

OBSERVATIONS SUR LE NIVEAU DE SENSIBILITÉ
AU DDT, AU DIELDRIN ET AU HCH
DE *CULEX PIPIENS* SSP. *FATIGANS*
DANS LA RÉGION DE BOBO-DIOULASSO, HAUTE-VOLTA,
AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE

Par J. HAMON, M. EYRAUD, S. SALES et J.-P. ADAM (*)

En Afrique Occidentale, *Culex pipiens fatigans* Wiedemann a une répartition généralement limitée au voisinage immédiat des ports et des grandes villes. En Haute-Volta, il n'a pour l'instant été rencontré que dans les villes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso et depuis quelques mois dans certains villages des environs de Bobo-Dioulasso.

La ville de Bobo-Dioulasso bénéficie, depuis 6 ans environ, d'un traitement plus ou moins régulier des habitations à la poudre mouillable de DDT et depuis 2 ans d'une lutte anti-larvaire de faible envergure, basée sur l'emploi du mazout additionné de DDT. Les environs de la ville constituent la zone-pilote de lutte antipaludique de Bobo-Dioulasso, créée en 1953 par le Gouvernement français avec l'appui de l'O. M. S. et du F. I. S. E. ; cette zone-pilote a été autrefois partiellement traitée au HCH, mais les dernières aspersion domiciliaires de cet insecticide ont eu lieu au début de l'année 1955 et depuis cette date le DDT est le seul insecticide utilisé, sous forme de poudre mouillable à 75 0/0. Depuis août 1955, deux villages, précédemment non traités, ont subi des aspersion de poudre mouillable de dieldrin, selon un rythme annuel. A la périphérie de la zone-pilote se trouvent une série de villages non traités utilisés comme témoins pour évaluer l'efficacité des traitements.

Nos observations portent sur trois souches récoltées respectivement dans la ville de Bobo-Dioulasso, dans le village (traité au dieldrin)

(*) Séance du 14 mai 1958.

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

Collection de Référence

n° / 3001

21 FEB. 1969

de Pala et dans le village témoin de Karankasso. Les deux premières souches sont issues d'une population importante de femelles recueillies dans les maisons. La troisième provient d'une femelle unique prise dans une maison.

Les tests ont porté sur des femelles élevées au laboratoire et dans quelques cas pour Bobo-Dioulasso sur des femelles capturées dans les habitations, ainsi que sur les larves élevées au laboratoire. Tous les tests ont été faits en pièce climatisée, à environ 80 0/0 d'humidité relative et entre 27 et 31° centigrades, sur des individus conservés préalablement dans les mêmes conditions, pour éviter des modifications de sensibilité dues au « dépaysement ». Les méthodes employées ont été celles recommandées par l'O. M. S., c'est-à-dire pour les femelles un contact d'une heure avec un papier-filtre imprégné de concentrations déterminées d'insecticide dans l'huile Risella, avec lecture de la mortalité 24 heures après la fin du contact avec l'insecticide et pour les larves une intoxication de 24 heures dans une suspension d'insecticide dans l'eau de titre connu, puis une mise en observation de 24 heures en eau distillée après laquelle on fait la lecture de la mortalité. Les insecticides employés ont été le DDT et le dieldrin pour les adultes et le DDT, le dieldrin et l'isomère gamma de l'HCH pour les larves.

Nos constatations sont résumées dans les tableaux I à VIII.

TABLEAU I

Tests de sensibilité au DDT et au dieldrin faits sur les femelles de C. p. fatigans de la souche Karankasso.

Nature de l'insecticide et concentration 0/0 dans l'huile	Nombre de femelles testées	Nombre de femelles mortes dans les 24 heures	Mortalité brute 0/0	Mortalité corrigée 0/0
DDT :				
0	93	10	11	—
0,25	89	8	9	0
0,50	89	15	17	7
1	93	14	15	4
2	90	12	13	2
4	90	19	21	11
Dieldrin :				
0	85	3	4	—
0,1	87	5	6	2
0,2	92	9	10	6
0,4	90	22	24	21
0,8	87	54	62	60
4	82	60	80	79

TABLEAU II

Tests de sensibilité au DDT et au dieldrin faits sur les femelles de C. p. fatigans de la souche de Bobo-Dioulasso.

Nature de l'insecticide et concentration o/o dans l'huile	Nombre de femelles testées	Nombre de femelles mortes dans les 24 heures	Mortalité brute o/o	Mortalité corrigée o/o
DDT :				
0	63	0	0	—
0,25	30	0	0	0
0,50	30	1	3	3
1	61	2	3	3
2	61	4	7	7
4	60	8	13	13
Dieldrin :				
0	154	6	4	—
0,2	181	15	8	4
0,4	184	32	17	14
0,8	240	140	58	56
4	179	117	65	64

TABLEAU III

Tests de sensibilité au DDT et au dieldrin faits sur les femelles de C. p. fatigans de la souche de Pala.

Nature de l'insecticide et concentration o/o dans l'huile	Nombre de femelles testées	Nombre de femelles mortes dans les 24 heures	Mortalité brute o/o	Mortalité corrigée o/o
DDT :				
0	92	2	2	—
0,25	60	1	2	0
0,50	88	2	2	0
1	92	4	4	2
2	91	5	5	3
4	88	5	6	4
Dieldrin :				
0	146	2	1	—
0,1	120	3	2	1
0,2	117	4	3	2
0,4	173	6	3	2
0,8	122	11	9	8
4	171	12	7	6

TABLEAU IV

Récapitulation des tests au DDT faits sur les femelles de toutes les souches de *C. p.* fatigans de la région de Bobo-Dioulasso.

Concentration de DDT o/o dans l'huile	Nombre de femelles testées	Nombre de femelles mortes dans les 24 heures	Mortalité brute o/o	Mortalité corrigée o/o
0	248	12	5	—
0,25	179	10	6	1
0,50	207	18	9	4
1	246	20	8	3
2	242	21	9	4
4	238	32	13	8

TABLEAU V

Tests de sensibilité au dieldrin correspondant à la « fraction sensible » des femelles de *C. p.* fatigans de Bobo-Dioulasso et de Karankasso.

Concentration de dieldrin o/o dans l'huile	Nombre de femelles testées	Nombre de femelles mortes dans les 24 heures	Mortalité brute o/o	Mortalité corrigée o/o
Souche Karankasso :				
0	68	3	4	—
0,1	70	5	7	3
0,2	74	9	12	8
0,4	72	22	31	28
0,8	70	54	77	76
4	66	66	100	100
Souche Bobo-Dioulasso :				
0	100	6	6	—
0,2	118	15	13	7
0,4	120	32	27	22
0,8	156	140	90	89
4	117	117	100	100

La première constatation que l'on peut faire est que la méthode employée pour les tests de larves n'est pas très satisfaisante. Le maintien des larves à jeun pendant 48 heures dans de l'eau distillée entraîne une mortalité élevée dans les lots témoins. En outre, pendant un laps de temps aussi long il n'est pas rare d'avoir une proportion importante de larves qui se transforment en nymphes bien que l'on ait opéré sur de jeunes larves au 4^e stade, ce qui oblige alors de recommencer le test.

TABLEAU VI

Tests de sensibilité au DDT, dieldrin et gamma HCH faits sur les larves de *C. p. fatigans* de la souche de Karankasso.

Nature de l'insecticide et concentration en p. p. m.	Nombre de larves testées	Nombre de larves mortes en 48 heures	Mortalité brute o/o	Mortalité corrigée o/o
Témoin	380	114	30	—
DDT :				
0,004	190	70	37	10
0,01	140	67	48	26
0,02	190	121	64	49
0,05	100	100	100	100
0,10	50	50	100	100
Dieldrin :				
0,002	140	56	40	14
0,004	280	179	64	49
0,01	140	108	77	67
0,02	190	167	88	83
0,05	140	137	98	97
0,10	50	47	94	91
0,25	50	50	100	100
HCH :				
0,004	140	62	44	20
0,02	190	115	61	44
0,05	140	123	88	83
0,10	190	160	84	77
0,25	190	180	95	93
0,50	50	50	100	100

La seconde constatation est que l'on observe une discordance marquée entre la sensibilité des larves et celle des adultes. Ce phénomène a déjà été signalé par de nombreux auteurs chez les moustiques du complexe *C. pipiens* L. mais jamais avec une telle ampleur.

DISCUSSION

I. — Adultes.

Les renseignements concernant la détermination de la concentration létale moyenne (CL 50) chez *C. p. fatigans* proviennent principalement des travaux de WHARTON en Malaisie : il a constaté qu'en

TABLEAU VII

Tests de sensibilité au DDT, dieldrin et gamma HCH faits sur les larves de C. p. fatigans de la souche de Bobo-Dioulasso.

Nature de l'insecticide et concentration en p. p. m.	Nombre de larves testées	Nombre de larves mortes en 48 heures	Mortalité brute o/o	Mortalité corrigée o/o
Témoin	280	59	21	—
DDT :				
0,004	90	22	24	4
0,01	100	36	36	19
0,02	90	41	46	32
0,05	50	47	94	92
0,10	90	88	98	97
0,50	40	40	100	100
Dieldrin :				
0,002	50	18	36	19
0,004	140	55	39	23
0,01	100	72	72	65
0,02	140	106	76	70
0,05	100	91	91	89
0,10	90	72	80	75
0,25	50	50	100	100
0,50	40	40	100	100
HCH :				
0,004	90	28	31	13
0,01	50	20	40	24
0,02	140	74	53	41
0,05	100	75	75	68
0,10	90	64	71	63
0,25	100	89	89	86
0,50	40	35	88	85

zone non traitée la CL 50 au DDT était supérieure à 5 0/0, alors que la CL 50 au dieldrin était de 0,46 0/0 et que dans une zone ayant subi cinq campagnes d'aspersions domiciliaires de dieldrin tous les adultes survivent au test à 4 0/0 de dieldrin. Une seule information provient d'Afrique : c'est celle de C. D. RAMSDALE, qui, dans une communication personnelle à l'O. M. S., indique que, dans la zone traitée au dieldrin du Libéria, 60 0/0 des adultes survivent au test à 4 0/0 au dieldrin.

Nos séries de tests au DDT montrent que la sensibilité de nos trois souches est très réduite et que l'on peut difficilement déterminer la CL 50 tellement il faut extrapoler. Les deux souches les plus sensibles

TABLEAU VIII

Tests de sensibilité au DDT, dieldrin et gamma HCH faits sur les larves de *C. p. fatigans* de la souche de Pala.

Nature de l'insecticide et concentration en p. p. m.	Nombre de larves testées	Nombre de larves mortes en 48 heures	Mortalité brute o/o	Mortalité corrigée o/o
Témoin	260	23	9	—
DDT :				
0,004	130	10	3	0
0,01	80	17	21	13
0,02	129	48	37	31
0,05	80	78	98	98
0,10	50	50	100	100
0,50	50	50	100	100
Dieldrin :				
0,004	50	1	2	0
0,02	129	40	31	24
0,05	80	40	50	45
0,10	130	87	67	64
0,25	80	80	100	100
0,50	50	50	100	100
HCH :				
0,004	50	2	4	0
0,02	130	11	8	0
0,10	130	22	17	9
0,25	80	49	61	57
0,50	130	106	82	80

sont celles de Karankasso (tableau I) et de Bobo (tableau II), la souche de Pala étant un peu moins sensible (tableau III), ce qui est assez curieux puisque Pala n'est traité qu'au dieldrin, alors que la ville de Bobo-Dioulasso est traitée au DDT. Il est probable que la dissémination de *C. p. fatigans* dans les villages de brousse est très récente, largement postérieure au traitement de la ville par le DDT. Nous avons profité de cette homogénéité relative des tests sur les différentes souches pour les grouper (tableau IV) ce qui permet d'estimer graphiquement que la CL 50 est très largement supérieure à 100 o/o, il s'agit donc d'une résistance très marquée au DDT. On peut d'ailleurs noter que les adultes n'évitent pas particulièrement les endroits traités et constituent en ville de Bobo-Dioulasso comme dans les villages de Pala et de Borodougou traités au dieldrin les seuls Culicinés normalement présents de jour dans les habitations.

TABLEAU IX

Récapitulation des CL 50 graphiques et calculées et des CL 90 calculées pour les tests de sensibilité au DDT, dieldrin et gamma HCH sur les larves de *C. p. fatigans* des souches de Karankasso, de Bobo-Dioulasso et de Pala.

Insecticide	Souche Bobo	Souche Pala	Souche Karankasso
DDT en p. p. m. :			
CL 50 graphique	0,020	0,020	0,020
CL 50 calculée	0,0233 (*)	0,0273 ± 0,0012 — 0,0009	0,0168 ± 0,0005
CL 90 calculée	0,0914 ± 0,005	0,103 ± 0,030 — 0,018	0,062 ± 0,0096 — 0,0065
Dieldrin en p. p. m. :			
CL 50 graphique	0,010	0,056	0,0056
CL 50 calculée	0,0122 ± 0,0003	0,0514 ± 0,007	0,0066 ± 0,0004
CL 90 calculée	0,0435 ± 0,003	0,257 ± 0,012	0,0204 ± 0,0033 — 0,0021
HCH en p. p. m. :			
CL 50 graphique	0,038	0,25	0,017
CL 50 calculée	0,0396 ± 0,0004	0,217 ± 0,005	0,0265 ± 0,0008
CL 90 calculée	0,190 ± 0,010	1,57 ± 0,19	0,113 ± 0,005

Les séries correspondantes de tests au dieldrin (tableaux I, II et III) montrent que la souche Pala est à peu près insensible au dieldrin, alors que la souche Bobo est nettement plus sensible et la souche Karankasso est encore plus sensible, les mortalités respectives du lot à 4 0/0 étant 6 0/0, 64 0/0 et 79 0/0. En fait, la répartition des mortalités en fonction des concentrations fait penser à ce que l'on observe lorsque l'on fait des tests sur un mélange d'individus sensibles et d'individus résistants au dieldrin d'*Anopheles gambiae* Giles. Cela nous a amené à formuler l'hypothèse de travail suivante, basée sur les observations de WHARTON en Malaisie et sur nos observations à Pala : nous sommes en présence d'un mélange d'individus sensibles et d'individus résistants, les individus résistants (ce terme étant pris au sens large) étant ceux survivant au test à 4 0/0 de dieldrin. Nous avons alors refait les calculs concernant les souches de Karankasso et de Bobo-Dioulasso en éliminant le pourcentage d'individus résistants, soit 21 0/0 pour Karankasso et 36 0/0 pour Bobo-Dioulasso, ce qui nous donne le tableau V. Il est intéressant de constater que suivant cette hypothèse, alors que la CL 50 estimée pour la souche Pala est de l'ordre de 100 0/0, celle pour les « fractions sensibles » des souches de Karankasso et de Bobo-Dioulasso est d'environ 0,6 0/0 ce qui est du même ordre de grandeur que la CL 50 observée par WHARTON pour les populations sensibles en Malaisie. Indépen-

damment de cette hypothèse on peut considérer que la souche de Pala est très fortement résistante au dieldrin.

II. — Larves.

Les renseignements concernant la sensibilité des larves de *C. p. fatigans* sont plus nombreux que ceux concernant les adultes. Tout d'abord WHARTON en Malaisie a déterminé les CL 50 suivantes pour une souche sensible : 0,145 p. p. m. de DDT, 0,003 p. p. m. de dieldrin et 0,014 p. p. m. de gamma HCH ; il a observé, en outre, que dans la zone traitée au dieldrin, l'apparition de la résistance au dieldrin chez les adultes entraînait l'apparition d'une forte résistance au dieldrin et au HCH chez les larves, sans modifier la sensibilité au DDT. LIU, à Taïwan, a observé, dans une zone sans insecticide, une CL 50 de 0,2 p. p. m. pour le DDT, alors que dans une région voisine traitée en lutte antilarvaire depuis 1950 puis par imagocides depuis 1952, la CL 50, en 1956, était de 26 p. p. m. de DDT. Enfin, GENTRY et HUBERT, à Okinawa traité depuis 10 ans au DDT et 3 ans au chlordane, observent l'apparition d'une résistance dès 1954 et enregistrent les CL 50 suivantes pour la population résistante en 1955-1956 : 0,6 p. p. m. de DDT, 0,2 p. p. m. de dieldrin et 0,2 p. p. m. de gamma HCH ; la méthode de test employée prévoyant un séjour de 48 heures dans la suspension d'insecticide, les CL 50 correspondantes de la méthode normalisée par l'O. M. S. sont certainement sensiblement plus élevées.

Nos séries de tests au DDT (tableaux VI à IX) montrent une sensibilité très nette des trois souches, la CL 50 graphique étant la même dans les trois souches et égale à 0,02 p. p. m. et les CL 50 calculées par la méthode des probits étant de 0,017 p. p. m. pour la souche de Karankasso, 0,023 p. p. m. pour la souche de Bobo-Dioulasso et 0,027 p. p. m. pour la souche de Pala, ce qui est assez curieux étant donné la grande résistance des adultes et confirme par ailleurs l'origine commune probable des trois souches. L'échelonnement de la sensibilité au DDT des larves est exactement le même que celui des adultes.

Les séries de tests au dieldrin montrent une différenciation plus importante des souches que les tests sur les adultes les CL 50 calculées, qui sont très voisines des CL 50 déduites graphiquement, étant de 0,007 p. p. m. pour la souche de Karankasso, de 0,012 p. p. m. pour la souche de Bobo-Dioulasso et de 0,051 pour la souche de Pala. La sensibilité de la souche de Karankasso est du même ordre de grandeur que celle observée par WHARTON pour une souche sensible de Malaisie, alors que la souche de Pala, bien que la plus résistante des trois est au moins quatre fois plus sensible que celles observées par GENTRY et HUBERT à Okinawa.

Les tests à l'isomère gamma du HCH ont exactement le même

échelonnement que ceux au dieldrin, mais de façon générale la sensibilité au gamma HCH est quatre fois plus faible que celle au dieldrin. Là encore, la souche la plus sensible, celle de Karankasso, est comparable à la souche sensible de Malaisie de WHARTON. Par contre, la souche la plus résistante, celle de Pala, n'est pas sensiblement différente de celles observées par GENTRY et HUBERT à Okinawa.

CONCLUSIONS

Une série de tests faits sur des larves et des adultes de *C. p. fatigans* récoltés en différents points du Cercle de Bobo-Dioulasso a montré :

1. La présence à peu près uniforme d'une population extrêmement résistante au DDT à l'état adulte, même dans des villages non traités par les insecticides ou traités au dieldrin, cette résistance ne s'étendant pas aux larves qui restent très sensibles au DDT, avec une CL 50 de l'ordre de 0,02 p. p. m.

2. La présence, dans un village traité au dieldrin seulement depuis août 1955; d'une population extrêmement résistante au dieldrin à l'état adulte, cette résistance se manifestant chez les larves aussi bien vis-à-vis du dieldrin que du gamma HCH, les CL 50 des larves étant respectivement de 0,05 p. p. m. de dieldrin et 0,22 p. p. m. de gamma HCH, soit 7 fois plus que les valeurs observées sur une souche provenant d'un village non traité aux insecticides.

3. Que les variations de sensibilité au DDT et au dieldrin se font parallèlement, bien qu'à une échelle différente, chez les adultes et chez les larves, la comparaison des sensibilités semblant se faire plus facilement chez les larves du fait que l'on peut calculer leur CL 50 sans faire d'extrapolation.

4. Que les niveaux de sensibilité des souches sensibles et résistantes de la région de Bobo-Dioulasso ne sont pas toujours du même ordre de grandeur que ceux observés dans des conditions similaires en Asie, ce qui ne fait qu'ajouter un facteur aux nombreuses différences physiologiques déjà enregistrées entre les souches asiatiques et africaines de *C. p. fatigans*, la plus frappante de ces différences étant la moindre susceptibilité des souches africaines à l'infection par *W. bancrofti* (*).

Laboratoire d'Entomologie du Centre Muraz, Bobo-Dioulasso. Zone-pilote de lutte antipaludique de Bobo-Dioulasso. Office de la Recherche Scientifique et Technique outre-mer.

(*) Tous nos remerciements vont à MM. WRIGHT et BROWN de la Division de l'Assainissement de l'O. M. S. pour la fourniture du matériel nécessaire à la réalisation de tests standardisés ainsi que pour l'envoi de la documentation concernant la résistance aux insecticides.

BIBLIOGRAPHIE

- BROWN (A. W. A.). — Methods employed for determining insecticide resistance in mosquito larvæ. *Bull. Org. mond. Santé*, 1957, 16, 201-204.
- BURNETT (G. F.). — Variation in mortality with differences in humidity among mosquitoes exposed to BHC, Dieldrin and DDT. *Nature*, 1956, 177, 663-664.
- BUSVINE (J. R.). — A survey of measurements of the susceptibility of different mosquitoes to insecticides. *Bull. Org. mond. Santé*, 1956, 15, 787-791.
- BUSVINE (J. R.) et HARRISSON (M.). — Tests for insecticide resistance in lice, mosquitoes and house flies. *Bull. ent. Res.*, 1953, 44, 729-738.
- CHOW (C. Y.) et THEVASAGAYAM (E. S.). — Bionomics and control of *Culex pipiens fatigans* Wied. in Ceylon. *Bull. Org. mond. Santé*, 1957, 16, 609-632.
- COLLINS (C. P.). — Experiments in larvæ control in H. M. Naval Base, Singapour. *J. Roy. Nav. Med. Serv.*, 1956, 42, 148-166.
- DAVIDSON (G.). — Insecticide resistance in *Anopheles gambiae* Giles : a case of simple Mendelian inheritance. *Nature*, 1956, 178, 861-863.
- GENTRY (J. W.) et HUBERT (A. A.). — Resistance of *Culex quinquefasciatus* to chlorinated hydrocarbons on Okinawa. *Mosquito News*, 1957, 17, 92-93.
- HAMON (J.). — Apparition à la Réunion d'une résistance au DDT chez *Culex fatigans* Wiedemann, principal vecteur de la filariose à *Wuchereria bancrofti* dans l'île. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1953, 47, 178-185.
- HAWKING (F.). — The distribution of bancroftian filariasis in Africa. *Bull. Org. mond. Santé*, 1957, 16, 581-592.
- LIU (S. Y.). — A summary of recent insecticidal tests on some insects of medical importance in Taiwan. *Bull. Org. mond. Santé*, 1957 (sous presse).
- MATTINGLY (P. F.). — Notes on the taxonomy and bionomics of certain filariasis vectors. *Bull. Org. mond. Santé*, 1957, 16, 686-696.
- O. M. S. — Division de l'Assainissement. Circulaires d'information sur le problème de la résistance. Genève, 1956 à 1958.
- PRADHAN (S.) et MUNDKUR (S. S.). — The effect of temperature on the susceptibility of mosquito larvæ to DDT suspensions. *Zeitschr. angew. Ent.*, 1957, 40, 371-379.
- RAJACOPAIAN (N.), VEDAMANIKKAM (J. C.) et RAMANI (S. R.). — Tolerance of larvæ of *Culex fatigans* Wiedemann to gammexane applied as a larvicide at Kumbakonam, South India. *Indian J. Ent.*, 1955, 17, 159-164.
- REID (J. A.). — Resistance to insecticides in the larvæ of *Culex fatigans* in Malaya. *Bull. Org. mond. Santé*, 1955, 12, 705-710.
- WHARTON (R. H.). — The susceptibility of various species of mosquitoes to DDT, dieldrin and BHC. *Bull. ent. Res.*, 1955, 46, 301-309.