

Ewt.

**ÉPIDÉMIOLOGIE GÉNÉRALE DU PALUDISME HUMAIN  
EN AFRIQUE OCCIDENTALE.  
RÉPARTITION ET FRÉQUENCE  
DES PARASITES ET DES VECTEURS  
ET OBSERVATIONS RÉCENTES  
SUR QUELQUES-UNS DES FACTEURS  
GOUVERNANT LA TRANSMISSION DE CETTE MALADIE**

Par J. HAMON (\*) et J. COZ (\*)

I. — INTRODUCTION

Lors de la Première Conférence interafricaine du Paludisme, tenue à Kampala il y a une quinzaine d'années, les données disponibles sur le paludisme humain et ses vecteurs en Afrique occidentale étaient déjà relativement abondantes mais extrêmement éparses et hétérogènes, comme en témoignent éloquemment l'étude de BRUCE-CHWATT (1951) sur le paludisme au Nigeria et celle d'HOLSTEIN (1951) sur l'épidémiologie de la maladie en Afrique occidentale francophone. En outre beaucoup de données n'avaient jamais été publiées et devaient être recherchées dans des rapports dactylographiés ou ronéotypés à diffusion très restreinte.

Les campagnes et projets pilotes de lutte antipaludique puis d'éradication du paludisme ont entraîné l'exécution systématique de nombreuses enquêtes sur cette maladie et ses vecteurs. Les difficultés rencontrées dans les projets d'éradication ont suscité, en divers points, l'organisation de recherches détaillées dont certaines continuent encore actuellement.

(\*) Entomologiste médical de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.

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

Collection de Référence

n° 11630

22 AOUT 1967

L'analyse mathématique de l'épidémiologie du paludisme humain à *Plasmodium falciparum*, publiée par MACDONALD en 1957, et condensant de nombreuses études antérieures, a parfaitement mis en lumière l'importance relative des principaux facteurs gouvernant la transmission et notamment du taux de survie quotidien moyen des vecteurs, de la fréquence des repas pris sur l'homme, de la durée du cycle extrinsèque du parasite, etc. La diffusion hors d'U. R. S. S., au cours des années suivantes, des méthodes de détermination de l'âge physiologique des anophèles mises au point par les entomologistes médicales russes (DETINOVA, 1962) a permis de penser qu'il devenait aisé de mesurer l'intensité de la transmission, ou mieux des risques de transmission, avant et pendant le déroulement des campagnes de contrôle du vecteur et/ou du parasite.

Ces études ont stimulé l'exécution de nombreuses recherches visant à déterminer sur le terrain les paramètres entrant dans les équations de MACDONALD, tant en Afrique orientale (DETINOVA et GILLIES, 1964 ; GILLIES et WILKES, 1965) qu'en Afrique occidentale (CHOUMARA *et al.*, 1959). Ces recherches, ainsi que de très nombreuses autres études partielles que nous citons en bibliographie, ont permis de recueillir des informations abondantes ; elles ont aussi mis en évidence combien il était difficile de déterminer avec précision le taux de survie, les préférences alimentaires, et même la densité des vecteurs.

Pendant la même période l'on a prouvé que le nom d'un des principaux vecteurs africains, *Anopheles gambiae* Giles, recouvrait en fait un complexe d'espèces jumelles (DAVIDSON, 1964), c'est-à-dire morphologiquement identiques bien que génétiquement distinctes, avec toutes les difficultés que cela entraîne pour l'étude de la transmission (PATERSON, 1963). D'autres observations ont remis en cause, au moins en Afrique, les données couramment admises sur la longévité de *P. falciparum* dans l'organisme humain (VERDRAGER, 1964) et sur la fréquence des souches immunologiquement distinctes de ce parasite (BRAY *et al.*, 1962). La résistance des vecteurs aux insecticides et des parasites aux médicaments antipaludiques est enfin un sujet en évolution constante et d'une importance pratique considérable.

Nous allons passer ces différents points en revue en limitant notre exposé à des observations récentes faites en Afrique tropicale et, plus particulièrement, en Afrique occidentale.

## 2. — IDENTITÉ ET RÉPARTITION DES VECTEURS

Les recherches entreprises depuis quelques années sur l'âge physiologique moyen des anophèles ont confirmé qu'en Afrique occidentale, en dehors du complexe *A. gambiae*, les vecteurs majeurs du

paludisme humain sont *A. funestus* Giles, *A. moucheti* Evans et *A. nili* Theobald (HAMON, 1963 ; BRADY, 1963 ; HAMON *et al.*, 1962 et 1965 ; Coz *et al.*, 1966).

*A. funestus* joue un rôle important dans les savanes soudanaises et guinéennes (CHOUMARA *et al.*, 1959 ; HANNEY, 1960), dans certaines régions de mosaïque forêt-savane (HAMON *et al.*, 1962), ainsi que dans les régions sahéliennes les moins sèches (BRUCE-CHWATT, 1954 ; CAVALIE et MOUCHET, 1961 ; HAMON *et al.*, 1965) ; dans toutes ces zones sa fréquence alterne souvent avec celle des membres du complexe *A. gambiae* et il joue un rôle majeur dans la transmission en fin de saison des pluies et en début de saison sèche (HOLSTEIN, 1951 ; HAMON *et al.*, 1956 ; SERVICE, 1963). *A. funestus* est aussi parfois un vecteur important dans les zones montagneuses (MOUCHET et GARIOU, 1960). Le cycle de développement larvaire de cet anophèle est très long, ce qui explique que les populations d'*A. funestus* ne se reconstituent que très lentement lorsqu'elles ont été décimées (SMITH, 1966).

*A. moucheti* est un vecteur important le long des grandes rivières et de certains cours d'eau secondaires, dans la forêt guinéenne inférieure ; *A. nili* a une répartition plus vaste (HAMON *et al.*, 1966) mais ne joue apparemment un rôle vecteur important que dans des zones localisées, à proximité des grands cours d'eau, lorsque sa densité est élevée (HAMON et MOUCHET, 1961). Il semble d'ailleurs probable que le nom d'*A. nili* couvre plusieurs espèces distinctes (GILLIES, 1965, comm. pers.) mais l'étude écologique et biologique de ce complexe reste à faire.

*A. pharoensis* Theobald a déjà été trouvé infecté en Afrique tropicale et a été soupçonné à plusieurs reprises d'être un vecteur appréciable dans les régions subdésertiques ainsi que dans certaines zones littorales à eaux saumâtres. Toutefois *A. pharoensis* est largement zoophile, sa longévité semble toujours très réduite et la preuve de son importance épidémiologique reste à faire (FARID, 1963 ; GILLIES, 1964 ; HAMON *et al.*, 1964 a, 1964 b et 1965).

Le complexe *A. gambiae* occupe presque toutes les zones écologiques d'Afrique tropicale, de la mangrove littorale aux régions subdésertiques (HOLSTEIN, 1952). Sur les cinq espèces connues de ce complexe trois sont présentes en Afrique occidentale : *A. melas* Theobald dans les zones de mangrove, *A. gambiae* « A » et *A. gambiae* « B » dans les zones à eaux douces ou légèrement saumâtres. Ces trois espèces sont génétiquement distinctes bien qu'elles soient presque identiques morphologiquement ; les hybrides naturels, quoique présents (MARCHAL, 1959 ; Coz et HAMON, 1964), semblent très rares. L'identification des formes d'eau douce n'est possible que par croisement avec des souches de référence, les critères morpho-

logiques proposés (COLUZZI, 1964) s'étant avérés inutilisables en Afrique occidentale ; l'identification spécifique devient ainsi une opération délicate et très lente mais probablement aussi très importante. On sait en effet qu'en Afrique orientale les différentes espèces d'eau douce appartenant au complexe *A. gambiae* n'ont pas la même biologie (PATERSON, 1963 et 1964) et une situation identique existe peut-être en Afrique occidentale bien que cela n'ait pas encore pu être prouvé (HAMON *et al.*, 1964 *b* et 1964 *c*). On a déjà constaté que les préférences écologiques des espèces « *A* » et « *B* » sont différentes, l'espèce « *A* » occupant les régions forestières, les savanes guinéennes et soudanaises et au moins certaines zones sahéliennes, tandis que l'espèce « *B* » est confinée aux régions sahéliennes, aux savanes soudanaises et probablement à la bordure nord des savanes guinéennes (HAMON *et al.*, 1966). Là où deux espèces du complexe coexistent l'étude épidémiologique du paludisme humain devient très difficile, chaque espèce ayant probablement ses caractéristiques propres en matière de longévité, préférences trophiques, pouvoir vecteur intrinsèque, etc. (BURGESS, 1960 ; COZ *et al.*, 1966 ; PRINGLE, 1962).

### 3. — LA DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE MACDONALD LIÉS AUX VECTEURS

La détermination des paramètres de MACDONALD liés aux vecteurs pose à la fois des problèmes de méthode et des problèmes d'échantillonnage. Enfin certains facteurs semblent avoir été négligés dans l'élaboration des formules mathématiques de MACDONALD.

#### 3.1. — Méthodologie.

Les problèmes de méthodes sont généralement au point. Seule la détermination de l'âge physiologique exact des vecteurs soulève encore de grosses difficultés. La méthode la plus précise, découverte par POLOVODOVA (*in* DETINOVA, 1962), semble applicable aux principaux anophèles africains (DETINOVA et GILLIES, 1964) mais exige une dextérité manuelle et visuelle rarement rencontrée (BRADY, 1963 ; HAMON, 1963 ; GILLIES et WILKES, 1965). GIGLIOLI (1965 *b*) estime d'ailleurs que la structure des ovaires de certaines espèces, comme *A. melas*, ne permet pas l'emploi de la méthode de POLOVODOVA.

La comparaison des indices oocystiques et sporozoïtiques, ou celle des indices sporozoïtiques immédiats et retardés, permettent d'estimer la longévité d'une espèce de façon fort précise, sous réserve que les indices puissent être mesurés avec précision. Ce n'est prati-

quement jamais le cas dans les zones soumises à des traitements insecticides ainsi que dans les régions où les indices sporozoïtiques sont normalement très faibles.

La seule détermination des femelles paires, qui reste toujours possible, permet aussi de calculer la longévité de l'espèce étudiée sous réserve de connaître la durée des cycles gonotrophiques successifs (Coz *et al.*, 1961) et dans la mesure où le taux de mortalité quotidien moyen est indépendant de l'âge des individus. Or GILLIES et WILKES (1965) ont récemment montré, en Tanzania, que le taux de survie quotidien, chez *A. gambiae* et *A. funestus*, varie avec l'âge des femelles, contrairement aux hypothèses de MACDONALD ; les écarts entre les fréquences observées et escomptées de chaque groupe d'âge sont cependant réduits et n'affectent probablement pas de façon sensible le calcul du taux de survie quotidien moyen. C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle est parvenu VINCKE (1965) lors de son étude sur *A. gambiae* au Kivu (Congo-Kinshasa).

### 3.2. — Échantillonnage.

Les problèmes d'échantillonnage sont très importants, chaque méthode de capture influençant les résultats en ne fournissant qu'une fraction sélectionnée de la population à étudier.

La densité anophélienne varie de façon importante selon que l'on capture les anophèles sur appâts ou dans leurs lieux de repos (CHOU-MARA *et al.*, 1959). Elle varie encore selon le type de capture sur appât (SERVICE, 1963 ; SERVICE et BOORMAN, 1965) et selon l'emplacement des lieux de repos dans un même village (SERVICE, 1964 c). L'évaluation d'une densité anophélienne n'est donc pas une opération simple comme beaucoup l'imaginent.

La fréquence des femelles paires varie légèrement selon les méthodes de capture chez *A. gambiae* et de façon beaucoup plus importante chez *A. funestus*. On observe notamment toujours un déficit de femelles nullipares chez les femelles prises au repos le jour dans les habitations (GILLIES et WILKES, 1965) et, au moins chez *A. funestus*, un excédent très marqué de femelles nullipares dans les lieux de repos extérieurs (ESCUDIE *et al.*, 1962). Lors des captures de nuit sur appât humain la fréquence des femelles paires d'*A. funestus* varie également en fonction de l'heure de capture (HAMON, 1963 ; HAMON *et al.*, 1964 b), ce qui impose de travailler par nuits entières pour obtenir un échantillonnage satisfaisant.

Il apparaît encore plus difficile de déterminer les préférences alimentaires exactes des anophèles vecteurs. La nature du sang ingéré par les femelles varie dans une certaine mesure en fonction des

hôtes présents, en dépit du déterminisme génétique des préférences trophiques (GILLIES, 1964 a). C'est ainsi que les femelles capturées dans les maisons contiennent généralement du sang humain, tandis que celles capturées au repos dans les abris extérieurs ou dans les étables contiennent fréquemment du sang d'animaux (BRUCE-CHWATT, 1954, 1955, 1956 et 1957; BRUCE-CHWATT *et al.*, 1960; CHOUMARA *et al.*, 1959). L'attraction comparée par différents appâts humains et animaux n'indique par ailleurs que les tendances générales d'une espèce car il est impossible de reproduire la variété des choix possibles dans les conditions naturelles (SERVICE, 1964 b; HAMON, *et al.*, 1964 c).

Devant les difficultés rencontrées pour mesurer indirectement la transmission il paraît plus simple d'estimer directement le nombre moyen mensuel et annuel de piqûres infectantes par habitant ou l'indice mensuel de contamination nouvelle des nourrissons (CHOUMARA *et al.*, 1959). Malheureusement la première de ces possibilités nécessite de gros moyens tant en matériel qu'en personnel, tandis que la seconde présente aussi quelques désavantages (PRINGLE *et al.*, 1960).

### 3.3. — *Autres facteurs.*

L'étude mathématique de l'épidémiologie du paludisme entreprise par MACDONALD laisse d'assez nombreux phénomènes inexplicables soulignant ainsi la nécessité d'entreprendre des recherches complémentaires. Nous ne rappellerons ici que quelques phénomènes récemment observés en Afrique tropicale.

Le taux observé de contamination nouvelle des nourrissons, dans les régions holoendémiques, est considérablement inférieur à celui calculé à partir des densités anophéliennes et des indices sporozoïtiques des vecteurs (BRUCE-CHWATT, 1958; CHOUMARA *et al.*, 1959). Ce phénomène est fonction de l'immunité transmise de la mère au nouveau-né, mais on comprend mal pourquoi elle protège mieux certains enfants que d'autres.

Le taux d'infection des anophèles est souvent supérieur à celui escompté d'après la fréquence des porteurs de gamétocytes dans la population (GILLIES et WILKES, 1965). En outre malgré des taux de survie presque identiques et des préférences trophiques peu différentes *A. gambiae* et *A. funestus* ont des indices sporozoïtiques différents, la seconde espèce étant toujours moins infectée que la première (BRADY, 1963; HAMON, 1963; HAMON *et al.*, 1962; SERVICE, 1965) et ses infections étant moins intenses (SHUTE *et al.*, 1965). Ce dernier phénomène est probablement dû au fait qu'*A. gambiae* ingère plus de sang, et donc plus de gamétocytes, qu'*A. funestus*,

lors de son repas, mais il serait opportun de vérifier cette hypothèse.

Enfin *A. melas*, quoique meilleur vecteur naturel et expérimental de filariose de Bancroft qu'*A. gambiae* « A », est un moins bon vecteur du paludisme humain, ce qui montre la nécessité de s'intéresser à la sensibilité intrinsèque des vecteurs aux parasites transmis, domaine qui reste encore fort peu étudié.

#### 4. — LES HÉMATOZOAIRES PRÉSENTS

*Plasmodium falciparum* est de loin l'espèce dominante en Afrique occidentale, représentant couramment plus de 80 0/0 des lames de sang positives. *Plasmodium malariae* vient second ; il est généralement présent, seul ou en association, dans moins de 20 0/0 des lames positives mais dans des zones limitées peut-être plus fréquent que *P. falciparum*, au moins de façon temporaire (BRUCE-CHWATT, 1951 ; ESCUDIE et HAMON, 1961 ; LANGUILLON, 1957 ; LARIVIÈRE *et al.*, 1961 ; ANONYME, 1963 *a, b, c, d et e* ; GREBAUT *et al.*, 1964).

*P. vivax* semble extrêmement rare, même le long de la bordure sud du Sahara (BARBIE et ROUAMBA, 1964) ; les habitants du littoral de l'Afrique occidentale semblent par ailleurs peu réceptifs à ce parasite. *P. ovale* a été observé dans presque tous les états de l'Afrique de l'Ouest, avec une répartition par taches ; il est généralement peu abondant (LACAN, 1963 ; HOCQUET *et al.*, 1964 ; LACAN, 1965 ; NEMIROVSKAJA *et al.*, 1965).

Au point de vue épidémiologique nous devons souligner que MACDONALD a estimé que la durée de la parasitémie à *P. falciparum* chez des sujets non immuns était de 200 jours en moyenne, tandis que les gamétocytes n'étaient guère présents que pendant 80 jours. C'est à partir de ces valeurs qu'il a établi sa formule du taux de reproduction du paludisme à *P. falciparum*. En fait en Afrique tropicale la majorité des habitants sont au moins semi-immuns et les observations publiées par VERDRAGER (1964) ainsi que celles faites en Afrique du Sud sur les travailleurs des mines d'or provenant de régions impaludées laissent supposer que la durée moyenne d'une parasitémie à *P. falciparum* est beaucoup plus longue que 200 jours. Cela augmente d'autant le taux de reproduction de la maladie. Il avait aussi été admis que l'immunité acquise vis-à-vis de *P. falciparum* était de type local ou régional, du fait de l'existence de nombreuses souches immunologiquement distinctes de ce parasite ; tout individu voyageant loin de son domicile pouvait alors être considéré comme localement non immun ; les observations et expérimentations récentes de MCGREGOR (1964) et de BRAY *et al.* (1962) montrent qu'il n'en est rien en Afrique. Les travaux de BRUCE-

CHWATT (1962 et 1965) ont par ailleurs montré qu'en Afrique occidentale la majorité des adultes semi-immuns sont en fait des porteurs asymptomatiques de *P. falciparum*. L'ensemble de ces observations remet en cause les bases mêmes des méthodes de détection des individus parasités prévues par l'O. M. S. dans les dernières phases des campagnes d'éradication du paludisme.

Nous devons souligner également qu'en Afrique de l'ouest *P. malariae* est un parasite relativement abondant. Or cet hématozoaire est connu pour sa très grande longévité dans l'organisme humain, les individus parasités étant généralement asymptomatiques. Il est peu probable que les campagnes d'éradication, telles qu'elles sont prévues par l'O. M. S., puissent l'éliminer à court terme (GRAMICCIA, comm. pers., 1963). Il conviendrait donc de préciser qu'en Afrique occidentale les campagnes d'éradication du paludisme, dans un premier temps, ne viseront que *P. falciparum*.

#### 5. — LES NIVEAUX D'ENDÉMICITÉ

Les niveaux d'endémicité ne sont pas toujours faciles à évaluer. La classification de Kampala, basée sur les indices spléniques, donne généralement satisfaction ; toutefois l'évaluation des indices spléniques est affectée d'un coefficient personnel difficile à éliminer totalement et le paludisme n'est pas la seule maladie causant des splénomégalies. La classification de METSELAAR et VAN THIEL (1959) est basée sur les indices parasitaires et paraît très séduisante ; cependant les parasites sont plus fugaces que les splénomégalies et les indices parasitaires basés sur une seule enquête risquent d'être très inférieurs aux taux d'infection réels (CHOUMARA *et al.*, 1959 ; ESCUDIE *et al.*, 1961 ; BRUCE-CHWATT, 1962 ; DOWLING et SHUTE, 1965 *a* et *b*).

L'endémicité du paludisme, telle qu'elle apparaît à travers les enquêtes publiées les plus récentes (ANONYME, 1963 *a, b, c, d* et *e* ; BARBIE et ROUAMBA, 1964 ; BRUCE-CHWATT, 1951 et 1954 ; CAVALIE et MOUCHET, 1961 ; ESCUDIE et HAMON, 1961 ; ESCUDIE *et al.*, 1962 ; FOLL et PANT, 1965 ; GREBAUT *et al.*, 1964 ; HARRIS, 1961 ; LANGUILLON, 1957 ; LANGUILLON *et al.*, 1956 ; LARIVIÈRE *et al.*, 1961 ; MOUCHET et GARIOU, 1960), semble atteindre son maximum dans les régions de savanes guinéennes et de savanes soudanaises humides, correspondant à la coexistence d'au moins deux, sinon trois ou quatre, vecteurs majeurs : *A. gambiae* « A », *A. gambiae* « B », *A. funestus* et *A. nili*. C'est d'ailleurs dans ces régions que les projets pilotes d'éradication du paludisme en zone rurale ont donné les moins bons résultats. Le paludisme est ainsi holo- ou hyperendémique



dans les régions de savanes humides et son incidence diminue dans les savanes soudanaises sèches et dans les zones sahéliennes, ainsi que dans les régions forestières et littorales. C'est à la fois dû à une diminution du nombre d'espèces vectrices et de leur fréquence et, dans les zones sèches, à la présence d'hôtes alternatifs possibles autres que l'homme.

#### 6. — FRÉQUENCE ET INTENSITÉ DE LA TRANSMISSION

Dans la majeure partie de l'Afrique occidentale la transmission du paludisme est pérenne, mais avec des variations saisonnières très marquées ; la transmission maximum est généralement enregistrée pendant la saison des pluies, ou immédiatement après.

Même dans les régions soudanaises et sahéliennes, pourtant très homogènes d'aspect, les variations saisonnières de transmission et la fréquence relative des vecteurs ne sont pas uniformes dans tous les villages (CHOUMARA *et al.*, 1959 ; HAMON *et al.*, 1965). Les écarts par rapport à la moyenne sont encore plus considérables dans les régions de forêt, notamment en fonction de la proximité des grandes rivières et de la nature de leur lit ; là où le lit est rocheux, ou lorsque des bancs de sable émergent, les basses eaux créent souvent de très nombreux gîtes à *A. gambiae* et correspondent au pic annuel de transmission (MOUCHET, 1962 ; Coz *et al.*, 1966). Les généralisations doivent donc être faites avec la plus grande prudence.

L'évaluation du nombre de piqûres infectantes reçues en moyenne par habitant et par an a été faite dans plusieurs régions d'Afrique occidentale (BRUCE-CHWATT, 1954 ; CHOUMARA *et al.*, 1959 ; ESCUDIE *et al.*, 1962 ; SERVICE, 1963 ; HAMON *et al.*, 1965 ; Coz *et al.*, 1966). Il semble n'exister qu'une relation extrêmement discrète entre l'intensité réelle de la transmission et les niveaux d'endémicité, des indices spléniques et parasitaires très voisins correspondant en un point à quelques piqûres infectantes par habitant et par an et en un autre point ou région à quelques centaines. C'est là un phénomène très important car les difficultés que rencontreront les campagnes d'éradication seront, dans une certaine mesure, plus liées à l'intensité réelle de la transmission qu'au niveau apparent d'endémicité.

#### 7. — LE CONTRÔLE DE LA TRANSMISSION

Les possibilités de contrôle de la transmission dépendront non seulement de l'intensité de cette dernière, mais aussi du comportement des vecteurs et des habitants, du type d'habitation, du climat,

des coutumes agricoles, de la fréquence de la grande faune domestique et sauvage, etc. Il ne nous est pas possible de discuter ici de l'influence de ces différents facteurs mais nous souhaitons souligner leur importance par un exemple. L'exophagie des vecteurs, considérée par certains comme la cause majeure d'échec des campagnes antipaludiques basées sur les traitements insecticides, a été observée aussi bien en forêt (MOUCHET et GARIOU, 1957) qu'en savane (CHOMARA *et al.*, 1959 ; DODGE, 1965) ; en forêt elle a peu d'importance car les habitants sont pratiquement toujours dans leurs habitations aux heures d'activité des vecteurs, tandis que la grande faune est très rare ; en savane au contraire elle peut jouer un rôle important car les habitants dorment souvent une partie de la nuit à l'extérieur durant les périodes chaudes de l'année tandis qu'une grande faune abondante fournit des hôtes autres que l'homme facilitant la survie des vecteurs jusqu'à un âge épidémiologiquement dangereux en dépit des traitements insecticides.

Avant de terminer nous devons rappeler que la sélection de populations d'*A. gambiae* et d'*A. funestus* résistantes à la dieldrine (Coz et HAMON, 1963 ; SERVICE, 1964 a) ainsi que de *P. falciparum* résistantes à la pyriméthamine (BRUCE-CHWATT, 1965) et, peut-être, à la chloroquine (LASCH et N'GUYEN, 1965) n'interfère pas avec l'épidémiologie du paludisme en équilibre naturel. Elle acquiert cependant une grande importance lorsque l'on tente d'interrompre la transmission de façon durable.

## 8. — CONCLUSIONS

Les recherches entreprises depuis une quinzaine d'années en Afrique occidentale ont fait considérablement progresser nos connaissances sur l'épidémiologie du paludisme humain à *Plasmodium falciparum*. Ces progrès ont cependant mis en lumière des lacunes dans nos connaissances et notre méthodologie que nous ne soupçonnions pas auparavant. Certaines de ces lacunes devront absolument être comblées avant que l'on puisse entreprendre à nouveau des campagnes d'éradication du paludisme dans cette partie du monde avec des chances raisonnables de succès.

## 9. — REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement M. le Médecin Général Inspecteur P. RICHET, Secrétaire général permanent de l'O. C. C. G. E., qui nous a suggéré de présenter cette note aux

Réunions d'Informations sur le Paludisme de la Société de Pathologie exotique.

Nos remerciements vont également à M. L. J. BRUCE-CHWATT, Chef de la Section des Recherches de la Division de l'Éradication du Paludisme de l'O. M. S., pour toute l'aide qu'il nous a apportée depuis que nous travaillons en Afrique occidentale.

Nous ne saurions enfin oublier M. P. GRENIER, du Laboratoire d'Entomologie médicale de l'Institut Pasteur de Paris, qui nous a aidé de ses conseils lors de la rédaction de cette note, ni nos collègues médecins et entomologistes médicaux de l'O. C. C. G. E. et de l'O. R. S. T. O. M. sans les recherches et prospections desquels nous n'aurions pu rédiger ce travail.

#### 10. — SUMMARY

Human malaria incidence and vectors were very poorly known in West Africa fifteen years ago. Almost no data were available from the hinterland. The organisation of various types of malaria control or eradication projects, generally W. H. O. sponsored, has widely increased our knowledge on malaria epidemiology. Several research programmes were undertaken, either to cover non-surveyed areas, or to discover the origins of failures encountered in malaria control activities, and some of them are always continuing.

In all biogeographic zones, except the Lower Guinean forest where *A. mouchei* also is a malaria vector, human malaria transmission depends mainly, if not only, on the presence and frequency of *A. funestus* and of three sibling species belonging to the *A. gambiae* complex. *A. nili* is of a more restricted importance. By far the most common plasmodium is *P. falciparum*, immediately followed by *P. malariae*. The highest malaria endemicity levels, corresponding to holo- or hyperendemicity, are encountered in humid savannah areas, where *A. funestus*, *A. gambiae* « A », and often also *A. gambiae* « B » and *A. nili* coexist. Sahelian and dry sudanese areas, as well as high forest and coastal zones correspond generally to lower endemicities, reaching hypoendemicity on the southern fringe of the Sahara desert.

The mathematical analysis of malaria epidemiology can be very useful for assessing the malaria transmission potentialities during the consecutive phases of an eradication programme. But this involves a thorough knowledge of the main factors ruling the malaria transmission, such as daily survival rate, trophic preferences, length of the gonotrophic cycle of the vector — length of the extrinsic cycle of the plasmodium — natural recovery rate of infected humans

and so on... Accurate measurement of these parameters is not easy, and our mosquito population sampling methods as well as our sibling species identifications within the *A. gambiae* complex should be improved.

Results of the preliminary investigation in this field, carried out in several african countries, show furthermore that we have underestimated in the past some factors such as the size of the blood-meal, the intrinsic susceptibility of each vector species to the parasite, and so on. Moreover there is a lack of correlation between the observed and computed contamination rate in babies, as well as between the total annual computed contamination rate and the endemicity indices, parasite rates and splenic rates.

During the planning and development of malaria control, or eradication, activities it would be worthwhile to take into account not only the endemicity indices, but also the total contamination rate, which is the most accurate measure for the transmission intensity. Moreover it must not be forgotten that many other factors are to be taken into account, such as inhabitant and vector behaviour, cattle and big game prevalence, type of housing, farming traditions, and so on... The situation, in West Africa, is further complicated by the wide occurrence of dieldrin-resistant vector populations, and of pyrimethamine-resistant parasites.

*Mission Entomologique de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer auprès de l'Organisation de Coopération et de Coordination pour la lutte contre les Grandes Endémies, Bobo-Dioulasso, Haute-Volta.*

#### BIBLIOGRAPHIE

- ADAM (J. P.). — Note faunistique et biologique sur les anophèles de la région de Yaoundé et la transmission du paludisme en zone forestière du Sud-Cameroun. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1956, 49, 210-220.
- ANONYME. — Rapport sur les sondages paludométriques effectués dans la région de Natitingou, en Atakora, République du Dahomey, du 5 au 25 mars 1963. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1963 a, 18 p.
- ANONYME. — Rapport sur les sondages paludométriques effectués dans les régions de Pita, Labé, Dalaba, République de Guinée, du 9 avril au 3 mai 1963. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1963 b, 18 p.
- ANONYME. — Rapport sur les sondages paludométriques effectués dans le massif de l'Atakora, région de Natitingou, République du Dahomey, du 29 août au 22 septembre 1963. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1963 c, 18 p.

- ANONYME. — Rapport sur les prospections paludométriques effectuées dans la région de Soubré-Sassandra, République de Côte-d'Ivoire, Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1963 *d.* 35 p.
- ANONYME. — Rapport sur les enquêtes effectuées dans la région de Dori, République de Haute-Volta, en 1961-1962. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1963 *e.* 37 p.
- ANONYME. — Comité O. M. S. d'experts du paludisme. Onzième rapport. *Org. mond. Santé, Sér. rapp. techn.*, 1964, 291, 50 p.
- ANONYME. — L'éradication du paludisme en 1964. *Chronique OMS*, 1965, 19, 373-389.
- BARBIE (Y.) et ROUAMBA (T.). — Notes sur le paludisme en République Islamique de Mauritanie. *Méd. trop.* (Marseille), 1964, 24, 427-436.
- BRADY (J.). — Results of age-grouping dissections on four species of *Anopheles* from Southern Ghana. *Bull. Org. mond. Santé*, 1963, 29, 147-153.
- BRAY (R. S.). — The susceptibility of Liberians to the Madagascar strain of *Plasmodium vivax*. *J. Parasitology*, 1958, 44, 371-373.
- BRAY (R. S.), GUNDERS (A. E.), BURGESS (R. W.), FREEMAN (J. B.), ETZEL (E.), GUTTUSO (C.) et COLUSSA (B.). — The inoculation of semi-immune africans with sporozoites of *Laverania falcipara* (*Plasmodium falciparum*) in Liberia. *Riv. Malariol.*, 1962, 41, 3-14.
- BRENGUES (J.) et EYRAUD (M.). — Rapport sur la mission effectuée dans le massif de l'Atakora, région de Natitingou, Nord-Dahomey, du 29 août au 22 septembre 1963. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1963, 33 p.
- BRUCE-CHWATT (L. J.). — Malaria in Nigeria. *Bull. Org. mond. Santé*, 1951, 4, 301-327.
- BRUCE-CHWATT (L. J.). — Report on pre-control malaria surveys on the Western Sokoto area in 1953. Document ronéotypé, Malaria Service, Yaba-Lagos, 1954, 27 p.
- BRUCE-CHWATT (L. J.). — Malaria control pilot project in Western Sokoto, Northern Nigeria. First Annual Report 1954-1955. Document ronéotypé, Malaria Service, Yaba-Lagos, 1955, 81 p.
- BRUCE-CHWATT (L. J.). — Malaria control pilot project in Western Sokoto, Northern Nigeria. Second Annual Report 1955-1956. Document ronéotypé, Malaria Service, Yaba-Lagos, 1956, 48 p.
- BRUCE-CHWATT (L. J.). — Malaria control pilot project in Western Sokoto, Northern Nigeria. Third Annual Report 1956-1957. Document ronéotypé, Malaria Service, Yaba-Lagos, 1957, 55 p.
- BRUCE-CHWATT (L. J.). — A longitudinal survey of natural malaria infection in a group of West African adults. *WHO/Mal/369*, Genève, 1962, 81 p.
- BRUCE-CHWATT (L. J.). — Malaria research for malaria eradication. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1965, 59, 105-144.
- BRUCE-CHWATT (L. J.), GOCKEL (C. W.) et WEITZ (B.). — A study of blood-feeding patterns of *Anopheles* mosquitos through precipitin tests. *Bull. Org. mond. Santé*, 1960, 22, 685-720.
- BURGESS (R. W.). — Comparative susceptibility of *Anopheles gambiae* Giles and *Anopheles melas* Theo. to infection by *Plasmodium falciparum* in Liberia, West Africa. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1960, 9, 652-655.

- CAVALIE (P.) et MOUCHET (J.). — Les campagnes expérimentales d'éradication du paludisme dans le Nord de la République du Cameroun. Les vecteurs et l'épidémiologie du paludisme dans le Nord-Cameroun. *Méd. trop.* (Marseille), 1961, 21, 847-870.
- CHOUMARA (R.), HAMON (J.), BAILLY (H.), ADAM (J. P.) et RICOSSE (J. H.). — Le paludisme dans la zone pilote de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta. *Cahiers ORSTOM*, Paris, 1959, 1, 17-123.
- COLUZZI (M.). — Morphological divergences in the *Anopheles gambiae* complex. *Riv. Malariol.*, 1964, 43, 197-232.
- COZ (J.), GRUCHET (H.), CHAUVET (G.) et Coz (M.). — Estimation du taux de survie chez les anophèles. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1961, 54, 1353-1358.
- Coz (J.) et HAMON (J.). — Importance pratique de la résistance aux insecticides en Afrique au Sud du Sahara pour l'éradication du paludisme dans ce continent. *Cahiers ORSTOM, Sér. Ent. méd.*, Paris, 1963, 1, 27-37.
- Coz (J.) et HAMON (J.). — Le complexe *Anopheles gambiae* en Afrique occidentale. *Riv. Malariol.*, 1964, 43, 233-244.
- Coz (J.), HAMON (J.), SALES (S.), EYRAUD (M.), BRENGUES (J.) et SUBRA (R.). — Études entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone de forêt humide dense, la région de Sassandra, République de Côte-d'Ivoire. *Cahiers ORSTOM, Sér. Ent. méd.*, Paris, 1966, 7, 13-42.
- DAVIDSON (G.). — The five mating types in the *Anopheles gambiae* complex. *Riv. Malariol.*, 1964, 43, 167-183.
- DETINOVA (T. S.). — Age-grouping methods in Diptera of medical importance with special reference to some vectors of malaria. *Monogr. Ser. World Hlth Org.*, 1962, 47, 216 p.
- DETINOVA (T. S.) et GILLIES (M. T.). — Observations on the determination of the age composition and epidemiological importance of populations of *Anopheles gambiae* Giles and *Anopheles funestus* Giles in Tanganyika. *Bull. Org. mond. Santé*, 1964, 30, 23-28.
- DODGE (J. S.). — Outdoor malaria transmission in a DDT-sprayed area of Western Sokoto, Northern Nigeria. *WHO/Mal/520.65*, Genève, 1965, 13 p.
- DOWLING (M. A. C.) et SHUTE (G. T.). — The value of routine thick film examination in the diagnostic of scanty parasitaemias in the adult, semi-immune African. *WHO/Mal/485.65*, Genève, 1965 a, 11 p.
- DOWLING (M. A. C.) et SHUTE (G. T.). — Thick and thin blood films : a comparative study. *WHO/Mal/513.65*, Genève, 1965 b, 37 p.
- ESCUDIE (A.) et HAMON (J.). — Le paludisme en Afrique occidentale d'expression française. *Méd. trop.* (Marseille), 1961, 21, 661-687.
- ESCUDIE (A.), HAMON (J.) et GODIN (J.). — Le paludisme et l'importance de sa transmission dans la région de Man, République de Côte-d'Ivoire. *Riv. Malariol.*, 1962, 41, 3-22.
- ESCUDIE (A.), HAMON (J.), RICOSSE (J. H.) et CHARTOL (A.). — Résultats de deux années de chimioprophylaxie antipaludique en milieu rural africain dans la zone pilote de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta. *Méd. trop.* (Marseille), 1961, 21, 689-728.
- ESCUDIE (A.), HAMON (J.) et SCHNEIDER (J.). — Résultats d'une chimioprophylaxie antipaludique de masse par l'association amino-4-quinoléine/amino-8-quinoléine en milieu rural africain de la

- région de Bobo-Dioulasso. *Méd. trop.* (Marseille), 1962, 22, 269-288.
- EYRAUD (M.), DIALLO (B.) et OUEDRAOGO (V. K.). — Prospections entomologiques faites dans les régions de Labé, Pita, Dalaba, en République de Guinée, octobre-novembre 1963. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1964, 18 p.
- EYRAUD (M.), DIALLO (B.), OUEDRAOGO (V. K.) et BADJI (B.). — Rapport sur la mission effectuée dans les régions de Pita, Labé, Dalaba, République de Guinée, du 9 au 28 avril 1963. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1963, 20 p.
- FARID (M. A.). — The role of *Anopheles pharoensis* in Africa North and South of the Sahara. *Proc. 7th. Int. Congr. trop. Med. Malaria*, Rio de Janeiro, 1963, 5, 176-177.
- FOLL (C. V.) et PANT (C. P.). — The conditions of malaria transmission in Katsina Province, Northern Nigeria, and a discussion of the effects of dichlorvos application. *WHO/Mal/487.65*, Genève, 1965, 21 p.
- GIGLIOLI (M. E. C.). — The age composition of *Anopheles melas* Theobald (1903) populations collected simultaneously by different methods in Gambia, West Africa. *Cahiers ORSTOM, Sér. Ent. méd.*, Paris, 1965 a, 3-4, 11-26.
- GIGLIOLI (M. E. C.). — The problem of age determination in *Anopheles melas* Theo., 1903, by Polovodova's method. *Cahiers ORSTOM, Sér. Ent. méd.*, Paris, 1965 b, 3-4, 157-177.
- GILLIES (M. T.). — Selection for host preference in *Anopheles gambiae* Giles. *Nature* (Lond.), 1964 a, 203, 852-854.
- GILLIES (M. T.). — The role of secondary vectors of malaria in North-East Tanganyika. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1964 b, 58, 154-158.
- GILLIES (M. T.) et WILKES (T. J.). — Observations on nulliparous and parous rates in a population of *Anopheles funestus* in East Africa. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1963, 57, 204-213.
- GILLIES (M. T.) et WILKES (T. J.). — A study of the age composition of *Anopheles gambiae* Giles and *A. funestus* Giles in North-eastern Tanzania. *Bull. ent. Res.*, 1965, 56, 237-262.
- GREBAUT (S.), OUEDRAOGO (A.) et DIALLO (A. I.). — Rapport sur les sondages paludométriques effectués dans les régions de Dalaba, Pita, Labé, République de Guinée, du 9 octobre au 19 novembre 1963. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1964, 27 p.
- HAMON (J.). — Étude de l'âge physiologique des femelles d'anophèles dans les zones traitées au DDT, et non traitées, de la région de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta. *Bull. Org. mond. Santé*, 1963, 28, 83-109.
- HAMON (J.), ADAM (J. P.) et GRJEBINE (A.). — Observations sur la répartition et le comportement des anophèles d'Afrique équatoriale française, du Cameroun et d'Afrique occidentale. *Bull. Org. mond. Santé*, 1956, 15, 549-591.
- HAMON (J.), COZ (J.), SALES (S.) et OUEDRAOGO (C. S.). — Études entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone de steppe boisée, la région de Dori (République de Haute-Volta). *Bull. I. F. A. N.*, 1965, 17 (sér. A), 1115-1150.

- HAMON (J.), DEDEWANOU (B.) et EYRAUD (M.). — Études entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone forestière africaine, la région de Man, République de Côte-d'Ivoire. *Bull. I. F. A. N.*, 1962, 24 (sér. A), 854-879.
- HAMON (J.), MAFFI (M.), OUEDRAOGO (C. S.) et DJIME (D.). — Notes sur les moustiques de la République Islamique de Mauritanie (1<sup>re</sup> partie). *Bull. Soc. ent. France*, 1964 a, 69, 233-253.
- HAMON (J.) et MOUCHET (J.). — Les vecteurs secondaires du paludisme humain en Afrique. *Méd. trop.* (Marseille), 1961, 21, 643-660.
- HAMON (J.), SALES (S.), ADAM (J. P.) et GRENIER (P.). — Age physiologique et cycle d'agressivité chez *Anopheles gambiae* Giles et *A. funestus* Giles dans la région de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). *Bull. Soc. ent. France*, 1964 b, 69, 110-121.
- HAMON (J.), SALES (S.), COZ (J.), ADAM (J. P.), HOLSTEIN (M.), RICKENBACH (A.), BRENGUES (J.), EYRAUD (M.) et SUBRA (R.). — Contribution à l'étude de la répartition des anophèles en Afrique occidentale. *Cahiers ORSTOM, Sér. Ent. méd.*, Paris, 1966, 6, 13-70.
- HAMON (J.), SALES (S.), COZ (J.), OUEDRAOGO (C. S.), DYEMKOUMA (A.) et DIALLO (B.). — Observations sur les préférences alimentaires des moustiques de la République de Haute-Volta. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1964 c, 57, 1133-1150.
- HANNEY (P. W.). — The mosquitos of Zaria Province, Northern Nigeria. *Bull. ent. Res.*, 1960, 51, 145-171.
- HARRIS (R.). — Ecology and malaria in the Niger delta. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1961, 55, 337-342.
- HOLSTEIN (M. H.). — Note sur l'épidémiologie du paludisme en Afrique occidentale française. *Bull. Org. mond. Santé*, 1951, 4, 463-473.
- HOLSTEIN (M. H.). — Biologie d'*Anopheles gambiae*. Recherches en Afrique occidentale française. *Org. mond. Santé Sér. Monographies*, 1952, 9, 176 p.
- HOCQUET (P.), LARIVIÈRE (M.), CAMERLYNCK (P.) et DIALLO (S.). — Présence de *P. ovale* au Sénégal oriental et en Basse Casamance. *Bull. Soc. méd. Afr. noire langue fr.*, 1964, 9, 393-397.
- LACAN (A.). — Le *Plasmodium ovale* dans les territoires d'expression française. *Bull. Org. mond. Santé*, 1963, 29, 415-417.
- LACAN (A.). — *Plasmodium ovale* Stephens, 1922. Sa distribution en Afrique. *WHO/Mal/525.65*, Genève, 1965, 52 p.
- LANGUILLON (J.). — Carte épidémiologique du paludisme au Cameroun. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1957, 48, 242-269.
- LANGUILLON (J.), MOUCHET (J.), RIVOLA (E.) et RATEAU (J.). — Contribution à l'étude de l'épidémiologie du paludisme dans la région forestière du Cameroun. Paludométrie, espèces plasmodiales, anophélisme, transmission. *Méd. trop.* (Marseille), 1956, 16, 347-378.
- LARIVIÈRE (M.), HOCQUET (P.) et ABONNENC (E.). — Résultats d'une enquête palustre dans la République du Sénégal. Indices plasmodiques chez les enfants en milieu rural. *Bull. Soc. méd. Afr. noire langue fr.*, 1961, 6, 386-404.
- LASCH (E. E.) et N'GUYEN (T. L.). — Observations on an apparent chloroquine-resistant strain of *Pl. falciparum* in West Africa. *Brit. med. J.*, 1965, 2, 1219.



- LIVADAS (G.), MOUCHET (J.), GARIOU (J.) et CHASTANG (R.). — Peut-on envisager l'éradication du paludisme dans la région forestière du Sud-Cameroun ? *Riv. Malariol.*, 1958, 37, 229-256.
- MACDONALD (G.). — *The epidemiology and control of malaria*. Oxford University Press. London, 1957, 252 p.
- MARCHAL (E.). — Variation de la population anophélienne d'une mare à salinité variable de la région de Konakri (Guinée française). *Bull. I. F. A. N.*, 1959, 21 (sér. A), 180-203.
- MCGREGOR (I. A.). — Studies in the acquisition of immunity to *Plasmodium falciparum* infections in Africa. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1964, 58, 80-92.
- MEILLON (B. DE). — Species and varieties of malaria vectors in Africa and their bionomics. *Bull. Org. mond. Santé*, 1951, 4, 419-441.
- METSelaar (D.) et VAN THIEL (P. H.). — Classification of malaria. *Trop. Geogr. Med.*, 1959, 11, 157-161.
- MOUCHET (J.). — Influence des fleuves sur la biologie d'*Anopheles gambiae* pendant la saison sèche dans le Sud-Cameroun. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1962, 55, 1163-1171.
- MOUCHET (J.) et GARIOU (J.). — Anophélisme et paludisme dans le Département Bamiléké. *Recherches et Études camerounaises*, 1960, 1, 92-114.
- MOUCHET (J.) et GARIOU (J.). — Exophilie et exophagie d'*Anopheles gambiae* Giles, 1902, dans le Sud-Cameroun. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1957, 50, 446-461.
- NEMIROVSKJA (A. J.), PAVLOVA (E. A.), STEPENKO (A. S.) et GLUSHKOVA (M. R.). — Détection de *Plasmodium ovale* à Moscou chez des personnes infectées en Afrique occidentale (en russe). *Med. Parasit. (Mosk.)*, 1965, 83-91.
- PATERSON (H. E.). — The species, species control and antimalarial spraying campaigns, implications of recent work on the *Anopheles gambiae* complex. *South Afr. J. med. Sci.*, 1963, 28, 33-44.
- PATERSON (H. E.). — Direct evidence for the specific distinctness of forms A, B and C of the *Anopheles gambiae* complex. *Riv. Malariol.*, 1964, 53, 191-196.
- PRINGLE (G.). — Experimental malaria infections in « saltwater » and « freshwater » *Anopheles gambiae* from East Africa. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1962, 56, 379-382.
- PRINGLE (G.). — A count of the sporozoïtes in an oocyst of *Plasmodium falciparum*. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1965, 59, 289-290.
- PRINGLE (G.), DRAPER (C. C.) et CLYDE (D. F.). — A new approach to the measurement of residual transmission in a malaria control scheme in East Africa. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1960, 54, 434-438.
- SALES (S.). — Rapport sur la mission effectuée dans la région de l'Atakora, République du Dahomey, du 5 au 25 mars 1963. Document ronéotypé, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso, 1963, 25 p.
- SERVICE (M. W.). — The ecology of the mosquitos of the Northern guinea savannah of Nigeria. *Bull. ent. Res.*, 1963, 54, 601-632.
- SERVICE (M. W.). — Dieldrin-resistance in *Anopheles funestus* Giles from an unsprayed area in Northern Nigeria. *J. trop. Med. Hyg.*, 1964 a, 67, 190.
- SERVICE (M. W.). — The attraction of mosquitoes by animal baits in the Northern guinea savannah of Nigeria. *J. ent. Soc. sthrn. Afr.*, 1964 b, 27, 29-36.

- SERVICE (M. W.). — An analysis of the numbers of *Anopheles gambiae* Giles and *A. funestus* Giles in huts in Northern Nigeria. *Bull. ent. Res.*, 1964 c, 55, 29-34.
- SERVICE (M. W.). — Some basic entomological factors concerned with the transmission and control of malaria in Northern Nigeria. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1965, 59, 291-296.
- SERVICE (M. W.) et BOORMAN (J. P. T.). — An appraisal of adult mosquito trapping techniques used in Nigeria, West Africa. *Cahiers ORSTOM, Sér. Ent. méd.*, Paris, 1965, 3-4, 27-33.
- SHUTE (P. G.), MARYON (M. E.) et PRINGLE (G.). — A method for estimating the number of sporozoites in the salivary glands of a mosquito. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1965, 59, 285-288.
- SMITH (A.). — Malaria in the Taveta area of Kenya and Tanzania. Part IV. Entomological findings six years after the spraying periode. *E. Afr. med. J.*, 1966, 43, 7-18.
- VERDRAGER (J.). — Observations on the longevity of *Plasmodium falciparum* with special reference to findings in Mauritius. *Bull. Org. mond. Santé*, 1964, 31, 747-751.
- VINCKE (I. H.). — Les indices sporozoïtiques et oocystiques dans la vallée de la Ruzizi. *Cahiers ORSTOM, Sér. Ent. méd.*, Paris, 1965, 3-4, 115-117.