

WHO/Ma.1/182
WHO/Insecticides/52
29 novembre 1956

ORIGINAL : ANGLAIS



RAPPORT D'ENQUETE SUR L'ETENDUE ET LE DEGRE DE LA RESISTANCE
DE A. GAMBIAE DANS LA ZONE DE LA CAMPAGNE ANTIPALUDIQUE DU
SOKOTO OCCIDENTAL*

par

J. W. Armstrong, V. Ramakrishna** & C. D. Ramsdale**

La campagne antipaludique du Sokoto occidental a débuté par une campagne pilote qui a consisté à diviser la région en trois zones dans lesquelles on a respectivement opéré des pulvérisations de DDT, d'HCH et de dieldrine.¹

La zone DDT a d'abord été traitée en avril 1954, puis tous les six mois, toujours à raison de 200 mg par pied carré (2,15 g/m²).

La zone HCH a été traitée tous les six mois, depuis septembre 1954 jusqu'à mars 1956, date à partir de laquelle les opérations ont été renouvelées tous les quatre mois. Toutes les applications ont été faites à raison de 25 mg par pied carré (0,27 g/m²).

La zone dieldrine a été traitée à intervalles de six mois de juin 1954 à décembre 1955 à raison de 25 mg par pied carré (0,27 g/m²) mais cette dose a été doublée (0,54 g/m²) en juin 1955 dans la partie comprise entre Birnin Kebbi et Ambursa.

* Ce document a été soumis par le Dr J. L. Bruce-Chwatt, paludologue principal du Service antipaludique de la Nigeria, et a été aimablement transmis pour distribution par le Dr R. A. E. Galley, Directeur, Colonial Products Research, Londres.

** Membre du personnel de l'OMS affecté à la campagne.

En novembre 1955, on a signalé de Birnin Kebbi et de Gwandu, villes situées aux deux extrémités de la zone dieldrine, une résistance physiologique à la dieldrine chez A. gambiae.²

En avril 1956, la région située entre Birnin Kebbi et Ambursa a été traitée à l'HCH à la forte dose de 40 mg par pied carré (0,43 g/m²). Le reste de la région, à l'exception de Gwandu, a de nouveau été traité à la dieldrine, mais à la dose accrue de 50 mg par pied carré (0,53 g/m²).

Entre mai et juillet 1956, la zone d'extension et Gwandu ont été traités à l'HCH à raison de 40 mg par pied carré.

Une colonie de A. gambiae résistante à la dieldrine et provenant d'Ambursa a été constituée au laboratoire à Londres; on en a mesuré le degré de résistance et on a fourni des indications sur la résistance croisée à l'égard des hydrocarbures apparentés, y compris l'HCH. La sensibilité au DDT de la souche résistante à la dieldrine était la même que celle de la colonie obtenue avec la souche sensible de Lagos.³

Des croisements entre ces souches résistantes et sensibles ont montré que la transmissibilité de la résistance à la dieldrine était monofactorielle et une nouvelle technique de dépistage de la résistance sur le terrain a été suggérée.⁴ Cette technique consiste en ceci : au lieu de comparer les DL₅₀, on détermine la DL₁₀₀ intégrale pour la souche sensible locale et on sélectionne les insectes qui survivent à cette dose.⁴

L'enquête* qui fait l'objet du présent rapport avait pour objet d'examiner l'étendue et l'intensité de la résistance aux insecticides dans la zone de la campagne pilote, la diffusion possible de la résistance à la dieldrine dans les régions limitrophes et la présence d'une résistance croisée entre les trois insecticides employés.

Des moustiques adultes ont été mis en contact avec des papiers filtres imprégnés de solutions d'insecticides dans de l'huile Risella selon la méthode de Busvine.⁵

Tous les insectes ont été testés au même endroit.

* Effectuée de juillet à octobre 1956.

Les collections de moustiques ont été obtenues suivant deux méthodes :

1. Capture des adultes à la main dans les habitations

Là où les moustiques étaient présents en grand nombre, cette méthode a été relativement facile à appliquer et a fourni un bon échantillonnage de la population d'insectes. Mais il ne faut pas oublier que, dans les régions traitées où la résistance n'est pas complète, les adultes risquent d'être rares et il est possible qu'il y ait une sélection préalable à la capture en raison de la présence d'insecticide sur les parois. En outre, on ne peut transporter les adultes sur de grandes distances avant de les examiner.

2. Récolte de larves

Lorsque les adultes sont rares, il est souvent possible d'en obtenir à partir de larves capturées dans la nature. L'avantage est qu'on évite ainsi une sélection antérieure à la capture et qu'on peut exposer tous les adultes au même âge et à la même étape du cycle trophogonique. D'autre part, les larves peuvent être transportées sur des distances sensiblement plus grandes que les adultes, mais il faut se rappeler que toute mortalité survenant pendant le transport peut être sélective.

Des moustiques capturés dans la zone dieldrine ont été exposés à une série de doses comprises entre 0,5 % et 4 % de dieldrine pendant une heure sans qu'on constate aucun décès. Une autre série de moustiques a été exposée à de la dieldrine à 4 % pendant des temps variables avec les résultats suivants (tableau 1).

Tableau 1

Mortalités non corrigées (en pourcentage) de *A. gambiae* provenant de Birnin Kebbi, Ambursa et Dagere après exposition à la dieldrine à 4 % dans l'huile Risella pendant des temps variables

1 heure	2 heures	3 heures	5 heures	Contrôle	18 heures	Contrôle
2 (99)*	4 (73)	3 (39)	4 (77)	4 (45)	58 (51)	33 (24)

* Les chiffres entre parenthèses représentent les moustiques qui ont été utilisés dans les épreuves.

Des A. gambiae capturés alors qu'ils reposaient dans des habitations à Diggi, village non traité situé à environ 12 milles de Birning Kebbi, ont été exposés à la dieldrine, à l'HCH et au DDT, et on a déterminé les DL₅₀ et les DL₁₀₀ pour chacun des insecticides. Les DL₅₀ de Diggi concordaient avec les résultats de Davidson³ pour les souches sensibles homozygotes : en d'autres termes, tous les individus homozygotes succombaient après une heure d'exposition à de la dieldrine à 0,5 %. Davidson a également constaté que des expositions de une à cinq heures à de la dieldrine à 4 % ne tuaient pas les sujets résistants homozygotes et, au bout de dix-huit heures, il signalait une mortalité de 70 %. Comme les résultats indiqués dans le tableau I sont analogues, on a pris les concentrations de dieldrine de 0,5 % et 4 % comme doses électives pour la détermination du degré de résistance à la dieldrine.

Le tableau II, indiquant les pourcentages de moustiques résistants respectivement relevés dans la région pilote, dans la région d'extension et dans deux régions non traitées, révèle quelques faits frappants. Le niveau de la résistance est extrêmement élevé non seulement dans la zone pilote, mais encore dans la zone d'extension traitée pour la première fois deux ou trois mois seulement après cette enquête. Les expositions opérées à Diggi ont fait ressortir la présence d'une résistance potentielle. Bien que le pourcentage fût faible, les fortes densités constatées dans les habitations (environ 500 unités par habitation) inclineraient à penser que les pulvérisations de dieldrine pourraient avoir pour effet l'apparition d'une résistance de degré élevé. A Sokoto, où il n'a pas été opéré non plus de pulvérisations, on a relevé un pourcentage encore plus élevé d'insectes résistants hétérozygotes.

Tableau II

Degré de la résistance à la dieldrine dans les zones traitées
 et non traitées

Zone	Pourcentage		
	Sensibles	Résistants hétérozygotes	Résistants homozygotes
Zone pilote (DDT non compris)	9 % (418)	2 %	89 % (805)
Zone d'extension	8 % (72)	2 %	90 % (85)
Diggi (non traité)	99,96 % (2666)	0,04 %	0 % (1336)
Sokoto (non traité)	94 % (170)	6 %	0 % (102)

Le tableau III montre qu'il n'y a pas de corrélation entre la densité dans les habitations et le niveau de la résistance. Les densités dépendent, semble-t-il, de plusieurs facteurs, et le temps écoulé depuis la dernière série de pulvérisations ne serait que l'un de ces facteurs.

Tableau III

Lieu	Insecticide		Date des dernières pulvérisations	Densités dans les habitations		Pourcentage d'individus résistants
	Premières pulvérisations (mg/sq.ft)	Dernières pulvérisations (mg/sq.ft)		Août	Septembre	
Kalgo	DLD** 25 mg	DLD 50 mg	Avril 1956	4	1,5	72 (50)
Birnin Kebbi	DLD 25 mg	HCH 40 mg	Mai 1956	21	20	95 (242)
Ambursa	DLD 25 mg	HCH 40 mg	Mai 1956	154	115	97 (201)
Dagere	DLD 25 mg	DLD 50 mg	Mai 1956	201	124	99 (79)
Gwandu	DLD 25 mg	HCH 40 mg	Août 1956	26	65	100 (26)
Jega	HCH 25 mg	HCH 25 mg	Août 1956	1	0,25	100 (29)
Aliero	HCH 25 mg	HCH 25 mg	Août 1956	4	3	91 (43)
Argungu/ Tiggi*		HCH 40 mg	Mai 1956	6	-	86 (42)

* Les chiffres indiqués pour Argungu/Tiggi concernent seulement des adultes élevés en captivité à partir de larves recueillies dans la nature; tous les autres chiffres se rapportent à l'ensemble des récoltes de larves et des captures faites dans les habitations.

** DLD = dieldrine.

Le tableau IV indique le degré de résistance observé dans tous les endroits où des adultes et des larves ont été recueillis.

Tableau IV

Comparaison des mortalités (en pourcentage) chez des A. gambiae respectivement capturés dans des habitations et élevés en captivité à partir de larves recueillies dans la nature

Insectes exposés à la dieldrine

Lieu	Dieldrine 0,5 %			Dieldrine 4,0 %		
	Capturés dans les habitations	Elevés à partir de larves	Totaux	Capturés dans les habitations	Elevés à partir de larves	Totaux
Birnin Kebbi	3 (128)	-	3 (128)	2 (97)	8 (145)	5 (242)
Gwadongwaje	0 (30)	5 (122)	4 (152)	2 (59)	14 (167)	11 (226)
Zauro	-	1 (108)	1 (108)	-	17 (110)	17 (110)
Ambursa	5 (21)	-	5 (21)	4 (135)	0 (66)	3 (201)
Kawara	16 (49)	7 (43)	12 (92)	-	10 (125)	10 (125)
Dagere	-	-	-	1 (72)	0 (7)	1 (79)
Gwaberen Fulani	25 (18)	7 (57)	17 (75)	40 (20)	10 (63)	22 (83)
Gwandu	0 (57)	-	0 (57)	0 (26)	-	0 (26)
Kalgo	-	27 (81)	27 (81)	-	28 (50)	28 (50)
Aliero	-	-	-	-	9 (43)	9 (43)
Jego	-	14 (7)	14 (7)	-	0 (29)	0 (29)
Gotomo	-	13 (38)	13 (38)	-	5 (43)	5 (43)
Argungu/Tiggi	65 (71)	3 (34)	44 (105)	0 (4)	14 (42)	13 (46)
Diggi	99,96 (2666)	-	99,96 (2666)	100 (1336)	-	100 (1336)
Sokoto	94 (122)	95 (48)	94 (170)	100 (83)	100 (19)	100 (102)

Le tableau V montre que, dans toute la zone pilote, la résistance à la dieldrine et la résistance à l'HCH sont liées. Dans la plupart des cas, les DL₅₀ à l'HCH sont plus élevées que celles trouvées par Davidson.³ Bien que les DL₅₀ pour le DDT dans un grand nombre des villes où existent des insectes résistant à la dieldrine soient plus élevés que les chiffres correspondants pour Diggi, il paraît n'exister aucune relation entre la résistance au DDT et la résistance à la dieldrine.

Tableau V

Les DL₅₀ de A. gambiae pour le DDT, l'HCH et la dieldrine

Lieu	DDT	HCH	Dieldrine
Diggi	0,8	0,004	0,7
Sokoto	0,8	0,0032	0 %*
Birnin Kebbi	1,4	0,42	95 %
Gwadongwaje	0,7	0,16	89 %
Zauro	1,1	0,13**	83 %
Ambursa	1,35	0,5**	90 %
Dagere	1,05	0,3**	99 %
Gwabaren Fulani	1,8	pas d'épreuve	78 %
Gwandu	1,3	0,5**	100 %
Kawara	0,85	0,52	90 %
Aliero	2,6	0,51	91 %

* Les DL₅₀ pour la dieldrine n'ont pas été obtenues, mais on a indiqué le pourcentage d'insectes survivant à la dieldrine à 4 %.

** Les DL₅₀ n'ont pas été obtenues. Les données sont basées sur deux points seulement.

Les tableaux VI et VII comparent les mortalités observées chez les insectes capturés dans la nature et chez les insectes élevés au laboratoire, les uns et les autres provenant de la zone de la campagne pilote et exposés à l'HCH et au DDT. La proportion d'individus résistants à la dieldrine et à l'HCH dans la population est un formément élevée à travers toute la région. La sélection pré-capture chez les adultes trouvés dans les habitations traitées ne semble pas fausser le tableau, si l'on se réfère aux résultats constatés chez des adultes élevés au laboratoire. On a cependant obtenu une meilleure courbe de régression log-probit en employant des insectes élevés au laboratoire.

Tableau VI

Comparaison des mortalités en pourcentage chez des A. gambiae respectivement capturés dans des habitations et élevés en captivité à partir de larves recueillies dans la nature

Exposés à l'HCH

Capturés dans les habitations	0,025	0,05	0,1	0,2	0,5
Birnin Kebbi	0 (21)	0 (33)	3 (29)	17 (30)	58 (31)
Ambursa	-	1 (31)	0 (19)	1 (36)	-
Kawara	11 (9)	20 (10)	0 (15)	46 (13)	20 (10)
Dagere	4 (23)	17 (30)	17 (30)	18 (40)	-
Gwandu	-	0 (29)	3 (32)	2 (40)	-
Total	4 (53)	5 (133)	5 (125)	12 (159)	49 (41)
Elevés en captivité					
Gwadongwaje	0 (28)	15 (27)	19 (27)	61 (26)	100 (19)
Zauro	0 (19)	21 (19)	18 (17)	80 (15)	100 (16)
Kawara	0 (16)	4 (25)	11 (41)	25 (32)	48 (27)
Aliero	0 (20)	0 (19)	5 (19)	16 (19)	50 (18)
Dagere	0 (10)	0 (8)	0 (10)	33 (9)	78 (9)
Gwandu	3 (36)	2 (40)	0 (37)	0 (39)	26 (38)
Total	1 (129)	7 (138)	9 (151)	30 (140)	58 (127)
Totaux généraux	2 (182)	6 (271)	7 (276)	20 (299)	56 (168)

Tableau VII

Comparaison des mortalités en pourcentage chez des A. gambiae respectivement capturés dans des habitations et élevés en captivité à partir de larves recueillies dans la nature

Exposés au DDT

Capturés dans les habitations	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0
Birnin Kebbi	6 (63)	6 (72)	28 (68)	43 (76)	63 (75)	98 (69)
Ambursa	-	12 (18)	23 (18)	49 (23)	81 (22)	100 (116)
Dagere	-	0 (19)	47 (18)	75 (22)	87 (17)	100 (19)
Gwandu	-	11 (18)	21 (19)	50 (20)	79 (19)	-
Total	6 (63)	7 (127)	29 (123)	49 (143)	71 (133)	99 (104)
Elevés en captivité						
Gwandongwaje	26 (15)	33 (54)	57 (65)	89 (57)	86 (66)	100 (60)
Zauro	-	16 (23)	28 (18)	79 (26)	82 (24)	-
Kawara	8 (39)	17 (35)	51 (41)	76 (29)	90 (30)	100 (27)
Dagere	0 (8)	0 (8)				
Gwabaren Fulani	4 (24)	0 (29)	12 (24)	13 (16)	50 (8)	92 (12)
Aliero	0 (19)	6 (17)	0 (21)	20 (20)	27 (18)	79 (24)
Total	8 (105)	17 (166)	39 (169)	66 (148)	77 (146)	95 (123)
Totaux généraux	7 (168)	13 (293)	35 (292)	58 (291)	74 (279)	97 (227)

Dans la partie de la zone DDT située le long de la ligne de démarcation avec la zone dieldrine, on a recueilli des adultes et des larves dans les villages de Kardi, Gulumbe, Makangare et Kaurare. On n'a pas trouvé d'adultes sauf à Kardi, où on en a capturé dans une case Fulani non traitée, mais ils sont morts avant l'épreuve.

Dans la zone DDT, on n'a pas trouvé d'adultes ni de larves, à Basabra, Shekaru et Yole, après des recherches pourtant poussées.

A la lisière sud-est de la zone DDT, on a cherché des adultes et des larves dans les villages de Tambawel et Melissa. On n'a trouvé d'adultes dans aucun des deux villages; quant aux larves qui s'y trouvaient, elles étaient très peu nombreuses et étaient localisées dans une petite collection d'eau située dans les environs immédiats de Tambawel. Les quelques larves qui ont pu être capturées dans des gîtes situés le long de la route Tambawel-Melissa ne comptaient qu'une très faible proportion de A. gambiae.

Il apparaît donc que, jusque sur une grande profondeur dans la zone DDT, cet insecticide reste efficace contre A. gambiae et que tous les spécimens de A. gambiae qui peuvent se trouver vers l'extérieur de cette zone proviennent vraisemblablement de zones adjacentes.

Les résultats de cette enquête ont montré que dans toutes les régions où l'on a opéré des pulvérisations soit de dieldrine, soit de HCH, il existait chez les insectes une forte résistance à la dieldrine associée à une résistance à l'HCH.

La présence d'un "potentiel de résistance" est mise en évidence par le fait que, dans les régions qui n'ont pas été traitées du tout, une partie des A. gambiae étaient des individus résistants hétérozygotes. La vitesse incroyable avec laquelle les A. gambiae résistants se sont établis dans les régions traitées confirme l'existence du "potentiel de résistance".

Contrairement aux vues exprimées par l'un des cosignataires de ces lignes, l'enquête a révélé qu'il n'y a aucun rapport entre le degré de la résistance et la densité des moustiques dans les régions ayant fait l'objet de pulvérisations.

On peut attribuer les valeurs élevées des DL_{50} pour le DDT dans la zone d'exécution du projet à un accroissement de la vigueur des moustiques résistants.

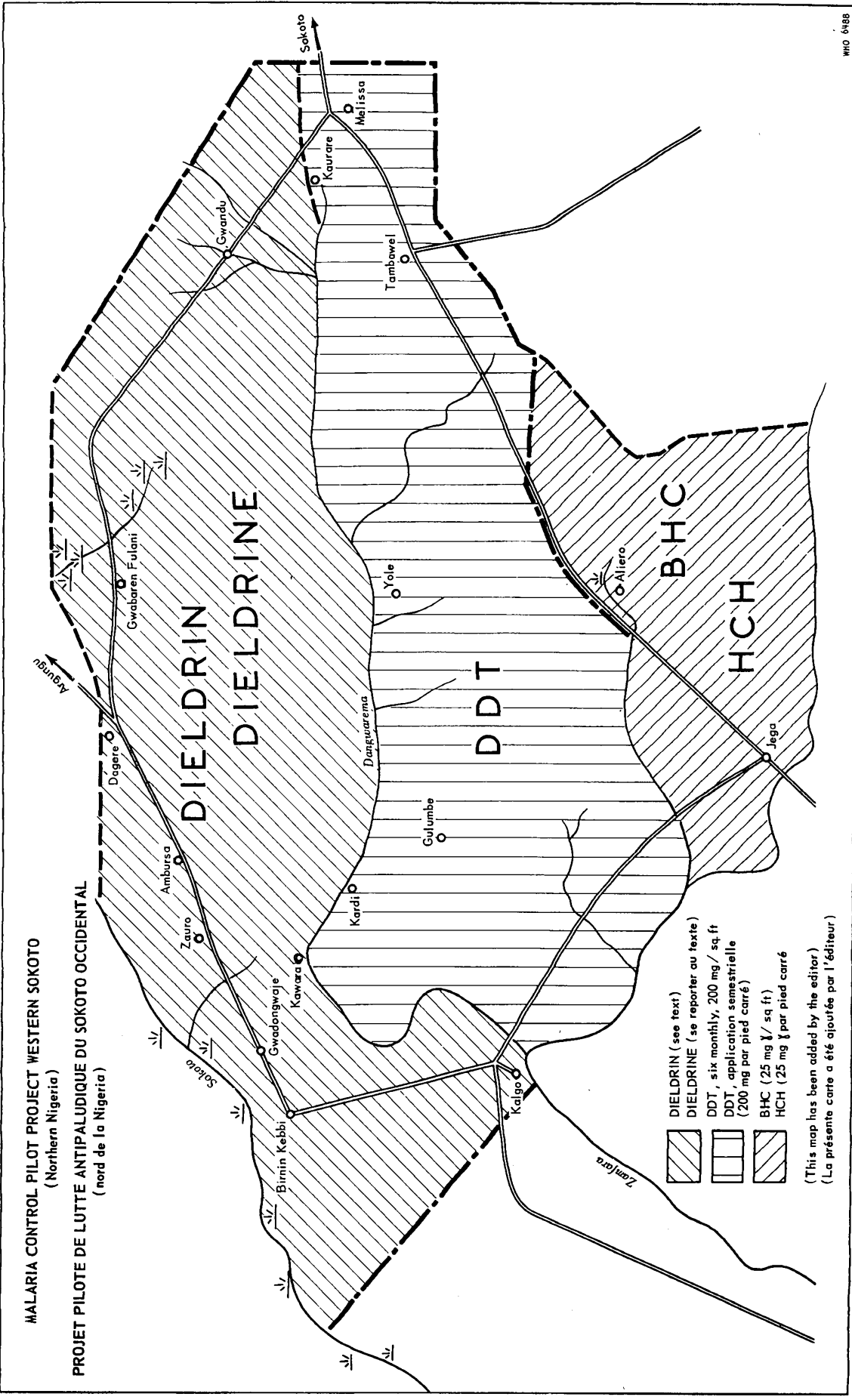
Il apparaît que le DDT est le meilleur des trois insecticides employés, étant donné qu'on n'a trouvé de A. gambiae ni à l'état adulte, ni sous forme de larves, dans la zone traitée par cet insecticide.







Les auteurs tiennent à remercier le Dr J. Haworth, médecin chef des opérations, de toute l'aide qu'il leur a prêtée pendant l'enquête.

BIBLIOGRAPHIE

1. Malaria Control Pilot Project in Western Sokoto Northern Nigeria
First Annual Report 1954-1955 by Dr L. J. Bruce-Chwatt,
Malaria Service, Federal Medical Services, Nigeria
2. Elliott, R. & Ramakrishna, V. Nature, 177, 532 (1956)
3. Davidson, G. (1956) Nature, 178, 705
4. Davidson, G. Nature, 178, 863 (1956)
5. Busvine, J. R. Org. mond. Santé : Sér. Rapp. techn. 80

MALARIA CONTROL PILOT PROJECT WESTERN SOKOTO
 (Northern Nigeria)
PROJET PILOTE DE LUTTE ANTIPALUDIQUE DU SOKOTO OCCIDENTAL
 (nord de la Nigeria)



-  DIELDRI (see text)
-  DIELDRI (se reporter au texte)
-  DDT, six monthly, 200 mg / sq ft
-  DDT, application semestrielle (200 mg par pied carré)
-  BHC (25 mg % / sq ft)
-  HCH (25 mg % par pied carré)

(This map has been added by the editor)
 (La présente carte a été ajoutée par l'éditeur)