles funestus*		*Anopheles nili*	
	nombre de femelles	pourcentage	nombre de femelles	pourcentage	nombre de femelles	pourcentage
18-19	4	0,2	9	1,1	0	0
19-20	13	0,7	32	3,7	0	0
20-21	19	1,1	22	2,6	1	1,6
21-22	54	3,1	39	4,6	4	6,4
22-23	150	8,7	56	6,6	10	16,1
23-24	229	13,3	90	10,5	16	25,8
00-01	148	8,6	70	8,4	6	9,7
01-02	251	14,5	84	9,8	4	6,4
02-03	276	15,9	150	17,6	6	9,7
03-04	233	13,5	100	11,7	2	3,2
04-05	174	10	100	11,7	7	11,3
05-06	180	10,4	100	11,7	6	9,7
Total	1 731	100	852	100	62	100

TABLEAU 16.

SENSIBILITÉ D'*ANOPHELES GAMBIAE* AU D.D.T.
(Femelles gorgées et gravides. Avril à octobre 1960.)

D. D. T. %	NOMBRE DE FEMELLES	MORTALITÉ %	
		brute	corrigée
0	166	4	—
0,25	70	7	3
0,5	164	28	26
1	179	66	65
2	148	88	88
4	94	97	97
8	54	100	100

TABLEAU 17.

SENSIBILITÉ D'*ANOPHELES GAMBIAE* A LA DIELDRINE.
(Femelles gorgées et gravides. Février 1961.)

DIELDRINE %	NOMBRE DE FEMELLES	MORTALITÉ %	
		brute	corrigée
0	161	19	—
0,4	160	89	86
4	160	97	95

TABLEAU 18.

SENSIBILITÉ D'*ANOPHELES FUNESTUS* AU D.D.T.
(Femelles gorgées et gravides. Avril 1960 à février 1961.)

D. D. T. %	NOMBRE DE FEMELLES	MORTALITÉ %	
		brute	corrigée
0	466	5	—
0,25	215	14	9
0,5	691	61	59
1	654	89	88
2	555	97,5	97,5
4	204	100	100

TABLEAU 19.

SENSIBILITÉ D'*ANOPHELES FUNESTUS* A LA DIELDRINE.
(Femelles gorgées et gravides, février 1961.)

DIELDRINE %	NOMBRE DE FEMELLES	MORTALITÉ %	
		brute	corrigée
0	90	2	—
0,025	90	81	81
0,05	90	83	83
0,1	90	100	100