

**APPARITION DANS LA ZONE-PILOTE  
DE LUTTE ANTIPALUDIQUE  
DE BOBO-DIOULASSO (HAUTE-VOLTA, A. O. F.)  
D'UNE SOUCHE D'ANOPHELES GAMBLÆ GILES  
(DIPTÈRES, CULICIDÉS) RÉSISTANTE AU DIELDRIN**

Par J. HAMON, R. CHOUMARA, M. EYRAUD et T. A. KONADE (\*)

La zone-pilote de lutte antipaludique de Bobo-Dioulasso est située tout autour de la ville du même nom qui en forme le centre de gravité, largement rejeté vers le Sud.

Cette zone-pilote, organisée par le Gouvernement Français, avec l'appui de l'Organisation Mondiale de la Santé et du Fonds International de Secours à l'Enfance, a pour but d'expérimenter et de mettre au point les méthodes de lutte antipaludique les plus efficaces et les moins coûteuses en milieu rural africain, par aspersions domiciliaires d'insecticides à effet rémanent.

A l'origine la zone-pilote était traitée au DDT et à l'PHCH selon six combinaisons différentes, mais seuls les villages situés sur les axes routiers bénéficiaient du traitement. En mai 1955 il fut décidé :

- de régulariser le contour tentaculaire de cette zone ;
- de supprimer les différents protocoles concernant l'PHCH et le DDT difficilement applicables vu l'encadrement insuffisant des manœuvres, et de s'en tenir à une norme de 2 g. 2 d'isomère *pp'* de DDT par mètre carré ;
- de traiter au DDT toutes les cases de culture, jusqu'ici non traitées (abris semi-permanents, ou véritables petits villages, où vit pendant une partie de l'hivernage et parfois toute l'année une proportion importante de la population, enfants compris) ;
- de traiter au DDT tous les villages inclus à l'intérieur des nouvelles limites de la zone-pilote, sauf deux qui seraient réservés à une expérimentation au Dieldrin, poudre mouillable 50 o/o, dans le but d'étudier le comportement des vecteurs face à cet insecticide non encore employé dans la région et qui semblait donner d'excellents résultats dans d'autres parties de l'Afrique ; les cases de culture de ces deux villages, étant intriquées avec celles des autres agglomérations, recevant le traitement habituel au DDT.

A l'heure actuelle, après un remaniement au début de l'année 1956, la zone comporte 106 villages comprenant 47.890 habitants

(\*) Séance du 13 novembre 1957.

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

Collection de Référence

n° / 2995

21 FEB. 1958

(non compris les 40.000 habitants du centre urbain), et d'innombrables cases de culture, sur un peu plus de 7.000 km<sup>2</sup>.

Le climat de la région est du type soudanien, avec une saison sèche allant de novembre à avril, et une saison des pluies allant de mai à octobre, avec un maximum de pluviométrie en août, le total moyen annuel des précipitations étant de 1.167 mm. L'humidité relative maximum ne descend jamais en dessous de 50 o/o, ni la température moyenne au-dessous de 25°. C'est dire que la transmission de *Plasmodium falciparum* est théoriquement possible toute l'année. En fait, et ainsi qu'en font foi les relevés mensuels de contamination nouvelle des nourrissons, elle est freinée, mais non suspendue, dans les cinq premiers mois de l'année, et atteint son maximum en août-septembre. Le paludisme y revêt un aspect holoendémique à peu près stable si l'on se réfère aux villages témoins bornant la zone-pilote.

Le tableau I et le diagramme 1 résument l'évolution comparée des divers indices, tant à Pala que dans le reste de la zone (qui est traité au DDT, poudre mouillable 75 o/o), et à partir d'avril 1956, dans les villages témoins.

En mai 1955, Pala, village jamais encore traité par un insecticide, situé à 7 km. à vol d'oiseau du centre de Bobo-Dioulasso, et à 4 km. des villages les plus proches, est dans la même situation que les villages témoins. Les résultats dans le reste de la zone, traitée depuis deux ans, ne sont pas bien brillants.

Les aspersions de Dieldrin, sous forme de poudre mouillable à 50 o/o de Dieldrin, à raison de 500 mg. de Dieldrin par mètre carré, ont été effectuées en juillet 1955, août 1956 et juillet 1957.

Tous les indices paludométriques descendent à peu près parallèlement dans la zone DDT et à Pala jusqu'en octobre 1956. A ce moment on note une remontée non négligeable du virus circulant dans l'ensemble de la zone DDT tandis qu'à Pala l'indice plasmodique tombe à 26 o/o. On est donc tenté de penser que le Dieldrin exerce un contrôle des anophèles plus efficace que le DDT, d'autant plus que la différence entre les index plasmodiques à Pala et ceux de la zone DDT est significative :  $\chi^2$  pour un degré de liberté est égal à 5,84.

Il n'en est plus de même au contrôle d'avril 1957. Alors que dans la zone DDT tous les indices accentuent ou reprennent leur descente, il existe une remontée pour ceux de Pala. Certes les différences entre les résultats d'octobre 1956 et ceux d'avril 1957 ne sont pas importantes, mais elles laissent présager que tout ne se passe pas normalement dans ce village. Quelques nourrissons se montrent nouvellement infectés, mais les chiffres sont trop petits pour qu'on puisse en tirer quelque chose de valable. Au surplus,

dans la zone DDT il y a également des nourrissons qui s'impaludent d'une façon encore mal expliquée. C'est alors à l'entomologie de nous indiquer les causes de cette transmission résiduelle.

TABLEAU I

*Evolution comparée chez les enfants de 2 à 9 ans des différents indices spléniques et plasmodiques, dans le village de Pala, dans la zone traitée au DDT, et à partir d'avril 1956 dans les villages témoins.*

Mois et année	Villages	Recherche des splénomégalies					Recherche des hématozoaires	
		Nombre d'enfants examinés	Ro	R1 R2	R3 R4 R5	Index splénique	Nombre d'enfants examinés	Indice plasmodique
Mai 1955	Pala	81	18,5	48,1	33,4	81,5	83 1.661	63,9 54,8
	Zone DDT	1.685	40,5	46,2	13,3	59,5		
Octobre 1955	Pala	73	19,2	48,0	32,8	80,8	73 1.645	54,8 50,4
	Zone DDT	1.720	39,9	49,9	10,2	60,1		
Avril 1956	Pala	67	23,9	55,2	20,9	76,1	52 1.452	42,3 34,4
	Zone DDT	1.624	49,6	46,0	4,4	50,4		
Avril 1956	Témoins	164	15,2	64,6	20,2	84,8	164	76,9
	Pala	46	32,6	58,7	8,7	67,4		
Octobre 1956	Zone DDT	1.666	55,0	41,7	3,3	45,0	1.246	26,1 43,0
	Témoins	230	17,4	67,4	15,2	82,6		
Avril 1957	Pala	65	30,8	66,1	3,1	69,2	55 1.425	32,8 22,7
	Zone DDT	1.842	63,7	34,0	2,3	36,3		
	Témoins	239	18,8	62,7	18,5	81,2	211	60,2

N. B. — A Borodougou, l'autre village traité au Dieldrin, où la résistance s'est manifestée un peu plus tard qu'à Pala, les indices spléniques correspondants sont 74,5-78,2-60,0-50,0-48,1 et les indices plasmodiques 80,9-49,5-42,7-38,4-26,0, donc en diminution constante.

Les enquêtes entomologiques sont menées depuis 1953 dans cinq villages témoins et dans une trentaine de villages traités, choisis parmi les plus facilement accessibles en toute saison, selon un rythme mensuel. La capture des moustiques est faite le matin, à la main, le captureur s'aidant d'une lampe-torche pour rechercher les anophèles dans les habitations du type Bobo (maisons en

terre, avec un toit en terrasse également en terre supporté par une armature de grosses branches et de fascines, avec une porte assez

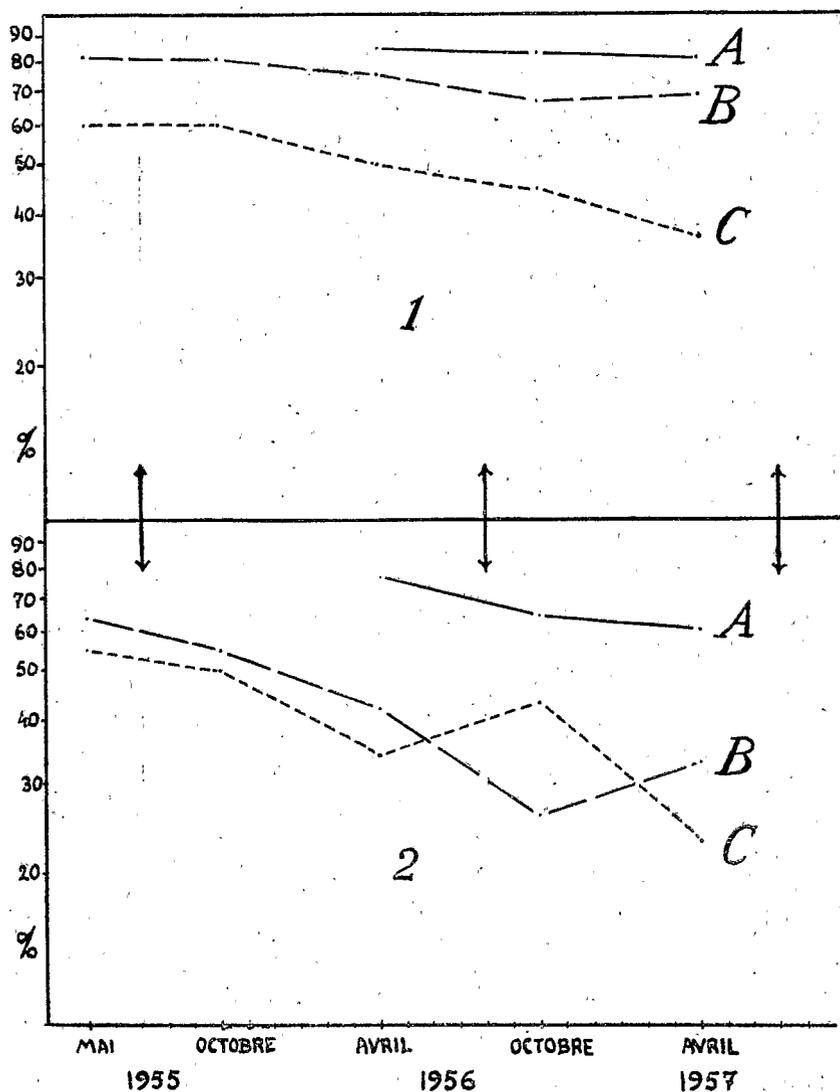


Fig. 1. — Evolution comparée chez les enfants de 2 à 9 ans des indices spléniques et plasmodiques, dans le village de Pala, dans la zone DDT et dans les villages témoins  
 1. — Indices spléniques. — 2. Indices plasmodiques.  
 A. Villages témoins. — B. Pala. — C. Zone DDT.  
 Les flèches verticales correspondent aux traitements au Dieldrin.

étroite et peu haute, et généralement pas de fenêtre) qui sont généralement très sombres. Le nombre de moustiques capturés est tou-

jours très faible dans les habitations traitées, comme le montre le tableau V, et ceci quel que soit le mode de traitement, alors que dans les villages témoins il y a toujours un nombre considérablement plus élevé de moustiques, principalement *A. gambiae*, et *A. funestus*, qui sont apparemment les deux vecteurs majeurs du paludisme dans la région de Bobo-Dioulasso.

TABLEAU II.

*Nombre moyen de femelles d'A. gambiae et d'A. funestus capturées par pièce dans les villages de la zone-pilote de lutte antipaludique de Bobo-Dioulasso de mai 1955 à juillet 1957.*

Année et mois	<i>Anopheles gambiae</i>			<i>Anopheles funestus</i>		
	Villages témoins	Pala	Villages DDT	Villages témoins	Pala	Villages DDT
1955						
Mai . . . . .	0,057	0,701	0	0,304	0,250	0,001
Juin. . . . .	0,136	1,800	0,003	0,184	0,533	0
Juillet . . . . .	0,346	0	0,002	0,204	0	0,002
Août. . . . .	0,616	0	0,002	0,870	0	0,001
Septembre . . . . .	0,751	0,022	0,002	1,854	0	0,001
Octobre. . . . .	0,674	0,013	0,012	1,891	0,093	0,010
Novembre . . . . .	0,245	0	0,005	1,284	0	0,003
Décembre . . . . .	0,142	0	0,003	0,892	0	0,004
1956						
Janvier . . . . .	0,018	0	0,006	0,518	0	0,001
Février . . . . .	0,017	0,016	0,003	0,623	0,05	0,005
Mars. . . . .	0,012	0	0,005	0,635	0,015	0,006
Avril . . . . .	0,018	0	0,003	0,328	0,014	0,007
Mai . . . . .	0,043	0	0,005	0,188	0	0,002
Juin. . . . .	0,148	0	0,001	0,187	0	0
Juillet . . . . .	0,318	0	0	0,182	0	0,001
Août . . . . .	0,504	0	0,001	0,592	0	0
Septembre . . . . .	2,010	0	0,028	1,720	0	0,001
Octobre. . . . .	0,416	0	0,041	2,041	0	0,010
Novembre . . . . .	0,035	0	0,002	2,204	0	0
Décembre . . . . .	0,094	0	0,001	0,665	0	0,004
1957						
Janvier. . . . .	0,017	0	0,001	1,125	0	0,095
Février . . . . .	0,010	0	0,001	0,340	0	0
Mars. . . . .	0,020	0	0	0,410	0	0
Avril . . . . .	0,080	0	0,006	0,240	0	0
Mai . . . . .	0,020	0,300	0,003	0,060	0	0
Juin. . . . .	0,480	0,150	0,006	0,070	0	0
Juillet . . . . .	0,840	2,900	0,001	0,390	0	0

Le village de Pala n'a été soumis à des enquêtes régulières que lors de la réorganisation de la zone-pilote, en 1955 ; auparavant il

n'avait jamais été prospecté et il n'a été l'objet que de deux enquêtes avant son premier traitement au Dieldrin. Depuis le premier traitement le nombre de moustiques récoltés dans les habitations est toujours resté très faible (tableau II), et notamment aucun *A. gambiæ* ni *A. funestus* n'ont été pris pendant la période mai 1956-avril 1957. En mai et juin 1957 il y a eu une timide apparition d'*A. gambiæ*, coïncidant avec les premières grandes pluies, mais le traitement du village ayant eu lieu 9 à 10 mois auparavant cette réapparition a été attribuée à la diminution de rémanence de l'insecticide. Or l'enquête de juillet 1957 faite 13 jours après le troisième traitement au Dieldrin a permis la capture d'un nombre élevé de femelles d'*A. gambiæ*, dépassant largement ce que l'on observait dans les villages témoins à la même période.

Une prospection supplémentaire du village a été immédiatement effectuée et les femelles gorgées et gravides d'*A. gambiæ* ont été soumises aux tests de sensibilité au DDT et au Dieldrin grâce à la trousse expérimentale, modifiée de la méthode Busvine et Nash, qui venait de nous être adressée par l'Organisation Mondiale de la Santé.

Les tests ont été effectués dans une pièce climatisée du Laboratoire d'Entomologie réservée à cet effet, où l'humidité relative est maintenue aux environs de 90 0/0 et la température vers 27°-28° centigrades. Les femelles capturées à Pala quelques heures auparavant sont directement transférées des tubes de capture dans ceux de mise en observation, et après un repos de quelques heures destiné à repérer et éliminer les sujets affaiblis par le transport et la capture, on effectue la mise en contact d'une heure avec les papiers imprégnés, puis la mise en observation de 24 heures, au bout desquelles on note la mortalité. Les résultats globaux des tests sont les suivants :

TABLEAU III

*Tests au Dieldrin sur A. gambiæ de Pala.*

Concentration de Dieldrin	Nombre de femelles		Pourcentage de mortalité	
	testées	mortes à la fin du test	brut	corrigé
0 0/0	130	7	5	0
0,4 »	219	17	8	3
0,4 »	130	10	8	3

TABLEAU IV  
*Tests au DDT sur A. gambiæ de Pala.*

Concentration de DDT	Nombre de femelles		Pourcentage de mortalité	
	testées	mortes à la fin du test	brut	corrige
0 o/o	71	3	4	0
0,25 »	71	9	13	9
0,5 »	71	21	30	27
1 »	71	36	51	49
2 »	70	64	91	91
4 »	70	68	97	97

A partir des femelles récoltées à Pala et des survivantes des tests au Dieldrin, lots témoins compris, nous avons tenté l'élevage au laboratoire de cette souche d'*A. gambiæ*. Les femelles capturées dans la nature pondent bien, et prennent très volontiers des repas de sang humain. L'élevage des larves, avec de l'eau distillée, du biscuit de chien et de la levure, se fait sans difficulté, mais les adultes obtenus d'élevage, maintenus dans des cages en tulle de  $11 \times 19 \times 34$  cm. ne s'accouplent que dans de très faibles proportions. La grande majorité des femelles restent vierges et ne pondent pas, ou pondent des œufs non fécondés qui n'éclosent pas. De ce fait la première génération est de plusieurs milliers d'individus, et la seconde de quelques centaines seulement, ce qui rend peu vraisemblable le maintien de la souche au laboratoire dans les conditions actuelles.

Les tests de sensibilité au Dieldrin ont été effectués sur les femelles gorgées de la première génération âgées d'une dizaine de jours environ. Les résultats, consignés dans le tableau V, sont pratiquement identiques à ceux enregistrés à partir des moustiques capturés dans la nature.

Si l'on admet que la souche de Pala doit sa résistance au Dieldrin au même gène que la souche du Sokoto Occidental, Nigeria, découverte par ELLIOT et RAMAKRISNA, et étudiée par DAVIDSON au Ross Institute, on peut considérer que la population d'*A. gambiæ* de Pala est composée presque uniquement d'homozygotes résistants.

Il est probable que la souche résistante est apparue à Pala pendant la saison sèche 1956-1957, mais étant donné la rareté d'*A. gambiæ* à cette période de l'année (0,01 à 0,08 par pièce dans les villages témoins) elle est passée inaperçue jusqu'en mai 1957.

TABLEAU V

Tests au Dieldrin effectués sur la première génération obtenue au laboratoire de la souche Pala d'*A. gambiæ*.

Concentration de Dieldrin	Nombre de femelles		Pourcentage de mortalité	
	testées	mortes à la fin du test	brut	corrigé
0 o/o	99	4	4	0
0,4 »	150	3	2	0
4 »	150	5	3	0

La sélection de cette souche s'est donc faite en 18 à 23 mois, comme dans le cas du Sokoto occidental et malgré la très faible surface de ce village entouré de zones non traitées au Dieldrin, elle a été aussi intense, sinon plus, que dans les vastes zones traitées au Dieldrin du Nord-Nigeria où, 2 ans après les premières aspersions, ARMSTRONG, RAMSDALE et RAMAKRISNA trouvaient encore 2 o/o d'hétérozygotes et 8 o/o d'homozygotes sensibles. Il est intéressant de noter qu'en même temps est apparue une nette résistance au Dieldrin chez la punaise des lits *Cimex rotundatus*, dans le même village. Cette punaise pullule à nouveau dans les habitations comme avant la première campagne d'aspersions. Un test sommaire effectué au laboratoire montre que cette souche de *Cimex rotundatus*, reste sensible au DDT.

L'étude statistique par la méthode des probits des tests de sensibilité au DDT de la souche Pala a permis de calculer que la CL 50 pour le DDT était de  $(0,860 \pm 0,015)$  o/o, c'est-à-dire celle d'une souche sensible normale, d'après BUSVINE. Le  $\chi^2$  calculé au cours de cette étude statistique étant égal à 3,3 pour trois degrés de liberté n'est pas indicatif d'une hétérogénéité significative.

Des tests similaires ont été entrepris sur des *A. gambiæ* provenant de différents villages non traités de la périphérie de la zone-pilote, mais le transport sur de longues distances affaiblit trop les moustiques pour que les tests effectués au laboratoire de Bobo-Dioulasso soient valables. Le matériel d'expérimentation a donc été mis en œuvre dans une case du type Bobo, à Dougoumato, village témoin de la zone-pilote situé à environ 40 km. à vol d'oiseau de Pala, avec des femelles d'*A. gambiæ* capturées dans les environs immédiats. La mortalité générale des lots en expérience a été beaucoup plus élevée que lors des tests effectués dans la pièce clima-

tisée du laboratoire, probablement du fait de l'hygrométrie insuffisante régnant dans le local utilisé, pendant la journée, bien que l'on soit en pleine saison des pluies. Les résultats sont indiqués dans le tableau VI.

TABLEAU VI

*Tests au Dieldrin sur A. gambiæ de Dougoumato.*

Concentration de Dieldrin	Nombre de femelles		Pourcentage de mortalité	
	testées	mortes à la fin du test	brut	corrigé
0 o/o	86	38	44	0
0,1 »	44	36	82	68
0,2 »	48	44	92	86
0,4 »	79	74	94	89
0,8 »	38	38	100	100
4 »	40	40	100	100

L'étude statistique de ce test, effectuée par la méthode des probits, a permis de calculer que la CL 50 d'*A. gambiæ* de Dougoumato pour le Dieldrin est de (0,044-0,022) o/o, ce qui est beaucoup plus bas que la CL 50 considérée comme normale par BUSVINE (qui est de 0,25 o/o) mais est du même ordre de grandeur que les CL 50 estimées graphiquement par M. HOLSTEIN avec des *A. gambiæ* de Katana-Bukavu, Congo Belge et par J. ARMSTRONG avec des *A. gambiæ* de Zanzibar, et qui sont respectivement de 0,015 o/o et de 0,042 o/o. Le  $\chi^2$  calculé au cours de cette étude statistique étant de 0,93 pour trois degrés de liberté n'est pas indicatif d'une hétérogénéité significative, ce qui fait que malgré l'importante mortalité observée dans le lot témoin nous considérons cette expérimentation comme valable.

Nos remerciements vont à MM. PAMPANA et WEEKS, de la Section Paludisme de l'O. M. S., et à MM. WRIGHT et BROWN, de la Division de l'Assainissement de l'O. M. S., pour l'envoi de la documentation concernant la résistance aux insecticides et la fourniture du matériel nécessaire à la réalisation des tests standardisés, ainsi qu'à la Société Procida de Marseille qui nous a fourni gracieusement la poudre mouillable de Dieldrin qui a servi au traitement du village de Pala.

*Section Paludisme et Laboratoire d'Entomologie du Service Général Mobile et de Prophylaxie d'Afrique Occidentale Française. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.*

## BIBLIOGRAPHIE

- ARMSTRONG (J. A.), RAMSDALE (C. D.) et RAMAKRISHNA (V.) — Rapport sur une enquête relative à l'étendue et au degré de résistance aux insecticides chez *A. gambiae* dans la zone du projet antipaludique du Sokoto occidental. WHO/Mal/182, 1957, 10 p.
- BUSVINE (J. R.). — Normal resistance levels for *Anopheles gambiae* to various insecticides. *Nature*, 1956, 177, 533-534.
- BUSVINE (J. R.) et NASH (R.). — The potency and persistence of some new synthetic insecticides. *Bull. Ent. Res.*, 1953, 44, 371-376.
- DAVIDSON (G.). — Insecticide resistance in *Anopheles gambiae* Giles. *Nature*, 1956, 178, 705-706.
- DAVIDSON (G.). — Insecticide resistance in *Anopheles gambiae* Giles. a case of simple Mendelian inheritance. *Nature*, 1956, 178, 861-863.
- ELLIOT (R.) et RAMAKRISHNA (V.). — Insecticide resistance in *Anopheles gambiae* Giles. *Nature*, 1956, 177, 532-533.
- FINNEY (D. J.). — Probit analysis. A statistical treatment of the sigmoid response curve. Second Edition, 1952, Cambridge University Press, 318 p.
- O. M. S. — Evaluation de la sensibilité des anophèles aux insecticides. Résumés des renseignements reçus par la Section du Paludisme. WHO/Mal/189, 1957, 8 p.