

# LUTTE CONTRE LES VECTEURS DU PALUDISME EN AFRIQUE TROPICALE

par

M. COOSEMANS (1)

## SUMMARY

### CONTROL OF MALARIA VECTORS IN TROPICAL AFRICA

Indoor spraying with residual insecticides is at present the most effective method of malaria control.

Following the failures observed during the campaigns of malaria control using D.D.T., B.H.C. and dieldrin, the W.H.O. has undertaken a wide programme for evaluating and testing new insecticides. The principal compounds tested are discussed. Only four insecticides have been held back: malathion, propoxur, fenitrothion and dichlorvos. However these compounds are very expensive and less remanent than D.D.T.

Les vecteurs majeurs du paludisme et de la filariose de Bancroft en Afrique tropicale sont *Anopheles funestus* s.s. et les espèces du complexe *Anopheles gambiae*.

Le complexe *A. gambiae* comporte quatre espèces d'eau douce dont seules les espèces A et B sont très importantes dans la transmission du paludisme et de la filariose. Ces deux espèces se rencontrent sur tout le continent africain et à Madagascar ; la première est dominante en zone humide, la deuxième en zone sèche.

Les espèces d'eau saumâtre *A. melas* et *A. merus* sont moins bons vecteurs que les espèces A et B. La première se rencontre le long de la côte occidentale d'Afrique, la deuxième le long de la côte orientale et à Madagascar. Comme *A. gambiae* A et B, *A. funestus* est largement distribué dans toutes les régions d'Afrique tropicale (39).

Mis à part *A. aruni* et une espèce non identifiée semblable à *A. flavicosta* au nord du Transvaal, aucun vecteur secondaire ou d'importance locale ou régionale (*A. flavicosta*, *A. moucheti*, *A. nili*, *A. paludis*)

ne semble avoir perturbé le déroulement des campagnes antipaludiques (6, 38).

## BIOLOGIE DES VECTEURS

### Biologie larvaire.

Les larves d'*A. gambiae* se développent principalement dans des gîtes temporaires, peu profonds et pauvres en végétation. Ils peuvent également coloniser des bords de fleuves, des rizières, lacs, marécages. Le facteur ensoleillement est essentiel à leur développement (25).

*A. funestus* se développe dans des eaux permanentes ou subpermanentes. Une végétation dressée est caractéristique des gîtes à *A. funestus*. Le développement préimaginal est en moyenne de 8 à 12 jours chez *A. gambiae* et de 20 à 25 jours chez *A. funestus* (25).

### Biologie des adultes.

La connaissance de la biologie des adultes pour une région donnée est essentielle pour lutter contre ces vecteurs. C'est ainsi qu'il faut notamment tenir compte de leur zoophilie et de l'anthropophilie. Il est également important de savoir si les femelles se nourrissent à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations (*endophagie* ou *exophagie*). La tendance des anophèles à se reposer à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations (endophilie ou exophilie) au cours de la digestion du repas sanguin et de la maturation des ovaires a des conséquences directes sur l'efficacité d'une aspersion intradomiciliaire.

(1) Entomologiste médical de la Mission ORSTOM auprès de l'OCCGE. Laboratoire d'Entomologie du Centre Muraz - B.P. 171 - Bodo-Dioulasso (Haute-Volta). Adresse actuelle : Zwaluwenlei, 3 - 2520 Edegem (Belgique).

Généralement, la situation est complexe. En Afrique occidentale, l'espèce B est d'autant plus zoophile qu'on se dirige vers le nord (9). Dans cette même région, un plus ou moins grand nombre d'*A. funestus* sont exophages (6). L'écologie et le comportement des populations d'*A. funestus* dans les régions non traitées semblent être identiques en Afrique occidentale et en Afrique de l'est (17).

*A. funestus* est généralement plus endophile que *A. gambiae*, mais le taux d'endophilie est également fonction du type d'habitation et peut varier suivant les saisons (4, 8, 28).

## LUTTE PAR LES INSECTICIDES

La lutte contre les vecteurs du paludisme est essentiellement axée sur la destruction des adultes par l'application d'insecticides à effet rémanent à l'intérieur des habitations. Cette méthode vise à baisser le taux d'agressivité pour l'homme ainsi que l'espérance de vie infectante du vecteur, deux facteurs déterminants de sa capacité vectorielle (24, 27).

### Utilisation du DDT, HCH, et dieldrine.

Après la Seconde Guerre, de vastes campagnes antipaludiques ont été entreprises dans différents pays d'Afrique utilisant des poudres mouillables ou des émulsions de D.D.T., H.C.H. et dieldrine (16).

Le D.D.T. a été employé sous forme de poudre mouillable à 2 g de matière active par mètre carré, à raison d'une ou deux pulvérisations par an. COZ préconise d'effectuer un nouveau traitement quatre mois après la première pulvérisation, l'effet du surdosage déterminant une activité rémanente d'une durée de huit mois (10).

Le H.C.H. utilisé à la dose de 0,1 à 0,5 g/m<sup>2</sup> est un insecticide avec une activité létale suffisante durant trois mois.

La dieldrine a été employée sous forme d'émulsion ou de poudre mouillable à raison de 0,5 g/m<sup>2</sup> et de une ou deux pulvérisations par an. La dieldrine s'est avérée plus efficace que le H.C.H. et le D.D.T. ; malheureusement, des souches résistantes sont rapidement apparues.

Quelques campagnes de traitement ont donné des résultats satisfaisants sans pour autant que l'éradication du paludisme ait été obtenue : dans les zones forestières où le paludisme est hypo- ou méso-endémique (Sud-Cameroun, Centre-Liberia, Sud-Ouest Nigeria, Togo), dans les zones des hauts plateaux (Afrique centrale, Rwanda, Madagascar, Uganda), sur les îles

africaines et en zone semi-désertique (Soudan, Somalie) (16, 17, 26).

Dans l'ensemble, les opérations de lutte antipaludique sur le continent africain ont abouti à un échec et principalement dans les savanes de basse altitude. Les causes en sont très diverses : l'effet irritant du D.D.T. qui entraîne chez les anophèles un comportement de fuite avant d'avoir absorbé une dose létale (29), changement du comportement avec exophagie et exophilie accrues, augmentation de la tendance à la zoophilie (15), apparition de la résistance physiologique au D.D.T., H.C.H. et dieldrine (5).

### Insecticides de remplacement.

Un vaste programme de recherches est entrepris par l'O.M.S. depuis 1960 pour l'évaluation de nouveaux insecticides en vue de leur utilisation en santé publique. Ce programme comporte sept stades de tri (13, 40).

Les trois premiers stades sont effectués en laboratoire. Des courbes de mortalité pour des souches de moustiques résistants ou sensibles à divers insecticides sont établis, des études de toxicologie et de rémanence sur différents substrats sont entreprises.

Au stade IV, premier stade de terrain, l'effet des insecticides est étudié sur les moustiques entrant naturellement dans les habitations. Ces habitations sont généralement du type local et modifiées en maisons-pièges par adjonction, soit d'une véranda, soit de fenêtres-pièges. Ce système de piègeage permet la mortalité directe et la mortalité après 24 heures d'observation ainsi que l'influence du composé sur le comportement des anophèles.

La rémanence, la stabilité physique et chimique sont établies à l'aide de tests biologiques, impliquant un contact forcé de 30' ou 60' sur les parois intérieures des murs et des plafonds.

Ces expérimentations sont réalisées en Tanzanie, en Haute-Volta et au Nigeria.

Aux stades V et VI (Kenya, Nigeria), un village ou un groupe de villages est traité. Les caractéristiques physicochimiques des formulations sont déterminées ainsi que la stabilité des produits stockés dans des conditions tropicales. L'évaluation entomologique porte sur la densité moyenne par habitation, la densité anophélienne sur appât humain, la densité et la mortalité dans les pièges de sortie pour une dizaine de maisons habitées, le taux de parité et l'index sporozoïtique des femelles capturées, la rémanence par tests biologiques. Les résultats sont comparés avec ceux d'une zone témoin et ceux d'une zone traitée avec un insecticide de référence.

Au stade VII, l'évaluation se situe au niveau de la zone géographique. Les critères sont principalement

d'ordre épidémiologique. Les principaux insecticides évalués sont les suivants :

— Malathion (O.M.S.-1).

Les traitements d'une vaste zone en Ouganda avec du malathion à la dose de 2 g/m<sup>2</sup> sous forme de poudre mouillable à 50 p. 100 a interrompu la transmission du paludisme au bout de deux ans à raison d'un traitement tous les quatre mois. Au bout d'un an, on observait l'élimination quasi complète des deux vecteurs *A. gambiae* et *A. funestus*. L'indice plasmodique est passé de 27,6 p. 100 à 2,9 p. 100 à la fin des essais pour l'ensemble de la population âgée de plus de deux ans (30). Le malathion présente le grand avantage de ne pas modifier le comportement du moustique (8, 30). La diminution rapide de son efficacité sur parois sorbantes a été signalée par divers auteurs alors que les dépôts sur les toits de bois et de paille sont très rémanents (14, 18, 37). En Haute-Volta, 100 p. 100 des femelles d'*A. gambiae* et 90 p. 100 de celles d'*A. funestus* capturées vivantes dans les habitations traitées au malathion étaient posées sur le toit (8). C'est au niveau du toit que l'effet fumigant du produit est le plus intense (30). Le malathion est un insecticide relativement peu toxique pour les mammifères et son emploi est approuvé par l'O.M.S. dans les programmes de santé publique (1).

— Fénirothion (O.M.S.-43).

Cet organophosphoré utilisé à la dose de 2 g/m<sup>2</sup> de matière active sous forme de poudre mouillable à 40 p. 100 a été testé en Haute-Volta (stade IV), au Nigeria (stade V) et au Kenya (VI et VII) (11, 20, 21).

En Haute-Volta, l'O.M.S.-43 possède une activité létale importante durant trois mois et demi. Le produit possède une bonne rémanence sur parois sorbantes.

Au Kenya, l'O.M.S.-43 a été pulvérisé tous les trois mois durant deux ans dans une zone couvrant 200 km<sup>2</sup> avec une population d'environ 50.000 habitants.

Les populations larvaires et adultes d'*A. gambiae* et *A. funestus* ont baissé considérablement, ceci dès le premier traitement et durant les dix mois suivant le dernier traitement (0,39 anophèle par maison contre 70 dans la zone témoin).

La réapparition d'*A. gambiae* en basse densité durant la saison des pluies était néanmoins suffisante pour qu'une faible transmission se soit manifestée durant de brèves périodes.

L'augmentation des applications de fénirothion durant les périodes à forte densité anophélienne n'a pas amélioré le contrôle.

*A. funestus*, espèce à forte tendance endophile a été plus affecté que *A. gambiae* A à exophilie facultative ou *A. gambiae* B fortement exophile. La probabilité journalière d'infection a été réduite de 96 p. 100.

Des études toxicologiques ont démontré l'inocuité de ce composé vis-à-vis des manœuvres traitants à condition de ne pas dépasser 7 fois 8 litres à 5 p. 100 de matière active ou 10 fois 8 litres à 2,5 p. 100 de matière active par jour et par personne, 8 litres étant la capacité d'un pulvérisateur à pression préalable du type Hudson - Xpert.

— Propoxur (O.M.S.-33).

Ce carbamate à 2 g/m<sup>2</sup> de matière active provoque une réduction de la densité anophélienne pendant 3 à 4 mois. Ce produit très fumigant exerce une action létale à distance (au-delà de 20 mètres pour des surfaces fraîchement traitées). Ce composé est très rentable pour lutter contre des espèces endophages mais plus ou moins exophiles.

Dans les villages où les maisons traitées sont proches les unes des autres, on a pu observer une forte mortalité des moustiques avant leur entrée dans les habitations.

A Kaduna au Nigeria, des morceaux de tissu imprégnés avec 25 g de matière active (2 g/m<sup>2</sup>) par habitation provoquent une mortalité importante durant 90 jours alors qu'une aspersion intradomiciliaire à raison de 136 g par maison (2 g/m<sup>2</sup>) est efficace durant 100 jours (41).

En Haute-Volta, Coz obtient d'aussi bons résultats avec un tissu imprégné (7 m<sup>2</sup>) que ceux donnés par une couverture totale de la pièce (31 m<sup>2</sup>) utilisant quatre fois plus d'insecticide. L'auteur souligne l'abaissement important du taux des entrées dans les habitations traitées (12).

Appliqué avec certaines mesures de précaution, vêtements et masque de protection, on a pu s'assurer de l'inocuité de ce produit (1).

Des études chimiques ont démontré la stabilité des poudres mouillables stockées en milieu tropical (41).

— Dichlorvos ou D.P.V.P. (O.M.S.-14).

Des évaporateurs de dichlorvos sous forme de cire imprégnée ou sous forme de liquide ont été testés dans un district du nord Nigeria habité par environ 250.000 personnes.

La transmission n'a pas été interrompue, mais une forte diminution de la population anophélienne et du contact homme-vecteur ainsi qu'une baisse de l'indice splénique chez les jeunes enfants ont été observées.

L'efficacité de ces évaporateurs dépend de l'humidité.

dité, mais principalement du degré de ventilation des habitations.

Une inhibition modérée de l'activité cholinestérasique a été constatée chez les opérateurs. Aucun symptôme n'a été signalé chez les habitants (1, 22, 23).

— Landrin (O.M.S.-597).

Les premières évaluations ont donné des résultats peu satisfaisants mettant en cause la formulation. Une nouvelle formulation de ce carbamate à la dose de 2 g/m<sup>2</sup> en application trimestrielle, possède des performances voisines du fénitrothion. On a pu observer des réductions importantes de la densité à l'intérieur des habitations, des taux de parité, de l'index sporozoïtique ainsi que du taux de piqûres. Néanmoins, il est moins fumigant que ce dernier avec pour conséquence une faible diminution de la portion exophage d'*A. gambiae* et d'*A. funestus* et la survie de quelques moustiques sortant des maisons traitées (32).

— Chlorphoxim (O.M.S.-1197) et le pirimiphos-méthyl (O.M.S.-1424).

Ces composés ont le même impact que le fénitrothion sur les anophèles si ce n'est le taux de piqûres à l'intérieur des habitations qui est plus élevé dans les villages traités au chlorphoxim. Ce dernier est en effet moins fumigant que le pirimiphos-méthyl ou le fénitrothion. La présence de *A. gambiae* exophage a cependant compromis l'efficacité de l'O.M.S.-1424 au stade V (33, 34).

— Iodofenphos (O.M.S.-1211).

Malgré une bonne efficacité à long terme (33 semaines pour deux traitements espacés de 11 semaines à 2 g/m<sup>2</sup>), ce produit est d'un usage limité pour des raisons épidémiologiques : présence de survivants sortant des habitations et faible réduction du contact homme-vecteur (19).

— Autres insecticides.

Le bromophos (O.M.S.-658) et le MOBAM (O.M.S.-708) semblent être moins efficaces que le propoxur ; néanmoins, des études plus approfondies doivent être entreprises (11, 31, 36).

Le fenthion (O.M.S.-2), le BUX (O.M.S.-227), le carbamult (O.M.S.-716) ne sont pas recommandés pour des pulvérisations intradomiciliaires en raison de leur forte toxicité (1, 36).

En matière d'insecticides utilisés à des fins agricoles, une grande révolution est apparue ces dernières années avec la fabrication de pyréthrinoides de synthèse tels que la perméthrine (O.M.S.-1821) ou la dècaméthrine (O.M.S.-1998).

Ces produits utilisés en très faible quantité (de 0,025 g/m<sup>2</sup> à 0,1 g/m<sup>2</sup> pour l'O.M.S.-1998) possè-

dent une bonne rémanence durant plus de 5 mois sur parois cellulosiques et sur pisé (terre argileuse). Malheureusement, ces pyréthrinoides de synthèse s'avèrent très irritants et entraînent chez les anophèles un comportement d'évitement avant d'avoir absorbé la dose létale. Notons qu'ils ne possèdent pas d'effet fumigant (7, 8).

## AUTRES METHODES DE LUTTE

Les larvicides n'ont pratiquement pas été utilisés en raison des difficultés et du coût élevé des traitements. Les traitements spatiaux extérieurs au malathion, methoxychlore et méthyl-Dursban sont très prometteurs en Amérique pour lutter contre *A. albimanus* ; en Afrique, ils semblent être inefficaces (35). Le contrôle biologique faisant appel aux poissons larvivores, prédateurs invertébrés, parasites (nématodes, protozoaires, champignons), bactéries pathogènes, plantes larvicides et le contrôle génétique ne sont actuellement pas opérationnels (2). Comme systèmes préventifs, citons la moustiquaire et la suppression des trous à banco dans les alentours immédiats des habitations.

## CONCLUSIONS

La méthode la plus efficace à l'heure actuelle pour lutter contre les vecteurs de paludisme demeure l'application intradomiciliaire d'insecticides à effet rémanent. Pour améliorer le rendement de celui-ci, une chimioprophylaxie collective est indispensable.

En l'absence de résistance physiologique, le D.D.T. reste un insecticide de choix autant par son efficacité que par son prix de revient. La pollution provoquée par ce produit en pulvérisation intradomiciliaire est insignifiante. Toutefois, la résistance au D.D.T. s'est largement répandue dans toute l'Afrique et principalement chez *A. gambiae*. Il en est de même avec la dieldrine et le H.C.H. (5). Les insecticides utilisés à des fins agricoles sont responsables des pressions sélectives ayant entraîné le développement de populations résistantes.

Comme insecticides de remplacement, retenons à l'heure actuelle le malathion, le fénitrothion, le propoxur et dichlorvos. L'utilisation de ces produits très onéreux (le malathion et le propoxur sont respectivement 3,5 et 10 fois plus cher que le D.D.T.) et moins rémanents que le D.D.T. se justifie dans des régions d'un grand intérêt socio-économique, dans

les savanes de basse altitude et dans les zones où les vecteurs sont résistants au D.D.T. (3, 26).

La résistance vis-à-vis de ces composés ne s'est pas encore développée en Afrique, mais l'utilisation des organophosphorés et carbamates en agriculture est relativement récente.

## RÉSUMÉ

L'application intradomiciliaire d'insecticides à effet rémanent est actuellement la meilleure méthode pour lutter contre les vecteurs du paludisme en Afrique tropicale.

A la suite des échecs constatés lors des campagnes anti-paludiques d'après-guerre utilisant le D.D.T., le H.C.H. et la dieldrine, l'O.M.S. a entrepris un vaste programme de recherches pour l'évaluation de nouveaux insecticides. Les principaux composés testés sont présentés. Seuls quatre produits ont été retenus : le malathion, le propoxur, le fénitrothion et le dichlorvos. Toutefois ces produits sont très onéreux et moins rémanents que le D.D.T.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 — Anonyme. — Sécurité d'emploi des pesticides en santé publique. Seizième rapport du Comité O.M.S. d'experts des insecticides — *Org. Mond. Santé*, sér. Rapp. tech., 1967, n° 356, 72 p.
- 2 — Anonyme. — Mosquito control. Some perspectives for developing countries — *National Academy of Sciences*, Washington, 1973, 1-63.
- 3 — Anonyme. — Resistance of vectors and reservoirs of disease to pesticides Twenty-second report of the W.H.O. Expert Committee on insecticides — *W.H.O. Technical Report Series*, 1976, n° 585, 88 p.
- 4 — BRENGUES J. et COZ J. — Quelques aspects fondamentaux de la biologie d'*Anopheles gambiae* et d'*Anopheles funestus* en zone de savane humide d'Afrique de l'Ouest — *Cab. O.R.S.T.O.M.*, sér. Ent. méd. et Parasitol., 1973, 11, 107-126.
- 5 — BROWN A. et PAL R. — Insecticides resistance in arthropods — *Org. Mond. Santé*, sér. monograph., 1971, 38, 491 p.
- 6 — CHAUVET G., GILLIES M.-T., COZ J., ADAM J.-P. et MOUCHET J. — Ecologie, physiologie et comportement des vecteurs du paludisme humain et animal en région éthiopienne — *Cab. O.R.S.T.O.M.*, sér. Ent. méd. et Parasitol., 1968, 6, 265-272.
- 7 — COOSEMANS M. et SALES S. — Stage IV evaluation of five insecticides O.M.S.-43, O.M.S.-810, O.M.S.-1821, O.M.S.-1825 and O.M.S.-1998 against anopheline mosquitos at the Soumouso experimental station — *Document W.H.O./V.B.C. 77.663*, 1977, Bodo-Dioulasso, Upper Volta.
- 8 — COOSEMANS M. et SALES S. — Evaluation au stade IV du malathion, bendiocarb et dècaméthrine pour lutter contre les anophèles. Rémanence de la perméthrine et d'un analogue biodégradable du D.D.T. — *Rapport ronéotypé, Centre Muraz, O.C.C.G.E.*, n° 07/Ent. 78, Doc. 6657 (à paraître dans la série W.H.O./V.B.C.), 1978, Bobo-Dioulasso, Haute-Volta.
- 9 — COZ J. — Contribution à la biologie du complexe *A. gambiae* en Afrique occidentale — *Cab. O.R.S.T.O.M.*, sér. Ent. méd. et Parasitol., 1973, 11, 33-40.
- 10 — COZ J., EYRAUD M., VÉNARD P., ATTIOU B., SOMDA D. et OUBDRAOGO V. — Expérience en Haute-Volta sur l'utilisation des cases-pièges pour la mesure de l'activité du D.D.T. contre les moustiques — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1965, 33, 435-452.
- 11 — COZ J., VÉNARD P., ATTIOU B. et SOMDA D. — Etude de la rémanence de deux nouveaux insecticides O.M.S.-43, O.M.S.-658 — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1966, 34, 313-317.
- 12 — COZ J., VÉNARD P. et EYRAUD M. — Expérimentation en Haute-Volta d'un tissu imprégné de Baygon O.M.S.-33 — *Cab. O.R.S.T.O.M.*, sér. Ent. méd. et Parasitol., 1967, 5, 217-221.
- 13 — COZ J., SMITH A., PANT C.-P. et HAMON J. — Evaluation de nouveaux insecticides en Afrique tropicale — *Cab. O.R.S.T.O.M.*, sér. Ent. méd. et Parasitol., 1969, 7, 129-135.
- 14 — COZ J., VERVENT G., VÉNARD P. et EYRAUD M. — Rapport sur l'évaluation des insecticides O.M.S.-1197, O.M.S.-1170, O.M.S.-1 et O.M.S.-17 plus O.M.S.-1 sur les anophèles dans les maisons-pièges de la station de Soumouso (Haute-Volta) — *Rapport ronéotypé, Centre Muraz, O.C.C.G.E.*, n° 42, Ent. 70, Doc. 4297, 1970, 6 p.
- 15 — HAMON J. — L'importance des changements de comportement chez les insectes. *Bull. Org. Mond. Santé*, 1963, 29, 115-120.
- 16 — HAMON J., MOUCHET J., CHAUVET G. et LUMARET R. — Bilan de quatorze années de lutte contre le paludisme dans les pays francophones d'Afrique tropicale et à Madagascar — *Bull. Soc. Path. exot.*, 1963, 56, 933-971.
- 17 — HAMON J., MOUCHET J., BRENGUES J. et CHAUVET G. — Problems facing anopheline vector control. Vector ecology and behaviour before, during and after application of control measures — *Misc. Pub. ent. Soc. Amer.*, 1970, 7, 28-44.
- 18 — HUDSON J.E. — Trials of mixture of insecticides in experimental huts in East Africa. I) the residual toxicity of mixture of malathion with lindane and propoxur with fenitrothion to *Anopheles gambiae* Giles — *Document W.H.O./V.B.C. 75.574*, 1975.
- 19 — FONTAINE R.E., ROSEN P., BAMAVAMY M. et RENAUD P. — A village scale field trial of O.M.S.-1211 (iodofenphos) for the control of *A. gambiae* and *A. funestus* in North Central Nigeria — *W.H.O./V.B.C. 71.284*, 1971.
- 20 — FONTAINE R.E., JOSHI G. and PRADHAN G. — Entomological evaluation of fenitrothion (O.M.S.-43) as a residual spray for the control of *A. gambiae* and

- A. funestus*, Kisumu, Kenya — *Doc. W.H.O./V.B.C.* 75.547, 1975.
- 21 — FONTAINE R.E., PULL J., PAYNE D., PRADHAN G., JOSHI G. and PEARSON J. — Evaluation of fenitrothion (O.M.S.-43) for malaria control in a large-scale epidemiological trial, Kisumu, Kenya — *Docum. W.H.O./V.B.C.* 76.645.
- 22 — FOLL C.V., PANT C.P. and LIETAERT P.E. — A large-scale field trial with dichlorvos as residual fumigant insecticide in northern Nigeria — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1965, 32, 531-561.
- 23 — FOLL C.V. and PANT C.P. — The conditions of malaria transmission in Katsina Province, northern Nigeria, and the effects of dichlorvos application — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1966, 34, 395-404.
- 24 — GARRETT-JONES C. and SHIDRAWI G.R. — Malaria vectorial capacity of a population of *Anopheles gambiae*. An exercise in epidemiological entomology — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1969, 40, 531-545.
- 25 — GILLIES M.T. and de MEILLON B. — The *Anophelinae* of Africa South of the Sahara — *Publication of the South Africa Institute of medical research*, 1968, 54, 490 p.
- 26 — KOUZNETSOV R.L. — Malaria control by application of indoor spraying of residual insecticides in tropical Africa and its impact on population health — *W.H.O./M.A.L.* 76.881, 1976.
- 27 — Mac DONALD G. — Epidemiological basis of malaria control — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1956, 15, 613-626.
- 28 — MOUCHET J. et GARIOU J. — Exophilie et exophagie d'*Anopheles gambiae*, Giles, 1902, dans le Sud-Cameroun — *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 1957, 50, 446-461.
- 29 — MUIRHEAD-THOMSON R.C. — The significance of irritability, behaviouristic avoidance and allied phenomena, in malaria eradication — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1960, 22, 721-734.
- 30 — NAJERA J.A., SHIDRAWI G.R., GIBSON F.D. and STAFFORD J.S. — A large-scale field trial of malathion as an insecticide for anti-malaria work in southern Uganda — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1967, 36, 913-935.
- 31 — PANT C.P., ROSEN P., JOSHI G.P., PEARSON J.A., RAMASAMY M., RENAUD P. and VANDEKAR M. — A village scale field trial of O.M.S.-708 (Mobam) for the control of *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* in Northern Nigeria — *Doc. W.H.O./V.B.C.* 69.131, 1969.
- 32 — RISHIKESH N., ROSEN P., RAMASAMY M., BANG Y., MATHIS H. and RENAUD P. — An expanded stage V trial of O.M.S.-597 for the control of *A. gambiae* and *A. funestus* in Nigeria — *Doc. W.H.O./V.B.C.* 75.597, 1975.
- 33 — RISHIKESH N., MATHIS H., RAMASAMY M. and KING J.S. — A field trial of chlorphoxim for the control of *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* in Nigeria — *Document W.H.O./V.B.C.* 77.661, 1977.
- 34 — RISHIKESH N., MATHIS H., KING G. and NAMBIAR R. — A field trial of pirimiphos-methyl for the control of *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* in Nigeria — *Document W.H.O./V.B.C.* 77.671, 1977.
- 35 — SCHOOF H.F. and TAYLOR R.T. — Recent advance in insecticides for malaria programs — *Am. J. trop. med. Hyg.*, 1972, 21, 807-812.
- 36 — STILES A.R. and JURJEVSKIS I. — Summary review of new insecticides tested in stage V village-scale trials 1961 to 1972 — *Document W.H.O./V.B.C.* 77.672, 1977.
- 37 — SMITH A. and HOCKING K.S. — Assessment of the residual toxicity to *Anopheles gambiae* of the organophosphorus insecticides malathion and Baytex — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1962, 27, 231-238.
- 38 — SMITH A., HANSFORD C.F. and THOMSON J.F. — Malaria along the southern most fringe of its distribution in Africa: epidemiology and control — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1977, 55, 95-103.
- 39 — WHITE G.B. — *Anopheles gambiae* complex and disease transmission in Africa — *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1974, 68, 278-301.
- 40 — WRIGHT J. — The W.H.O. Programme for the evaluation and testing of new insecticides — *Bull. Org. Mond. Santé*, 1971, 44, 11-22.
- 41 — WRIGHT J.W., FRITZ R.F., HOCKING K.S., BABIONE R., GRATZ N.G., PAL R., STILES A.R. and VANDEKAR M. — Ortho-isopropoxyphenyl methyl carbamate (O.M.S.-333) as a residual spray for control of anopheline mosquitoes with special reference to its evaluation in the W.H.O. Programme for evaluating and testing new insecticides — *Bull. Wld. Hlth. Org. H.*, 1969, 40, 67-90.