

UTILISATION de CASES - PIEGES

POUR LA MESURE DE L'ACTIVITE D'UN INSECTICIDE

par ou l'ajout de mouche
sur Canal 63 64. 223



20763

B

par J.COZ . M.EYRAUD . P.VENARD . B.ATTIOU

D.SONDA . V.K.OUEDRAOGO

20763
B 80

M

P.S

UTILISATION DE CASES-PIEGES POUR LA MESURE
DE L'ACTIVITE D'UN INSECTICIDE (DDT)

Par

J. COZ*

M. EYRAUD**

P. VENARD**

B. ATFIU°

D. SONDA°

V. OUEDRAOGO°

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE DU CENTRE MURAZ
(Directeur : Docteur J. RIDET)

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

— O.C.C.G.E.

* Pharmacien Capitaine T.D.M., Entomologiste médical O.R.S.T.O.M.

** Techniciens O.R.S.T.O.M.

° Agent Technique et Infirmiers spécialistes en Entomologie

10 JUIN 1987

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 20.763

Cote : B

SOMMAIRE

- A/ INTRODUCTION
- B/ GENERALITES
 - 1.- Situation géographique
 - 2.- Climatologie
 - 3.- Population
 - 4.- Recensement culicidien
- C/ CONSTRUCTION DES CASES-PIEGES
 - 1.- Construction proprement dite
 - 2.- Les pièges -entrée
 - sortie
 - avantages et inconvénients
- D/ ETUDES PRELIMINAIRES
 - 1.- Rendement des pièges
 - 2.- Habitabilité des maisons
- E/ TRAITEMENT PROPREMENT DIT
 - 1.- Pulvérisation du DDT
 - 2.- Méthode de travail
 - 3.- Etude de la sensibilité au DDT d'A.gambiae et d'A.funestus
 - 4.- Prédation des fourmis
- F/ ETUDE DU COMPORTEMENT
 - 1.- Des Mansonia
 - 2.- D'A.funestus
 - 3.- D'A.gambiae
- G/ ACTIVITE COMPAREE DE DEUX DOSAGES DE DDT
- H/ QUANTITE D'INSECTICIDE ET NATURE DU SUBSTRAT
- I/ CONCLUSION
- J/ SOMMAIRE
- K/ REMERCIEMENTS
- L/ BIBLIOGRAPHIE

UTILISATION DE CASES-PIEGES POUR LA MESURE DE L'ACTIVITE DU DDT
SUR LES VECTEURS DU PALUDISME

A/ INTRODUCTION

Synthétisé pour la première fois en 1874 par un chimiste allemand ZEIDLER[†], le DDT (Dichloro-diphényl-trichlorethane) ne fut utilisé pour ses propriétés insecticides qu'à partir de 1939 à la suite des travaux de Muller. (in Pampana 1963).

Il fut le premier insecticide à effet rémanent employé dans la lutte contre le paludisme. Son utilisation fit croire le problème du paludisme résolu; les moustiques allaient disparaître... Il fallut malheureusement déchanter.

Dès la fin de la 2ème guerre mondiale, certains auteurs, GAHAM et coll.(1945), METCALF et coll.(1945), étudiant l'action de ce produit sur Anophèles quadrimaculatus. SAY, puis KENNEDY (1946) sur Anophèles maculipennis atroparvus van thiel observent une propriété particulière de cet insecticide, son pouvoir excitant.

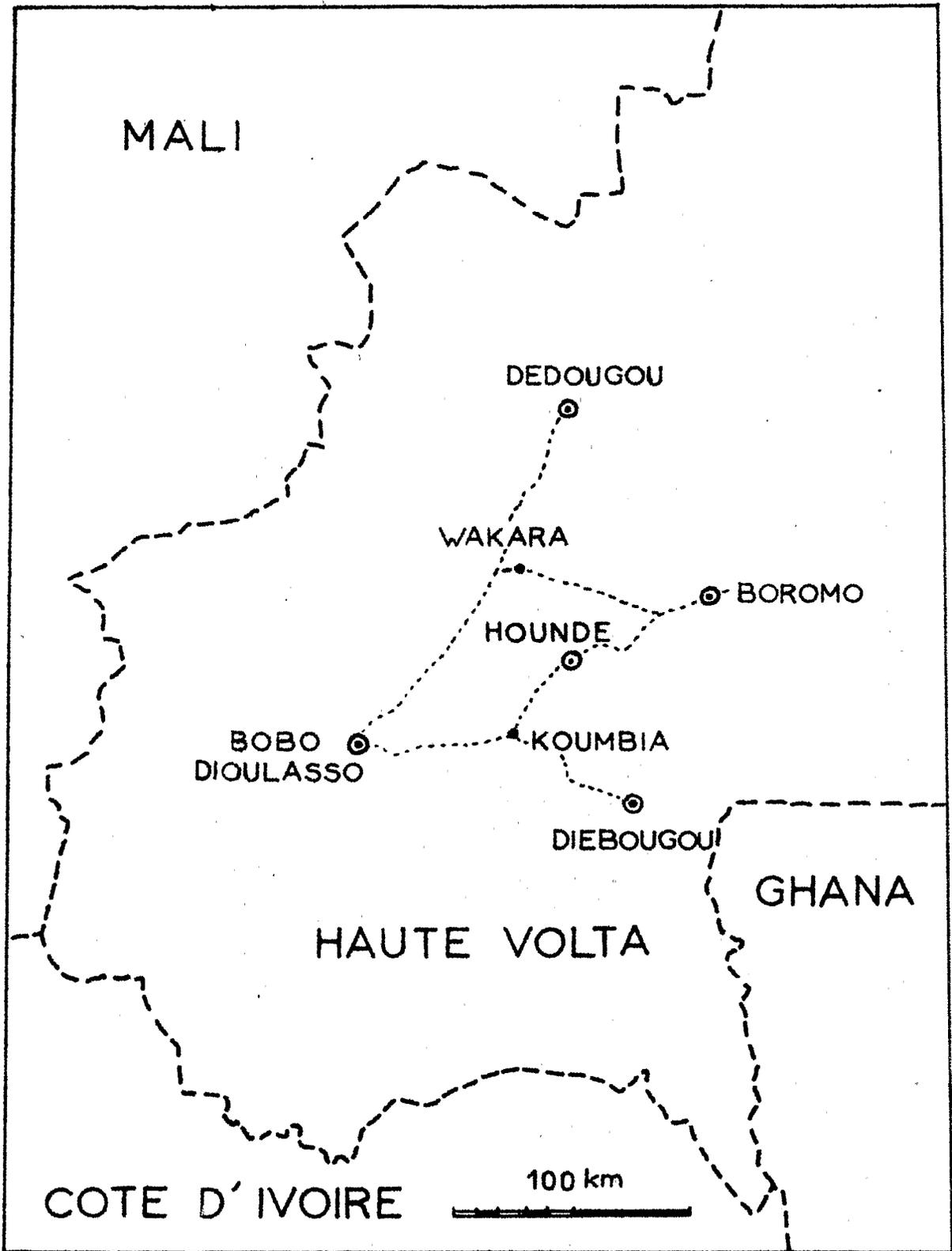
Pour KENNEDY, 1946, cette excitation, produite au contact du toxique est le premier symptôme d'empoisonnement de l'insecte; le moustique est excité avant d'avoir pris une dose létale, mais, signale cet auteur, il se produit souvent que les moustiques se rétablissent complètement après avoir montré les premiers symptômes d'empoisonnement.

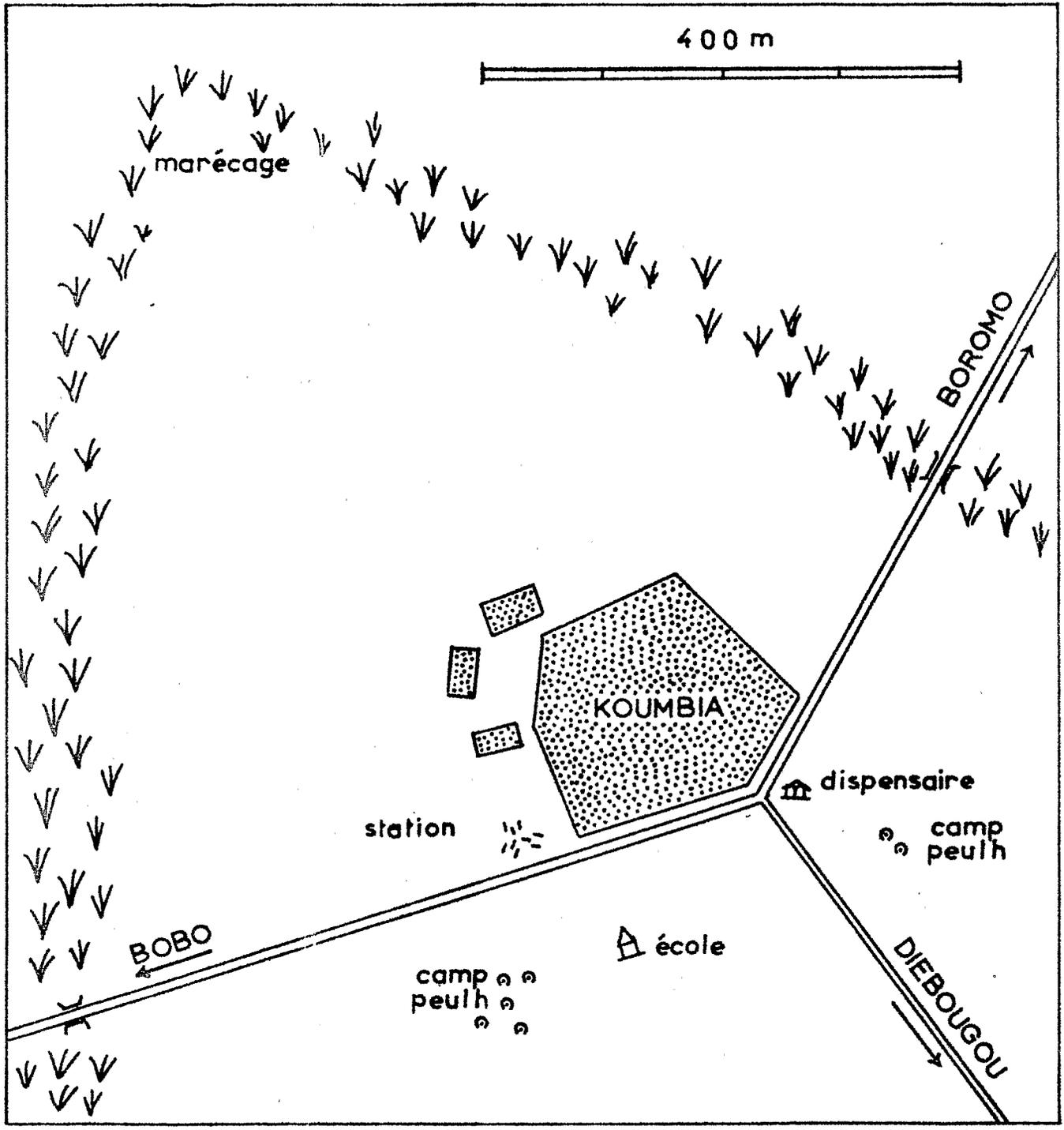
MUIRHEAD-THOMSON (1947), 1950 signale à son tour qu'Anophèles gambiae Giles arrive à pénétrer dans les maisons traitées au DDT, à prendre des repas de sang et à sortir; les taux de mortalité estimés par cet auteur sont très peu élevés. Il est parmi les tous premiers à utiliser des pièges de sorties, appelés trappes-fenêtres, qui sont posés à l'emplacement des fenêtres et par où sortent les moustiques; ce moyen permet de capturer les moustiques et d'étudier leur comportement après le contact avec l'insecticide.

A la même époque HADAWAY (1950), utilisant également des Trappes-fenêtres, constate que dans une maison traitée au DDT les moustiques peuvent sortir à jeun indemnes; il estime qu'il n'y a pas de diminution des entrées; chez A.gambiae Giles et conclut que le traitement n'empêche pas l'entrée des moustiques et leur nourriture.

Avec DAVIDSON 1953 se précise la notion de case-piège, maison traitée ou non permettant de contrôler le nombre de moustiques en contact avec l'homme.

[†] Thèse présentée à Strasbourg.





A la demande de l'Organisation Mondiale de la Santé, la Section "Entomologie" du Centre Muraz (O.C.C.G.E.) 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 à 1 gramme et 2 grammes par mètre carré.

B/ GENERALITES

1.- Situation géographique

Le village de Koumbia, soixante kilomètres à l'est de Bobo-Dioulasso, sur le route de Ouagadougou, est situé entre les 11 - 12° degrés de latitude Nord et 3 - 4 degrés 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 composée d'herbes qui peuvent atteindre 3-4 mètres, 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.

2.- Climatologie

Cette région est caractérisée par une saison des pluies allant de Juin à Septembre, et une saison sèche de Novembre à Mai. Les renseignements donnés sont ceux pris d'une part à Bobo-Dioulasso, d'autre part à Houndé; la position relative de Koumbia par rapport à ces deux villages est figurée sur la carte. (Tableaux I et 2)

3.- Population

Elle est composée essentiellement de Bobo Bwabas, peuple constitué d'agriculteurs dont les principales ressources proviennent de la culture du mil et du maïs; les habitants de Koumbia et autres villages de cette région possèdent quelques chèvres, volailles et de petits troupeaux de boeufs.

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.

Tableau 1

Pluviométrie observée en 1962 et 1963 dans deux stations
pluviométriques entourant le village de Koumbia
(en millimètres par mois)

Année et Mois	Bobo-Dioulasso	Houndé
<u>1962</u>		
Janvier	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	47,3	106,3
Mai	52,7	119,1
Juin	151,2	133,7
Juillet	142,1	66,1
Août	250,9	314,0
Septembre	250,9	?
Octobre	74,6	103,5
Novembre	26,8	51,0
Décembre	0	0
<u>1963</u>		
Janvier	0	0
Février	16,6	0
Mars	Traces	0
Avril	45,8	61,0
Mai	118,8	50,1
Juin	111,1	160,2
Juillet	238,0	229,7
Août	449,6	340,6
Septembre	148,4	146,5
Octobre	108,4	0
Novembre	0	0
Décembre	0	0
<u>1964</u>		
Janvier	1,6	
Février	0	

Tableau 2

Moyennes mensuelles des températures et humidité relatives
minima et maxima

à BOBO-DIOULASSO

Année et Mois	Humidité relative % Bobo-Dioulasso		Température en ° C. Bobo-Dioulasso	
	Max.	Min.	Max.	Min.
<u>1962</u>				
Janvier	35	6	32,9	17,8
Février	59	5	34,7	20,7
Mars	65	5	36,7	23,1
Avril	100	5	34,5	23,5
Mai	97	13	34,4	23,1
Juin	100	32	31,2	21,4
Juillet	100	39	30,0	21,3
Août	100	45	28,0	20,6
Septembre	100	45	29,3	20,3
Octobre	100	22	32,6	21,2
Novembre	98	15	33,8	21,5
Décembre	66	6	32,4	17,8
<u>1963</u>				
Janvier	80	5	34,4	19,6
Février	93	5	36,5	22,8
Mars	83	5	35,8	23,1
Avril	100	8	35,5	23,9
Mai	100	12	34,2	23,1
Juin	100	26	32,9	22,6
Juillet	100	45	29,7	21,1
Août	100	47	28,8	20,8
Septembre	100	43	30,4	21,0
Octobre	94	49	30,9	21
Novembre	61	20	33,7	20
Décembre	39,4	10	33,3	18
<u>1964</u>				
Janvier	34	10	32,6	18,8
Février	23	7	35,24	21,2

4.- Recensement culicidien

Les principales espèces recensées à l'intérieur des maisons sont: A.funestus Giles, A.gambiae Giles.

A propos de ce dernier il convient d'ouvrir un petit paragraphe : la région de Bobo-Dioulasso semble se trouver à cheval sur une zone de superposition des formes A et B (DAVIDSON et coll. 1962) avec toutefois une prédominance A (DAVIDSON, communication personnelle).

- Les A.gambiae de Koumbia, bien que non déterminés exactement (ceci se fera d'ailleurs au cours des mois à venir), participent à l'un des deux groupes précédemment cités et peut-être aux deux. Il nous est arrivé pratiquant l'élevage de A.gambiae d'origine Koumbia de disséquer des testicules de mâles et de nous apercevoir qu'ils étaient anormaux, filiformes et sans spermatogénèse. L'expérimentation a été reprise en faisant pondre séparément des femelles sauvages; la progéniture mâle était disséquée, là encore nous avons trouvé des exemples de stérilité, les dissections intervenant le troisième jour après l'éclosion il semble difficile d'admettre que les testicules n'ont pas eu le temps d'évoluer, en effet des dissections de mâles normaux montrent des spermatozoïtes murs avant l'inversion du génitalia c'est à dire au maximum quelques heures après l'éclosion.

Quoiqu'il en soit si nous nous trouvons devant les deux groupes il ne semble pas y avoir de grosses différences de comportement (J.HAMON, Communication Personnelle); sous moustiquaire-piège à Koumbia les captures comparées sur homme et sur boeuf donnent les mêmes indices spozozoïtiques.

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

- Mansonia africana Théo. et Uniformis Théo.

Nous avons également étudié le comportement des Mansonia, M.africana et M.uniformis.

ZULUETA (De) et CULLEN (1963) lors d'expérimentation sur l'efficacité du DDT dans les cases pièges ont étudié les modifications de comportement des Mansonia (il s'agissait de M.uniformis) et y trouvent un grand intérêt. Nous pensons que ces auteurs ont raison : le fait d'étudier des insectes à comportement différent permet de mieux comprendre les différents mécanismes de défense qui peuvent se présenter et à notre avis différer d'une espèce à l'autre.

C/ CONSTRUCTION DES CASES-PIEGES

Neuf petites maisons 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.

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 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'effectue 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 aisé la récolte des moustiques au sol. A l'extérieur faisant le tour, 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, s'une part parce que durant la saison des pluies, l'eau qui ruisselle sur les murs entraîne de la boue et rapidement les caniveaux sont remplis de terre; d'autre part parce que les fourmis peuvent à l'occasion passer par dessous. Le meilleur système de prévention contre les fourmis serait peut-être un petit plancher amovible monté sur un bati métallique dont les pieds plongeraient dans des bains d'huile; il suffirait que le plancher se trouve à une distance de 10 à 15 cm des murs; un peu au dessus du plancher on pourrait encastrer dans les murs des lattes inclinées vers le sol qui projeteraient, vers le plancher, les moustiques tombant du plafond.

Le système de la case-piège en bois montée sur pilotis ne saurait en aucun cas être utilisé si ce n'est dans les régions où les habitations sont de ce type; car ce serait introduire des éléments nouveaux et modifier le comportement de l'insecte. En 1962 SMITH A. a remarqué que le comportement d'A. gambiae au Tanganyika variait suivant le type de maison considéré; nous avons trouvé le même phénomène et nos résultats concordent avec ceux de cet auteur.

De plus il va sans dire que si l'on veut étudier la rémanence d'un insecticide dans des conditions locales, il convient d'utiliser comme support, celui employé le plus couramment dans la région considérée.

En regard du type d'habitation Bobo le plus usuel, existe un autre genre de construction qui est, la maison peulh, hutte ronde dont les murs sont montés en briques de terre séchée 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 maison, comme nous le verrons dans le paragraphe intitulé "habitabilité des cases-pièges", les maisons peulhs semblent mieux convenir aux anophèles étudiés, A.gambiae et A.funestus.

Construction proprement dits

Les pièges sont de deux sortes, tout d'abord :

- les pièges d'entrée que nous appelons fentes d'entrée, et
- les pièges de sortie.

Les fentes d'entrée sont les plus simples : elles sont constituées par deux planchettes horizontales disposées en chicane entourées d'un cadre de bois. Cet appareil est encastré dans le mur à environ 1,60 mètre 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 fenêtres d'entrée placées différemment.

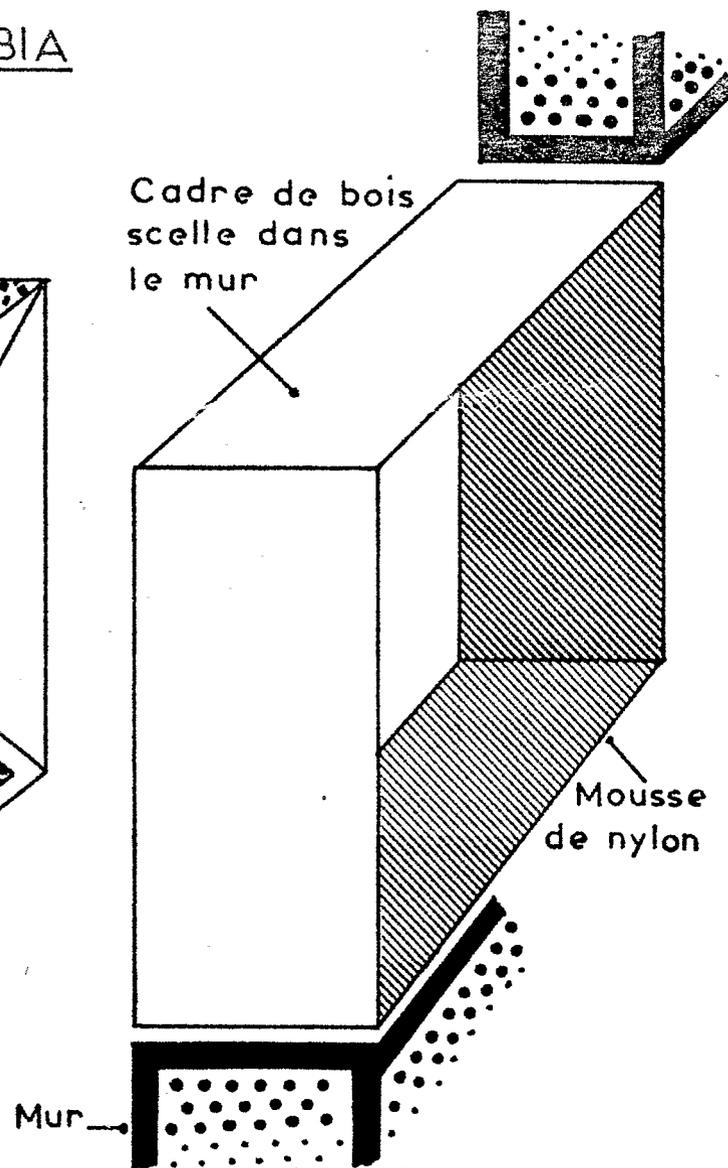
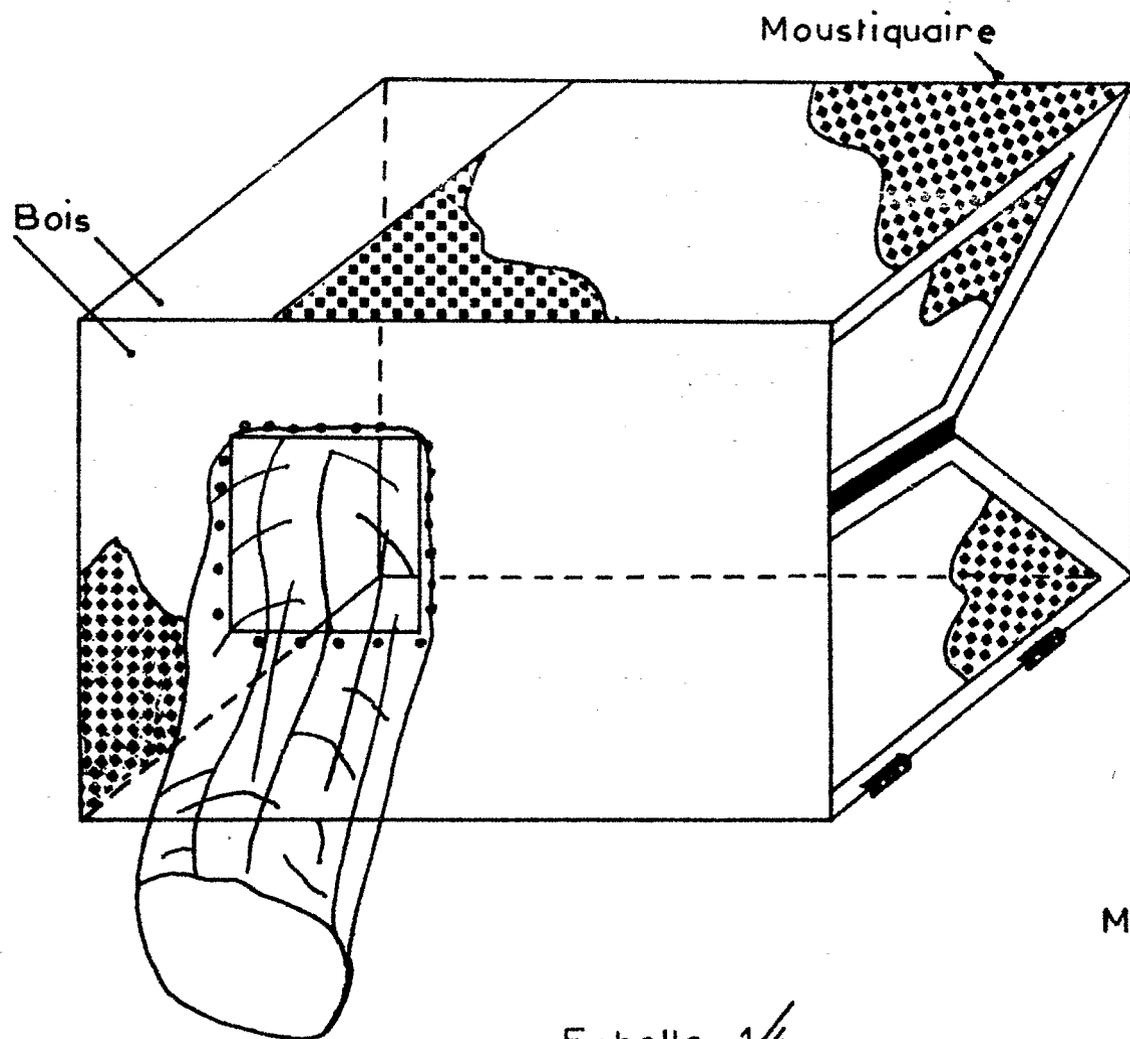
Les pièges de sortie sont de deux sortes : tout d'abord les fenêtres-pièges (trappes fenêtres), boîtes parallélépipédiques de 26 x 26 cm de section et 40 cm de profondeur; ces dimensions ont été choisies parce qu'elles représentent à peu près la grandeur des ouvertures dans les maisons. Un cadre de bois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

Inconvénients et avantages des deux types de piège

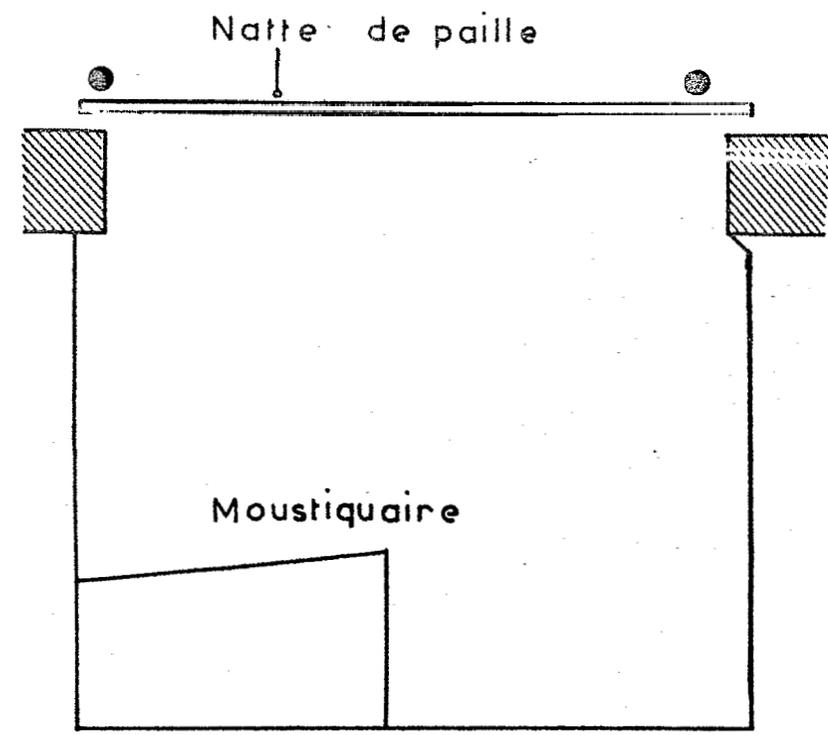
Ces trappes-fenêtres présentent tout d'abord l'avantage d'être plus facilement maniables : contaminées par les insecticides, il est facile de les changer. Il est relativement aisé d'enlever les moustiques morts sur le sol de la trappe. Par contre elles présentent un accès quelque peu difficile par rapport aux verandas ce qui aurait pour conséquence de retarder la sortie des moustiques et d'augmenter la mortalité dans les maisons traitées. Les vérandas-pièges ont l'avantage d'être proches des conditions naturelles : les habitants du village ouvrent leurs portes; mais leur inconvénient majeur est la grande difficulté rencontrée pour y ramasser les moustiques morts.

TRAPPE_FENETRE UTILISEE A KOUMBIA



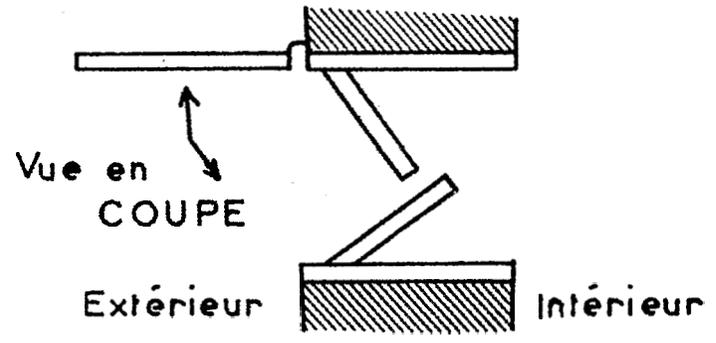
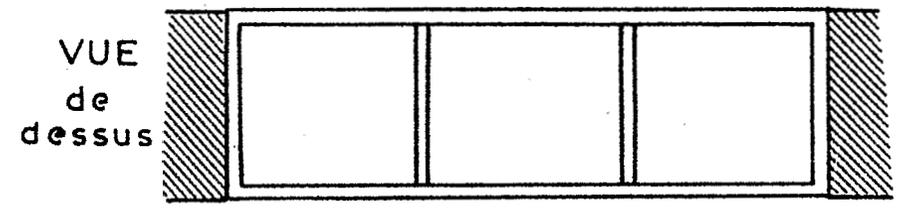
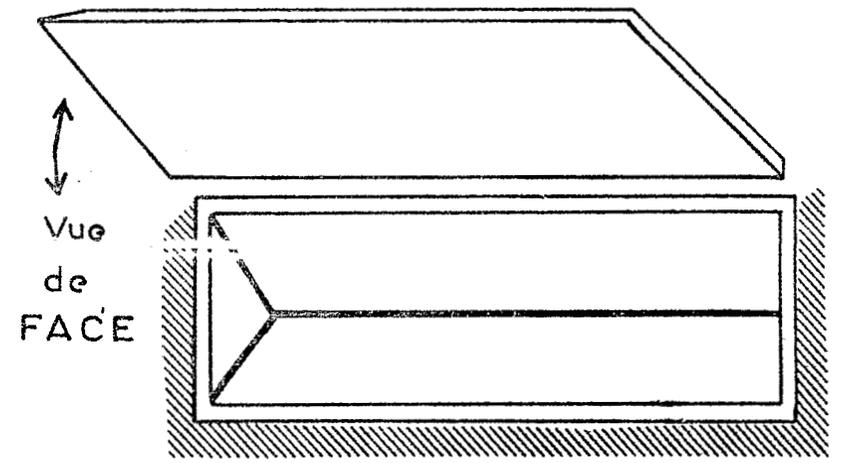
Echelle: 1/4

P. SALES



VUE EN PLAN D'UNE VERANDA
Réduction au 1/10

SCHEMA DES FENTES D'ENTREE
Réduction au 1/40



D/ ETUDE DES FENTES D'ENTREE - RENDEMENT -

Les fentes d'entrée doivent être conçues de manière à laisser pénétrer les moustiques. La meilleure méthode pour voir si le rendement des fentes d'entrée est suffisant est de faire des captures comparées, sur appât humain, d'une part dans des maisons-pièges dont on a préalablement ouvert les fentes d'entrée et fermé les portes et, d'autre part, dans des maisons-pièges où les fentes d'entrée sont fermées et les portes entrebâillées. Nous avons pris au hasard 9 de nos 18 chambres et nous les avons divisées en 2 groupes, 1 groupe de 4 chambres dont les portes étaient ouvertes, les fentes d'entrée fermées; 1 groupe de 5 chambres dont les portes étaient fermées, les fentes d'entrée ouvertes. Nous avons procédé à quatre captures de nuit à raison de 1 homme par pièce - le captureur ne prenait que les moustiques agressifs -

Nous avons dû noter une diminution des entrées dans les pièces du 2ème groupe (portes fermées - fentes d'entrée ouvertes):

- pour A.funestus le rendement est 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 est encore plus bas : 0,63

Cet abaissement du taux des entrées étant constaté nous avons voulu vérifier qu'il n'était pas spécifique d'une catégorie d'âge déterminée. On pourrait penser par exemple qu'il y a, du fait des difficultés d'entrée, 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 (1945) (in Detinova 1963) déterminé dans les deux types de captures les taux de femelles pares et nullipares.

Pour A.gambiae nous avons trouvé 15,8 % de nullipares entrant par les fentes contre 21,4 % par les portes; la contingence quadratique est égale à 1,65 pour 1 degré de liberté; la variation observée reste donc dans les limites permises (Tableau N° 3).

Pour A.funestus nous avons trouvé 26,1 % de nullipares dans les maisons à porte fermée contre 20,9 % dans les maisons à portes ouvertes ($\chi^2 = 2,71$ pour 1 degré de liberté), ce qui encore une fois peut être permis comme variation. En conclusion, nous avons donc observé un abaissement du taux des entrées mais sans sélection de catégorie d'âge (nullipares ou pares). De plus les cycles d'agressivité des deux espèces considérées A.funestus et A.gambiae semblent correspondre (Tableaux 4 et 5).

.../...

ETUDE COMPAREE DE L'AGE PHYSIOLOGIQUE DES ANOPHELES

- ENTRANT PAR LES FENTES D'ENTREE
- ENTRANT PAR LES PORTES

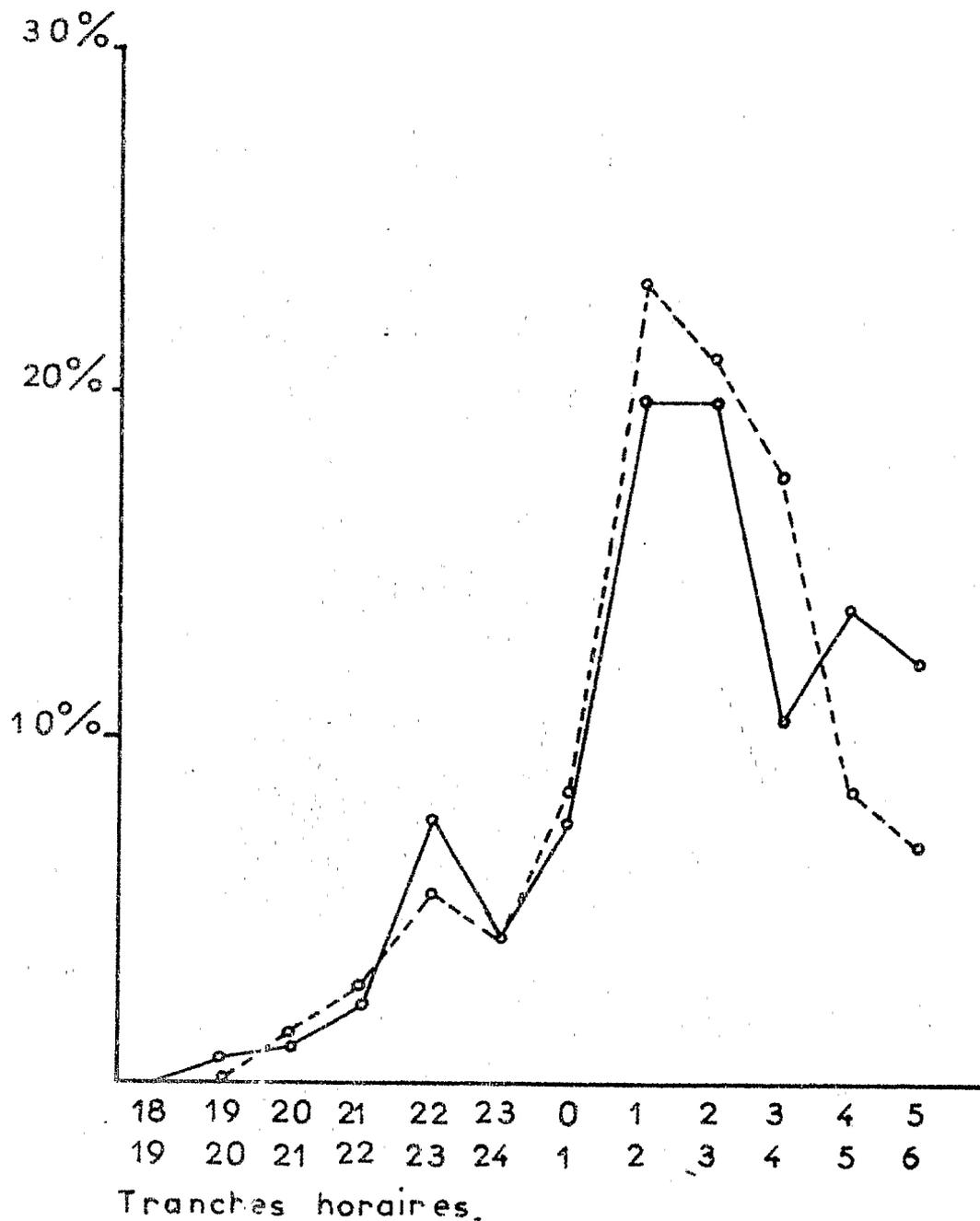
	A. G A M B I A E				A. F U N E S T U S			
	P a r e s		N u l l i p a r e s		P a r e s		N u l l i p a r e s	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Fentes Ouvertes	117	84,2	22	15,8	246	73,9	87	26,1
Portes Ouvertes	121	78,6	33	21,4	254	79,1	67	20,9
χ^2 (Khi) deux	1,65 significatif au seuil de 80 % de probabilité				2,71 significatif au seuil de de 90 % de probabilité			

CYCLE D'AGRESSIVITE D'A. GAMBIAE ET D'A. FUNESTUS

TRANCHES HORAIRES	A. G A M B I A E				A. F U N E S T U S			
	Portes Ouvertes		Fentes Ouvertes		Portes Ouvertes		Fentes Ouvertes	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
18 - 19 h.	0	0	0	0	0	0	0	0
19 - 20 h.	1	0,6	0	0	0	0	1	0,3
20 - 21 h.	2	1,1	2	1,4	2	0,6	2	0,5
21 - 22 h.	4	2,2	4	2,8	5	1,5	12	3,2
22 - 23 h.	14	7,7	8	5,6	16	4,7	26	7
23 - 24 h.	8	4,4	6	4,2	13	3,8	30	8,1
0 - 1 h.	14	7,7	12	8,5	19	5,5	13	3,5
1 - 2 h.	36	19,9	33	23,2	37	10,8	70	18,9
2 - 3 h.	36	19,9	30	21,1	64	18,6	76	20,5
3 - 4 h.	19	10,5	25	17,6	54	15,7	47	12,7
4 - 5 h.	25	13,8	12	8,5	74	21,5	46	12,4
5 - 6 h.	22	12,2	10	7	60	17,4	48	12,9
T O T A L	181	100	142	99,9	344	100,1	371	100

CYCLE D'AGRESSIVITE DES FEMELLES

d'A.gambicæ

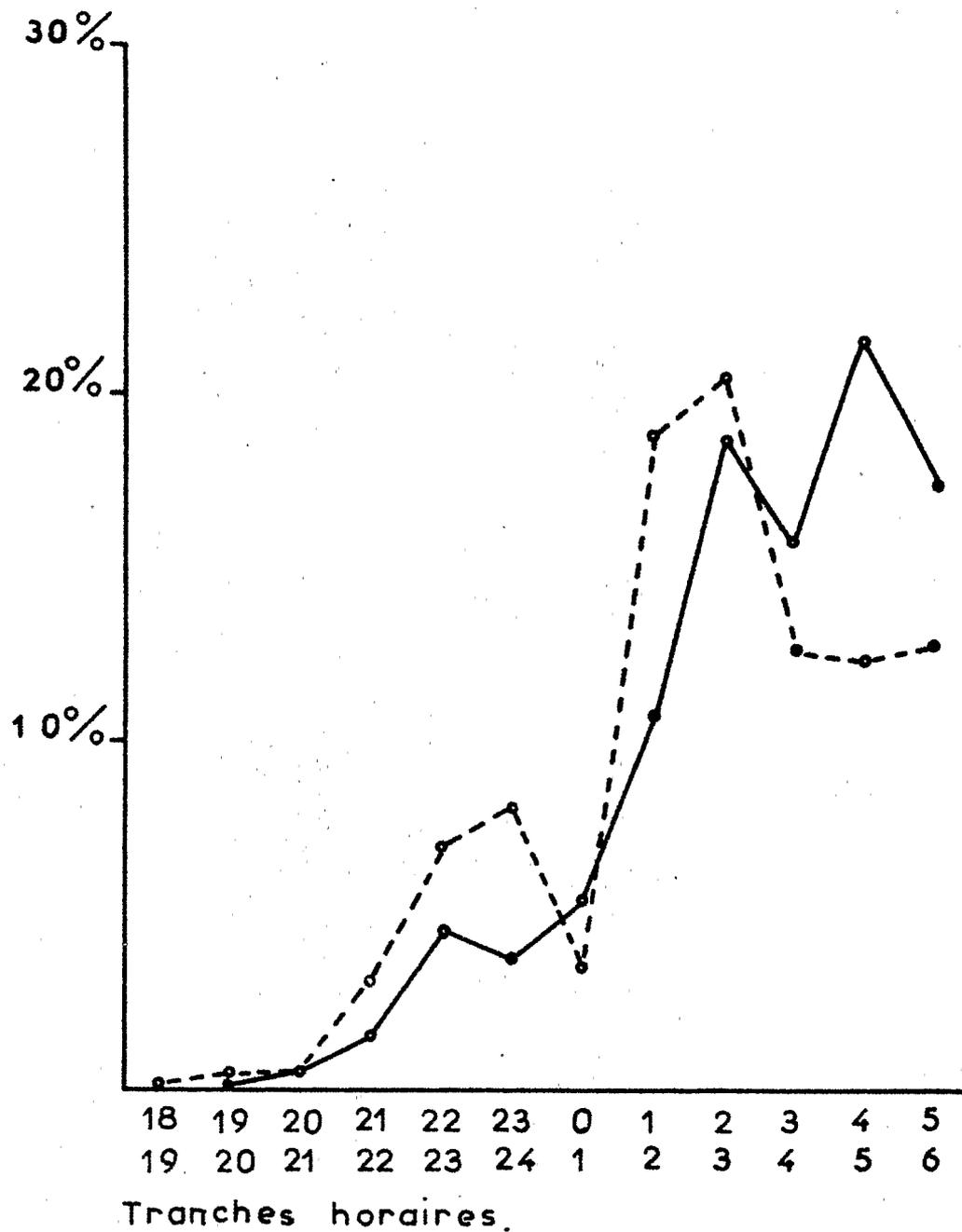


— Portes ouvertes

--- Fentes ouvertes

CYCLE D'AGRESSIVITE DES FEMELLES

d'A. funestus



— portes ouvertes

--- fentes ouvertes

P.SALES

ETUDE DE L'AGE PHYSIOLOGIQUE COMPARE DES MOUSTIQUES

- ENTRANT PAR LES FENTES D'ENTREE- ENTRANT PAR LA PORTE

TRANCHES HORAIRES	A. G A M B I A E				A. F U N E S T U S			
	Portes ouvertes		Fentes Ouvertes		Portes ouvertes		Fentes Ouvertes	
	Pares	Nullipares	Pares	Nullipares	Pares	Nullipares	Pares	Nullipares
18 - 19 h.	0	0	0	0	0	0	0	0
19 - 20 h.	1	0	0	0	0	0	0	1
20 - 21 h.	1	1	1	1	0	2	2	0
21 - 22 h.	1	2	2	2	3	1	10	2
22 - 23 h.	7	3	10	2	10	3	16	8
23 - 24 h.	4	3	4	1	8	5	23	5
0 - 1 h.	11	2	7	2	17	2	9	4
1 - 2 h.	25	6	27	5	27	7	48	21
2 - 3 h.	24	6	28	2	52	7	51	15
3 - 4 h.	12	4	22	2	31	19	23	16
4 - 5 h.	18	2	10	2	59	12	35	6
5 - 6 h.	14	4	6	3	47	9	29	9
T O T A L	121	33	117	22	246	87	254	67

Habitabilité des cases-pièges

Avant de passer à la phase "traitement insecticide" de la station expérimentale, il nous a paru intéressant de faire une étude comparative de comportement dans le village et dans la station, des espèces principales sur lesquelles nous allions travailler.

En effet, malgré notre application à construire des maisons identiques à celles rencontrées dans la région, il n'en demeure pas moins que dans notre recherche de standardisation nous aurions pu introduire des éléments susceptibles de modifier le comportement des moustiques. Il était donc nécessaire de mettre en évidence les différences de comportement qui pouvaient apparaître. †

Pour étudier ce problème, nous avons pensé que le procédé le plus aisé était de comparer 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 dites "gravides", dont les oocytes se trouvent aux stades IV et V de Christophers, sera importante.

Nous avons donc occupé les maisons de la station et laissé l'équilibre anophélien s'établir. Les cycles gonotrophiques d'A.gambiae et d'A.funestus étant de 48 heures, ce n'est qu'au bout du troisième jour que 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 du camp peuhl. (Rappelons que les habitations du type peuhl 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 6 montrent que nous avons établi trois catégories :

- d'une part les femelles gravides (stades IV et V)
- d'autre part deux groupes de femelles gorgées :
 - le premier comprenant les femelles aux stades I et II début, c'est à dire sans ou avec très peu de vitellus (Groupe A).
 - le second comprenant les femelles aux stades II moyen, II fin, III (groupe B)

† SMITH (1962) avait signalé au Tanganyika des différences dans le comportement d'A.gambiae suivant qu'il s'adressait à tel ou tel type de maisons: les lieux de repos ne sont pas les mêmes. En analysant le rapport femelles gravides, femelles gorgées dans les deux cas considérés par cet auteur nous trouvons une différence hautement significative.

Nous avons établi cette distinction car il nous est apparu, au moins pour A.funestus, qu'il existait un stade prégravidé important.

L'analyse statistique des différentes catégories de moustiques a été entreprise en comparant les captures dans le village et la station d'une part, dans la station et le camp peuhl d'autre part.

1°) A.funestus

Si l'on compare les effectifs rencontrés dans les maisons de la station et dans celles du village, on observe une identité de comportement

a) d'une part, en ne tenant compte que du groupe B des gorgés, par rapport aux gravides : la contingence quadratique χ^2 de Pearson = 0,038 ce qui, pour un degré de liberté est significatif au seuil de probabilité de 20 %.

b) en examinant l'ensemble des gorgés (A + B) par rapport aux gravides nous avons : $\chi^2 = 0,951$, ce qui, pour un degré de liberté se trouve dans les limites permises.

Si l'on compare ensuite les moustiques capturés dans les maisons du type peuhl et celles de la station, on note une différence significative pour un degré de liberté, le χ^2 (gravides - gorgés A-B) $\chi^2 = 7,71$, ce qui est significatif à un niveau de probabilité supérieur à 99 %

le χ^2 (gravides - gorgés B) $\chi^2 = 8,00$

2°) A.gambiae

On observe pratiquement les mêmes différences que pour A.funestus

Si l'on compare les effectifs capturés dans les habitations de la station et dans celles du village

a) En tenant compte du groupe B des gorgés A.gambiae par rapport aux gravides, $\chi^2 = 0,038$ significatif au seuil de 20 % de probabilité

b) Pour l'ensemble des groupes des gorgés (A + B) par rapport aux gravides, nous avons :

$\chi^2 = 0,889$ ce qui, pour un degré de liberté se trouve dans les limites permises.

En comparant ensuite les anophèles capturés dans les maisons de la station et ceux capturés dans le camp peuhl,

en ce qui concerne le groupe B des gorgés par rapport aux gravides

$\chi^2 = 4,624$ ce qui est significatif pour un degré de liberté à un niveau supérieur à 95 % de probabilité.

Tableau N° 6

Test d'habitabilité des cases-pièges
Etude de la proportion des femelles gorgées et gravides

A.funestus gorgé et gravide

	Stade de développement ovarien				
	St I	II d	II m	III	IV V
	Gorgés			gravides	
	A		B		
Station	5		84		21
Village	5		29		5
Camp Peuhl	12		90		53

Tableau N° 7

A.gambiae gorgé et gravide

	Stade de développement ovarien				
	St I	II d	II m	III	IV V
	Gorgés			gravides	
	A		B		
Station	29		115		43
Village	39		478		184
Camp Peuhl	57		277		162

Enfin, pour ce qui est de l'ensemble des groupes (A + B) gorgés par rapport aux gravides

$\chi^2 = 5,929$ ce qui est significatif à un niveau à 98 % pour un degré de liberté.

De tout ceci il ressort que le comportement d'une espèce de moustique est fonction du lieu dans lequel elle se trouve. Il ne convient donc pas d'utiliser un type de maison quelconque expérimentalement. Les comparaisons des taux des femelles gorgées-femelles gravides, sont faciles à réaliser, et, à notre sens présentent des garanties suffisantes pour que l'on puisse dire, si les différences observées ne sont pas significatives, que les maisons-pièges sont conformes.

E/ TRAITEMENT PROPREMENT DIT

1°) Pulvérisation du DDT

Les 9 maisons de la station expérimentale contenant chacune deux pièges dont une avec des trappes-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 également déterminé quel serait le lot témoin, à 1 gramme et à 2 grammes de D.D.T.

La quantité de DDT poudre mouillable à 75 % nécessaire pour donner une pulvérisation de 1 gramme de DDT technique par mètre carré dans une maison a été déterminée en mesurant la surface des murs, du toit et des poutres. La quantité d'insecticide nécessaire pour une pièce était placée dans l'appareil à pulvérisation et on procédait au traitement de la chambre considérée. Auparavant l'opérateur s'était entraîné plusieurs fois avec une quantité d'eau ordinaire identique à celle utilisée pour solutionner l'insecticide.

La première pulvérisation a eu lieu au mois de Septembre 1962 (4 Septembre pour les maisons à 1 gramme, 24 Septembre pour les maisons à 2 grammes); nous avons procédé à un deuxième traitement aux mêmes dosages pour les mêmes maisons à la mi-mai 1963.

2°) Méthode de travail

Dans chaque pièce, nous avons placé un homme dormant toute la nuit sur une natte à même le sol ou dans la mesure du possible sur un lit démontable. Nous aurions préféré utiliser uniquement les employés du Laboratoire, pour des raisons de discipline, mais les incidences financières nous ont obligé à employer en partie des gens du village de Koumbia. En moyenne le personnel utilisé a été de :

- 1 Entomologiste médical ORSTOM à temps partiel
 - 1 Technicien ORSTOM
- tous les deux européens,

- I Infirmier spécialiste d'entomologie à temps plein
- I Chef d'équipe, 1 chauffeur
- 7 à 8 captureurs du Laboratoire
- le complément était 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 du fait, pour les gens du Laboratoire, d'autres travaux en cours, et pour ceux du village, de la nécessité de se rendre sur les lieux de culture, au moins à tour de rôle.

Dans chaque chambre, nous placions un homme dormant toute la nuit sans moustiquaire; chaque dormeur recevait de la nivaquine. Les fentes d'entrée étaient ouvertes à 20 heures et les portes d'entrée fermées; ces dernières le restaient jusqu'au lendemain fin de matinée.

A 5 h 30 avait lieu le premier ramassage dans les trappes fenêtrées et dans les vérandas, à 8 h 30 nous procédions à une seconde collecte dans les pièges de sortie; enfin à 10 h 30, on procédait au ramassage des moustiques se trouvant dans les habitations.

Nous avons préféré le ramassage à la main d'une part car il est le seul qui permette de mettre les moustiques en observation pendant 24 heures, d'autre part parce que la pyrèthrine en solution dans du Kérosène possède un certain pouvoir répulsif, comme l'a mis en évidence MUIRHEAD-THOMSON (1947), ce pouvoir répulsif étant d'ailleurs du au Kérosène.

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", gravides suivant les indications données par GILLIES et collaborateurs dans le "guide d'entomologie appliquée à la lutte antipaludique dans la région africaine de l'O.M.S." (1961); ils étaient ensuite placés par pièce en trois séries de gobelets de carton correspondant aux ramassages à 5 h 30, 8 h 30 et capture totale. Les gobelets étaient recouverts d'une gaze de tulle; sur chaque gobelet était placé un tampon de coton hydrophile imbibé d'eau et de sucre (saccharose).

Ces gobelets étaient ensuite placés dans une des chambres témoins sur une table dont les pieds baignent dans des récipients contenant de l'huile. Au bout de 24 heures on procédait au décompte des morts.

- Exploitation des résultats

1) Calcul de la mortalité obtenue

Elle est exprimée par la formule suivante $\frac{M + M'}{T} \times 100$

ou M - représente les morts ramassés dans les trappes, les vérandas, 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 h. dans les maisons témoins, ce qui en d'autres termes revient à assimiler les mortalités dues aux insecticides et dans les témoins à deux événements indépendants et à dire que la probabilité qu'ont deux événements indépendants de se produire ensemble est égale à la somme des probabilités des deux événements considérés isolément diminués de leur produit.

$$p A u B = pA + pB - pA \times pB$$

$$p A u B = \text{mortalité observée}$$

$$p A = \text{effet de l'insecticide}$$

$$p B = \text{mortalité témoin}$$

$$\text{d'ou } pA = \frac{p A u B - p B}{1 - p B}$$

Catégories examinées

Les mortalités sont données par espèce et par catégorie

- à jeun
- gorgés-gravides car au bout de 24 heures (les cycles gonotrophiques étant, dans la région, de 48 heures pour A.gambiae et A.funestus), il devient très difficile de faire la part des gorgés et des gravides.

Programme hebdomadaire de travail

L'équipe travaillant à Koumbia quitte en général le Centre de Boko-Dioulasso pour se rendre à son travail le lundi midi; les ramassages ont lieu les mardi, mercredi, jeudi et le vendredi, lorsque les densités des moustiques sont basses; les lectures de mortalité sont effectuées le jour suivant.

2) Indice de repletion

Nous déterminerons un indice de repletion I_{rp} qui sera égal au rapport du nombre de femelles gorgées et gravides sur le total des captures; 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)

3) Enfin un indice de non-attirance représentant le "deterrent effect" de ZULUETA (de) et CULLEN (1963), égal au rapport du nombre de moustiques entrés dans une maison témoin sur ceux entrés dans une maison traitée avec un insecticide.

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

La sensibilité au DDT a été étudiée pour *A.funestus* et pour *A.gambiae*.

- La sensibilité d'*A.funestus* a été évaluée en Novembre 1962 (gorgés + gravides), au cours du 1er trimestre 1963 (gorgés et gravides séparément) et enfin au 3ème trimestre 1963; les CL 50 estimées graphiquement sur papier gaussien-logarithmique sont comprises entre 0,28 et 0,72 pour les trois séries d'expérience, les CL 90 entre 1,2 et 2.

- Pour *A.gambiae* (gorgé et gravide), nous avons effectué une seule série de tests au cours du 2ème trimestre 1963; la CL 50 est de 0,63, la CL 90 est de 1,3.

Comme on le voit les concentrations létales précédemment citées sont du même ordre pour les deux anophèles examinés; 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.

Tableau N° 8 a

Essais de sensibilité au DDT d'*A.funestus*, effectués à Koumbia

I) 4ème Trimestre 1962 - *A.funestus* gorgé et gravide

Concentration en DDT %	Total	Morts	Mortalité %	Mortalité corrigée %
0,25 %	59	30	51 %	48 %
0,50 %	51	42	82 %	81 %
I %	57	48	84 %	83 %
2 %	54	51	95 %	95 %
Témoin	40	2	5 %	0 %

Tableau N° 8 b

Essais de sensibilité au DDT d'*A.funestus*, effectués à Koumbia2) Ier Trimestre 1963 - *A.funestus* gorgé

Concentration en DDT %	Total	Morts	Mortalité %	Mortalité corrigée %
0,25 %	147	18	13 %	12 %
0,50 %	157	24	15 %	14 %
1 %	152	100	66 %	66 %
2 %	181	168	93 %	93 %
Témoin	165	1	1 %	

Tableau N° 8 c

Essais de sensibilité au DDT d'*A.funestus*, effectués à KoumbiaIer Trimestre 1963 - *A.funestus* gravide

Concentration en DDT %	Total	Morts	Mortalité %	Mortalité corrigée %
0,25 %	129	9	7 %	5 %
0,50 %	150	74	49 %	48 %
1 %	153	133	87 %	87 %
2 %	127	124	98 %	98 %
Témoin	145	3	2 %	

Tableau N° 8 d

Tests effectués au Laboratoire de Bobo-Dioulasso
(sur A. FUNESTUS gorgé et gravide) en provenance de
Koumbia

Concentration en DDT %	Total	Morts	Mortalité %	Mortalité corrigée %
0,25 %	100	3	3 %	2 %
0,50 %	101	16	16 %	15 %
1 %	94	53	56 %	56 %
2 %	99	94	95 %	95 %
Témoin	102	1	1 %	

Tableau 8 e

Essais de sensibilité au DDT d'A. funestus, effectués à Koumbia

5) 2ème trimestre 1963 - A. funestus gorgé et gravide

Concentration en DDT %	Total	Morts	Mortalité %	Mortalité corrigée %
0,50 %	50	17	34 %	31 %
1 %	52	40	77 %	76 %
2 %	20	18	90 %	90 %
Témoin	49	2	4 %	

Tableau N° 9

Essais de sensibilité d'*A.gambiae* gorgé et gravide, effectués
à Koubia

6) 2ème trimestre 1963 - *A.gambiae* gorgé et gravide

Concentration en DDT %	Total	Morts	Mortalité %	Mortalité corrigée %
0,25 %	30	2	7 %	
0,50 %	30	7	23 %	
I %	30	II	37 %	
2 %	29	28	97 %	
4 %	19	19	100 %	
Témoin	43	0		

4/ Les prédateurs (fourmis et autres)

Dans les premiers mois qui suivent les pulvérisations au DDT, nous n'avons pas observé de prédation, mais l'activité de l'insecticide baissant et aussi notre système de protection ne donnant plus entière satisfaction, (remplissage des rigoles par la boue qui tombe du mur), nous avons procédé à des tests pour déterminer quelle pouvait être l'intensité de la prédation.

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

Une première série de tests a été réalisée au mois de Janvier 1963 et a donné (5 mois après le 1er traitement) :

- 16 % de prédation moyenne dans les maisons à 1 gramme
- 7 % dans les maisons à 2 grammes.

Une seconde série d'essais a été réalisée en Janvier 1964 (8 mois après la seconde pulvérisation):

- 13 % de prédation dans les maisons à 1 gramme,
- 3 % dans les maisons à 2 grammes

- Discussion

En fait, étant donné notre mode de captures, ramassage au sol dès 8 heures du matin, nous n'estimons pas à plus de quatre, cinq heures de temps passe par les moustiques tués (DDT) sur le sol et la prédation réelle est certainement inférieure aux chiffres donnés. En tout état de cause si on en tient compte, ceci ne change pratiquement rien au sens des résultats que nous avons trouvé. Depuis le mois d'Avril 1964, nous avons placé de faux planchers, isolés par bains d'huile, dans deux pièces (une à 1 gramme, l'autre à deux grammes) de DDT; ce système semble à conseiller lors d'une utilisation ultérieure de case-piège non bâtie sur pilotis.

F/ ETUDE DU COMPORTEMENT

1.- DES MANSONIA

Activité du DDT sur M.uniformis Theo. M.africana Theo.

Bien que n'entrant pas à proprement parler dans le cadre de ce travail nous nous sommes attachés à l'étude du comportement des Mansonia: M.africana et M.uniformis. Ces deux espèces de moustique présentent l'avantage d'être exophiles; ils n'entrent dans les habitations que pour se nourrir; gorgés ils cherchent la sortie. Il nous a paru intéressant d'étudier les modifications que pouvaient subir le comportement de ces insectes lorsqu'ils étaient placés devant un produit chimique présentant des propriétés irritantes. REID et WHARTON en 1956 avaient observé que les Mansonia qui pénètrent dans les maisons traitées au DDT ont tendance à ne pas se gorger et avaient estimé à 0,32 l'abaissement du taux des femelles gorgées.

DE ZULUETA et CULLEN (1963) remarquent que le nombre des Mansonia (presque tous M.uniformis) pénétrant dans les habitations ne diminue pas lorsqu'on les traite avec un insecticide tel que le DDT même si cet insecticide est placé, à l'extérieur des habitations, autour des lieux de pénétration.

Activité au DDT sur M.uniformis

1°) Les mortalités données qui correspondent aux chiffres globaux au bout de dix huit mois, après deux traitements insecticides indiquent une mortalité moyenne très peu importante aussi bien avec 2 grammes qu'avec 1 gramme de DDT technique au mètre carré.

Pour 2 grammes nous avons une mortalité globale de 53 % pour les femelles gorgées contre 39 % pour 1 gramme. Nous n'observons pratiquement pas de baisse du taux des entrées ce qui va dans le sens des observations de ZULUETA et CULLEN 1963; M.uniformis semble être un moustique qui n'est

pas repoussé à distance (deterrent effect des auteurs précités), et pénétre dans les maisons traitées; mais à ce moment il est irrité et semble vouloir chercher la sortie sans se nourrir.

Il est curieux de constater que si dans les maisons témoins nous n'avons que 31 % de femelles à jeun, dans les maisons traitées nous obtenons respectivement 71 % de femelles à jeun dans les habitations à 1 gramme et 65 % dans les maisons à 2 grammes de DDT par mètre carré.

Tableau N° IO

Etude du rapport femelles à jeun, femelles gorgées pour M.uniformis

Etat de réplétion	TEMOINS		1 GRAMME DDT		2 GRAMMES DDT	
	N	%	N	%	N	%
à jeun	264	31 %	492	71 %	378	65 %
gorgées	588	69 %	204	29 %	205	35 %
Total	852	100 %	696		583	

Tableau N° II

Etude du rapport femelles à jeun, femelles gorgées pour M.africana

Etat de réplétion	TEMOINS		1 GRAMME DDT		2 GRAMMES DDT	
	N	%	N	%	N	%
à jeun	100	18 %	144	57 %	142	52 %
gorgées	454	82 %	110	43 %	131	48 %
Total	554	100 %	254	100 %	273	

Tableau N° 12

DECOMPTE DE LA MORTALITE CHEZ M. AFRICANA DANS LES MAISONS AVEC PIEGES-FENETRES

Etat de répletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%
à jeun	37	7	19%	53	14	26%	74	25	34%
gorgés	169	8	5%	33	10	30%	83	47	57%

Tableau N° 13

DECOMPTE DE LA MORTALITE CHEZ M. AFRICANA DANS LES MAISONS AVEC VERANDA

Etat de répletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%
à jeun	63	8	13%	91	25	27%	68	27	40%
gorgés	285	13	5%	77	24	31%	48	18	38%

.../...

Tableau N° 14

DECOMPTE GLOBAL DE LA MORTALITE CHEZ M. UNIFORMIS

Etat de répletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%
à jeun	264	101	38%	492	191	39%	378	179	47%
gorgés	588	52	9%	204	79	39%	205	108	53%
Total	852			696			583		

Tableau N° 15

DECOMPTE GLOBAL DE LA MORTALITE CHEZ M. AFRICANA

Etat de répletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%
à jeun	100	15	15%	144	29	20%	142	52	37%
gorgés	454	21	5%	110	34	31%	131	65	50%
Total	554			254			273		

.../...

Tableau N° 16

DECOMPTE DE LA MORTALITE CHEZ M. UNIFORMIS DANS LES MAISONS AVEC PIEGE-
FENETRES

Etat de répletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%
à jeun	133	66	50%	141	70	50%	200	125	63%
gorgés	323	22	7%	86	35	41%	154	94	61%

Tableau N° 17

DECOMPTE DE LA MORTALITE CHEZ M. UNIFORMIS AVEC VERANDA

Etat de répletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%
à jeun	131	35	27%	351	121	35%	178	54	30%
gorgés	265	30	11%	118	44	37%	51	14	27%

.../...

L'indice de réplétion Irp qui est égal à la somme des femelles gorgées sur le nombre total capturé est respectivement de 0,69 pour les témoins, 0,29 pour les habitations à 1 gramme, 0,35 dans les maisons à 2 grammes de DDT.

- Activité du DDT sur M.africana

M.africana dont le comportement semble se rapprocher de Mansonia uniformis semble en différer un peu par le fait que le nombre des entrées semble diminué. Ce "deterrent effect" de ZULUETA (de) et CULLEN (1963), nous l'appellerons effet de non-attraction, qui ne joue pratiquement pas pour M.uniformis, semble se manifester pour M.africana. On note une réduction de plus du double du niveau des entrées.

L'indice de réplétion varie dans le même sens que celui de T.uniformis alors que dans le témoin Irp = 0,82, il tombe à 0,43 pour 1 gramme et 0,48 pour 2 grammes de DDT.

Les mortalités globales observées pour ce moustique sont pour les femelles gorgées : de 31 % pour 1 gramme de DDT
50 % pour 2 grammes de DDT.

- Discussion

Si l'on considère les résultats globaux, il semble que l'activité de 2 grammes de DDT soit légèrement supérieure à celle d'un gramme; de plus pour ces deux espèces il n'apparaît pas que l'on augmente les phénomènes d'irritabilité en augmentant les doses ce qui ressortait du travail de GILROY 1951 (in Muirhead-Thomson 1960): ceci nous le retrouverons d'ailleurs lors de l'étude des principaux vecteurs de paludisme dans l'Ouest Africain, A.gambiae et A.funestus.

2°) D'A. FUNESTUS

I/ Abaissement du taux des entrées

Ce qui frappe le plus lorsqu'on examine le tableau I8, c'est la grande différence entre les moustiques capturés d'une part dans les maisons témoins, d'autre part dans les maisons traitées. En fait les chiffres indiqués pour les témoins pèchent par défaut car durant les premiers huit mois, une maison témoin sur six n'a pas fonctionné. Pour calculer le taux d'abaissement des entrées nous ne nous sommes adressés qu'à la période allant de Mai 1963 à Mars 1964, c'est à dire après le deuxième traitement, ou les dix huit maisons-pièges ont effectivement travaillé.

$$\text{Indice d'entrée } I_e = \frac{N'}{N}$$

ou N' est égal à la somme des moustiques morts et vivants capturés dans les maisons traitées au DDT et leurs pièges de sortie.

N = le total des moustiques des maisons témoins.

- Pour 1 gramme de DDT/m² $I_e = \frac{743}{6012} = 0,12$

- Pour 2 grammes de DDT/m² $I_e = \frac{1389}{6012} = 0,23$

Il s'agit comme on le voit d'un abaissement considérable du taux des entrées, abaissement qui ne va certainement pas dans le sens des concentrations puisque dans les maisons à 2 grammes de DDT par mètre carré il est moins important que dans les habitations traitées à 1 gramme. Ce phénomène, connu depuis longtemps déjà, sera discuté ultérieurement.

2/ 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, 0,67 dans les maisons à 1 gramme où on observe donc une légère diminution, et 0,77 dans les maisons à 2 grammes; on ne saurait à notre avis tirer de conclusions sur le fait, que l'indice d'engorgement est abaissé dans les habitations traitées à 1 gramme et au contraire élevé dans celles à 2 grammes.

Nous estimons qu'A.funestus se nourrit aussi facilement dans les maisons traitées que dans les autres. Si l'insecte à jeun vient dans la maison en contact avec le DDT, il est vraisemblablement irrité et cherche à se nourrir; gorgé il se posera sur l'insecticide et prendra une dose létale.

3/ Activité du DDT sur A.funestus

Nous distinguerons deux parties :

- tout d'abord l'étude globale de l'activité
- ensuite l'évolution de l'activité dans le temps

a) Etude globale de l'activité

Les mortalités observées au cours des dix huit mois qu'a duré l'étude sont récapitulées au tableau I9. La mortalité chez les femelles à jeun témoins est très élevée 30%; nous n'avons donc tracé que les courbes des mortalités obtenues avec les femelles gorgées et gravides; les résultats femelles gorgées-gravides, 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 sont beaucoup plus importantes pour 2 grammes que pour 1 gramme de DDT, 77 % au lieu de 57 %; les chiffres obtenus avec le dosage le plus faible pourraient à la rigueur être considérés comme suffisants, MAC-DONALD et 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

b) Etude de l'activité rémanente du DDT sur A.funestus

Les résultats sont donnés mois par mois au tableau 22 et les courbes tracées sont celles des mortalités corrigées. Lors du premier traitement (les passages d'insecticides sont figurés au-dessus des courbes par des flèches), nous estimons avoir une bonne activité durant quatre mois pour 1 gramme de DDT, cinq mois pour le traitement à deux grammes.

Lors du second traitement, aux mêmes dosages, nous avons une bonne efficacité durant 4 mois pour les maisons à 1 gramme de DDT, et au moins 8-9 mois pour les maisons à 2 grammes.

c) Etude trappes-fenêtres verandas

Dans les tableaux 20 et 21, nous avons séparé les A.funestus capturés dans les maisons avec verandas et dans les maisons avec pièges-fenêtres; les deux systèmes présentent à notre avis leurs avantages.

L'activité rémanente est mieux étudiée dans les maisons avec pièges-fenêtres, les résultats ont toujours été beaucoup plus réguliers et plus homogènes mais on doit noter que la mortalité a été plus élevée que dans les maisons avec véranda.

L'avantage des verandas 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 de même type que celle des habitations du village; les mortalités sont plus basses, vraisemblablement parce qu'elles permettent un "exit" plus facile.

†
Ainsi :

Pour les maisons traitées à 1 gramme
-65 % de mortalité pour les maisons à pièges-fenêtres
-50 % de mortalité pour les maisons avec véranda.
Pour les maisons traitées à 2 grammes
-86 % de mortalité pour les maisons à pièges-fenêtres
-63 % " pour les maisons avec véranda.

Tableau I8

Etude récapitulative du pourcentage des femelles d'A.funestus
à jeun et gorgés

	TEMOINS		1 GRAMME DDT		2 GRAMMES DDT	
	N	%	N	%	N	%
à jeun	3139	26 %	1085	33 %	795	23 %
Gorgés + gravides	8814	74 %	2182	67 %	2688	77 %
TOTAL	11953		3267		3483	

Tableau I9

Récapitulation générale de la mortalité observée chez A.funestus
(Maisons avec vérandas et fenêtres-pièges groupées)

Etat de repletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Mortes	M%	Total	Mortes	M%	Total	Mortes	M%
à jeun	3139	930	30 %	1085	697	64 %	795	567	71 %
gorgés + gravides	8814	445	5 %	2182	1241	57 %	2688	2082	77 %

Tableau 20

Récapitulation générale de la mortalité observée chez A.funestus
dans les maisons avec pièges-fenêtres.

Etat de repletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Mortes	M%	Total	Mortes	M%	Total	Mortes	M%
à jeun	1035	332	32,1%	471	319	67,7%	467	390	83,5%
gorgés + gravides	4325	189	4,4%	985	643	65,3	1689	1451	86 %

Tableau 21

Récapitulation générale de la mortalité chez A.funestus
dans les maisons avec vérandas

Etat de repletion	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Mortes	M%	Total	Mortes	M%	Total	Mortes	M%
à jeun	2104	598	28,4%	614	378	61,6%	328	177	54%
gorgés + gravides	4489	256	5,7%	1197	598	50%	999	631	63%

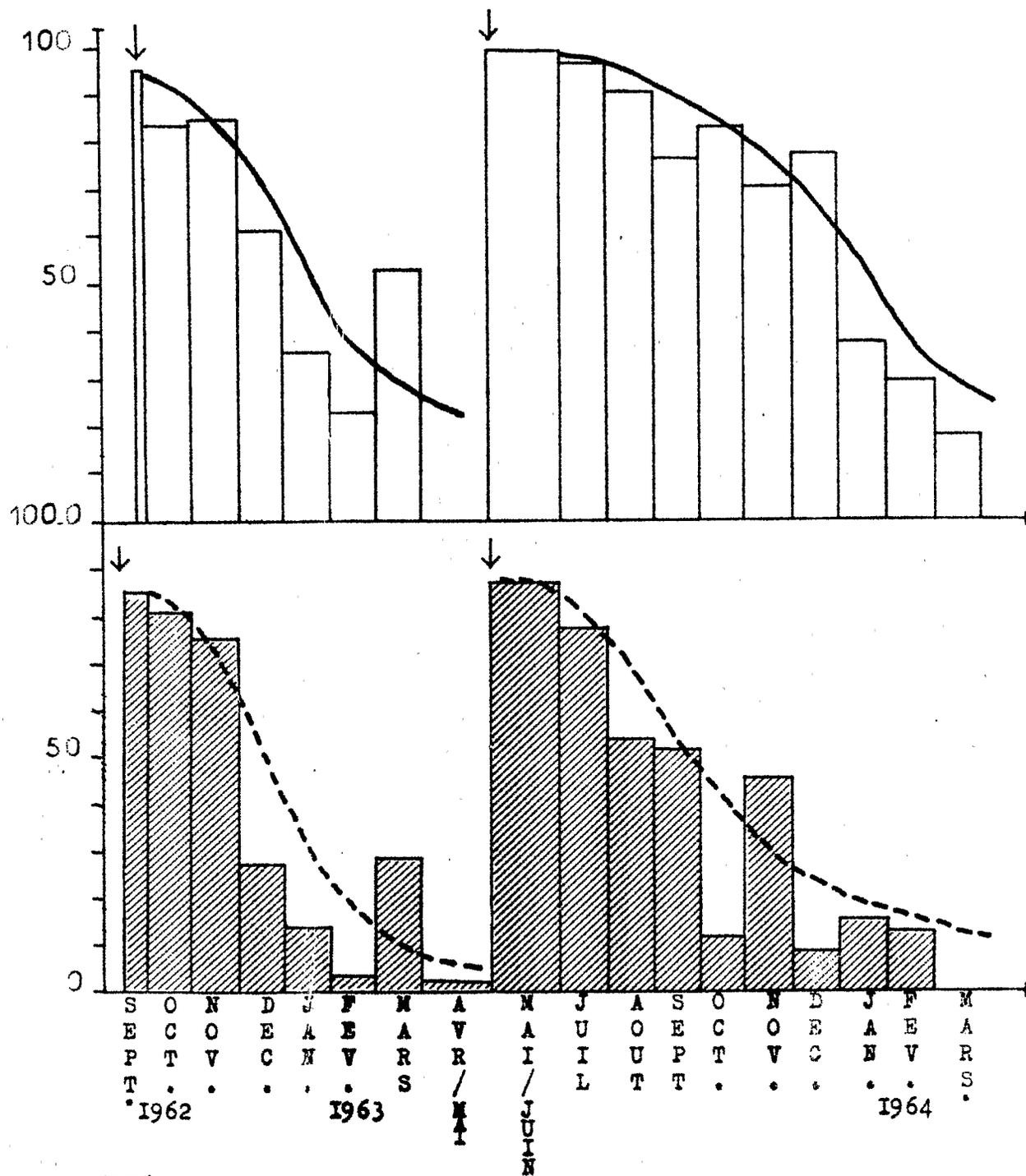
Tableau 22

ACTIVITE DU DDT DANS LES MAISONS AVEC VERANDAS ET FENETRES-PIEGES GROUPEES

A. FUNESTUS GORGE et GRAVIDE

MOIS et ANNEES	TEMOIN			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	TOTAL	MORTS	M%	TOTAL	MORTS	M%	TOTAL	MORTS	M%
1er Traitement au DDT									
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	56%
Avril mi-Mai	13	2	15%	6	1	17%	2	0	0 %
2ème traitement au DDT									
mi-Mai 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	29%	13	6	46 %
Mars	102	3	3%	2	0	0%	5	1	20 %

ACTIVITE du D.D.T en pourcentage sur *A.funestus* gorgé et gravide



□ / 2g DDT
 ▨ / 1g DDT

3°) D'A. GAMBIAE

I/ 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 qui va d'Avril 1963 à Mars 1964 est :

- dans les maisons à 1 gr..... $\frac{654}{826} = 0,79$

- dans les maisons à 2 gr..... $\frac{620}{826} = 0,75$

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

2/ Indice d'engorgement

Comme pour A.funestus, nous constatons, tableau 23, que le taux des femelles gorgées ne diminue presque pas dans les maisons traitées au DDT :

- pour les maisons à 1 gr il est de 0,785
- " " à 2 gr il est de 0,84
- " " témoins " 0,84

3/ Activité du DDT sur A.gambiae

I/ Etude globale de l'activité

Les mortalités globales observées au cours des dix huit mois de l'étude, comprenant deux traitements aux insecticides, sont récapitulées au tableau 24. La mortalité est élevée chez les témoins à jeun, la raison en est due à notre avis, à la grande mobilité de ces insectes et à la difficulté que cela occasionne de les attraper aussi bien dans les trappes que dans les verandas.

Pour les femelles gorgées et gravides, nous notons respectivement une mortalité globale de 38 % pour les habitations à 1 gramme (toutes maisons groupées) et de 68 % pour celles à 2 grammes.

Les mortalités observées pour cette espèce sont nettement inférieures à celles obtenues pour 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.

2/ Etude de l'activité rémanente du DDT sur A.gambiae

Les résultats sont donnés mois par mois au tableau 27 et comme pour A.funestus les courbes tracées sont celles des mortalités corrigées.

Nous estimons avoir eu des mortalités suffisantes avec 2 grammes de DDT/m² pendant

- 3-4 mois lors du premier traitement
- 6 mois lors du second.

Quand au traitement à 1 gramme il nous semble avoir été insuffisant aussi bien lors du premier que du second passage d'insecticide.

Tableau 23

Etude du rapport femelles à jeun, femelles gorgées pour A.gambiae

	Témoins		1 GRAMME DDT		2 GRAMMES DDT	
	N	%	N	%	N	%
à jeun	176	16	213	21,5	126	16
Gorgés et gravides	944	84	698	78,5	640	84
TOTAL.....	1120	100	911	100	766	100

Tableau 24

Récapitulation Générale de la mortalité observée chez A.gambiae

Maisons avec verandas et fenêtres-pièges groupées

	Témoins			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	N	M%	Total	N	M%	Total	N	M%
à jeun	176	48	27%	213	71	33%	126	76	60%
gorgé et gravide	944	47	5%	698	263	38%	640	434	68%
TOTAL...	1120			911			766		

Tableau 25

Récapitulation générale de la mortalité observée dans les maisons
avec fenêtres pièges pour A.gambiae

	TEMOIN			I GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	N	M%	Total	N	M%	Total	N	M%
à jeun	84	28	33,3	110	30	27,3	75	49	65,3
gorgé et gravide	577	30	5,2	216	99	45,8	441	346	78,5

Tableau 26

Récapitulation générale de la mortalité observée dans les maisons
avec véranda pour A.gambiae

	TEMOIN			I GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	N	M%	Total	N	M%	Total	N	M%
à jeun	92	20	21,8	103	41	39,8	51	27	52,9
gorgé et gravide	367	17	4,6	482	164	34	199	88	44,2

ACTIVITE DU DDT DANS LES MAISONS AVEC VERANDAS ET FENETRES-PIEGES GROUPEES

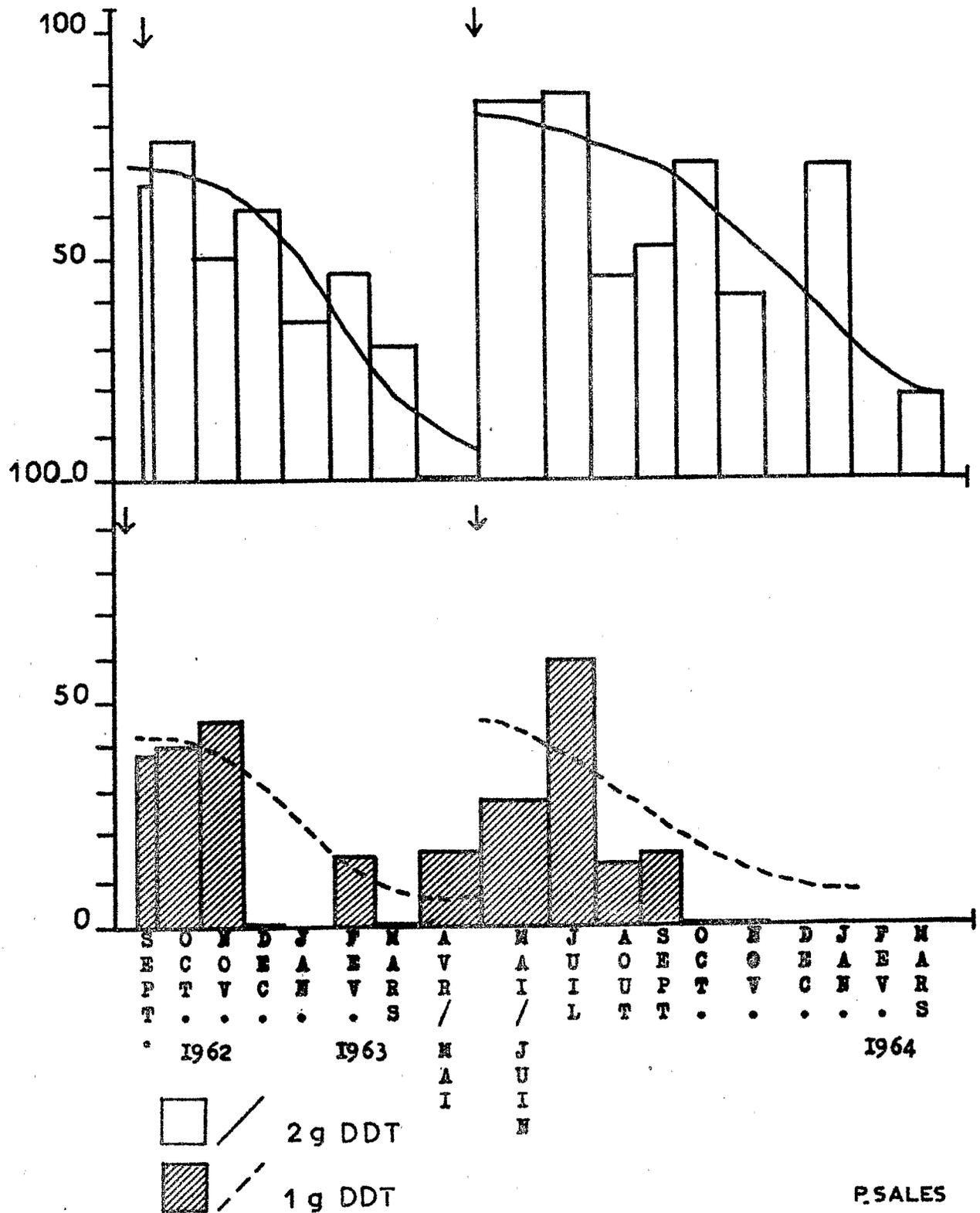
Tableau 27

A. GAMBIAE GORGE ET GRAVIDE

MOIS ET ANNEES	TEMOINS			1 GRAMME DDT			2 GRAMMES DDT		
	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%	Total	Morts	M%
1er Traitement au DDT									
Septembre 1962	79	6	8 %	60	26	43 %	10	7	70 %
Octobre	61	1	3 %	68	28	41 %	55	42	76 %
Novembre	7	0	0 %	9	4	44 %	14	8	50 %
Décembre	1	0	0 %	3	0	0 %	5	3	60 %
Janvier 1963	5	0	0 %	0			6	2	33 %
Février	30	0	0 %	25	2	8 %	9	4	44 %
Mars	19	5	26 %	22	3	14 %	7	2	29 %
Avril mi-Mai	23	4	17 %	16	5	31 %	4	0	0 %
2ème Traitement au DDT									
mi-Mai 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	0 %	36	26	72 %
Novembre	14	0	0 %	2	0	0 %	10	4	40 %
Décembre	1	0	0 %	0			0		
Janvier 1964	15	1	7 %	0			7	5	71 %
Février	17	0	0 %	0			0		
Mars	64	1	2 %	7	0	0 %	12	2	17 %

ACTIVITE du D.D.T en pourcentage

sur *A. gambiæ* gorgé et gravide



Discussion

Le phénomène d'abaissement des entrées dans les habitations désinsectisées est connu depuis quelques années (GEBERT 1948, MUIRHEAD, THOMSON, 1950).

WILKINSON 1951 travaillant dans l'Uganda 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 et LINDSAY 1958 notent une répulsivité occasionnée, pensent-ils, par une impureté relativement volatile, probablement sans activité insecticide.

REID et 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 observations, un abaissement important du taux des entrées d'A.funestus et continue à l'observer plusieurs mois.

Si nous considérons le tableau 22, nous constatons que dix mois après le second traitement, A.funestus évite encore les maisons désinsectisées et pénètre dans les maisons témoins.

CHAUVET (1962-1963) faisant des captures comparées dans des étales traitées et témoins constate une réduction des anophèles dans les locaux désinsectisés. Pour cet auteur l'idée que le DDT exerce à distance une action répulsive 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 trappes-fenêtres 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 vient compliquer encore le problème.

1) A.gambiae

ZULUETA (de) et 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 %.

HADAWAY (1950) émet l'opinion qu'A.gambiae continue à pénétrer dans les maisons traitées mais les nombres donnés sont trop peu importants pour que l'on puisse ou non établir la réduction.

2) A.funestus

WILKINSON (1951), KUHLOW (1962) observent une baisse dans le taux d'entrée des femelles d'A.funestus. ZULUETA (de) et CULLEN (1963) signalent une réduction de 89,9 % dans le village de Masaka, ce qui correspond aux chiffres que nous avons donnés :

Ie = 0,12 dans les maisons à 1 gramme
Ie = 0,23 " " 2 grammes

Considérations générales

Outre les auteurs précités, signalons SLOOF (1964), DOWN et BORDIAS (1961) (in KUHLOW 1962) qui sont d'accord pour noter une réduction des entrées dans les habitations traitées. Chacun l'observe à différents degrés.

De plus pour certains moustiques comme M.uniformis il semble que ce phénomène ne se produise pas CULLEN et ZULUETA (de) (1963).

Rappelons brièvement les différentes théories émises pour expliquer ce phénomène :

- Emission de microondulations occasionnées par la désintégration du DDT (GEBERT 1948)
- Odeur de l'appât masquée par celle de l'insecticide (WILKINSON 1951)
- Particules d'insecticide en suspension dans l'air (DAVIDSON 1953)
- Impuretés volatiles sans action insecticide (HOCKING et LINDSAY 1958)
- Migration de l'insecticide de l'intérieur vers l'extérieur (MUIRHEAD THOMSON 1960)

Nous pensons pouvoir écarter les théories de GEBERT et de DAVIDSON, la première parce que le fait de désintégration est un phénomène général, la seconde parce que cet effet de répulsion dure plusieurs mois après la pulvérisation.

L'hypothèse de MUIRHEAD-THOMSON est séduisante à savoir qu'il n'y a pas d'effet de non attirance, que le phénomène est actif et qu'il est dû aux propriétés irritantes de l'insecticide; physiquement cette migration est acceptable sous l'action de l'eau. Elle ne tient pas compte du fait que ce phénomène a également été observé avec la dieldrine CULLEN et ZULUETA 1963, qui n'a pas de propriétés irritantes.

Ces impuretés volatiles, hypothèse de HOCKING et 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 pensait que l'odeur de l'appât était peut-être masquée par celle de l'insecticide; il s'agirait alors d'un phénomène passif; c'est la solution que pour le moment nous pensons pouvoir retenir. Nous nous garderons de conclure de façon définitive; il est possible que ce phénomène de "non attirance", pour ne plus employer le terme de répulsivité tant qu'elle n'est pas démontrée, participe de plusieurs des hypothèses pré-citées. Nous soulignerons 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 témoins.

REID et WHARTON 1956 observent qu'A. maculatus Théo. se nourrit normalement, tandis que C. fatigans Wied a tendance à vouloir sortir à jeun.

SLOOF 1964 remarque que le taux moyen des femelles gorgées, passe à Arso (Nouvelle Guinée), pour A. punctulatus groupe Viz, de 0,85 dans les maisons témoins à 0,69 dans les maisons traitées à 1 gramme et à 0,72 dans les habitations à 2 grammes.

Les femelles de A. punctulatus, comme celles de A. gambiae et A. funestus ne semblent pas être plus 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.

G/ ACTIVITE COMPAREE DE DEUX DOSAGES DE DDT (1 gr. 2gr./m2)

MUIRHEAD-THOMSON 1960 cite les travaux de GILROY 1951 qui observe avec A. minimum Théo aux dosages d'insecticides les plus élevés une mortalité plus basse 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.

SLOOF 1964, par contre obtient une mortalité plus élevée avec 2 grammes de DDT/m2 qu'avec 1 gramme du même produit, et rejoint, nous le verrons nos propres observations.

Au tableau 28, nous donnons les mortalités corrigées obtenues avec A. funestus et A. gambiae depuis les mois de Septembre 1962 jusqu'au mois de Mars 1964.

En regard des mortalités sont donnés les écarts qui sont affectés, d'un signe + lorsque la plus haute mortalité est obtenue avec la concentration en insecticide la plus élevée, d'un signe moins dans le cas contraire; la moyenne des écarts pour A.funestus est de 25 %, pour A.gambiae de 33 %.

Pour ces deux anophèles, la létalité augmente donc avec la dose d'insecticide; c'est ce que nous avons remarqué d'ailleurs avec M.uniformis et M.africana; les mortalités obtenues sont plus élevées pour A.funestus gorgé et gravide que pour A.gambiae (tableaux I9-24-28) et pourtant leur sensibilité comme nous l'avons précédemment montré (tableaux 8-9) est du même ordre d'idée, la différence de mortalité ne peut s'expliquer que par une différence de comportement; A.gambiae gorgé et gravide répondait mieux à l'irritabilité occasionnée par le DDT.

Sans nous attarder à l'historique de l'irritabilité au DDT, citons à ce propos GAHAM et coll. 1945, METCALF et coll. 1945, KENNEDY 1946, MUIRHEAD-THOMSON 1950, HADAWAY et BARLOW (1953, 1956) BARLOW et HADAWAY (1955-1958); nous arriverons aux auteurs qui se sont plus intéressés à la mesure de cette irritabilité dans différentes espèces.

- Tout d'abord entre espèces différentes : -

HAMON et EYRAUD 1961 estiment qu'A.gambiae est plus irritable qu'A.funestus; MOUCHET et coll. 1961 en arrivent aux mêmes conclusions et proposent une méthode intéressante pour chiffrer cette différence d'irritabilité. COLUZZI (1963) analysant 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, dans la même espèce, il semble que l'irritabilité varie suivant l'état physiologique de l'espèce considérée. Les femelles à jeun étant plus mobiles que les femelles gorgées (HAMON et 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 gorgées et les gravides dans les maisons traitées.

Tableau 28

Tableau des mortalités corrigées et des écarts observés
entre 1 gramme et 2 grammes de DDT pour A.funestus et A.gambiae

Mois et Années	A. FUNESTUS GORGE et GRAVIDE			A. GAMBIAE GORGE et GRAVIDE		
	Mc% 1gr.	Mc% 2gr.	Ecart	Mc% 1gr.	Mc% 2gr.	Ecart
1er Traitement au DDT Septembre 1962	86	96	+ 10	38	67	+ 29
Octobre	81	84	+ 3	39	75	+ 36
Novembre	75	86	+ 11	44	50	+ 6
Décembre	27	61	+ 34	0	60	+ 60
Janvier 1963	14	36	+ 22		33	
Février	3	24	+ 21	8	44	+ 36
Mars	29	54	+ 25	0	17	+ 17
Avril mi-Mai	2	0	- 2	17	0	- 17
2ème Traitement au DDT mi-Mai Juin	85	100	+ 15	28	84	+ 58
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	0	71	+ 71
Novembre	41	68	+ 27	0	40	+ 40
Décembre	10	77	+ 67			
Janvier 1964	16	38	+ 22		69	
Février	14	35	+ 21			
Mars	0	18	+ 18		17	
Ecart moyen			+ 25			+ 33

H/ QUANTITE D'INSECTICIDE EN NATURE DE SUBSTRAT

Il semble ainsi que le soulignaient MACDONALD et coll. 1953 que les premiers dosages d'insecticides dans beaucoup de campagne antipaludiques aient été choisis un peu au hasard; toutefois après quelques expérimentations une dose de 2 grammes/m² tous les 6 mois pour les produits du type DDT était retenue et généralement adoptée.

Cette dose, qui semble convenir dans nos conditions d'expérimentation est certainement fonction du substrat sur laquelle, elle est déposée.

Nous avons voulu comparer l'efficacité des deux traitements à deux dosages différents effectués pour le premier en Septembre 1962, pour le second en Mai 1963; les résultats sont récapitulés aux tableaux 29 et 30.

Dans la colonne de gauche des deux tableaux se trouvent les mois après la pulvérisation.

T1 indique le premier traitement
T2 " le second traitement

Il n'y a pratiquement pas de différence entre les deux traitements à 1 gramme de DDT. Pour A.gambiae (tableau 29) l'écart moyen entre les différents pourcentages donnés est de - 1%; pour A.funestus (tableau 30) l'écart est de + 3%; on peut dire que pratiquement, les deux traitements à 1 gramme ont la même activité, tout se passe lorsque pour la deuxième fois on traite à ce dosage comme si le DDT posé sur les murs plus tôt n'avait plus aucune efficacité.

Il n'en est pas de même pour les dosages à 2 grammes; l'écart moyen est de 16% pour A.gambiae, 24% pour A.funestus; les mortalités observées lors de la seconde pulvérisation à 2 grammes de DDT sont beaucoup plus importantes que celles relevées la première fois (Tableaux 29 et 30).

Comment expliquer ce phénomène de surdosage

La première hypothèse qui nous soit venue à l'esprit 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); le mois de Mai par contre se trouve à la fin de la saison de la saison sèche.

Beaucoup d'auteurs ont en effet traité de l'importance de l'humidité et de la température sur les phénomènes de migration du DDT.

I°) Pour HADAWAY et BARLOW, 1956, la vitesse de sorption du DDT s'abaisse quand l'humidité relative s'élève; quand l'insecticide est adsorbé la vitesse de diffusion est fonction de l'humidité.

MILES et PEARCE (1957) utilisant du DDT marqué observent que la diffusion diminue aux humidités relatives élevées.

RICKENBACK et coll. (1960) constatent, par dosage chimique, que le DDT réapparaît en surface au début de la saison des pluies pour atteindre son maxima en fin de cette même saison. Ces derniers auteurs travaillant dans la même région ont utilisé pour leur insecticide pratiquement le même substrat que nous.

2°) BARLOW et HADAWAY 1955, 1958 étudiant l'activité de la température sur les phénomènes de sorption concluent à une relation directe; la sorption augmente quand la température s'accroît.

En fait, le DDT étant un composé chimiquement stable tous ces facteurs climatiques expliquent mal le fait que le deuxième traitement à 1 gramme ne donne pas plus de mortalité que le premier; le DDT (RICKENBACK et coll. 1960) augmente en surface en fin de saison des pluies; mais il doit s'agir alors d'un produit inactivé pour une raison ou une autre.

L'hypothèse que nous proposons pour expliquer le "surdosage" à 2 grammes de DDT/m² et son absence à 1 gramme est la suivante :

Pour un substrat donné, une certaine quantité de produit est nécessaire pour saturer le pouvoir adsorbant, si ce quota est atteint il reste beaucoup plus de produit disponible et actif. Ainsi, le fait, sur les murs de pisé, de passer deux fois deux grammes de DDT amène pour le second passage une beaucoup plus grande activité.

Il est possible d'ailleurs qu'à l'issue d'un premier traitement à deux grammes, un second à 1 gramme eut amené une mortalité suffisante.

Tableau 29

Tableau donnant les mortalités corrigées au cours
des huit premiers mois après les traitements

T1 traitement de Septembre 1962

T2 traitement de Mai 1963 pour

A.gambiae gorgé et gravide

Nombre de mois après la pulvérisation	1 GRAMME D.D.T.			2 GRAMMES D.D.T.		
	Mc% T1	Mc% T2	Ecart	Mc% T1	Mc% T2	Ecart
0	39	37	- 2	68	84	+ 16
1	39	61	+ 22	75	85	+ 10
2	44	13	- 31	50	43	- 7
3	0	16	+ 16	60	52	- 8
4				33	71	+ 38
5	8	0	- 8	44	40	- 4
6						
7				0	69	+ 69
Ecart moyen			- 1%			+ 16%

Tableau 30

Tableau donnant les mortalités corrigées au cours
des huit premiers mois après les traitements.

T1 traitement de Septembre 1962

T2 traitement de Mai 1963 pour

A.funestus gorgé et gravide

Nombre de mois après la pulvérisation	1 GRAMME D.D.T.			2 GRAMMES D.D.T.				
	Mc%	T1	Mc% T2	Ecart	Mc%	T1	Mc% T2	Ecart
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
6	29		10	- 19	54		77	+ 23
7	2		16	+ 14	0		38	+ 38
Ecart moyen				+ 3%				+ 24%

I/ CONCLUSION

Avant l'utilisation d'insecticide en lutte imagocide, pour une campagne anti-moustiques, il convient, après les essais de laboratoire (efficacité et toxicité) de 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.

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

Le matériau utilisé doit être celui du pays et on doit se garder d'introduire certains 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 :

- le comportement est une notion spécifique; les quatre moustiques étudiés ont réagi chacun à leur façon lorsqu'ils se sont trouvés devant ou dans les maisons traitées au DDT.
- la quantité d'insecticide nécessaire pour obtenir une létalité suffisante (MAC-DONALD 1957) est fonction de la nature et vraisemblablement de l'épaisseur du substrat. Mais ceci n'est qu'une hypothèse (les murs de nos habitations-pièges ayant tous la même épaisseur, 20 cm).
- dans les conditions locales le traitement à 1 gramme de DDT par m² est insuffisant pour arrêter la transmission du paludisme (P.falciparum); la formulation à deux grammes est celle qui convient le mieux.
- Il conviendrait de retraiter quatre mois après la première pulvérisation ce qui permettrait, étant donné l'effet de surdosage d'atteindre huit mois.

Lors du deuxième traitement, et ceci rejoint l'hypothèse de BURNEPT, 1957, l'efficacité (dans le sens employé par BERTAGNA 1959) a été plus importante dans le traitement à 2 grammes de DDT. Il est possible que lors du second traitement une quantité d'insecticide moindre eut donné des résultats satisfaisants mais ceci reste à démontrer.

J/ SOMMAIRE

Après une enquête préliminaire, les auteurs ont étudié pendant dix huit mois l'activité comparée de deux dosages de DDT 1 gramme et 2 grammes de DDT/m² sur les vecteurs du paludisme de l'Ouest Afrique A.gambiae et A.funestus.

Pour ce faire ils ont utilisé un groupe de cases-pièges (dix huit au total) réparties en trois groupes de six (dont un témoin, un avec 1 gramme de DDT et un autre avec 2 grammes de DDT).

Les moustiques étaient capturés au matin dans les pièges de sortie et les maisons et mis en observation pour les vivants pendant 24 heures; au bout de ce laps de temps, il était procédé au décompte de la mortalité.

Les courbes de mortalité tracées ne tiennent compte que des femelles gorgées et gravides; pour les femelles à jeun il ne leur a pas paru possible de calculer la mortalité corrigée, la létalité dans les témoins étant trop élevée.

Quand les habitations sont traitées il se produit un important abaissement du taux d'entrée pour A.funestus; peut-être une légère diminution pour A.gambiae.

Dans les maisons, ces deux anophèles se nourrissent normalement, aussi bien dans les habitations désinsectisées que dans les témoins, les auteurs soulignent que l'activité du traitement à un gramme de DDT, si elle peut paraître suffisante pour A.funestus ne l'est certainement pas pour A.gambiae.

Ils proposent si l'on désire traiter une région contenant de telles maisons le traitement à deux grammes de DDT par mètre carré suivi quatre mois après d'un second traitement à deux grammes.

K/ REMERCIEMENTS

Ce travail, effectué avec du Personnel du Laboratoire d'Entomologie l'a été grâce à l'amabilité de Mr. J. HAMON, Chef du Laboratoire, que nous tenons à remercier aussi pour ses conseils et sa sollicitude durant les longs mois qui ont duré cette enquête.

Nos remerciements vont également à la Division de l'Eradication du Paludisme de l'O.M.S. et tout particulièrement aux Drs BRUCE - CHWATT et MUIRHEAD-THOMSON qui nous ont apporté leur soutien financier, scientifique et moral.

Nous ne saurions pour terminer oublier le Médecin Général Inspecteur P. RICHEL, Secrétaire Général de l'O.C.C.G.E., et le Médecin Lieutenant Colonel RIDET, Directeur du Centre Muraz sous la haute responsabilité desquels ce travail a été effectué.

L/ BIBLIOGRAPHIE

- BURNET (G.F.) 1957 against
Trials of residual insecticides/Anophelines in African-type huts 48
Bull.Ent.Res., 48, 631-668
- BARLOW (F.) et HADAWAY (A.B.) 1955
Studies on aqueous suspensions of insecticides. Part V the sorption of
insecticides by soils.
Bull.Ent.Res., 46, 547-549
- BARLOW (F.) et HADAWAY (A.B.) 1958
Studies on aqueous suspensions of insecticides. Part VI-VII further
notes on the sorption of insecticides by soils.
Bull.Ent.Res., 49, 315-359
- BERTAGNA (P.) 1959
Residual insecticides and the problem of sorption by soils.
Bull.org.mond.Santé, 20, 861-889
- CHAUVET (G.) 1962
Remanence du DDT dans les environs de Tananarive, sensibilité d'A.gambiae
à cet insecticide.
Med.Trop., 22, 616-623
- CHAUVET (G.) 1963
Notes sur l'irritabilité d'Anophèles gambiae au DDT
Rev.Med.Madagascar, 5, 5-24
- COLUZZI (M.) 1963
Etude sur les propriétés irritantes du DDT à l'égard des anophèles
WHO/VECTOR CONTROL/33
- COZ (J.)
Rapports trimestriels d'Activité à Koumbia
- CULLEN (J.R.) et ZULUETA (de)(J.) 1963
Observations sur les effets des insecticides à action rémanente dans
les huttes expérimentales du district de Masaka (Ouganda)
WHO/MAL/396
- DEFINOVA (T.S.) 1963
Méthodes à employer pour classer par groupe d'âge les diptères présen-
tant une importance médicale.
Séries Monographies. 47, O.M.S.
- DAVIDSON (G.) et JACKSON (C.E.) 1962
Bull.Wld.Hlth.Org., 27, 303
- DAVIDSON (G.) 1963
Experiments on the effect of residual insecticides in houses against
A.opheles gambiae and A.funestus.
Bull.Ent.Res., 44, 231

GILLIES (M.T.) HAMON (J.) DAVIDSON (G.) DE NEILLON (B.) et MATTINGLY (P.F.)
1961

Guide d'entomologie appliquée à la lutte anti-paludique dans la région
africaine de l'O.M.S.
Publ.O.M.S. Genève.

GEROLT (P.) 1961

Investigations into the problem of insecticide sorption by soils.
Bull.Org.mond.Santé., 24, 577-592

GEBERT (S.) 1948

Notes on certain aspects of the action of DDT residual sprays and on
the partial treatment of dwellings as means of antianopheline propec-
tion.
Trans.Roy.Soc.Trop.Med.Hyg., 42, 295-297

GAHAM (J.B.) TRAVIS (B.V.) and LINQUIST (A.W.) 1945

DDT as a residual type spray to control disease carrying mosquitoes :
laboratory tests.
J.econ.Ent., 38, 236-240

HAMON (J.) et EYRAUD (M.) 1961

Etude des facteurs physiologiques conditionnant chez les anophèles
l'irritabilité au DDT.
Riv.Malariol 40, 219-242

HADAWAY (A.B.) et BARLOW (F.) 1953

Studies on aqueous suspensions of insecticides.IV.The behaviour of
mosquitoes in contact with insecticidal deposits.
Bull.Ent.Res., 44, 255

HADAWAY (A.B.) and BARLOW (F.) 1956

Effects of changes humidity on the toxicity and distribution of insecti-
cides sorbed by some dried muds.
Nature, 178, 1299-1300

HADAWAY (A.B.) 1950

Observations on mosquito behaviour in nature huts.
Bull.Ent.Res., 41, 63

HADDOW (A.J.) 1942

The mosquito fauna and climate of nature huts at Kisumu Kenya.
Bull.Ent.Res., 33, 91-142

HOCKING (B.) et LINDSAY (I.S.) 1958 -

Reactions of insects to the olfactory stimuli from the components of
an insecticidal spray.
Bull.Ent.Res., 49, 675

KEAY (R.W.J.) 1959

Carte de la végétation d'Afrique
Oxford.University Press.

KENNEDY (J.S.) 1946

The excitant and repellent effects on mosquitoes of sub-léthal contacts with DDT.

Bull.Ent.Res., 37, 593

KUHLOW (F.) 1962

Field experiments on the behaviour of malaria vectors in an sprayed hut and in a hut sprayed with DDT in northern Nigeria.

Bull.W.H.O., 26, 93-102

MUIRHEAD - THOMSON (R.C.) 1947

A the effect of house spraying with pyrethrum and with DDT on Anopheles gambiae and A.melas in West Africa.

Bull.Ent.Res., 38, 449-464

MUIRHEAD - THOMSON (R.S.) 1950

DDT and Gammaxane as residual insecticide against Anopheles gambiae in African Houses.

Trans.Roy.Soc.Trop.Med.and Hyg., 43, 401

MUIRHEAD - THOMSON (R.C.) 1960

The significance of irritability behaviouristic avoidance and allied phenomena in Malaria eradication.

Bull.Org.Mond.Santé, 22, 721-734

MILES (J.W.) et PEARCE (G.W.) 1957

Rapid method for measurement of rate of sorption of DDT by mud surfaces.

Science., 126, 169-170

METCALF (R.L.) HESS (A.D.) JEFFERY (G.M.) and LUDWIG (G.L.) 1945

Observation on the use of DDT for the control of Anopheles quadrimaculatus.

Publ..Hlth.Rep., 60, 567-592

MACDONALD (G.) et DAVIDSON (G.) 1953

Dose and cycle of insecticide applications in the control of malaria

Bull.world.Hlth.Org., 9, 785-812

MACDONALD (G.) 1957

The epidemiology and control of malaria

OxfordUnivPress.London U.K.

MOUCHET (J.) CAVALIE (P.) CALLIES et MARTICOU 1961

L'instabilité au DDT d'Anophèles gambiae et d'A.funestus dans le Nord Cameroun.

Riv.Malariol., 40, 191-217

PAMPANA 1963

A Textbook of Malaria Eradication

OxfordUniversity.Press. 508 p.

REID (J.A.) et WHARTON (R.H.)

Trial of residual insecticides in window trap huts against malayan mosquitoes.

Bull.Ent.Res. 47, 433

- RICKENBACH(A.) CHARTOL (A.) ESCUDIE (A.) et RICOSSE (J.H.) 1960
Le DDT et sa rémanence dans la zone pilote de Bobo-Dioulasso.
Médecine Tropicale., 20, 699-721
- SLOOF (R.) 1964
Observations on the effect of residual DDT house spraying on behaviour and mortality in species of the Anopheles punctulatus group.
Leyden.Holland. 144 p. Sythoff.print.
- SMITH (A.) 1962
The preferential indoor resting habits of Anopheles gambiae in the Umbugwe area of Tanganyika
E.Afr.med.J., 39, 632-635
- SMITH (A.) 1963
Principles in assessment of insecticides by experimental huts.
Nature, 198, 171-173
- WILKINSON (P.R.) 1951
Distribution and fate of Anopheles gambiae and A.funestus in two different types of huts treated with DDT and BHC in Uganda.
Bull.ent.Res., 42, 45-54
- ZULUETA (de) (J.) CULLEN (J.R.) - 1963
Deterrent effect of insecticides on Malaria vectors.
Nature. 200, 860-861.