



7 en multigr. ) Vers multi  
B5624 ) à mettre  
en copie

EVALUATION DE LA SENSIBILITE AUX INSECTICIDES DES MOUSTIQUES ADULTES  
PAR EXPOSITION A UNE CONCENTRATION UNIQUE PENDANT UN TEMPS DE CONTACT VARIABLE

par

S. Sales, J. Mouchet

Mission entomologique ORSTOM auprès de l'OCCGE  
Centre Muraz, Bobo-Dioulasso (Haute-Volta)

1. INTRODUCTION

Jusqu'à maintenant l'OMS a recommandé, pour l'évaluation de la sensibilité aux insecticides des moustiques adultes, la méthode décrite dans le 13ème Rapport du Comité d'experts des Insecticides (anonyme 1963); des lots de moustiques sont soumis à une échelle de concentrations d'un insecticide pendant un temps d'exposition constant; les caractéristiques de la population de vecteurs en ce qui concerne sa sensibilité aux insecticides sont alors évalués en concentration létale (CL) 50 ou 95. Cette méthode, appliquée aux moustiques adultes, nécessitait l'emploi d'une gamme d'au moins 5 concentrations de papiers imprégnés. Ce matériel, qu'il soit fourni par l'OMS ou acheté par les laboratoires, représente une lourde charge financière pour tous ceux qui étudient les problèmes de résistance.

De plus, comme l'ont fait remarquer Hamon & Sales (1970) d'une part, cette méthode n'est pas adéquate pour étudier les souches résistantes et, d'autre part, les papiers imprégnés de carbamates ou d'organophosphorés se détériorent rapidement.

Les experts de l'OMS avaient envisagé de caractériser la sensibilité en employant une concentration constante et des durées d'exposition variables. La sensibilité était alors évaluée au temps létal (TL) 50 et 95. Une telle méthode ne nécessitait l'emploi que d'une ou deux concentrations d'où une économie certaine. La relation logarithme du temps/probabilité de mortalité est une droite comme une ligne de régression obtenue avec des concentrations variables. Une expérimentation a été exécutée en 1970 par Hamon et Sales avec le malathion, le fenthion, le fénitrothion et le Baygon sur A. gambiae "A" ainsi que sur C. p. fatigans, comme moustiques de référence.

Nous avons repris une expérimentation similaire sur ces quatre insecticides en utilisant C. p. fatigans et Ae. aegypti. De plus, nous avons comparé la méthode OMS classique (temps de contact constant et concentrations variables) avec la méthode à étudier (temps de contact variable à concentration constante). Enfin, nous avons comparé, en utilisant cette dernière méthode, les résultats obtenus avec les papiers OMS imprégnés semi-industriellement et ceux imprégnés extemporanément à l'aide de solutions prêtes à l'emploi fournies par l'OMS.

Ce travail a été exécuté dans le cadre général des actions du Centre international de référence OMS pour l'évaluation des insecticides, de l'OCCGE à Bobo-Dioulasso.

The issue of this document does not constitute formal publication. It should not be reviewed, abstracted or quoted without the agreement of the World Health Organization. Authors alone are responsible for views expressed in signed articles.

Ce document ne constitue pas une publication. Il ne doit faire l'objet d'aucun compte rendu ou résumé ni d'aucune citation sans l'autorisation de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les opinions exprimées dans les articles signés n'engagent que leurs auteurs.

U.R.S.I.C.M. Fonds Documentaire  
N° : 28695

Cpte : B

## 2. MATERIEL ET METHODES DE TRAVAIL

Les moustiques utilisés pour cette expérimentation ont été :

- des générations  $F_1$  de Culex p. fatigans, provenant de pontes récoltées dans la ville de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta), résistantes au DDT et à la dieldrine;
- des Ae. aegypti, souche Kongolekan (Haute-Volta), maintenue au laboratoire depuis plusieurs années, non résistante.

Les femelles utilisées pour les tests étaient âgées de 3 à 5 jours et nourries sur jus sucré.

Les papiers imprégnés d'insecticides fournis par l'OMS comportaient les concentrations suivantes :

Baygon (OMS-33) : 0,01 %; 0,02 %; 0,04 %; 0,08 %; 0,16 %.  
 Fénitrothion (OMS-43) : 0,05 %; 0,1 %; 0,2 %; 0,4 %; 0,8 %; 1,6 %.  
 Fenthion (OMS-2) : 0,05 %; 0,1 %; 0,2 %; 0,4 %; 0,8 %; 1,6 %; 3,2 % et 6,4 %.  
 Malathion (OMS-1) : 0,1 %; 0,2 %; 0,4 %; 0,5 %; 0,8 %; 1,6 %; 3,2 %; 5 et 6,4 %

Les solutions de Baygon et de fénitrothion destinées à imprégner extemporanément les papiers correspondaient aux concentrations énumérées ci-dessus.

Trois expérimentations successives ont été exécutées :

a) Détermination de la sensibilité de C. p. fatigans et Ae. aegypti au Baygon et au fénitrothion par la méthode OMS (concentration variable pendant un temps d'exposition constant). Cette méthode est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la décrire. Nous n'avons pas fait de tests avec le malathion ni le fenthion, ce genre de travail ayant déjà été exécuté antérieurement.

b) Détermination de la sensibilité en utilisant une ou deux concentrations d'un insecticide et en exposant chaque lot de moustiques à un temps de contact de durée différente suivant une progression géométrique de :

15, 30, 60, 120 et 240 minutes, ou  
 30, 60, 120, 240 et 480 minutes.

Les concentrations choisies ont été de :

0,08 et 0,16 pour le Baygon et le malathion;  
 0,8 et 1,6 pour le fénitrothion;  
 0,2, 0,4 et 0,8 pour le fenthion.

Après exposition à l'insecticide, chaque lot de moustiques est mis 24 heures en observation, laps de temps au bout duquel la mortalité est relevée. L'expérience a été renouvelée au moins 4 fois afin qu'un minimum de 100 moustiques aient été soumis à chaque durée d'exposition.

c) Exécution du même protocole que précédemment, mais en utilisant des papiers imprégnés extemporanément avec les solutions fournies par l'OMS. Ces tests ont seulement porté sur le Baygon et le fénitrothion et sur C. p. fatigans seulement.

Les  $CL_{50}$  et  $CL_{95}$  ainsi que les  $TL_{50}$  et  $TL_{95}$  ont été calculés graphiquement sur papier gaussologarithmique. Les résultats seront toutefois traités par l'ordinateur OMS de Genève qui fournira des informations plus complètes.

Il faut noter que par raison de commodité nous avons quelquefois porté sur les tableaux, afin de ne pas les surcharger, dans la colonne mortalité corrigée, les mortalités des témoins dotant chacune de ces valeurs d'un b) pour rappeler qu'il s'agit de mortalité brute.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les quatre premiers tableaux concernent les tests exécutés suivant la méthode classique avec le Baygon et le fénitrothion.

Il faut remarquer que la plus forte des concentrations de Baygon, à savoir 0,16 % ne provoque 100 % de mortalité ni chez C. p. fatigans ni chez Ae. aegypti et ne serait donc pas adéquate pour détecter l'apparition d'une résistance. La même observation est valable en ce qui concerne le fénitrothion et Culex p. fatigans. Il apparaît également qu'Aedes aegypti moins sensible au Baygon que C. p. fatigans est plus sensible que ce dernier au fénitrothion.

D'après ces deux tests, nous avons sélectionné les concentrations à retenir pour l'expérimentation suivante rapportée dans les tableaux 5 à 12. On observe qu'en utilisant des temps de contact variables à une concentration constante les lignes de régression sont très satisfaisantes.

D'après le tableau 5 une concentration de Baygon de 0,04 à 120 minutes donne la même mortalité de C. p. fatigans qu'une concentration de 0,08 pendant 60 minutes; de même, des contacts respectifs de 240 et 480 minutes à 0,04 donnent les mêmes résultats que des contacts de 120 et 240 minutes à 0,08.

En d'autres termes, la mortalité est identique lorsque le produit  $t$  (temps de contact) x  $C$  (concentration) est identique. Comme il était d'ailleurs prévisible le  $TL_{50}$  diminue de moitié lorsque la concentration double.

Des observations similaires se dégagent de la lecture des tableaux 7 pour le fénitrothion, 9 pour le malathion ainsi que 11 et 12 pour le fenthion. Un des buts de notre expérimentation étant de vérifier les relations entre la durée d'exposition et la concentration, nous pensons qu'il a été atteint.

Comme Hamon & Sales (1970) l'ont déjà écrit, nous concluons que l'évaluation de la sensibilité aux insecticides en  $TL_{50}$  et  $TL_{95}$ , utilisant deux concentrations d'insecticides et même peut-être une seule, est parfaitement valable. Mais il faut choisir très judicieusement la ou les concentrations à utiliser en fonction des souches locales de façon à ce que le temps d'exposition ne soit pas d'une durée prohibitive.

Les papiers imprégnés extemporanément avec des solutions correspondant à des concentrations de 0,04 et 0,08 % de Baygon n'avaient aucun effet. Seul celui à 0,16 % était actif sur C. p. fatigans mais moins toutefois qu'il n'aurait dû l'être, si l'on compare les résultats du tableau 13 et du tableau 5. En effet, 60 minutes d'exposition à 0,08 provoquent 77 % de mortalité (tableau 5) alors que 30 minutes à 0,16 n'en occasionnent que 8 % (tableau 13). Cent vingt minutes à 0,08 provoquent 95 % de mortalité alors que 60 minutes à 0,16 ne donnent que 47 % de mortalité; 240 minutes à 0,08 provoquent 99 % de mortalité alors que 120 minutes à 0,16 n'en produisent que 88 %. Il semble que le lot de solutions employées ne soit pas satisfaisant.

Les papiers imprégnés extemporanément avec les solutions de fénitrothion ont également donné des résultats moins bons que les papiers imprégnés semi-industriellement (tableaux 7 et 14).

## CONCLUSIONS

Nos conclusions rejoignent celles d'Hamon & Sales (1970). Il apparaît possible de caractériser la sensibilité aux insecticides par les temps létaux 50 et 95. Cette méthode semble même très souhaitable dans la mesure où elle permet de sensibles économies.

Il appartient aux mathématiciens de dire si l'étude de tous les paramètres ne permettrait pas d'établir une corrélation simple entre temps létaux et concentrations létales ce qui permettrait d'employer concurremment les deux méthodes.

Les essais effectués avec des papiers imprégnés extemporanément de Baygon et de fénitrothion ne sont pas satisfaisants et seraient à refaire en utilisant d'autres solutions.

## SUMMARY

The authors have investigated the possibility of assessing insecticide susceptibility of adult mosquitoes to carbamate and organophosphate insecticides by using a single concentration at different exposure times. As already stated by Hamon & Sales this method is reliable. The "exposure time/mortality" regression line on gaussian logarithmic paper is a straight one and can be analyzed graphically. Subsequently  $TL_{50}$  and  $TL_{95}$  can be easily calculated. Results with Baygon, fenitrothion, fenthion and malathion and with *C. p. fatigans* and *Ae. aegypti* are presented here. Doubling the concentration for a standard time gives the same results as doubling the time of exposure for a fixed concentration. In other words  $Ct$ , the product of concentration and time is constant. This seems to be true for all the four tested compounds.

A similar experiment with papers impregnated in the laboratory one day before, with standard solutions of Baygon and fenitrothion provided by WHO, gave poor results due the low activity of such papers.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions la section de Biologie et Contrôle des Vecteurs de l'OMS qui nous a fourni le matériel nécessaire.

Nos remerciements vont à Messieurs Diallo Souleymane et Sanou Mamourou qui nous ont aidé dans notre tâche.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme (1963) Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du Comité OMS d'experts des Insecticides. Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn., N° 265, 242 p. Genève
- Hamon, J. & Sales, S. (1970) Etude de la relation existant chez les moustiques adultes entre la durée d'exposition à un insecticide et la mortalité résultante. Rapp. OCCGE, N° 78/ Ent.70 du 24.3.1970

TABLEAU I. SENSIBILITE A L'OMS-33 DES FEMELLES DE CULEX P. FATIGANS,  
EVALUEE PAR LA METHODE OMS (TEMPS DE CONTACT FIXE DE UNE HEURE)

Concentration	Nombre de femelles		Mortalité corrigée %	Mortalité témoin %
	testées	mortes		
0,01	99	4	1	
0,02	102	3	0	
0,04	98	25	24	
0,08	101	58	56	
0,16	101	94	93	
Témoin	76	2		3
CL <sub>50</sub> : 0,068 CL <sub>95</sub> : extrapolée : 0,24.				

TABLEAU II. SENSIBILITE A L'OMS-33 DES FEMELLES D'AEDES AEGYPTI,  
EVALUEE PAR LA METHODE OMS (TEMPS DE CONTACT FIXE DE UNE HEURE)

Concentration	Nombre de femelles		Mortalité corrigée %	Mortalité témoin %
	testées	mortes		
0,01	98	5	4	
0,02	102	12	11	
0,04	102	12	11	
0,08	92	33	35	
0,16	105	88	84	
Témoin	93	1		1
CL <sub>50</sub> : 0,092				

TABLEAU III. SENSIBILITE A L'OMS-43 DES FEMELLES DE CULEX P. FATIGANS,  
EVALUEE PAR LA METHODE OMS (TEMPS DE CONTACT FIXE DE UNE HEURE)

Concentration	Nombre de femelles		Mortalité corrigée %	Mortalité témoin %
	testées	mortes		
0,1	101	2	1	
0,2	99	3	2	
0,4	99	19	18	
0,8	102	67	66	
1,6	93	91	98	
Témoin	75	1		1
CL <sub>50</sub> : 0,65 CL <sub>95</sub> : 1,3				

TABLEAU IV. SENSIBILITE A L'OMS-43 DES FEMELLES D'AEDES AEGYPTI,  
EVALUEE PAR LA METHODE OMS (TEMPS DE CONTACT FIXE DE UNE HEURE)

Concentration	Nombre de femelles		Mortalité corrigée %	Mortalité témoin %
	testées	mortes		
0,1	100	14	10	
0,2	104	64	60	
0,4	105	101	96	
0,8	101	100	99	
1,6	102	102	100	
Témoin	97	4		4
CL <sub>50</sub> : 0,2 CL <sub>95</sub> : 0,45				

TABLEAU V. SENSIBILITE A L'OMS-33 DES FEMELLES DE CULEX P. FATIGANS  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATIONS A 0,04 ET 0,08)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15				0,08	100	18
30	0,04	101	12	0,08	89	29
60	0,04	101	31	0,08	100	77
120	0,04	100	78	0,08	100	95
240	0,04	98	94	0,08	101	99
480	0,04	98	99			
480	Témoin	89	2 <sup>b)</sup>			

TL<sub>50</sub> : 78 minutes à 0,04  
TL<sub>95</sub> : 250 minutes à 0,04

TL<sub>50</sub> : 40 minutes à 0,08  
TL<sub>95</sub> : 120 minutes à 0,08

b) = mortalité brute.

TABLEAU VI. SENSIBILITE A L'OMS-33 DES FEMELLES D'AEDES AEGYPTI  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATION 0,16)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15	0,16	103	10
30	0,16	98	27
60	0,16	101	84
120	0,16	101	96
240	0,16	100	99
240	Témoin	104	1 <sup>b)</sup>

TL<sub>50</sub> : 45 minutes à 0,16  
TL<sub>95</sub> : 118 minutes à 0,16

b) = mortalité brute.

TABLEAU VII. SENSIBILITE A L'OMS-43 DES FEMELLES DE CULEX P. FATIGANS  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATIONS A 0,4 et 0,8)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15				0,8	95	6
30	0,4	101	12	0,8	97	40
60	0,4	99	43	0,8	98	98
120	0,4	100	98	0,8	99	98
240	0,4	94	100	0,8	94	99
480	0,4	100	100			
480	Témoin	107	7 <sup>b)</sup>			

$TL_{50}$  : 63 minutes à 0,4  
 $TL_{95}$  : 105 minutes à 0,4  
 $TL_{50}$  : 34 minutes à 0,8  
 $TL_{95}$  : 52 minutes à 0,8  
 b) = mortalité brute.

TABLEAU VIII. SENSIBILITE A L'OMS-43 DES FEMELLES D'AEDES AEGYPTI  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATION 0,2)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15	0,2	103	0
30	0,2	98	9
60	0,2	102	57
120	0,2	100	98
240	0,2	102	100
240	Témoin	100	8 <sup>b)</sup>

$TL_{50}$  : 55 minutes à 0,2  
 $TL_{95}$  : 104 minutes à 0,2  
 b) = mortalité brute.

TABLEAU IX. SENSIBILITE A L'OMS-1 (MALATHION) DES FEMELLES DE CULEX P. FATIGANS  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATIONS A 0,8 ET 1,6)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15				1,6	98	0
30	0,8	98	0	1,6	97	6
60	0,8	92	0	1,6	95	65
120	0,8	118	56	1,6	100	100
240	0,8	95	87	1,6	100	100
480	0,8	100	100			
480	Témoin	95	5 <sup>b)</sup>			

TL<sub>50</sub> : 118 minutes à 0,8  
 TL<sub>95</sub> : 260 minutes à 0,8  
 TL<sub>50</sub> : 53 minutes à 1,6  
 TL<sub>95</sub> : 90 minutes à 1,6  
 b) = mortalité brute.

TABLEAU X. SENSIBILITE A L'OMS-1 (MALATHION) DES FEMELLES D'AEDES AEGYPTI  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATION 1,6)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15	1,6	99	0
30	1,6	101	23
60	1,6	101	76
120	1,6	100	99
240	1,6	100	100
240	Témoin	128	9 <sup>b)</sup>

TL<sub>50</sub> : 43 minutes à 1,6  
 TL<sub>95</sub> : 90 minutes à 1,6  
 b) = mortalité brute.

TABLEAU XI. SENSIBILITE A L'OMS-2 (FENTHION) DES FEMELLES DE CULEX P. FATIGANS  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATIONS A 0,4 et 0,8)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15				0,8	99	2
30	0,4	153	3	0,8	97	37
60	0,4	149	54	0,8	93	96
120	0,4	148	85	0,8	99	100
240	0,4	150	97	0,8	104	100
480	0,4	95	100			
480	Témoin	146	5 <sup>b)</sup>			

TL<sub>50</sub> : 58 minutes à 0,4  
 TL<sub>95</sub> : 210 minutes à 0,4  
 b) = mortalité brute.

TL<sub>50</sub> : 35 minutes à 0,8  
 TL<sub>95</sub> : 56 minutes à 0,8

TABLEAU XII. SENSIBILITE A L'OMS-2 (FENTHION) DES FEMELLES D'AEDES AEGYPTI  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATIONS A 0,2 et 0,4)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15	0,2	103	0	0,4	97	0
30	0,2	102	0	0,4	107	16
60	0,2	148	17	0,4	101	64
120	0,2	98	65	0,4	102	99
240	0,2	98	100	Témoin	103	4 <sup>b)</sup>
240	Témoin	177	8 <sup>b)</sup>			

TL<sub>50</sub> : 105 minutes à 0,2  
 TL<sub>95</sub> : 165 minutes à 0,2  
 b) = mortalité brute.

TL<sub>50</sub> : 52 minutes à 0,4  
 TL<sub>95</sub> : 92 minutes à 0,4

TABLEAU XIII. SENSIBILITE A L'OMS-33 DES FEMELLES DE CULEX P. FATIGANS  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATION 0,16)  
(PAPIERS IMPREGNES EXTEMPORANEMENT)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
30	0,16	98	8
60	0,16	95	47
120	0,16	93	88
240	0,16	99	99
480	0,16	106	99
480	Témoin	86	9 <sup>b)</sup>

Les dosages à 0,04 et 0,08 n'ont provoqué aucune mortalité.

TL<sub>50</sub> : 64 minutes à 0,16  
TL<sub>95</sub> : 160 minutes à 0,16..

b) = mortalité brute.

TABLEAU XIV. SENSIBILITE A L'OMS-43 DES FEMELLES DE CULEX P. FATIGANS  
(DUREE DE CONTACT VARIABLE - CONCENTRATIONS A 0,4 ET 0,8)  
(PAPIERS IMPREGNES EXTEMPORANEMENT)

Durée de contact en minutes	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %	Concentration	Nombre de femelles testées	Mortalité corrigée %
15				0,8	104	0
30	0,4	97	0	0,8	103	4
60	0,4	208	28	0,8	212	60
120	0,4	114	66	0,8	96	98
240	0,4	105	97	0,8	99	100
480	0,4	99	100			
480	Témoin	120	6 <sup>b)</sup>			

TL<sub>50</sub> : 90 minutes à 0,4  
TL<sub>95</sub> : 210 minutes à 0,4

TL<sub>50</sub> : 54 minutes à 0,8  
TL<sub>95</sub> : 103 minutes à 0,8.

b) = mortalité brute.