

Ew.

**OBSERVATIONS SUR LA BIOLOGIE
ET LE POUVOIR VECTEUR D'UNE POPULATION
D'ANOPHELES GAMBIAE RÉSISTANTE
A LA DIELDRINE EN HAUTE-VOLTA**

Par J.-P. ADAM, J. HAMON et H. BAILLY-CHOUMARA (*)

INTRODUCTION

Les villages de Pala et de Borodougou, situés respectivement à 7 et 12 km. de la ville de Bobo-Dioulasso, en Haute-Volta, ont été traités annuellement à la dieldrine, à la dose de 0 g. 5 de produit technique par mètre carré, depuis juillet 1955.

Une population d'*Anopheles gambiae* Giles, possédant à l'état homozygote le gène de résistance à la dieldrine, a été décelée dans ces deux villages, en juillet 1957, lors de tests de sensibilité aux insecticides, mais elle y était probablement présente dès mai 1957. Cette population résistante à la dieldrine s'est maintenue jusqu'au traitement des deux villages au D. D. T., début 1960. Elle était relativement isolée du fait du traitement au D. D. T. des hameaux et villages avoisinants, insecticide vis-à-vis duquel la population d'*A. gambiae* résistante à la dieldrine présentait une sensibilité normale.

Les densités anophéliennes ont été mesurées chaque mois dans un certain nombre de villages de la région de Bobo-Dioulasso, de janvier 1957 à mars 1958, par pulvérisation, dans des habitations, toujours les mêmes, d'une solution de pyréthrine, les moustiques étant recueillis sur des draps blancs recouvrant le sol. Le travail n'a pas été poursuivi après mars 1958 faute de disposer de concentrés de pyrèthre.

Les indices sporozoïtiques ont été étudiés mensuellement depuis la réapparition des *A. gambiae* dans les villages traités à la dieldrine jusqu'en février 1960. Nous en tiendrons compte jusqu'en novembre 1959, période à laquelle la population a bénéficié d'une chimio-prophylaxie collective à l'amodiaquine. Des études identiques ont été faites dans un certain nombre de villages témoins et situés dans la région de Bobo-Dioulasso non traités par les insecticides ou les antipaludiques de synthèse.

L'agressivité sur appât humain a été étudiée de mai à décem-

(*) Séance du 14 décembre 1960.

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

Collection de Référence

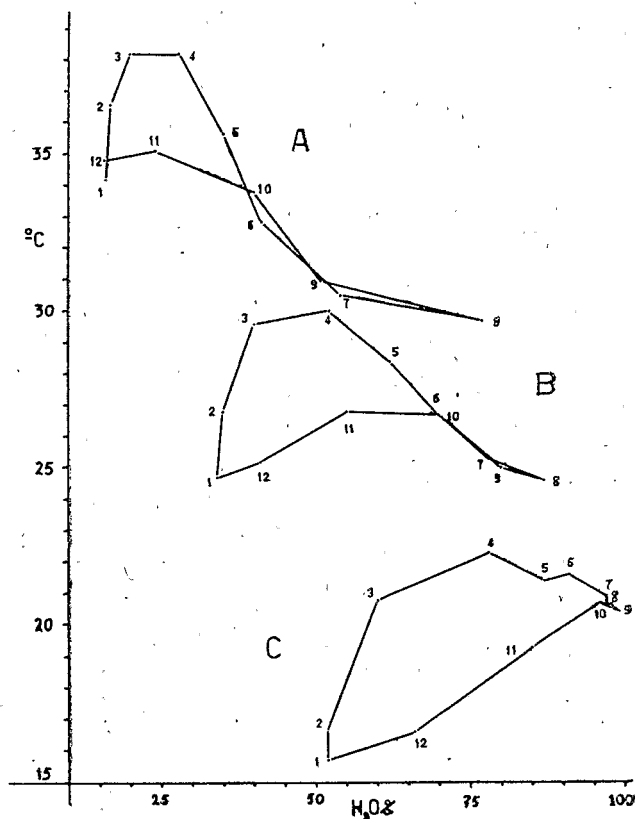
n° 10535

25/10/1966

10535

bre 1957, dans des conditions comparables, dans des villages non traités par les insecticides ainsi qu'à Pala et à Borodougou.

D'octobre 1958 à février 1959, le taux de survie naturel de la population d'*A. gambiae* résistante à la dieldrine a été mesuré par la méthode des dissections différées suggérée par MACDONALD.



Graphique 1. — Climogrammes de Bobo-Dioulasso.

A. Température maxima et humidité relative minima.

B. Température et humidité relative moyennes.

C. Température minima et humidité relative maxima.

(Les numéros de 1 à 12 correspondent aux douze mois de l'année).

Au cours de la saison des pluies la durée du cycle gonotrophique chez *A. gambiae* et *A. funestus*, ainsi que la présence d'une phase prégravidé ont fait l'objet d'une étude à Pala et à Borodougou comme dans les villages témoins.

OBSERVATIONS

Sensibilité au D. D. T. — La CL 50 des femelles gorgées sur eau sucrée a été estimée graphiquement à 0,86 0/0 en 1957 et à 0,79 0/0 en 1959. La CL 50 des femelles provenant des villages témoins en 1959 a été estimée dans les mêmes conditions à 0,89 0/0.

Anthrophilie. — La population d'*A. gambiae* de Pala et de Borodougou présente une anthrophilie quasi totale, comme toutes les populations sensibles à la dieldrine des villages témoins.

Cycle d'agressivité. — Il est identique à celui des populations sensibles, quoique légèrement décalé, l'activité des *A. gambiae* de Pala et de Borodougou se manifestant plus précocement : 25 0/0 des femelles attaquant au cours de la nuit ont déjà pris leur repas à 23 h. 15 dans les villages traités à la dieldrine, alors qu'il faut attendre 0 h. 50 m. pour observer le même phénomène dans les villages témoins.

Exophagie. — Le nombre moyen de piqûres par homme et par nuit est sensiblement le même que l'appât soit à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations, exactement comme dans les villages témoins.

Cycle gonotrophique. — Le cycle gonotrophique en saison des pluies dure 2 jours dans 90 0/0 des cas, comme dans les villages témoins. Pendant la même période le cycle gonotrophique d'*A. funestus* des villages témoins n'était de 2 jours que dans seulement 80 0/0 des cas.

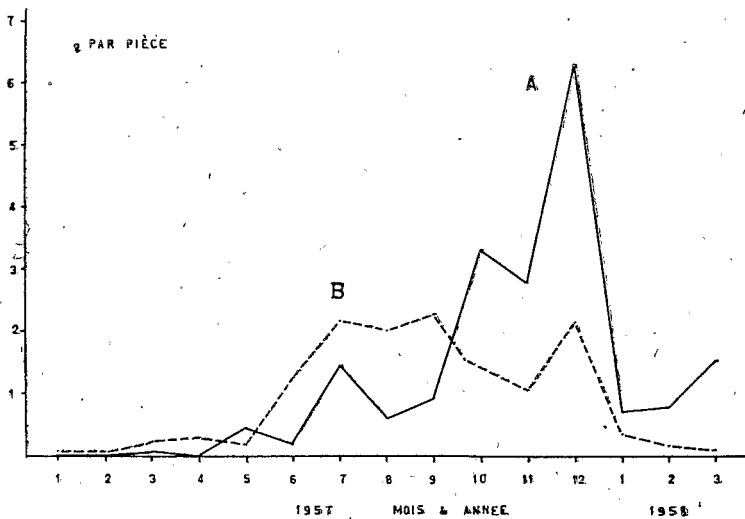
Phase prégravidé. — Environ 8 0/0 des femelles examinées, chez *A. funestus*, comme chez les populations d'*A. gambiae* sensible et résistante à la dieldrine ont besoin de plus d'un repas de sang pour permettre la maturation des ovaires, une forte proportion de ces femelles étant constituées par des nullipares non fécondées.

Densités anophéliennes. — Nos observations (tableau I, graphique 2), bien que portant sur une courte période, montrent nettement que la baisse de densité anophélienne en saison sèche est moins marquée chez les *A. gambiae* de Pala et Borodougou résistants à la dieldrine que chez les *A. gambiae* sensibles des villages témoins. Il est en outre frappant de voir que, bien que la densité anophélienne ait été élevée dès juillet, c'est seulement en décembre que l'on observe la densité maxima des *A. gambiae* résistants, alors que ce phénomène se produit en décembre chez les *A. gambiae* sensibles des villages témoins. La densité moyenne de février-

TABLEAU I

Nombre moyen de femelles d'*Anopheles gambiae* par pièce.

Année et mois	Villages dieldrine	Villages témoins
1957 : Janvier	0	0,08
Février	0	0,08
Mars	0,07	0,23
Avril	0	0,33
Mai	0,43	0,18
Juin	0,20	1,26
Juillet	1,43	2,17
Août	0,62	2,03
Septembre	0,92	2,28
Octobre	3,30	1,56
Novembre	2,77	1,05
Décembre	6,28	2,16
1958 : Janvier	0,70	0,32
Février	0,77	0,14
Mars	1,52	0,07

Graphique 2. — Moyennes mensuelles de la densité d'*Anopheles gambiae*, exprimée en femelles par pièce.

- A. Villages traités à la dieldrine.
B. Villages témoins non traités.

mars 1958 est seulement six fois plus faible que la densité maxima observée précédemment pour la population résistante, alors qu'elle est vingt fois plus faible pour la population sensible des villages témoins. Ce phénomène s'est reproduit à chaque saison sèche en

1959 et en 1960, mais il n'a pas été mesuré avec autant de précision, les captures de moustiques étant faites à la main depuis avril 1958. De telles pointes de *A. gambiae* en saison sèche sont classiques dans les zones de rizières mais ce n'est pas le cas des villages de Pala et et Borodougou qui sont dans des situations tout à fait comparables à celles de villages témoins. Nous avons d'ailleurs observé un phénomène similaire en saison sèche dans la zone traitée à la dieldrine du centre Libéria. En mars 1959, *A. gambiae* était introuvable, tant comme larve que comme adulte, dans les villages témoins de la République de Guinée, ou dans la zone traitée au D. D. T. du centre Libéria, mais il était abondant dans la zone traitée à la dieldrine.

TABLEAU II

Fréquence mensuelle des infections sporozoïtiques chez *Anopheles funestus* provenant des villages témoins et chez *Anopheles gambiae* provenant des villages traités à la dieldrine et des villages témoins.

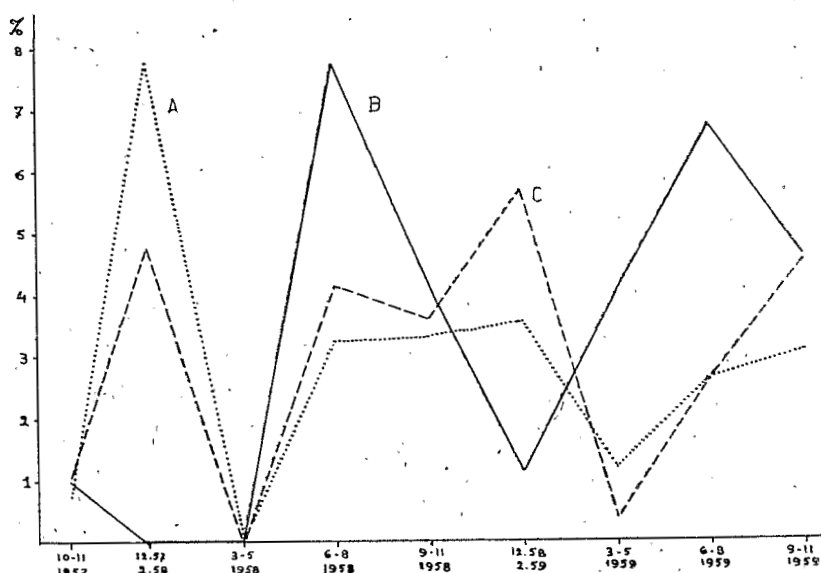
Année et mois	<i>Anopheles gambiae</i> Villages témoins		<i>Anopheles gambiae</i> Villages dieldrine		<i>Anopheles funestus</i> Villages témoins	
	Disséqués	Infectés	Disséqués	Infectés	Disséqués	Infectés
1957 :						
Octobre . . .	79	1	582	3	636	4
Novembre . . .	22	0	231	5	314	3
Décembre . . .	17	0	238	8	290	28
1958 :						
Janvier . . .	5	0	42	3	71	3
Février . . .	2	0	34	4	40	0
Mars . . .	3	0	76	0	12	0
Avril . . .	1	0	79	0	10	0
Mai . . .	3	0	203	0	5	0
Juin . . .	206	7	1.352	41	212	9
Juillet . . .	829	88	1.957	109	339	14
Août . . .	851	51	1.076	32	498	11
Septembre . . .	960	37	2.806	52	893	23
Octobre . . .	377	19	2.465	82	1.656	51
Novembre . . .	42	2	1.698	115	721	34
Décembre . . .	58	0	1.076	84	693	27
1959 :						
Janvier . . .	62	0	564	23	1.523	38
Février . . .	57	2	650	23	1.039	51
Mars . . .	105	1	282	2	908	14
Avril . . .	87	0	301	0	142	0
Mai . . .	670	34	266	1	94	0
Juin . . .	880	57	1.995	83	344	17
Juillet . . .	451	48	2.226	38	624	18
Août . . .	462	16	932	16	1.073	19
Septembre . . .	743	31	591	30	1.512	18
Octobre . . .	308	19	657	35	2.522	65
Novembre . . .	47	1	2.026	84	1.709	83

Indices sporozoïtiques. — Ils ont été étudiés pendant un peu plus de deux ans (tableaux II et III, graphique 3) dans les villages traités à la dieldrine pour *A. gambiae* résistant à la dieldrine et, dans les villages témoins pour les populations sensibles d'*A. gambiae* et d'*A. funestus*. Il y a un décalage manifeste des indices sporozoïtiques entre les populations résistante et sensible d'*A. gambiae*. Chez les populations sensibles le maximum est observé en saison des pluies et les indices baissent fortement dès le début de la saison sèche. Chez la population résistante les maxima sont observés en début et en fin de saison des pluies, voire en début de saison sèche et restent élevés pendant la première moitié de la saison sèche, les variations étant très voisines de celles rencontrées chez les indices sporozoïtiques d'*A. funestus* dans les villages témoins. Les indices gamétocytiques de la population étant sensiblement les mêmes

TABLEAU III

Indices sporozoïtiques trimestriels d'Anopheles funestus dans les villages témoins et d'Anopheles gambiae dans les villages traités à la dieldrine et dans les villages témoins.

Période	<i>Anopheles gambiae</i> Villages témoins		<i>Anopheles gambiae</i> Villages dieldrine		<i>Anopheles funestus</i> Villages témoins	
	Disséqués	I Sp.	Disséqués	I Sp.	Disséqués	I Sp.
Octobre 1957 Novembre 1957	101	0,99	813	0,98	960	0,74
Décembre 1957 Février 1958	24	0	314	4,78	401	7,73
Mars 1958 Mai 1958	7	0	358	0	27	0
Juin 1958 Août 1958	1.886	7,74	4.385	4,15	1.049	3,24
Septembre 1958 Novembre 1958	1.379	4,21	6.969	3,57	3.270	3,30
Décembre 1958 Février 1959	177	1,13	2.290	5,68	3.255	3,56
Mars 1959 Mai 1959	862	4,06	849	0,35	1.144	1,22
Juin 1959 Août 1959	1.793	6,75	5.153	2,66	2.041	2,65
Septembre 1959 Novembre 1959	1.098	4,64	3.274	4,55	5.743	3,06



Graphique 3. — Moyennes trimestrielles de l'indice sporozoïtique d'*Anopheles gambiae* et d'*Anopheles funestus*.

- A. *Anopheles funestus* dans les villages témoins.
 B. *Anopheles gambiae* dans les villages témoins.
 C. *Anopheles gambiae* dans les villages traités à la dieldrine.

dans les villages traités à la dieldrine et dans les villages témoins on peut estimer que les variations d'indice sporozoïtique sont dues aux variations du taux quotidien moyen de survie, *A. gambiae* sensible ayant un taux de survie plus élevé en saison des pluies qu'en saison sèche et *A. gambiae* résistant, comme *A. funestus*, ayant un taux de survie plus élevé en début de saison des pluies et en début de saison sèche qu'au milieu de la saison des pluies. La principale variable étant l'humidité on peut supposer que les hygrométries élevées sont favorables aux individus sensibles d'*A. gambiae* et défavorables à ceux d'*A. gambiae* résistant et d'*A. funestus* qui survivent mieux aux hygrométries moyennes ou faibles.

Taux quotidien moyen de survie. — Ce taux n'a été étudié que chez *A. gambiae* résistant (tableaux IV, V et VI). Pendant la fin de la saison des pluies 1958 et le début de la saison sèche, les *A. gambiae* capturés à Pala et à Borodougou ont été divisés en deux lots lors de chaque capture. Le premier lot était disséqué immédiatement pour la recherche des sporozoïtes à l'état frais et le second était disséqué, de la même façon, douze jours plus tard. D'après les études

de MACDONALD, le taux de survie est la racine douzième du rapport de l'indice sporozoïtique immédiat à l'indice sporozoïtique retardé de douze jours. Pour l'étude statistique les deux séries d'examen

TABLEAU IV

Résultats détaillés des dissections immédiates et différées faites à Pala chez Anopheles gambiae résistant à la dieldrine.

Jour J	Dissections faites le jour J		Dissections faites le jour J + 12	
	Disséqués	Infectés	Disséqués	Infectés
6-10-1958	148	8	34	4
10-10-1958	206	2	50	3
15-10-1958	146	3	24	5
24-10-1958	186	6	70	4
3-11-1958	170	3	81	8
17-11-1958	231	8	105	15
14-11-1958	218	17	78	20
19-11-1958	133	18	41	8
24-11-1958	140	13	27	3
3-12-1958	126	9	58	13
31-12-1958	16	5	38	3
5-1-1959	21	0	14	3
9-1-1959	49	1	36	7
12-1-1959	36	2	39	7
14-1-1959	16	1	31	4
19-1-1959	81	0	101	14
23-1-1959	71	7	208	27
28-1-1959	84	1	85	14
2-2-1959	78	6	87	11
9-2-1959	65	4	26	5
13-2-1959	48	2	38	7
18-2-1959	102	3	19	0
20-2-1959	48	1	8	0
23-2-1959	85	3	59	4
27-2-1959	84	0	71	3
Total (Pala)	2.588	123	1.428	192
Indice sporozoïtique au jour J	Indice sporozoïtique au jour J + 12		$\frac{I. Sp. J}{I Sp. J + 12}$	
4.75	13.45		0.353	

ont été divisées en groupes ayant à peu près la même importance, en suivant l'ordre chronologique et les indices sporozoïtiques immédiats et différés ont été calculés pour chacun de ces groupes, les mêmes dates de groupement étant employées pour les deux séries. Cette méthode permet de minimiser les répercussions des variations saison-

nières sur l'indice sporozoïtique. On a ensuite calculé le rapport des indices sporozoïtiques immédiats et différés à l'intérieur de chaque groupe et, pour l'ensemble de l'expérience, puis l'écart type de ce rapport et son intervalle de confiance à 95 0/0 et enfin les taux

TABLEAU V

Résultats détaillés des dissections immédiates et différées faites à Borodougou chez Anopheles gambiae résistant à la dieldrine.

Jour J	Dissections faites le jour J		Dissections faites le jour J + 12	
	Disséqués	Infectés	Disséqués	Infectés
8-10-1958	171	5	55	11
13-10-1958	231	8	49	1
17-10-1958	230	6	165	22
22-10-1958	282	6	114	15
27-10-1958	174	8	75	18
31-10-1958	168	9	116	21
5-11-1958	240	21	105	26
12-11-1958	256	14	80	9
17-11-1958	178	18	75	8
21-11-1958	132	3	103	10
1-12-1958	149	16	51	4
5-12-1958	297	18	60	11
31-12-1958	38	3	21	5
2-1-1959	40	0	29	11
7-1-1959	35	2	20	4
21-1-1959	28	1	43	6
26-1-1959	21	3	51	16
30-2-1959	33	1	4	2
4-2-1959	23	3	19	4
11-2-1959	19	0	9	0
Total (Borodougou)	2.745	145	1.244	204
Indice sporozoïtique au jour J	Indice sporozoïtique au jour J + 12		$\frac{I \text{ Sp. J}}{I \text{ Sp. J} + 12}$	
5,28	16,40		0,322	

de survie correspondants. Nous n'entrerons pas dans le détail des opérations mathématiques qui dépassent le cadre de cette étude et indiquerons seulement les résultats : le taux de survie quotidien moyen pour la période considérée (fin de saison des pluies, début de saison sèche) est de 0,914 et l'intervalle de confiance à 95 0/0 est de 0,880 à 0,938.

TABLEAU VI

Indices sporozoïtiques immédiats et différés de 12 jours chez *Anopheles gambiae* résistant à la dieldrine des villages de Pala et de Borodougou.

Période	Observations faites le jour J		Observations faites le jour J + 12		Rapport I. Sp. J
	Disséqués	I. Sp.	Disséqués	I. Sp.	I. Sp. J + 12
6-10-1958 13-10-1958	756	3,04	188	10,11	0,301
15-10-1958 24-10-1958	844	2,49	373	12,33	0,202
27-10-1958 5-11-1958	752	5,45	377	19,36	0,282
7-11-1958 14-11-1958	705	5,53	263	16,73	0,331
17-11-1958 1-12-1958	732	9,29	297	11,11	0,836
3-12-1958 19-1-1959	755	5,43	447	18,34	0,296
21-1-1959 27-2-1959	789	4,44	727	13,62	0,326
Total	5.333	5,03	2.672	14,82	0,339

Les taux d'anthropophilie. — La durée du cycle gonotrophique, l'importance de la phase prégravidé et l'ordre de grandeur des indices sporozoïtiques étant les mêmes pour *A. funestus*, *A. gambiae* sensible et *A. gambiae* résistant, on peut en conclure que le taux de survie quotidien moyen de ces espèces, dans la région de Bobo-Dioulasso, est de l'ordre de 0,91 avec les variations saisonnières de ce taux que nous avons évoquées précédemment. Ce taux de survie est voisin de ceux que nous avons estimés en 1959 par des méthodes différentes et qui étaient de 0,89 en saison sèche et 0,92 en saison des pluies pour *A. gambiae* sensible, de 0,85 pendant la saison des pluies et de 0,90 pendant la saison sèche pour *A. funestus*.

CONCLUSIONS

Sauf en ce qui concerne les variations de son indice sporozoïtique, la population résistante à la dieldrine, d'*A. gambiae* des villages de Pala et de Borodougou, ne diffère en rien des populations sensibles à la dieldrine, des villages non traités de la région de Bobo-Dioulasso.

Elle est excellente vectrice de *Plasmodium falciparum*. Les variations d'indice sporozoïtique par rapport aux populations sensibles semblent dues à une meilleure adaptation de la population résistante à la saison sèche. Cette meilleure adaptation de la population résistante à la saison sèche paraît se manifester également au Libéria. Le bon pouvoir vecteur de la population résistante avait déjà été soupçonné par RAMAKRISHNA et ELLIOTT (1960) dans le Sokoto occidental, Nord-Nigéria, mais n'avait pu être prouvé par suite du remplacement de la dieldrine par le H. C. H. puis par le D. D. T.

REMERCIEMENTS

Tous nos remerciements vont à M. K. UÉMURA, de la Section des Statistiques médicales de l'Organisation Mondiale de la Santé, grâce aux conseils duquel nous avons pu faire l'étude statistique de cette expérimentation. Ils vont aussi au personnel du Laboratoire d'Entomologie médicale du Centre Muraz qui a effectué les quelque cinquante mille dissections de glandes salivaires que représente cette étude.

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris.
Laboratoire d'Entomologie médicale du Centre Muraz,
Bobo-Dioulasso.

BIBLIOGRAPHIE

- CHOUMARA (R.), HAMON (J.), BAILLY (H.), ADAM (J.-P.) et RICOSSE (J.). — Le paludisme dans la zone pilote de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta. *Cahiers de l'O. R. S. T. O. M.*, Paris, 1959, 1.
- GILLIES (M. T.). — The recognition of age groups within populations of *A. gambiae* by the pregravid rate and sporozoite rate. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1954, 48, 58-74.
- GILLIES (M. T.). — The pregravid phase of ovarian development in *Anopheles funestus*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1955, 49, 320-325.
- HAMON (J.), CHOUMARA (R.), EYRAUD (M.) et KONADE (T. A.). — Apparition dans la zone pilote de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta, A. O. F.) d'une souche d'*Anopheles gambiae* Giles (Diptères, Culicidés) résistante au dieldrine. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1957, 50, 822-831.
- MACDONALD (G.). — The analysis of the sporozoite rate. *Trop. Dis. Bull.*, 1952, 49, 569-586.
- MACDONALD (G.). — The epidemiology and control of malaria. London, Oxford University Press, 1957.
- RAMAKRISHNA (V.) et ELLIOTT (R.). — The vectorial capacity of an insecticide-resistant and a susceptible strain of *A. gambiae* in Northern Nigeria, 1960.