

Expériences en Haute-Volta sur l'utilisation de cases pièges pour la mesure de l'activité du DDT contre les moustiques*

J. COZ,¹ M. EYRAUD,² P. VENARD,² B. ATTIOU,³
D. SOMDA³ & V. OUEDRAOGO³

*En 1962, la Section d'Entomologie du Centre Muraz à Bobo-Dioulasso, Haute-Volta, a entrepris une étude visant à préciser le mode d'action du DDT sur *Anopheles gambiae* et *A. funestus*, principaux vecteurs du paludisme dans la région, et les conditions optimales de son emploi dans le contexte épidémiologique local.*

Utilisant la méthode des maisons expérimentales dotées de pièges d'entrée et de sortie, les observateurs ont démontré, à l'issue de dix-huit mois d'enquête, la nette supériorité des applications de DDT au taux de 2 g/m² effectuées au cours de deux pulvérisations espacées de quatre mois, l'effet de surdosage déterminant une activité rémanente d'une durée de huit mois. En revanche, l'efficacité du dosage de 1 g/m² s'est révélée insuffisante : ce taux ne permet pas d'espérer de bons résultats dans le cadre de la lutte antianophélienne.

A la demande de l'Organisation mondiale de la Santé, et avec sa participation financière, la Section d'Entomologie du Centre Muraz, Organisation de Coopération et de Coopération à la Lutte contre les Grandes Endémies (OCCGE), a entrepris en 1962 d'étudier, au moyen de cases pièges, d'une part le comportement d'*A. gambiae* et d'*A. funestus* Giles, d'autre part l'efficacité sur ces moustiques de deux dosages de DDT (1 g/m² et 2 g/m²).

Le village de Koumbia, choisi pour les expériences, se trouve à soixante kilomètres à l'est de Bobo-Dioulasso, sur la route de Ouagadougou, par 11°14' de latitude Nord et 3°42' de longitude Ouest: la topographie générale est celle d'une savane boisée recevant des précipitations modérées et subissant des saisons sèches rigoureuses. Sur de grandes étendues, à quelque distance les uns des autres, se dressent des arbres de taille variable. Ils ne forment pas de voûte continue, si ce n'est au bord de quelques rivières; au sol, la végétation est essentiellement com-

posée d'herbes qui peuvent atteindre 3-4 m, mais qui sont périodiquement brûlées au cours de la saison sèche; la région est définie par Keay (1959) comme une savane boisée à *Combretum* et *Terminalia* avec abondance d'*Adansonia digitata* et de *Sclerocarya*.

Cette région est caractérisée par une saison des pluies allant de juin à septembre, et une saison sèche de novembre à mai. Les données climatologiques (tableau 1) ont été obtenues à Bobo-Dioulasso; la position relative de Koumbia par rapport à cette ville est figurée sur la carte (fig. 1).

La population est composée essentiellement de Bobo bwabas, peuple d'agriculteurs dont les principales ressources proviennent de la culture du mil et du maïs; les habitants de Koumbia et des autres villages de la région possèdent quelques chèvres, volailles et de petits troupeaux de bœufs. En fait les bovins sont confiés à des gardiens, le plus souvent d'origine peuhl, qui moyennant une rétribution en nature, s'en occupent durant toute leur vie. Les peuhls vivent en général à quelque distance du village dans des maisons qui ont gardé leur type ancestral et différent, comme nous le verrons, de celles des autochtones.

Les principales espèces d'anophèles recensées à l'intérieur des maisons sont *A. funestus* Giles et *A. gambiae* Giles.

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

Collection de Référence

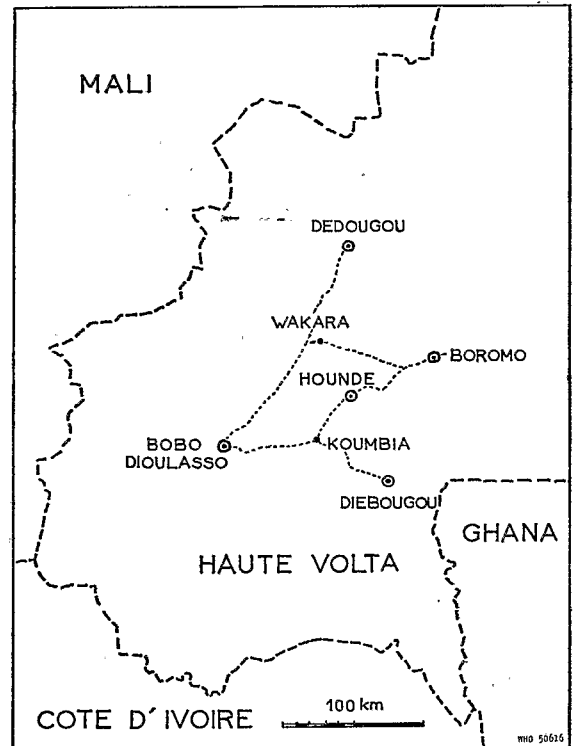
n°B/0558

TABLEAU 1
MOYENNES MENSUELLES CLIMATOLOGIQUES
A BOBO-DIOULASSO

Année et mois	Pluivios- métrerie (mm)	Humidité relative (%)		Température (° C)	
		Maxi- mum	Mini- mum	Maxi- mum	Mini- mum
1962					
Janvier	0	35	6	32,9	17,8
Février	0	59	5	34,7	20,7
Mars	0	65	5	36,7	23,1
Avril	47,3	100	5	34,5	23,5
Mai	52,7	97	13	34,4	23,1
Juin	151,2	100	32	31,2	21,4
Juillet	142,1	100	39	30,0	21,3
Août	250,9	100	45	28,0	20,6
Septembre	250,9	100	45	29,3	20,3
Octobre	74,6	100	22	32,6	21,2
Novembre	26,8	98	15	33,8	21,5
Décembre	0	66	6	32,4	17,8
1963					
Janvier	0	80	5	34,4	19,6
Février	16,6	93	5	36,5	22,8
Mars	Traces	83	5	35,8	23,1
Avril	45,8	100	8	35,5	23,9
Mai	118,8	100	12	34,2	23,1
Juin	111,1	100	26	32,9	22,6
Juillet	238,0	100	45	29,7	21,1
Août	449,6	100	47	28,8	20,8
Septembre	148,4	100	43	30,4	21,0
Octobre	108,4	94	49	30,9	21
Novembre	0	61	20	33,7	20
Décembre	0	39	10	33,3	18
1964					
Janvier	1,6	34	10	32,6	18,8
Février	0	23	7	35,2	21,2

En ce qui concerne *A. gambiae*, il semble que la région de Bobo-Dioulasso se trouve dans une zone où coexistent les formes A et B (Davidson & Jackson, 1962) avec toutefois une prédominance de A (Davidson, communication personnelle). L'appartenance de certains *A. gambiae* de Koumbia au groupe A a été démontrée, mais ceci n'exclut pas une présence éventuelle d'individus du groupe B.

FIG. 1
CARTE DE LA RÉGION DE KOUMBIA



Quoi qu'il en soit, si nous nous trouvons devant les deux groupes, il ne semble pas y avoir de grosses différences de comportement (Hamon, communication personnelle): sous moustiquaire piège, à Koumbia, les captures comparées sur homme et sur bœuf donnent les mêmes indices sporozoïtiques.

Quant à *A. funestus*, nous avons vérifié, à plusieurs reprises, qu'il s'agissait bien de *A. funestus* et non de variétés ou d'espèces voisines.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Construction des cases pièges

Neuf petites maisons pourvues de deux pièces chacune ont été construites en imitant le plus possible le type local; chaque maison mesure six mètres de long sur trois de large et deux de haut (fig. 2). Les murs sont montés en briques de terre séchées au soleil, puis recouverts d'un enduit de boue; le toit est constitué d'une armature de branches, recouverte de paille puis d'une couche de terre. Les murs

FIG. 2

VUE D'UNE CASE MONTRANT UNE FENTE D'ENTRÉE, UNE FENÊTRE PIÈGE ET UNE VÉRANDA PIÈGE AVEC SA MOUSTIQUAIRE

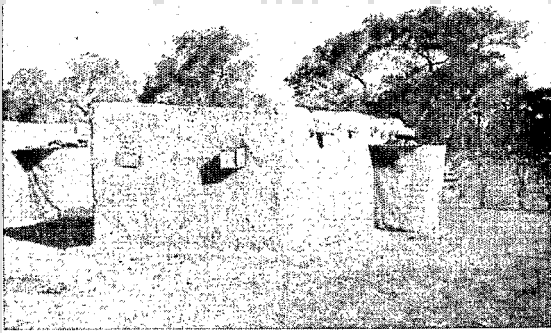
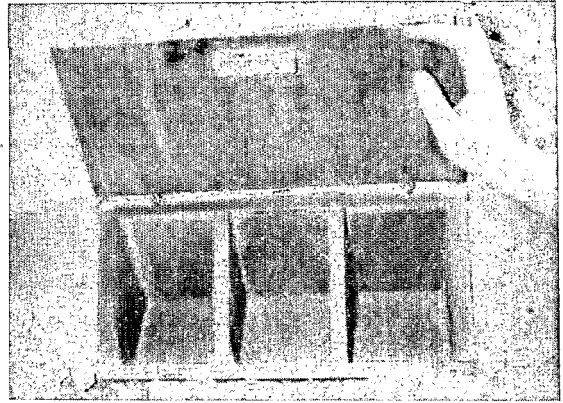


FIG. 3

FENTE D'ENTRÉE VUE DE L'EXTÉRIEUR



et le toit sont enfin tapissés de beurre de karité — matière grasse extraite de la graine de *Butyrospermum* sp. — pour en assurer l'étanchéité.

La solidité de telles constructions est assez précaire et durant les deux saisons des pluies où nous avons travaillé, nous avons eu beaucoup de mal à les maintenir en bon état; il a fallu à tout moment intervenir pour réparer l'enduit des murs et des toits qui se dégradait. A titre d'indication, nous avons fait une petite enquête à l'issue de la saison des pluies 1962: sur 281 pièces examinées dans le village, 71 se sont effondrées pendant les pluies, sans compter les maisons où ne se sont produits que des dégâts mineurs (infiltration d'eau, etc.). Tous les ans, il faut donc reconstruire une maison sur quatre, cette reconstruction s'effectuant aux mois de janvier-février; cet aspect du problème doit obligatoirement être envisagé si l'on désire une couverture totale par insecticide.

Quand les maisons ont été construites, nous avons recouvert le sol des pièces d'une couche de ciment, ce qui rend plus aisée la récolte des moustiques au sol. A l'extérieur et autour des constructions, nous avons posé une dalle de ciment avec rigole contenant de l'eau dans l'idée de prévenir l'entrée des fourmis. Ce système est, à notre avis, illusoire: d'une part parce que, durant la saison des pluies, l'eau qui ruisselle sur les murs entraîne de la boue et les caniveaux sont rapidement remplis de terre; d'autre part parce que les fourmis peuvent, à l'occasion, passer par-dessous.

Au regard du type d'habitation Bobo le plus usuel, existe un autre genre de construction, la maison peuhl, hutte ronde dont les murs sont montés en

briques de terre séchées au soleil, et dont le toit conique est constitué de chaume de graminées reposant sur un bâti de troncs d'arbres; entre le toit et le mur est ménagé un petit espace qui permet à l'air de circuler. Le comportement des moustiques n'est pas le même dans les deux types de maisons, comme nous le verrons plus loin: les maisons peuhls semblent mieux convenir aux anophèles étudiés *A. gambiae* et *A. funestus*.

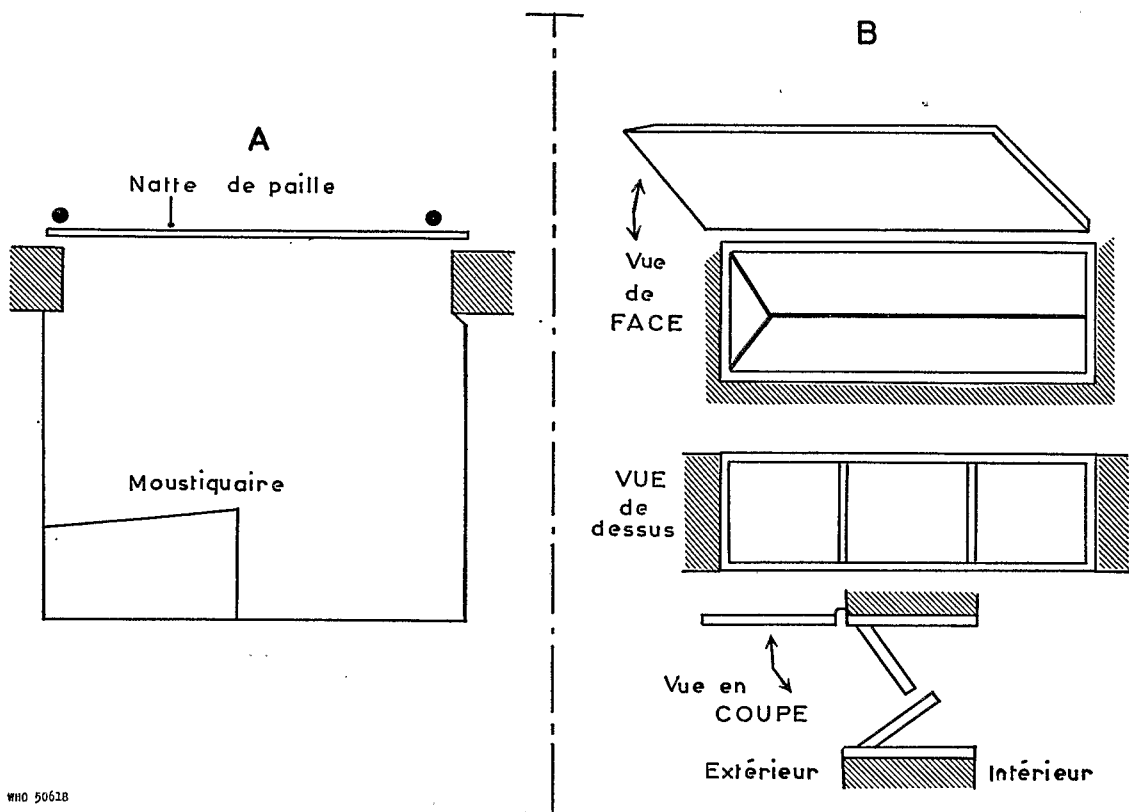
Construction des pièges

Les pièges sont de deux sortes: les pièges d'entrée, que nous appelons fentes d'entrée, et les pièges de sortie.

Les fentes d'entrée (fig. 3 et 4 B) sont des plus simples; elles sont constituées par deux planchettes planes, disposées en chicane, entourées d'un cadre de bois. Cet appareil est encastré dans le mur à environ 1,60 m de hauteur et le piège peint en noir est construit de telle façon que le moustique entré dans la maison ne peut voir la lumière du jour; de plus, pour assurer l'étanchéité, une planchette montée sur charnière peut fermer le piège. Chaque chambre possède deux fentes d'entrée placées différemment.

Les pièges de sortie sont de deux sortes: tout d'abord les fenêtres pièges (fig. 5), boîtes parallépipédiques de 26 × 26 cm de section et 40 cm de profondeur; ces dimensions ont été choisies parce qu'elles représentent à peu près la grandeur des ouvertures dans les maisons. Un cadre de bois de dimensions légèrement supérieures est scellé dans le mur et permet à la fenêtre piège de coulisser. Pour obtenir une meilleure adaptation du piège à son

FIG. 4
SCHÉMAS D'UNE VÉRANDA PIÈGE (A) ET D'UNE FENTE D'ENTRÉE (B)



cadre support, nous avons collé sur deux côtés contigus de ce dernier une bande de mousse de nylon. Chaque pièce munie de fenêtres pièges en contient deux, situées sur des murs différents.

Comme autre piège de sortie nous avons utilisé dans d'autres maisons des vérandas pièges (fig. 4 A); il s'agit d'ouvertures ayant la dimension de vraies portes qui s'ouvrent à l'extérieur sur une armature métallique scellée dans le mur et entièrement recouverte de moustiquaire nylon. Chaque pièce équipée avec véranda en contient une.

Traitement des cases pièges

Les neuf maisons de la station expérimentale contenant chacune deux cases pièges dont une avec des fenêtres comme moyen de sortie, et l'autre avec une véranda, ont été divisées en trois lots identiques par tirage au sort; ensuite, suivant la même méthode,

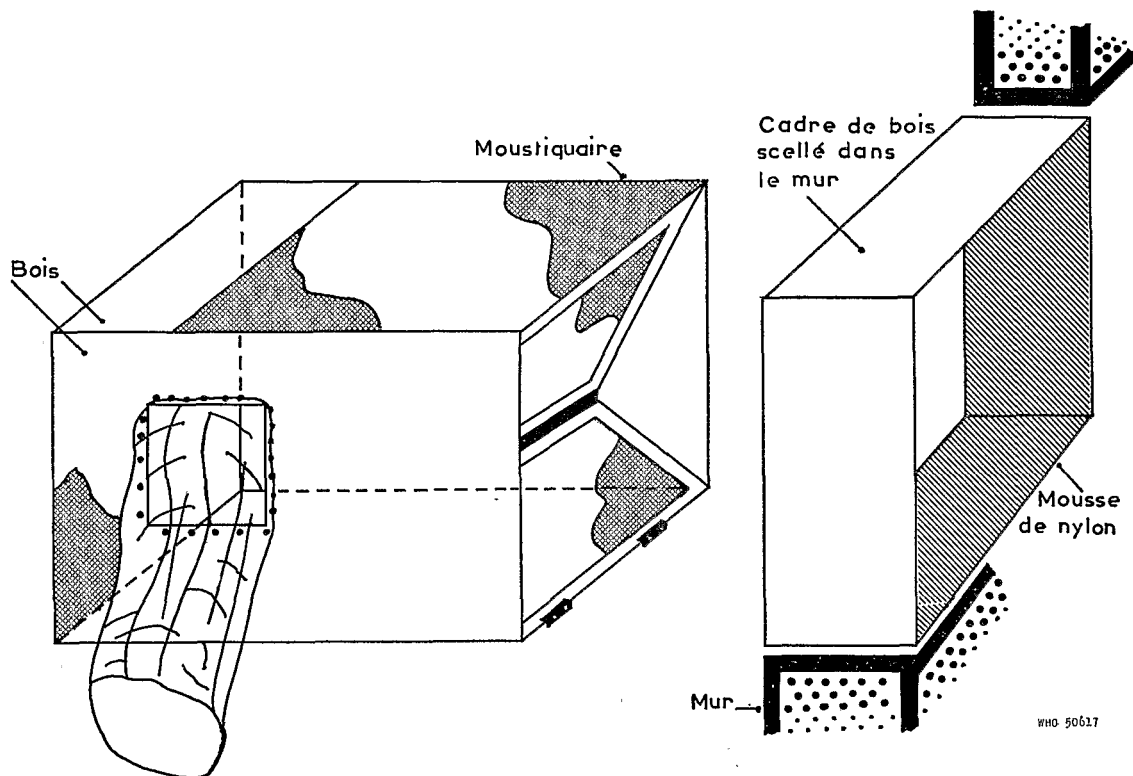
nous avons déterminé quels seraient le lot témoin et les lots traités à 1g/m^2 et 2g/m^2 de DDT.

La première pulvérisation a eu lieu au mois de septembre 1962 (le 4 septembre pour les maisons traitées à 1g/m^2 , le 24 septembre pour les maisons traitées à 2g/m^2); nous avons procédé à un deuxième traitement aux mêmes dosages des mêmes maisons à la mi-mai 1963.

Méthode de travail

Dans chaque pièce, un homme dormait toute la nuit sur une natte à même le sol ou, dans la mesure du possible, sur un lit démontable. En moyenne, le personnel utilisé a été de 7 à 8 captureurs du laboratoire, 3 autres personnes du laboratoire, et le complément fourni par les jeunes gens du village recrutés à la nuit. Les captureurs du laboratoire et les gens du village n'ont pas toujours été les mêmes,

FIG. 5
SCHÉMA D'UNE FENÊTRE PIÈGE



WHO 50627

les gens du laboratoire ayant d'autres travaux en cours, et les villageois devant se rendre, à tour de rôle, sur les lieux de culture.

Les fentes d'entrée étaient ouvertes à 20 heures, et les portes d'entrée fermées jusqu'à la fin de la matinée du lendemain. A 5 h. 30, avait lieu le premier ramassage dans les fenêtres pièges et les vérandas; à 8 h. 30, nous procédions à une seconde collecte dans les pièges de sortie; enfin à 10 h. 30, on ramassait à la main les moustiques se trouvant dans les habitations. A partir de 8 heures chaque captureur commençait le ramassage au sol des moustiques morts.

Les moustiques vivants étaient déterminés et classés en femelles à jeun, gorgées ou gravides suivant les indications données par Gillies et al. (1961) dans le *Guide d'entomologie appliquée à la lutte antipaludique dans la Région africaine de l'OMS*; ils étaient ensuite placés par pièce dans des gobelets de carton. Sur chaque gobelet était placé un tampon de coton hydrophile imbibé d'eau et de sucre

(saccharose). Au bout de 24 heures on faisait le compte des morts. Les ramassages ont eu lieu tous les mardi, mercredi et jeudi, et en outre les vendredi lorsque les densités des populations de moustiques étaient basses.

Exploitation des résultats

La mortalité est exprimée par la formule

$$\frac{M+M'}{T} \times 100$$

où M représente les morts ramassés dans les fenêtres pièges, les vérandas et au sol (le premier jour),
M' les morts au bout de 24 heures (moustiques mis vivants en observation),
T le total des moustiques capturés.

Nous préférons cette formule à celle de Smith (1963), car elle tient compte de la possibilité pour un moustique de prendre une dose de toxique n'entraînant sa mort qu'au bout de 24 heures. La mortalité

obtenue peut être corrigée par la formule d'Abbot en prenant, comme mortalité témoin, la mortalité observée au bout de 24 heures dans les maisons témoins.

Les mortalités sont données par espèce pour les deux catégories à jeun et gorgés-gravides; au bout de 24 heures (les cycles gonotrophiques étant, dans la région, de 48 heures pour *A. gambiae* et *A. funestus*), il devient en effet très difficile de faire la distinction entre les gorgés et les gravides.

Nous avons déterminé un indice de réplétion qui est égal au rapport entre le nombre de femelles gorgées et gravides et le total des captures par espèce; nous avons tenu compte des femelles gravides car à notre avis, dans les maisons témoins, elles représentent des moustiques qui n'ont pas été pris la veille du fait du mode de capture utilisé (capture à la main).

Enfin, nous avons calculé un indice de non-attraction, représentant le *deterrent effect* (Zulueta & Cullen, 1963), égal au rapport entre le nombre de moustiques entrés dans une maison traitée avec un insecticide et le nombre de moustiques entrés dans une maison témoin.

Etude de la sensibilité au DDT d'A. funestus et d'A. gambiae

La sensibilité d'*A. funestus* a été évaluée en novembre 1962 (gorgés et gravides), au cours du 1^{er} trimestre de 1963 (gorgés et gravides séparément) et pendant le 3^e trimestre de 1963; les CL_{50} , estimées graphiquement sur papier gaussien-logarithmique, sont comprises entre 0,28 et 0,72 pour les trois séries d'expériences et les CL_{90} entre 1,2 et 2.

Avec *A. gambiae* (gorgé et gravide), nous avons effectué une seule série de tests au cours du 2^e trimestre de 1963; la CL_{50} est de 0,63 et la CL_{90} de 1,3.

Comme on le voit, les concentrations létales précédemment citées sont du même ordre pour les deux anophèles; il n'y a pratiquement pas de différence de sensibilité et pourtant, comme nous le verrons par la suite, il y a une grosse différence de mortalité entre *A. funestus* et *A. gambiae* dans les maisons pièges traitées au DDT.

ÉTUDES PRÉLIMINAIRES

Rendement des fentes d'entrée

Pour voir si le rendement des fentes d'entrée est suffisant, on a effectué des captures comparées, sur appât humain, d'une part dans des maisons pièges dont on avait préalablement ouvert les fentes d'entrée

et fermé les portes et, d'autre part, dans des maisons pièges où les fentes d'entrée étaient fermées et les portes entrebâillées. Nous avons pris au hasard 9 de nos 18 chambres et les avons divisées en deux groupes: groupe de 4 chambres dont les portes étaient ouvertes et les fentes d'entrée fermées; groupe de 5 chambres dont les portes étaient fermées et les fentes d'entrée ouvertes. Nous avons procédé à quatre captures de nuit à raison de un homme par pièce. Le captureur ne prenait que les moustiques agressifs.

Dans les quatre cases aux portes ouvertes, on a capturé 181 *A. gambiae* (c'est-à-dire 11,3 par homme et par nuit) et 344 *A. funestus* (soit 21,5 par homme et par nuit). Dans les 5 cases aux fentes ouvertes, les taux de capture ont été de 142 *A. gambiae* (7,1 par homme et par nuit) et de 371 *A. funestus* (18,6 par homme et par nuit). On a donc noté une diminution des entrées dans les pièces du 2^e groupe (portes fermées — fentes d'entrée ouvertes): pour *A. funestus*, le rendement a été de 0,86, c'est-à-dire que pour 1 *A. funestus* qui entre par la porte, il en entre 0,86 par les fentes d'entrée; pour *A. gambiae* le rendement a été encore plus bas: 0,63.

Nous avons voulu vérifier si cet abaissement du taux des entrées n'était pas spécifique d'une catégorie d'âge déterminée. On pourrait penser par exemple que, par suite des difficultés d'entrée, intervient une sélection de femelles nullipares, ce qui amènerait dans la maison piège une population sensiblement plus jeune; le phénomène inverse pourrait également être envisagé.

Nous avons, appliquant la méthode de Detinova (1963), déterminé dans les deux types de captures les taux de femelles pures et nullipares. Les résultats sont présentés dans le tableau 2. Pour *A. gambiae*, nous avons trouvé 15,8% de nullipares entrant par les fentes contre 21,4% entrant par les portes; la contingence quadratique est égale à 1,50 pour un degré de liberté; la variation observée reste donc dans les limites permises. Pour *A. funestus*, nous avons trouvé 26,1% de nullipares dans les maisons aux portes fermées contre 20,9% dans les maisons aux portes ouvertes ($\chi^2=2,51$ pour un degré de liberté), ce qui peut être également admis comme variation. En conclusion, nous avons donc observé un abaissement du taux des entrées mais sans sélection par catégorie d'âge (nullipares ou pures).

Habitabilité des cases pièges pour les moustiques

Avant de passer à la phase « traitement insecticide » de la station expérimentale, il nous a paru

TABLEAU 2
ÉTUDE COMPARÉE DE L'ÂGE PHYSIOLOGIQUE DES ANOPHÈLES
a) ENTRANT PAR LES FENTES D'ENTRÉE; b) ENTRANT PAR LES PORTES

	<i>A. gambiae</i>				<i>A. funestus</i>			
	Pares		Nullipares		Pares		Nullipares	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Fentes ouvertes-portes fermées	117	84,2	22	15,8	246	73,9	87	26,1
Portes ouvertes-fentes fermées	121	78,6	33	21,4	254	79,1	67	20,9
χ^2	1,50 : significatif au seuil de 70 % de probabilité				2,51 : significatif au seuil de 80 % de probabilité			

intéressant de faire une étude comparative du comportement, dans le village et dans la station, des espèces principales sur lesquelles nous allons travailler. Cette étude a été effectuée au mois d'août 1962. En effet, malgré notre application à construire des maisons identiques à celles rencontrées dans la région, notre recherche de standardisation aurait pu nous amener à introduire des éléments susceptibles de modifier le comportement des moustiques. Smith (1962) avait déjà signalé, au Tanganyika, des différences de comportement d'*A. gambiae* suivant le type de maisons.

Pour étudier ce problème, nous avons comparé les proportions de femelles gorgées et gravides, dans les habitations du village d'une part, et dans celles de la station d'autre part. Il est évident que, plus une habitation présente des conditions écologiques favorables à un moustique de caractère endophile, plus ce dernier a tendance à y rester longtemps, c'est-à-dire à y passer son cycle gonotrophique. En d'autres termes, plus le biotope correspond aux

nécessités des moustiques, plus la proportion de femelles gravides, dont les follicules se trouvent aux stades IV et V de Christophers, sera important. Nous avons donc occupé les maisons de la station et laissé l'équilibre anophélien s'établir. Au bout du troisième jour, nous avons ramassé les moustiques. Les captures se faisaient à la main en fin de matinée et duraient environ deux heures. Nous procédions de la même façon dans 10 maisons du village prises au hasard et dans les 5 maisons du camp peuhl qui, rappelons-le, sont circulaires et recouvertes d'un toit de chaume. Vers midi, les moustiques gorgés étaient disséqués et leurs ovaires examinés en vue de déterminer le stade de leur évolution.

Les résultats, donnés au tableau 3, indiquent une préférence marquée de chaque espèce pour les maisons peuhls. Pour *A. funestus*, les différences observées chez les femelles gravides entre les maisons de la station et celles du village ne sont pas significatives au niveau de 95 %; par contre, les différences entre la station et le camp peuhl sont significatives

TABLEAU 3
POURCENTAGE DES FEMELLES GORGÉES ET GRAVIDES CAPTURÉES ENTRE 10 ET 11 HEURES
DANS LES DIFFÉRENTS BIOTOPES

Biotope	Total des captures		Pourcentages selon les stades ovariens					
	<i>A. funestus</i>	<i>A. gambiae</i>	I-II-d		II-m-III		IV-V	
			<i>A. funestus</i>	<i>A. gambiae</i>	<i>A. funestus</i>	<i>A. gambiae</i>	<i>A. funestus</i>	<i>A. gambiae</i>
Station	110	187	5	15	76	62	19	23
Village	39	101	13	6	74	68	13	26
Camp Peuhl	155	496	8	11	58	56	34	33

TABLEAU 4
COMPARAISON DES CAPTURES DES FEMELLES D'*A. FUNESTUS* DANS LES MAISONS
TÉMOINS ET LES MAISONS TRAITÉES

Etat de réplétion des femelles	Maisons témoins		Maisons traitées			
			1 g/m ²		2 g/m ²	
	Total des captures	%	Total des captures	%	Total des captures	%
A jeun	3139	26	1085	33	795	23
Gorgées et gravides	8814	74	2182	67	2688	77
Total	11953	100	3267	100	3483	100

au seuil de 99%. Ces remarques sont également valables pour *A. gambiae*.

De ces observations, il ressort que le comportement d'une espèce de moustique est fonction du lieu dans lequel elle se trouve. Les comparaisons des taux de femelles gorgées et de femelles gravides sont faciles à réaliser et, à notre sens, présentent des garanties suffisantes pour que l'on puisse estimer, lorsque les différences ne sont pas significatives, que les maisons pièges sont conformes.

Les prédateurs

Durant les premiers mois qui ont suivi les pulvérisations de DDT, nous n'avons pas observé de prédation. Cependant comme l'activité de l'insecticide diminuait et que notre système de protection ne donnait plus entière satisfaction par suite du remplissage des rigoles par la boue tombée du mur, nous avons procédé à des tests pour déterminer l'intensité de la prédation par les fourmis et autres prédateurs.

Ces essais s'effectuaient en plaçant, dans les différentes pièces, des boîtes de Petri ou des boîtes en carton contenant chacune 20 anophèles gorgés ou gravides, tués au chloroforme; les boîtes étaient placées à 18 heures et enlevées le lendemain matin à 6 heures.

Une première série de tests a été réalisée au mois de janvier 1963 (5 mois après le 1^{er} traitement). On a constaté 16% de prédation moyenne dans les maisons où le taux d'application avait été de 1 g/m², et 7% dans les maisons où il avait été de 2 g/m².

Au cours d'une seconde série d'essais, en janvier 1964 (8 mois après la seconde pulvérisation), les taux de prédation moyenne ont été respectivement de 13% et de 3%.

En fait, étant donné notre mode de capture par ramassage au sol dès 8 heures du matin, nous

n'estimons pas à plus de 4-5 heures le temps passé par les moustiques tués par le DDT sur le sol, et la prédation réelle est certainement inférieure aux chiffres observés. En tout état de cause, ce facteur n'altère pratiquement pas la signification de nos résultats. Depuis le mois d'avril 1964, nous avons placé de faux planchers, isolés par bains d'huile, dans deux pièces (traitées respectivement au taux de 1 g et 2 g/m² de DDT); ce système semble à conseiller lors d'une utilisation ultérieure de cases pièges non bâties sur pilotis.

RÉSULTATS

A. funestus

Abaissement du taux des entrées. L'examen du tableau 4 fait ressortir une grande différence entre le nombre des moustiques capturés d'une part dans les maisons témoins et d'autre part dans les maisons traitées. En fait les chiffres relatifs aux maisons témoins pèchent par défaut car, durant les premiers huit mois, une sur six d'entre elles n'a pas fonctionné. Pour calculer le taux d'abaissement des entrées, nous n'avons considéré que la période allant de mai 1963 à mars 1964, c'est-à-dire après le deuxième traitement, pendant laquelle les dix-huit maisons pièges ont effectivement travaillé.

L'indice d'entrée (somme des moustiques morts et vivants capturés dans les maisons traitées au DDT et leurs pièges de sortie, divisée par le total des moustiques des maisons témoins) est de

$$\frac{743}{6012} = 0,12$$

pour 1 g/m² de DDT et de

$$\frac{1389}{6012} = 0,23$$

pour 2 g/m².

Il s'agit comme on le voit d'un abaissement considérable du taux des entrées, abaissement qui n'est certainement pas fonction des concentrations puisque dans les maisons traitées à raison de 2 g/m² il est moins important que dans les habitations traitées au taux de 1 g/m². Ce phénomène, connu depuis longtemps, sera discuté ultérieurement.

Indice d'engorgement. Il ne semble pas que le DDT empêche *A. funestus* de se gorger: l'indice d'engorgement est de 0,74 dans les maisons témoins, de 0,67 dans les maisons traitées à 1 g/m², où on observe donc une légère diminution, et de 0,77 dans les maisons traitées à 2 g/m². Nous estimons qu'*A. funestus* se nourrit aussi facilement dans les maisons traitées que dans les autres. Si l'insecte à jeun pénètre dans la maison et vient en contact avec le DDT, il est vraisemblablement irrité et cherche à se nourrir; gorgé, il se posera sur l'insecticide et prendra peut-être une dose létale.

Activité du DDT sur A. funestus. Nous envisageons tout d'abord l'étude globale de l'activité toxique; nous examinerons ensuite l'évolution de l'activité dans le temps.

Les mortalités globales observées au cours des 18 mois qu'a duré l'étude sont récapitulées au tableau 5. La mortalité chez les femelles à jeun témoins est très élevée; nous n'avons donc tracé en graphique (fig. 6) que les courbes des mortalités obtenues avec les femelles gorgées et gravides; les résultats relatifs aux femelles gorgées-gravides et aux femelles à jeun ont toujours été considérés séparément, car il est évident que le comportement

d'un anophèle diffère en fonction de son état physiologique.

Les mortalités obtenues par l'application de 2 g/m² de DDT sont beaucoup plus importantes qu'avec 1 g/m², 77% au lieu de 57%; les chiffres observés avec le dosage le plus faible pourraient à la rigueur être considérés comme suffisants puisque Macdonald & Davidson (1953) estiment que la mortalité moyenne pour arrêter une transmission modérée doit atteindre 65%; mais comme nous le verrons, il n'en est pas de même pour *A. gambiae*.

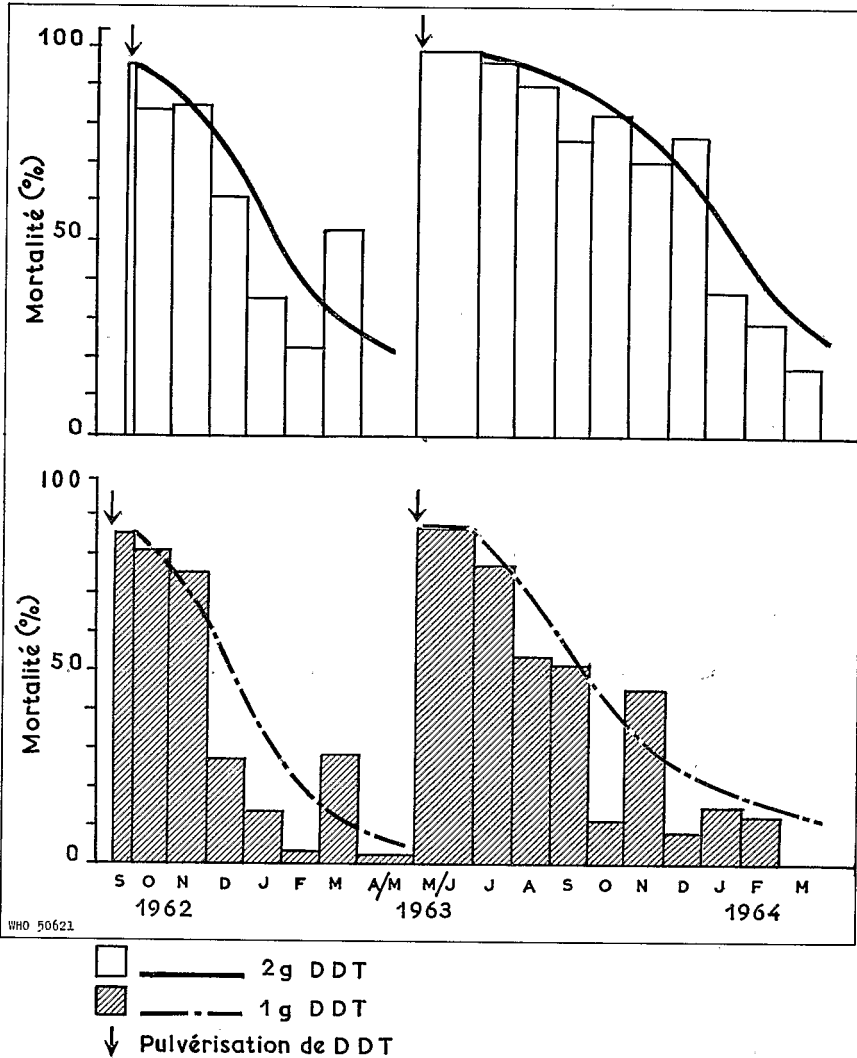
Dans le tableau 5, nous avons considéré séparément les *A. funestus* capturés dans les maisons avec vérandas et dans les maisons avec fenêtres pièges. Les deux systèmes présentent, à notre avis, leurs avantages. L'activité rémanente est mieux étudiée dans les maisons avec fenêtres pièges et les résultats ont toujours été beaucoup plus réguliers et plus homogènes, mais on doit noter que la mortalité y a été plus élevée que dans les maisons avec vérandas. L'avantage des vérandas est à notre avis de donner une image plus exacte de la réalité, la fausse porte, une natte montée sur un cadre de bois, étant du même type que celle des habitations du village; les mortalités sont plus basses, vraisemblablement parce que ce système permet une sortie plus facile.

Les taux de l'activité rémanente sont donnés, par mois, au tableau 6. Les courbes de la figure 6 sont celles des mortalités corrigées. Lors du premier traitement (les pulvérisations d'insecticides sont figurées au-dessus des courbes par des flèches), nous estimons avoir une bonne activité durant quatre mois avec 1 g/m² de DDT, et durant cinq mois avec

TABLEAU 5
MORTALITÉ D'*A. FUNESTUS* DANS LES MAISONS PIÈGES

Etat de répléon des femelles	Maisons témoins			Maisons traitées					
	Total des captures	Mortalité		1 g/m ²			2 g/m ²		
		globale	%	Total des captures	globale	%	Total des captures	globale	%
	Maisons avec fenêtres pièges								
A jeun	1035	332	32,1	471	319	67,7	467	390	83,5
Gorgées et gravides	4325	189	4,4	985	643	65,3	1689	1451	85,9
	Maisons avec vérandas pièges								
A jeun	2104	598	28,4	614	378	61,6	328	177	54
Gorgées et gravides	4489	256	5,7	1197	598	50	999	631	63,2

FIG. 6
ACTION TOXIQUE DU DDT SUR *A. FUNESTUS* GORGÉ ET GRAVIDE (MAISONS
AVEC VÉRANDAS ET FENÊTRES PIÈGES)



2 g/m². Lors du second traitement, aux mêmes dosages, nous avons constaté une bonne efficacité durant 4 mois pour les maisons traitées à 1 g/m² de DDT, et pendant au moins 8-9 mois pour les maisons traitées à 2 g/m².

A. gambiae

Abaissement du taux des entrées. Pour *A. gambiae*, l'indice d'entrée, qui reflète la non-attraction pour un

appât humain situé dans une maison traitée aux insecticides, calculé sur la période d'avril 1963 à mars 1964 est de

$$\frac{654}{826} = 0,79$$

dans les maisons traitées au taux de 1 g/m², et de

$$\frac{620}{826} = 0,75$$

dans les maisons traitées au taux de 2 g/m².

TABLEAU 6
EFFET RÉMANENT DU DDT SUR *A. FUNESTUS* GORGÉ ET GRAVIDE

Mois et années	Maisons témoins			Maisons traitées					
	Total des captures	Mortalité ^a		Total des captures	1 g/m ²		Total des captures	2 g/m ²	
		globale	%		globale	%		globale	%
1^{er} traitement:									
Septembre 1962	937	23	2	316	272	86	78	75	96
Octobre	1142	43	4	439	359	82	381	325	85
Novembre	633	47	7	346	267	77	689	596	87
Décembre	385	46	12	219	78	36	230	152	66
Janvier 1963	641	55	9	184	41	22	132	56	42
Février	294	13	4	148	10	7	35	9	26
Mars	26	1	4	25	8	32	16	9	—
Avril à mi-mai	13	2	—	6	1	—	2	0	—
2^e traitement:									
mi-mai à fin juin	38	7	18	17	15	88	10	10	100
Juillet	172	10	6	88	68	77	96	93	97
Août	320	15	5	37	20	54	112	102	91
Septembre	743	15	2	86	45	52	193	149	77
Octobre	1007	33	3	60	7	12	259	218	84
Novembre	813	68	8	46	21	46	221	157	71
Décembre	555	8	1	28	3	11	97	76	78
Janvier 1964	856	33	4	128	24	19	119	48	40
Février	137	23	17	7	2	—	13	6	—
Mars	102	3	3	2	0	—	5	1	—

^a Les pourcentages de mortalité ne sont pas calculés pour des effectifs inférieurs à 25, sauf pour la période de mi-mai à fin juin 1963.

L'abaissement du taux des entrées n'est donc pas un phénomène important comme pour *A. funestus*; il est, de plus, du même ordre de grandeur pour les deux dosages d'insecticide.

Indice d'engorgement. Comme pour *A. funestus*, nous constatons (tableau 7) que le taux des femelles gorgées ne diminue presque pas dans les maisons traitées au DDT: ainsi, pour un taux d'application de 1 g/m², il est de 0,77; pour un taux de 2 g/m², il est de 0,84 et pour les maisons témoins, il est de 0,84 également.

Activité toxique du DDT sur A. gambiae. Les mortalités globales observées au cours des dix-huit mois de l'étude, comprenant deux traitements aux

insecticides, sont récapitulées au tableau 8. La mortalité est élevée chez les témoins à jeun en raison, semble-t-il, de la grande mobilité de ces insectes et de la difficulté de les capturer aussi bien dans les fenêtres que dans les vérandas.

Pour les femelles gorgées et gravides, nous notons respectivement une mortalité globale de 38% pour les habitations traitées à 1 g/m² (toutes maisons groupées) et de 68% pour celles traitées à 2 g/m². Les mortalités chez cette espèce sont nettement inférieures à celles observées chez *A. funestus*; tout se passe comme si le mécanisme de défense de ces deux espèces était différent. *A. funestus* refuse d'entrer dans une pièce traitée au DDT, *A. gambiae* y pénètre, se gorge, mais arrive plus facilement à éviter l'insecticide et à s'échapper.

TABLEAU 7
COMPARAISON DES CAPTURES DES FEMELLES D'*A. GAMBIAE* DANS LES MAISONS
TÉMOINS ET LES MAISONS TRAITÉES

Etat de réplétion des femelles	Maisons témoins		Maisons traitées			
			1 g/m ²		2 g/m ²	
	Total des captures	%	Total des captures	%	Total des captures	%
A jeun	176	16	213	23	126	16
Gorgées et gravides	944	84	698	77	640	84
Total	1120	100	911	100	766	100

TABLEAU 8
MORTALITÉ D'*A. GAMBIAE* DANS LES MAISONS PIÈGES

Etat de réplétion des femelles	Maisons témoins			Maisons traitées					
				1 g/m ²			2 g/m ²		
	Total des captures	Mortalité		Total des captures	Mortalité		Total des captures	Mortalité	
globale		%	globale		%	globale		%	
Maisons avec fenêtres pièges									
A jeun	84	28	33,3	110	30	27,3	75	49	65
Gorgées et gravides	577	30	5,2	216	99	45,8	441	346	78,5
Maisons avec vérandas pièges									
A jeun	92	20	21,7	103	41	39,8	51	27	52,9
Gorgées et gravides	367	17	4,6	482	164	34	199	88	44,2

Les taux de l'activité rémanente sont donnés, mois par mois, au tableau 9. Comme pour *A. funestus*, les courbes obtenues (fig. 7) sont celles des mortalités corrigées. Nous estimons avoir obtenu, avec 2 g/m² de DDT, des mortalités suffisantes pendant 3-4 mois lors du premier traitement, et pendant 6 mois lors du second. Quant au traitement à 1 g/m² il nous a paru insuffisant, aussi bien lors du premier que lors du second passage d'insecticide.

DISCUSSION

Considérations générales

Le phénomène d'abaissement du taux des entrées dans les habitations traitées au DDT est connu depuis quelques années (Gebert, 1948; Muirhead-Thomson, 1950). Wilkinson (1951) travaillant dans l'Ouganda constate une réduction des entrées qui pourrait, selon lui, être due à un effet répulsif à

distance ou au masquage de l'odeur attractive de l'homme par l'odeur de l'insecticide. Hocking & Lindsay (1958) notent une répulsivité occasionnée, pensent-ils, par une impureté relativement volatile, probablement sans activité insecticide.

Reid & Wharton (1956) estiment, quant à eux, que le phénomène de diminution des entrées n'est pas dû à une répulsivité au sens propre du terme (action à distance d'une vapeur à pouvoir répulsif qui ne choque ni ne tue les moustiques). Ils soulignent qu'ils ont, tout comme nous d'ailleurs, utilisé du DDT en poudre mouillable, ce qui élimine la répulsion par le solvant. Davidson (1953) émet l'hypothèse selon laquelle ce phénomène serait dû à de fines particules d'insecticides en suspension dans l'air. Cette opinion n'est pas retenue par Kuhlow (1962) qui observe, en accord avec nos propres observations, un abaissement important du taux des entrées d'*A. funestus* et ceci pendant plusieurs mois.

TABLEAU 9
EFFET RÉMANENT DU DDT SUR *A. GAMBIAE* GORGÉ ET GRAVIDE

Mois et années	Maisons témoins			Maisons traitées					
	Total des captures	Mortalité ^a		1 g/m ²			2 g/m ²		
		globale	%	Total des captures	globale	%	Total des captures	globale	%
1^{er} traitement:									
Septembre 1962	79	6	8	60	26	43	10	7	70
Octobre	61	1	2	68	28	41	55	42	76
Novembre	7	0	—	9	4	—	14	8	—
Décembre	1	0	—	3	0	—	5	3	—
Janvier 1963	5	0	—	0	—	—	6	2	—
Février	30	0	0	25	2	8	9	4	—
Mars	19	5	—	22	3	—	7	2	—
Avril à mi-mai	23	4	—	16	5	—	4	0	—
traitement:									
mi-mai à fin juin	104	8	8	51	17	33	62	53	85
Juillet	142	10	7	224	144	64	197	169	86
Août	148	4	3	86	14	16	97	44	45
Septembre	145	5	3	104	20	19	109	63	58
Octobre	69	2	3	21	0	—	36	26	72
Novembre	14	0	—	2	0	—	10	4	—
Décembre	1	0	—	0	—	—	0	—	—
Janvier 1964	15	1	—	0	—	—	7	5	—
Février	17	0	—	0	—	—	0	—	—
Mars	64	1	2	7	0	—	12	2	—

^a Les pourcentages de mortalité ne sont donnés que pour des effectifs supérieurs à 25, sauf pour septembre 1962 (traitement à 2 g/m² de DDT).

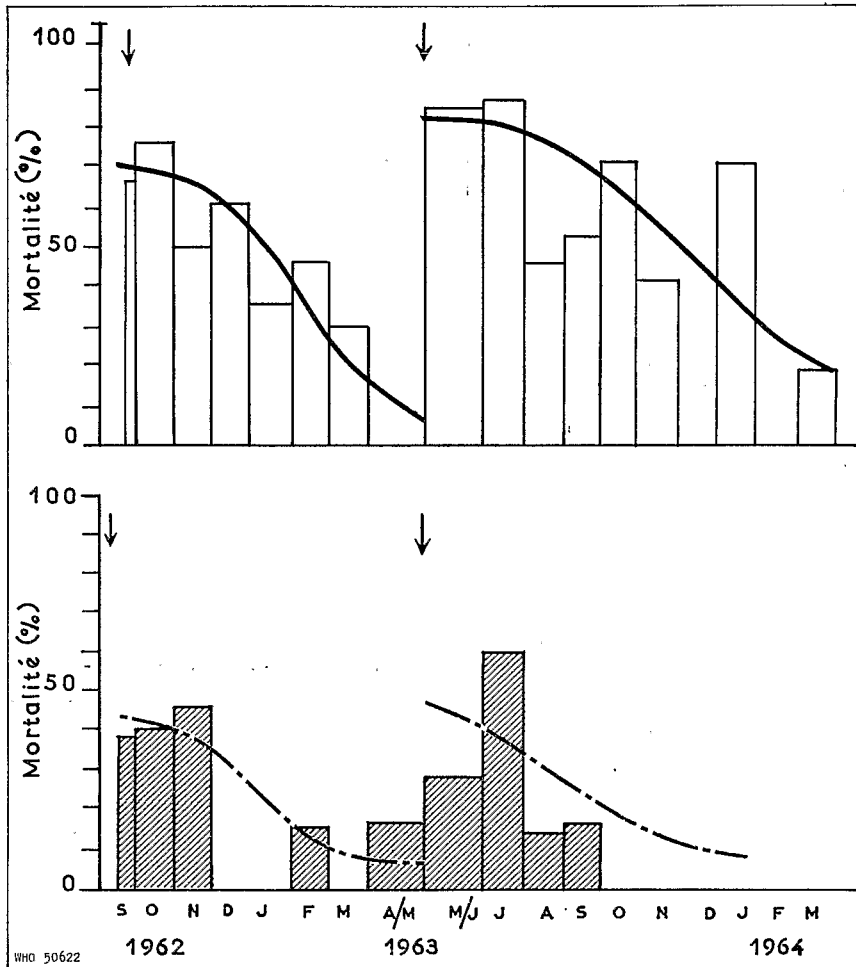
Si nous considérons le tableau 7, nous constatons que, dix mois après le second traitement, *A. funestus* évite encore les maisons traitées et pénètre dans les maisons témoins.



Chauvet (1962, 1963) faisant des captures comparées dans des étables traitées et témoins constate une réduction du nombre des anophèles dans les locaux traités. Pour cet auteur l'idée que le DDT exerce une action répulsive à distance est à rejeter. En fait, il nous paraît difficile de le suivre et d'admettre avec lui que les anophèles entrent, sont irrités et ressortent; ceci n'était pas possible dans les cases pièges de Koumbia, les seules sorties possibles étant les fenêtres pièges et les vérandas. Si l'hypothèse de Chauvet s'était avérée exacte, nous aurions dû trouver, pour compenser la baisse des entrées

observées avec *A. funestus*, un fort excédent de femelles à jeun; or il n'en est rien.

Il semble toutefois que la réduction des entrées ne soit pas un mécanisme général, ce qui complique encore le problème. Zulueta & Cullen (1963) constatent une baisse des entrées de 70% pour *A. gambiae*; Muirhead-Thomson (1950) estime également que le nombre d'anophèles de cette espèce diminue. Pour Kuhlow (1962), l'abaissement des entrées est d'un tiers; enfin pour nous il est d'environ 20%. Wilkinson (1951) et Kuhlow (1962) observent une baisse dans le taux d'entrée des femelles d'*A. funestus*. Zulueta & Cullen (1963) signalent une réduction de 89,9% dans le village de Masaka, ce qui correspond aux chiffres précédemment cités.

FIG. 7
ACTION TOXIQUE DU DDT SUR *A. GAMBIAE* GORGÉ ET GRAVIDE (MAISONS
AVEC VÉRANDAS ET FENÊTRES PIÉGÉS)



 ——— 2g DDT
 - - - 1g DDT
 ↓ Pulvérisation de DDT

Outre les auteurs précités, signalons Slooff (1964) qui note une diminution des entrées dans les habitations traitées. De plus, pour certains moustiques, comme *Mansonia uniformis* Theobald, il semble que ce phénomène ne se produise pas (Cullen & Zulueta, 1963).

Nous pensons pouvoir écarter les théories de

Gebert (1948) relatives à la production de micro-ondulations lors de la désintégration du DDT, étant donné que la désintégration est un phénomène général, et celle de Davidson (1953) basée sur l'existence de particules d'insecticide en suspension dans l'air, parce que cet effet de répulsion dure plusieurs mois après la pulvérisation.

L'hypothèse de Muirhead-Thomson (1960), à savoir qu'il n'y a pas d'effet de non-attraction, que le phénomène est actif et qu'il est dû aux propriétés irritantes de l'insecticide, est séduisante; physiquement, cette migration est possible sous l'action de l'eau. Elle ne tient pas compte du fait que ce phénomène a également été observé avec la dieldrine (Cullen & Zulueta, 1963) qui n'a pas de propriétés irritantes.

Les impuretés volatiles, selon l'hypothèse de Hocking & Lindsay (1958), causeraient une répulsion; mais nous pensons que rapidement après les pulvérisations, un ou deux mois au maximum, on devrait retrouver les taux normaux d'entrée.

Enfin Wilkinson (1951) pense que l'odeur de l'appât est peut-être masquée par celle de l'insecticide; il s'agirait alors d'un phénomène passif. C'est la solution que nous pensons pouvoir retenir pour le moment. Nous nous garderons de conclure de façon définitive; il est possible que ce phénomène de non-attraction, pour ne plus employer le terme de répulsivité tant qu'elle n'est pas démontrée, participe de plusieurs des hypothèses précitées. Nous soulignons toutefois qu'il y a très certainement des différences de comportement suivant les espèces et qu'il semble que beaucoup possèdent leur propre mécanisme de défense.

La diminution du taux d'engorgement est également un phénomène susceptible de se produire quand les insectes hématophages se trouvent placés dans une pièce traitée au DDT. Pour Hadaway (1950), les femelles de moustiques se nourrissent aussi bien dans les pièces traitées que dans les locaux témoins. Reid & Wharton (1956) observent qu'*A. maculatus* Theo. se nourrit normalement tandis que *C. fatigans* Wied. a tendance à vouloir sortir à jeun. Slooff (1964) remarque que le taux moyen des femelles gorgées d'*A. punctulatus* groupe Viz passe à Arso (Nouvelle-Guinée) de 0,85 dans les maisons témoins, à 0,69 dans les maisons traitées à 1 g/m², et à 0,72 dans les habitations traitées à 2 g/m². Les femelles d'*A. punctulatus*, comme celles d'*A. gambiae* et *A. funestus*, ne semblent pas davantage inhibées par le dosage d'insecticide le plus élevé. En fait, à Koumbia, on peut considérer que les anophèles se gorgent normalement dans toute la station expérimentale.

Activité comparée de deux dosages de DDT (1g/m² et 2 g/m²)

Muirhead-Thomson (1960) cite les travaux de Gilroy (1951) qui observe avec *A. minimus* Theo. une

mortalité plus basse aux dosages d'insecticides les plus élevés qu'aux dosages les plus faibles; ce qui ne s'explique, dit-il, qu'à condition d'admettre que le pouvoir irritant augmente avec l'insecticide. Slooff (1964), en revanche, obtient une mortalité plus élevée avec 2 g/m² de DDT qu'avec 1 g/m² du même produit, et rejoint nos propres observations. Au tableau 10, nous donnons les mortalités corrigées obtenues avec *A. funestus* et *A. gambiae* entre septembre 1962 et mars 1964.

Auprès des mortalités, figurent les écarts qui sont affectés du signe + lorsque la plus haute mortalité est obtenue avec la concentration en insecticide la plus élevée, du signe — dans le cas contraire; la moyenne des écarts pour *A. funestus* est de +28%, pour *A. gambiae* de +35%. Pour ces deux anophèles, la létalité augmente donc avec la dose d'insecticide. Les mortalités obtenues sont plus élevées pour *A. funestus* gorgé et gravide que pour *A. gambiae* et cependant leur sensibilité est du même ordre; la différence ne peut s'expliquer que par une différence de comportement: *A. gambiae* gorgé et gravide répond mieux à l'irritabilité occasionnée par le DDT.

Parmi les auteurs qui se sont le plus intéressés à la mesure de l'irritabilité au DDT de différentes espèces, Hamon & Eyraud (1961) estiment qu'*A. gambiae* est plus irritable qu'*A. funestus*. Mouchet et al. (1961) arrivent aux mêmes conclusions et proposent une méthode intéressante pour chiffrer cette différence d'irritabilité. Coluzzi (1963) analysant, dans un document de travail non publié, les résultats obtenus avec plusieurs anophèles conclut que: « l'espèce *A. gambiae* a été considérée comme la plus irritable des espèces étudiées, particulièrement en raison de sa grande mobilité sous l'influence du stimulus chimique ».

Dans un second temps, il semble que l'irritabilité varie suivant l'état physiologique des anophèles. Les femelles à jeun sont plus mobiles que les femelles gorgées (Hamon & Eyraud, 1961). En effet, si l'on tient compte des mortalités témoins observées, toutes proportions gardées, on a moins de mortalité avec les femelles à jeun qu'avec les femelles gorgées ou gravides dans les maisons traitées.

Quantité d'insecticide et nature du substrat

Nous avons voulu comparer l'efficacité de traitements doubles utilisant des dosages différents effectués, les premiers en septembre 1962, les seconds en mai 1963; les résultats relatifs à *A. funestus* sont récapitulés au tableau 11. Dans la colonne de gauche nous trouvons le nombre de mois après la pulvéri-

TABLEAU 10
MORTALITÉS D'*A. FUNESTUS* ET *A. GAMBIAE* ET ÉCARTS OBSERVÉS APRÈS TRAITEMENTS
A 1 G/M² ET 2 G/M² DE DDT ^a

Mois et années	<i>A. funestus</i> gorgé et gravide			<i>A. gambiae</i> gorgé et gravide		
	Mortalités corrigées (%)		Ecart (%)	Mortalités corrigées (%)		Ecart (%)
	1 g/m ²	2 g/m ²		1 g/m ²	2 g/m ²	
1^{er} traitement:						
Septembre 1962	86	96	+10	38	67	+29
Octobre	81	84	+3	39	75	+36
Novembre	75	86	+11			
Décembre	27	61	+34			
Janvier 1963	14	36	+22			
Février	3	24	+21			
Mars						
Avril à mi-mai						
2^e traitement:						
mi-mai à fin juin	85	100	+15	28	84	+56
Juillet	76	97	+21	61	85	+24
Août	54	91	+37	13	43	+30
Septembre	51	77	+26	16	52	+36
Octobre	9	82	+73			
Novembre	41	68	+27			
Décembre	10	77	+67			
Janvier 1964	16	38	+22			
Février						
Mars						
Ecart moyen			+28			+35

^a Lorsque dans une série les effectifs sont inférieurs à 25, les pourcentages n'ont pas été calculés, excepté pour *A. funestus* (mi-mai à fin juin 1963), et *A. gambiae* (traitement à 2 g/m² de DDT en septembre 1962).

sation; t_1 représente le premier traitement, t_2 le second. L'écart moyen pour les traitements à 1 g/m² (+5%) n'est pas très important; il est de +21% pour les traitements à 2 g/m² de DDT.

La première hypothèse que nous avons envisagée a été celle d'une différence de saison; septembre, date de la première pulvérisation, se trouve à la fin de la saison des pluies (tableau 1) tandis que mai correspond à la fin de la saison sèche.

Beaucoup d'auteurs (Hadaway & Barlow, 1956; Miles & Pearce, 1957; Rickenbach et al., 1960) ont en effet traité de l'importance de l'humidité et de la température sur les phénomènes de migration du DDT. Barlow & Hadaway (1955, 1958) étudiant

l'influence de la température sur les phénomènes de sorption concluent à une relation directe; en fait, le DDT étant un composé chimiquement stable, les facteurs climatiques expliquent mal le fait que le deuxième traitement à 1 g ne donne guère plus de mortalité que le premier. L'hypothèse que nous proposons pour expliquer le « surdosage » à 2 g/m² de DDT et son absence à 1 g/m² est la suivante: pour un substrat donné, une certaine quantité de produit est nécessaire pour saturer le pouvoir adsorbant, et si ce quota est atteint il reste beaucoup plus de produit disponible et actif. Ainsi le fait de passer deux fois 2 g/m² de DDT sur les murs de pisé détermine lors du second traitement une plus grande

TABLEAU 11
COMPARAISON DE L'EFFICACITÉ DE TRAITEMENTS
ITÉRATIFS A 1 G/M² ET 2 G/M² DE DDT
CONTRE *A. FUNESTUS*

Nombre de mois après la pulvérisation	1 g/m ²			2 g/m ²		
	Mortalités corrigées (%)		Ecart (%)	Mortalités corrigées (%)		Ecart (%)
	t ₁ a	t ₂ b		t ₁ a	t ₂ b	
0	86	85	-1	96	100	+4
1	81	76	-5	84	97	+13
2	75	54	-21	86	91	+5
3	27	51	+24	61	77	+16
4	14	9	-5	36	82	+46
5	3	41	+38	24	68	+44
Ecart moyen			+5			+21

^a Traitement de septembre 1962.

^b Traitement de mai 1963.

activité. Il est possible d'ailleurs qu'à l'issue d'un premier traitement à 2 g/m², une seconde pulvérisation à 1 g/m² eût amené une mortalité suffisante.

CONCLUSION

Avant d'utiliser un insecticide dans la lutte imagocide, il convient, après les essais d'efficacité et de toxicité en laboratoire, d'en faire l'étude à petite échelle sur le terrain. Ceci peut être réalisé grâce aux cases pièges, maisons permettant un contrôle numérique des moustiques qui y pénètrent. Ces cases pièges doivent présenter un certain nombre de conditions et, tout d'abord, être du même type que celles généralement répandues dans la région. Dans les conditions naturelles, on note des différences de comportement suivant le genre des maisons étudiées. Si l'on veut avoir une idée approximative de ce qui

se passera quand on aura désinsectisé une zone plus ou moins importante, il est recommandé d'utiliser, dans la phase expérimentale, des habitations qui ne diffèrent pas du type local.

Nous avons, à cet égard, proposé quelques moyens de vérifier l'identité de comportement: études de la fréquence des femelles gravides par rapport aux femelles gorgées, qui renseignent sur l'endophilie; détermination de la fréquence des femelles pares, pour l'étude des pièges d'entrée.

Enfin, les matériaux utilisés doivent être ceux du pays et on doit se garder d'introduire des facteurs qui peuvent apporter certaines modifications; ainsi, le fait de construire la case piège sur un socle de béton modifie certainement les conditions d'humidité des murs et partant la migration de l'insecticide.

Les principales conclusions auxquelles nous sommes arrivés sont les suivantes:

a) le comportement des moustiques sur une surface traitée au DDT est une notion spécifique;

b) la quantité d'insecticide nécessaire pour obtenir une létalité suffisante (Macdonald, 1957) est fonction de la nature, et vraisemblablement, de l'épaisseur du substrat;

c) dans les conditions locales, le traitement à 1 g/m² de DDT est insuffisant pour arrêter la transmission du paludisme dû à *P. falciparum*; le taux d'application de 2 g/m² est celui qui convient le mieux;

d) il conviendrait d'effectuer un nouveau traitement quatre mois après la première pulvérisation ce qui permettrait, étant donné l'effet de surdosage, d'atteindre une rémanence de huit mois.

Lors du deuxième traitement — et ceci rejoint l'hypothèse de Burnett (1957) — l'efficacité (dans le sens employé par Bertagna, 1959) du traitement à 2 g/m² de DDT a été plus grande. Il est possible que lors du second traitement une quantité d'insecticide moindre eût donné des résultats satisfaisants, mais ceci reste à démontrer.

REMERCIEMENTS

Ce travail, effectué avec du personnel du laboratoire d'Entomologie, a pu être mené à bien grâce à l'amabilité de M. J. Hamon, Chef du Laboratoire, que nous tenons à remercier également pour ses conseils et sa sollicitude durant les longs mois qu'a duré cette enquête.

Nos remerciements vont également à la Division de l'Eradication du Paludisme de l'Organisation mondiale de la Santé, et particulièrement aux Drs Bruce-Chwatt,

Garrett-Jones et Muirhead-Thomson, qui nous ont apporté un soutien financier, scientifique et moral.

Nous ne saurions pour terminer oublier le Médecin Général Inspecteur Richet, Secrétaire Général de l'OCCGE, et le Médecin Lieutenant Colonel Ridet, Directeur du Centre Muraz, sous la haute responsabilité desquels ce travail a été effectué.

SUMMARY

Following a preliminary trial, a study was made, starting in September 1962, in a village 60 km from Bobo-Dioulasso, Upper Volta, to compare the effect of two dosages of DDT (1 g/m² and 2 g/m²) over a period of 18 months on the West African malaria vectors *Anopheles gambiae* and *A. funestus*, spraying being carried out in September 1962 and again in May-June 1963. Nine experimental huts were built with entry and exit traps; each hut was of two rooms, six rooms being sprayed with DDT at 2 g/m² and six with DDT at 1 g/m²; the remaining six were used as controls.

The huts were of the usual local pattern with walls of sun-dried bricks covered with earth. To seal the surfaces, the walls and roofs were smeared with an oily extract made from the fruits of *Butyrospermum* sp. The mosquitoes were taken each morning from the exit window-traps and kept under observation for 24 hours, after which the number dead was counted. In constructing the mortality graphs only fed and gravid females were taken into account.

Following residual insecticide spraying, a considerable reduction in the entry rate of *A. funestus* was noted but

little in that of *A. gambiae*. The two species appeared to feed normally in both the sprayed and unsprayed huts.

It is concluded that there is a definite behaviour pattern for each of the two species in relation to the DDT-treated surface and that the amount of insecticide constituting a lethal dose depends on the nature and thickness of the wall coating.

Under local conditions, DDT at 1 g/m² may be just sufficient to control *A. funestus*, but was ineffective against *A. gambiae* and would not lead to interruption of falciparum malaria.

Effective mortalities were obtained in both species for three to four months after the second spraying at 2 g/m². It is considered, therefore, that the most effective method of treatment would be a second spraying of DDT at 2 g/m² four months after the first, and it is suggested that this second dosage would retain a residual effect for eight months.

It is possible that a dosage of less than 2 g/m² could be applied at the second spraying but this remains to be demonstrated.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barlow, F. & Hadaway, A. B. (1955) *Bull. ent. Res.*, **46**, 547
- Barlow, F. & Hadaway, A. B. (1958) *Bull. ent. Res.*, **49**, 315
- Bertagna, P. (1959) *Bull. Org. mond. Santé*, **20**, 861
- Burnett, G. F. (1957) *Bull. ent. Res.*, **48**, 631
- Chauvet, G. (1962) *Méd. trop.*, **22**, 616
- Chauvet, G. (1963) *Rev. méd. Madagascar*, **5**, 5
- Cullen, J. R. & Zulueta de, J. (1964) *Bull. Org. mond. Santé*, **30**, 263
- Davidson, G. (1953) *Bull. ent. Res.*, **44**, 231
- Davidson, G. & Jackson, C. E. (1962) *Bull. Org. mond. Santé*, **27**, 303
- Detinova, T. S. (1963) *Méthodes à appliquer pour classer par groupes d'âge les diptères présentant une importance médicale*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé: Série de Monographies*, N° 47)
- Gebert, S. (1948) *Trans. roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, **42**, 295
- Gillies, M. T., Hamon, J., Davidson, G., De Meillon, B. & Mattingly, P. F. (1961) *Guide d'entomologie appliquée à la lutte antipaludique dans la Région africaine de l'OMS*, Brazzaville
- Gilroy, A. B. (1951) *Indian J. Malar.*, **5**, 171
- Hadaway, A. B. (1950) *Bull. ent. Res.*, **41**, 63
- Hadaway, A. B. & Barlow, F. (1956) *Nature (Lond.)*, **178**, 1299
- Haddow, A. J. (1942) *Bull. ent. Res.*, **33**, 91
- Hamon, J. & Eyraud, M. (1961) *Riv. Malar.*, **40**, 219
- Hocking, B. & Lindsay, I. S. (1958) *Bull. ent. Res.*, **49**, 675
- Keay, R. W. J. (1959) *Carte de la végétation d'Afrique*, Londres
- Kuhlow, F. (1962) *Bull. Org. mond. Santé*, **26**, 93
- Macdonald, G. (1957) *The epidemiology and control of malaria*, London
- Macdonald, G. & Davidson, G. (1953) *Bull. Org. mond. Santé*, **9**, 785
- Miles, J. W. & Pearce, G. W. (1957) *Science (N.Y.)*, **126**, 169
- Mouchet, J., Cavalié, P., Callies, J. M. & Marticou, H. (1961) *Riv. Malar.*, **40**, 191
- Muirhead-Thomson, R. C. (1950) *Trans. roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, **43**, 401
- Muirhead-Thomson, R. C. (1960) *Bull. Org. mond. Santé*, **22**, 721
- Reid, J. A. & Wharton, R. H. (1956) *Bull. ent. Res.*, **47**, 433
- Rickenbach, A., Chartol, A., Escudie, A. & Ricosse, J. H. (1960) *Méd. trop.*, **20**, 699
- Slooff, R. (1964) *Observations on the effect of residual DDT house spraying on behaviour and mortality in species of the Anopheles punctulatus group*, Leyden
- Smith, A. (1962) *E. Afr. med. J.*, **39**, 632
- Smith, A. (1963) *Nature (Lond.)*, **198**, 171
- Wilkinson, P. R. (1951) *Bull. ent. Res.*, **42**, 45
- Zulueta de, J. & Cullen, J. R. (1963) *Nature (Lond.)*, **200**, 860