

2 63377



WHO/Vector Control/44
WHO/Mal/401
25 juillet 1963

ORIGINAL : ANGLAIS

TEMPS DE SURVIE DANS UNE CONCENTRATION DONNEE : TECHNIQUE SIMPLE POUR DECELER
EXACTEMENT LA RESISTANCE AUX INSECTICIDES CHEZ LES LARVES DE MOUSTIQUES¹

W. L. French & J. B. Kitzmiller
University of Illinois
Urbana, Illinois

Des critiques ont récemment été formulées au sujet des tests recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé pour la détection d'une résistance aux insecticides chez les larves de moustiques (Doby & Corbeau 1962, Hamon & Garrett-Jones 1963). Ces critiques portent sur le manque de sûreté des tests, surtout lorsqu'il s'agit de déceler une résistance dans une population et que cette résistance est faible ou insuffisamment développée; elles mettent en doute la valeur réelle des résultats que donne la méthode de l'OMS.

Malheureusement, les autres techniques ou variantes suggérées par les auteurs précités sont complexes et exigent des observations de mortalité d'une durée beaucoup plus longue qu'avec les méthodes actuellement recommandées par l'OMS. Elles seraient d'une application particulièrement difficile dans les opérations sur le terrain.

La présente étude expose, pour la détection de la résistance chez les larves, une autre technique simple et sûre qui, à notre avis, devrait bien se prêter à la détection d'un début de résistance, même faible. Le test est extrêmement efficace; dans une population renfermant des individus homozygotes en ce qui concerne la résistance à la dieldrine, des hétérozygotes, ou des homozygotes en ce qui concerne la sensibilité à la dieldrine, le phénotype de chaque sujet peut être déterminé avec précision. Bien que,

¹ Cette étude a bénéficié, entre autres, de la subvention E-3486 du Service de Santé publique des Etats-Unis.

jusqu'ici, les travaux aient été limités essentiellement à la détermination des génotypes de la résistance à la dieldrine et au gamma-HCH, les tests préliminaires indiquent que l'on peut espérer l'obtention de résultats comparables en utilisant le DDT.

La technique exposée dans la présente étude consiste à placer des larves dans une seule concentration d'insecticide pendant 24 heures. On a constaté que les larves de différents génotypes ont une durée de survie différente dans une concentration déterminée (8 p.p.m.) de dieldrine, et que les pourcentages et les courbes de mortalité sont le reflet exact des génotypes connus des sujets utilisés dans les épreuves. La description des méthodes employées a déjà été faite ailleurs (French & Kitzmiller, 1963).

RESULTATS

Tests à la dieldrine sur les descendants de femelles isolées

Lorsqu'un groupe de larves, homozygotes en ce qui concerne la sensibilité à la dieldrine, est placé dans une solution à 8 p.p.m. de dieldrine, tous les sujets meurent au bout de quelques heures. Le tableau 1 présente les données relatives à cinq expériences représentatives. En reportant ces données sur un papier gaussien-logarithmique et en portant en abscisses la durée d'exposition à la concentration choisie et en ordonnées le taux cumulé de mortalité, on obtient des droites de forte pente (fig. 1).

Ces données montrent que les larves homozygotes sensibles sont rapidement tuées dans une concentration de 8 p.p.m. de dieldrine. La forte pente des lignes de régression suggère une influence relativement minime de facteurs autres que les effets toxiques de la dieldrine.

Des tests analogues d'une durée de 24 heures, effectués sur des larves résistantes homozygotes, n'accusent aucune mortalité pendant cette période. Au cours de cinq expériences concluantes portant sur 162 larves, une seule larve est morte, et

à l'extrême limite de la période de 24 heures. Il est donc évident que, dans les conditions où ont été réalisées nos expériences, les larves résistantes homozygotes survivent à une exposition de 24 heures.

Les sujets hétérozygotes résistants, lorsqu'ils sont exposés à une concentration de 8 p.p.m. de dieldrine, meurent longtemps avant la fin de la période d'épreuve de 24 heures. Dans le tableau 2 figurent des données relatives à deux groupes d'hétérozygotes reconnus; deux échantillons distincts de la descendance de chacune de deux femelles ont été soumis aux épreuves à des moments différents. Ce double échantillonnage prouve l'excellente reproductibilité des tests. Les lignes de régression mortalité cumulative/durée d'exposition sont des droites de forte pente. En comparant les lignes de régression de la figure 2 (hétérozygotes) à celles de la figure 1 (homozygotes sensibles), on constate que les deux phénotypes peuvent être aisément différenciés par la méthode d'observation "durée-concentration". La mortalité est totale chez les homozygotes sensibles, un certain temps déjà avant l'apparition des premiers cas de mortalité chez les hétérozygotes. Les sujets hétérozygotes résistants meurent tous après quelques heures d'exposition à la concentration utilisée et sont donc nettement séparés des sujets résistants, qui survivent à une épreuve de 24 heures.

Le meilleur moyen de mettre en relief cette nette séparation des phénotypes consiste à examiner la descendance de croisements comprenant des sujets hétérozygotes. On doit constater dans la descendance de ces croisements les rapports génétiques typiques (F_2) 1:2:1 si la résistance à la dieldrine est due à un gène incomplètement dominant (tableau 3). La figure 3 représente les données typiques F_2 , où les phénotypes prévus sont nettement différenciables, dans les proportions voulues, par des paliers absolus; l'un de ces paliers se situe entre les sujets homozygotes sensibles et les sujets hétérozygotes, et l'autre caractérise les larves résistantes homozygotes. Il ressort clairement de la figure 3 que les phénotypes prévus sont présents dans une proportion conforme aux rapports génétiques classiques.

La figure 4 présente des résultats analogues, où apparaissent clairement les phénotypes prévus. Ces données proviennent de tests réalisés avec la descendance de croisements entre sujets hétérozygotes et homozygotes sensibles (fig. 4A) et entre sujets hétérozygotes et homozygotes résistants (fig. 4B). On obtient les rapports typiques 1:1 et on observe des paliers nets séparant ou identifiant les génotypes appropriés.

Tests avec le gamma-HCH sur des descendants de femelles isolées

D'une manière générale, les résultats des tests effectués avec le gamma-HCH à 2,5 p.p.m. sont étroitement parallèles à ceux auxquels conduit l'utilisation de la dieldrine. Il n'y a pas de palier absolu entre les sujets homozygotes sensibles et les hétérozygotes, et cette concentration de gamma-HCH entraîne, en fin de compte, la destruction des sujets homozygotes résistants. Une inflexion accusée de la ligne de régression indique toutefois clairement la présence de génotypes sensibles et hétérozygotes. Un palier absolu distingue les hétérozygotes des homozygotes résistants. La figure 5 montre les lignes de régression typiques concernant les larves homozygotes sensibles (fig. 5A) et les animaux résistants homozygotes (fig. 5D). Il convient de remarquer que les larves homozygotes sensibles meurent très vite (certaines même immédiatement) et qu'à 74⁰F elles succombent toutes en une heure. L'effet ne commence à être létal que beaucoup plus tard chez les larves homozygotes résistantes et la mortalité n'est totale qu'à la fin de l'épreuve.

La meilleure façon d'illustrer cette différenciation entre les homozygotes sensibles et les hétérozygotes consiste à prendre la descendance d'un croisement en retour entre un hétérozygote et un homozygote sensible. Cette descendance doit donner approximativement 50 % d'hétérozygotes et 50 % d'homozygotes sensibles. Les données fournies font clairement ressortir la présence de ces deux génotypes (fig. 5B).

De même, on ne peut mieux faire apparaître la distinction entre les larves homozygotes résistantes et les hétérozygotes qu'en choisissant un croisement en retour d'un hétérozygote et d'un homozygote résistant. La descendance doit donner 50 %

d'hétérozygotes et 50 % d'homozygotes résistants. Dans ce cas, les hétérozygotes se distinguent nettement des homozygotes résistants par la présence d'un large palier (fig. 5C).

On peut constater, à partir des données des figures 1 et 5, qu'il existe une certaine variabilité dans la réponse à la dieldrine et au gamma-HCH chez les descendants de femelles différentes, même lorsqu'ils sont du même génotype et qu'ils ont été soumis aux épreuves dans des conditions identiques. Il est vraisemblable que cette variabilité des réponses entre familles (on entend par famille la descendance obtenue à partir d'une seule femelle) est provoquée par la diversité des éléments génétiques et péristatiques que l'on groupe généralement sous l'appellation collective de "tolérance constitutionnelle" (vigour tolerance). Bien que les méthodes d'épreuve actuelles soient considérées comme suffisamment précises pour permettre l'étude des diverses composantes de la "tolérance constitutionnelle", cet aspect du problème n'offre qu'un intérêt accessoire dans le présent travail. Mais il importe surtout de savoir si cette "tolérance constitutionnelle" peut être assez forte pour s'opposer à la détermination exacte des phénotypes. Dans l'étude de la descendance de femelles isolées, il semble que le seul effet de cette tolérance soit un décalage, dans le temps, des lignes de régression, vers la gauche ou la droite, sans effet appréciable sur la pente de la courbe ou sur la séparation des divers génotypes.

Tests sur des larves provenant de cultures de masse

Les larves utilisées dans ces tests ont été élevées à partir d'oeufs prélevés au hasard dans des grandes cages d'élevage; elles provenaient donc, selon toute vraisemblance, de plusieurs femelles. On savait, d'après les données obtenues lors d'expériences précédentes, que les sujets soumis aux épreuves possédaient le gène de la résistance à la dieldrine. Ces larves étaient des sujets d'élevage, mais étaient prélevées sur la population de masse à la fin du quatrième instar. Il était permis de penser qu'un échantillon prélevé au hasard devait contenir des homozygotes sensibles, des hétérozygotes et des homozygotes résistants.

Il ressort des données présentées dans le tableau 4 A et sur la figure 6 B qu'en ce qui concerne la résistance à la dieldrine, des paliers absolus séparent les phénotypes comme dans la descendance de femelles isolées.

Les données présentées dans le tableau 4 B et sur la figure 6 A montrent qu'avec le gamma-HCH, la distinction entre les homozygotes sensibles et les hétérozygotes n'est pas très nette; toutefois, la modification de la pente de la ligne de régression indique clairement la présence de ces deux phénotypes. La distinction entre les hétérozygotes et les homozygotes résistants est nette et ne prête pas à confusion, en raison de la présence d'un palier absolu.

Il est évident également que les effets de la "tolérance constitutionnelle" dans les conditions d'épreuve ne sont pas assez prononcés pour faire obstacle à une détermination précise des phénotypes de la résistance à la dieldrine chez les larves provenant de cultures de masse.

Afin de vérifier l'éventualité d'une apparition des paliers à des endroits qui ne permettent pas une séparation nette et correcte des phénotypes, on a mélangé dans les récipients servant aux tests trois groupes de larves au quatrième instar et dont les génotypes étaient connus. On savait qu'un tiers de ces larves étaient homozygotes résistantes, un tiers hétérozygotes et le dernier tiers homozygotes sensibles. Les résultats des tests réalisés sur cette population de génotypes mixtes sont présentés dans le tableau 5 et sur la figure 7. Ces données montrent que, lorsque le mélange a lieu dans les récipients servant aux épreuves, la séparation des phénotypes peut se faire avec clarté et précision, et qu'il est facile de déterminer le phénotype de chaque larve. L'une de ces larves a été tuée pendant les manipulations préalables à l'épreuve, après le mélange des larves de génotypes divers. Les données obtenues montrent qu'elle était homozygote en ce qui concerne la résistance à la dieldrine.

Tests sur *Anopheles albimanus*

Les travaux décrits jusqu'ici dans cette étude ont porté sur *Anopheles quadrimaculatus*. Afin de déterminer l'efficacité de la technique sur d'autres espèces anophéliennes, des larves à la fin du quatrième instar ont été prélevées

dans notre élevage de A. albimanus et soumises exactement aux mêmes tests que les spécimens de A. quadrimaculatus. On trouvera dans le tableau 6 et sur la figure 8 les résultats des tests sur un échantillon aléatoire de A. albimanus, provenant d'un élevage en masse, avéré détenteur du gène de la résistance à la dieldrine. La ligne de régression présente deux paliers, l'un établissant une nette distinction entre les homozygotes sensibles et les hétérozygotes, l'autre identifiant les larves homozygotes résistantes. Il convient de noter que d'autres méthodes de tests sur les larves n'ont pas permis d'établir une distinction bien nette entre les hétérozygotes et les larves sensibles homozygotes (Rozeboom & Johnson, 1961; Davidson, 1963). Les données ci-dessus montrent qu'avec la méthode d'épreuve proposée, la distinction entre les hétérozygotes et les homozygotes sensibles à la dieldrine est claire, même dans des populations de masse élevées sans aucun des soins spéciaux généralement voués aux animaux d'expérience.

Tests préliminaires avec d'autres insecticides

Des larves ont été prélevées sur les cultures provenant d'une souche homozygote à l'égard de la sensibilité à la dieldrine et soumises parallèlement à des tests à la dieldrine, à l'heptachlore et à l'époxyde d'heptachlore, tous à 8 p.p.m. Les résultats de ces tests, sont présentés dans le tableau 7 et sur la figure 9. Ces données montrent que l'heptachlore et l'époxyde d'heptachlore exercent sur les sujets une action létale plus rapide que la dieldrine, tout en ayant sur les sujets sensibles le même effet général qui aboutit à leur destruction à bref délai. Les droites de régression traduisent un effet similaire des trois insecticides sur les génotypes sensibles.

Des tests préliminaires ont également été effectués, avec du DDT à 2,5 p.p.m. sur une population mixte possédant le gène de la résistance à la dieldrine. On trouvera les données correspondantes dans le tableau 8 et sur la figure 10. Les droites de régression indiquent chez ces animaux une réponse uniforme à l'insecticide, ce qui suggère l'existence, parmi les populations soumises aux tests, d'une uniformité génétique en ce qui concerne ce caractère particulier. Bien que notre laboratoire ne

possède pas actuellement d'animaux résistants au DDT, pour effectuer des tests, le fait que l'on ait signalé la survie pendant 24 heures, de larves exposées à une concentration de 2,5 p.p.m. de DDT (Blakeslee et al., 1960) permet de penser que la méthode proposée se prêterait à la détermination des génotypes de la résistance au DDT.

Discussion

La méthode d'épreuve proposée est destinée à faire ressortir les effets directs des insecticides sur la constitution génétique des larves de moustiques. On a négligé la mortalité totale finale résultant de l'intoxication par la dieldrine, ainsi que le nombre de larves qui se métamorphosent et/ou qui parviennent ensuite au stade d'adultes viables, car cette mortalité ultérieure semble résulter en grande partie d'effets secondaires du milieu ambiant sur les larves affaiblies par l'action de l'insecticide. La mortalité immédiate, telle qu'elle est déterminée à l'aide de la méthode proposée, traduit l'effet direct de l'insecticide et indique avec précision la constitution génétique des larves soumises aux tests.

Bien que la technique des tests sur les larves ait fait l'objet par ailleurs d'une description détaillée, il convient de mettre ici l'accent sur trois facteurs d'une certaine importance. Jones (1957) a montré que, chez A. quadrimaculatus, le degré de tolérance au DDT augmente à mesure que les larves grandissent et que c'est à la fin du 4ème instar qu'apparaît la tolérance la plus forte. Des résultats similaires obtenus dans notre laboratoire indiquent que c'est en utilisant des larves parvenues au 4ème instar que l'on obtient la séparation la plus nette et la plus précise des phénotypes de résistance à la dieldrine. Il est donc recommandé, si l'on désire des résultats précis et concluants, de choisir pour les tests des larves à ce stade.

La nutrition joue un rôle très important, car seules les larves convenablement nourries pendant plusieurs heures avant l'épreuve survivent uniformément à 24 heures d'épreuve, qu'il s'agisse de larves homozygotes résistantes ou de témoins.

Mais peut-être le facteur le plus décisif de cette technique est-il la détermination correcte de la mortalité. Pour obtenir une "mortalité terminale" parfaite (c'est-à-dire un niveau d'intoxication dont ne se remet aucune larve), il est nécessaire de veiller à ce que les larves plongent jusqu'au fond du récipient d'épreuve. Les larves subissent alors une excitation, et celles réagissant par un tremblement facile à déceler, ou par un mouvement ondulatoire sur place, sont considérées comme moribondes. Ces larves ne reviennent jamais à la surface lorsqu'elles sont transvasées au moyen d'une pipette dans de l'eau fraîche, et ne survivent jamais.

Nous nous sommes servis de larves dans la plupart de nos tests. Des résultats préliminaires et incomplets indiquent que la méthode d'observation "durée-concentration" peut également servir à déceler la résistance chez les adultes.

La méthode d'épreuve sur les larves, proposée ici, offre divers avantages. Elle est simple car elle n'exige qu'une seule concentration et la mortalité est facile à déterminer.

Elle est efficace aussi, car le phénotype de chaque larve peut être établi avec précision dans chaque série de tests. Cette efficacité, qui permet d'aboutir à un résultat pour chaque larve, est à comparer à celle d'autres méthodes d'épreuve qui ne donnent qu'un résultat par groupe de 20 ou 25 larves. Grâce à cette meilleure efficacité, les lignes de régression peuvent être établies avec une précision beaucoup plus grande, en raison du nombre plus élevé de points déterminant leur tracé. Il s'ensuit que la position et la pente de ces lignes, et même les phénotypes, peuvent être établis avec exactitude à l'aide d'un nombre bien moindre de larves.

Cette méthode est extrêmement rapide pour étudier la sensibilité des populations larvaires, car on obtient, en exposant une population sensible à la dieldrine, un test complet, avec des données correctes et précises, dans un délai de 4 ou 5 heures. Etant donné que les larves de moustiques résistantes à la dieldrine présentent également une résistance croisée au gamma-HCH, c'est ce dernier insecticide

qui a été utilisé dans notre laboratoire pour dépister, dans les populations, les phénotypes de la résistance à la dieldrine. Grâce à cette méthode, les tests utilisant le gamma-HCH sur des populations sensibles fournissent des données correctes et complètes en moins d'une heure.

On a pu déceler la résistance à des insecticides du groupe de la dieldrine chez une population de Culex restuans capturée localement (rapport non publié). Ces insectes ont été soumis aux mêmes tests que ceux déjà décrits au sujet des anophélinés. On a utilisé l'heptachlore (8 p.p.m.) comme insecticide de présélection. Ce produit a une action plus lente que le gamma-HCH, mais plus rapide que la dieldrine. Moins d'une heure après le début du test, on a constaté la présence, dans la population de Culex, d'individus porteurs de gènes de la résistance à la dieldrine. La ligne de régression accusait une forte inflexion indiquant la présence d'hétérozygotes et, plus loin, un palier absolu révélant la présence d'homozygotes résistants. On pense obtenir, avec de nouveaux tests à la dieldrine, des indications précises sur les fréquences des gènes. Ce test permet donc un dépistage extrêmement rapide des populations sensibles et offre en même temps une très grande précision lorsqu'on désire connaître les fréquences exactes des gènes, par exemple en cas de découverte d'une résistance au sein d'une population.

Ces tests sont reproductibles : répétés à différentes reprises sur une même population et à la même température, ils donnent des lignes de régression sensiblement identiques.

En outre, ils sont sûrs, car les résultats obtenus avec diverses populations correspondent de très près aux meilleures probabilités génétiques théoriques et permettent de distinguer en toute certitude les divers phénotypes de chaque larve dans une population mixte.

Finalement, ils sont relativement indépendants des facteurs généralement englobés dans le terme "tolérance constitutionnelle". Celle-ci n'empêche pas d'obtenir des résultats génétiques, mais provoque simplement un léger décalage des lignes de régression, sans en altérer sensiblement la pente.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Blakeslee, T. E., Keller, J. C., Bullock, H. R., Barnes, W. W., & Blackburn, V. L.
(1960) Mosq. News, 20, 311
- Davidson, G. (1963) Bull. Org. mond. Santé, 28, 25
- Doby, J. M. & Corbeau, J. (1962) Bull. Org. mond. Santé, 27, 189
- French, W. L., & Kitzmiller, J. B. (1963) Proc. N. J. Mosq. Extern. Assn.
(sous presse)
- Hamon, J. & Garrett-Jones, C. (1963) Bull. Org. mond. Santé, 28, 1
- Jones, J. C. (1957) Mosq. News, 17, 1
- Rozeboom, L. E. & Johnson, R. (1961) Amer. J. Trop. Med. Hyg., 10, 775

TABLEAU 1. MORTALITE CUMULATIVE DE LARVES PROVENANT DE 5 FEMELLES, HOMOZYGOTES
EN CE QUI CONCERNE LA SENSIBILITE A LA DIELDRINE. DIELDRINE, 8 p.p.m.

Exp.	Nombre de larves	Larves mortes à l'heure indiquée - Totaux cumulatifs									
		2,0	2,25	2,50	2,75	3,0	3,25	3,50	3,75	4,0	
S-10	21	0	0	3	7	14	-	-	21		
D-27	24	0	1	10	-	20	22	23	-	24	
D-21	28	1	12	17	-	25	27	28			
S-2	30	1	8	16	23	26	29	30			
S-3	27	0	3	5	9	12	20	24	26	27	

TABIEAU 2. MORTALITE CUMULATIVE DE LARVES HETEROZYGOTES PROVENANT DE 2 FEMELLES.
DEUX ECHANTILLONS ISSUS DE CHAQUE FEMELLE. DIELDRINE, 8 p.p.m.

	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,25	9	9,25	10	10,25	11	11,25	12,5	14,25	21	22	24
D-26 A (74°F)	27	2	3	4	7	10	-	-	18	20	-	-	24	-	-	-	-	27
D-26 B (74°F)	22	0	0	2	5	10	-	-	-	-	17	18	-	20	22	-	-	-
M-3 A (76,5°F)	20	1	-	-	-	11	16	18	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
M-3 B (74,5°F)	31	0	0	0	3	13	-	21	-	27	-	-	-	-	-	-	-	31

TABIEAU 3. MORTALITE CUMULATIVE DE DESCENDANCES F₂ PROVENANT DE FEMELLES ISOLEES.
DIELDRINE, 8 p.p.m.

Femelle	Nombre de larves	Larves mortes à l'heure indiquée :															
		2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75	4,5	5,5	8,0	8,25	9,0	21,0	24,0	
M-A	179	13	35	39	41	42	42	45	63	91	122	-	128	134	134	134	
M-B	96	6	19	25	27	27	27	28	33	48	63	65	66	71	71	71	

TABEAU 4. MORTALITE CUMULATIVE D'UN ECHANTILLON DE LARVES D'ELEVAGE POSSEDANT CERTAINEMENT LE GENE DE LA RESISTANCE A LA DIELDRINE

A. Traitement à la dieldrine à 2,5 p.p.m.

Nombre de larves	Larves mortes à l'heure indiquée :															
	3	3,24	3,5	3,75	4,0	4,25	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	11,0	14,25	24,0
43	13	24	29	32	33	34	34	35	35	35	36	36	36	39	39	39

B. Traitement au gamma-HCH à 8 p.p.m.

Nombre de larves	Larves mortes à l'heure indiquée :																						
	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,25	3,5	3,75	4,0	4,25	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	11,0	
40	6	14	19	24	26	27	32	33	33	33	33	33	34	34	34	34	36	37	38	38	38	39	40

TABEAU 5. MORTALITE CUMULATIVE D'UN NOMBRE EGAL DE LARVES DE TROIS GENOTYPES CONNUS. DIELDRINE, 8 p.p.m.

Nombre de larves	Larves mortes à l'heure indiquée :															
	2,5	3,0	3,25	3,5	4,5	5,5	5,75	6,25	6,5	7,0	8,0	10,25	11,0	12,5	14,25	24,0
65	5	15	22	22	22	22	22	22	24	27	32	39	40	42	44	44

TABEAU 6. MORTALITE CUMULATIVE D'UNE POPULATION MIXTE DE ANOPHELES ALBITANUS. DIELDRINE, 8 p.p.m.

Nombre de larves	Larves mortes à l'heure indiquée :																					
	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	5	5,75	7	8	8,5	9,75	10,5	13	24	
53	1	3	8	13	20	23	25	25	26	26	26	28	33	35	38	41	43	45	45	46	46	46

TABLEAU 7. MORTALITE CUMULATIVE DE LARVES HOMOZYGOTES EN CE QUI CONCERNE
 LA SENSIBILITE A LA DIELDRINE. TRAITEMENT PAR DIVERS INSECTICIDES A 8 p.p.m.

	Nombre de larves	Larves mortes à l'heure indiquée :										
		1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5
Dieldrine	27						3	14	18	24	26	27
Heptachlore	51	6	15	36	44	48	50	51				
Epoxyde d'heptachlore	46	18	34	42	45	46						

TABLEAU 8. MORTALITE CUMULATIVE. POPULATION MIXTE. DDT, 2,5 p.p.m.

Nombre de larves	Larves mortes à l'heure indiquée :							
	1	2	3	4	5	6	7	8
144	10	56	101	123	133	139	143	144

Figure 1. *A. quadrimaculatus*. Spécimens sensibles à la dieldrine. Cinq tests, à la dieldrine à 8 ppm. Pour simplifier, on a séparé les lignes de régression. Chaque série commence à l'heure 1.

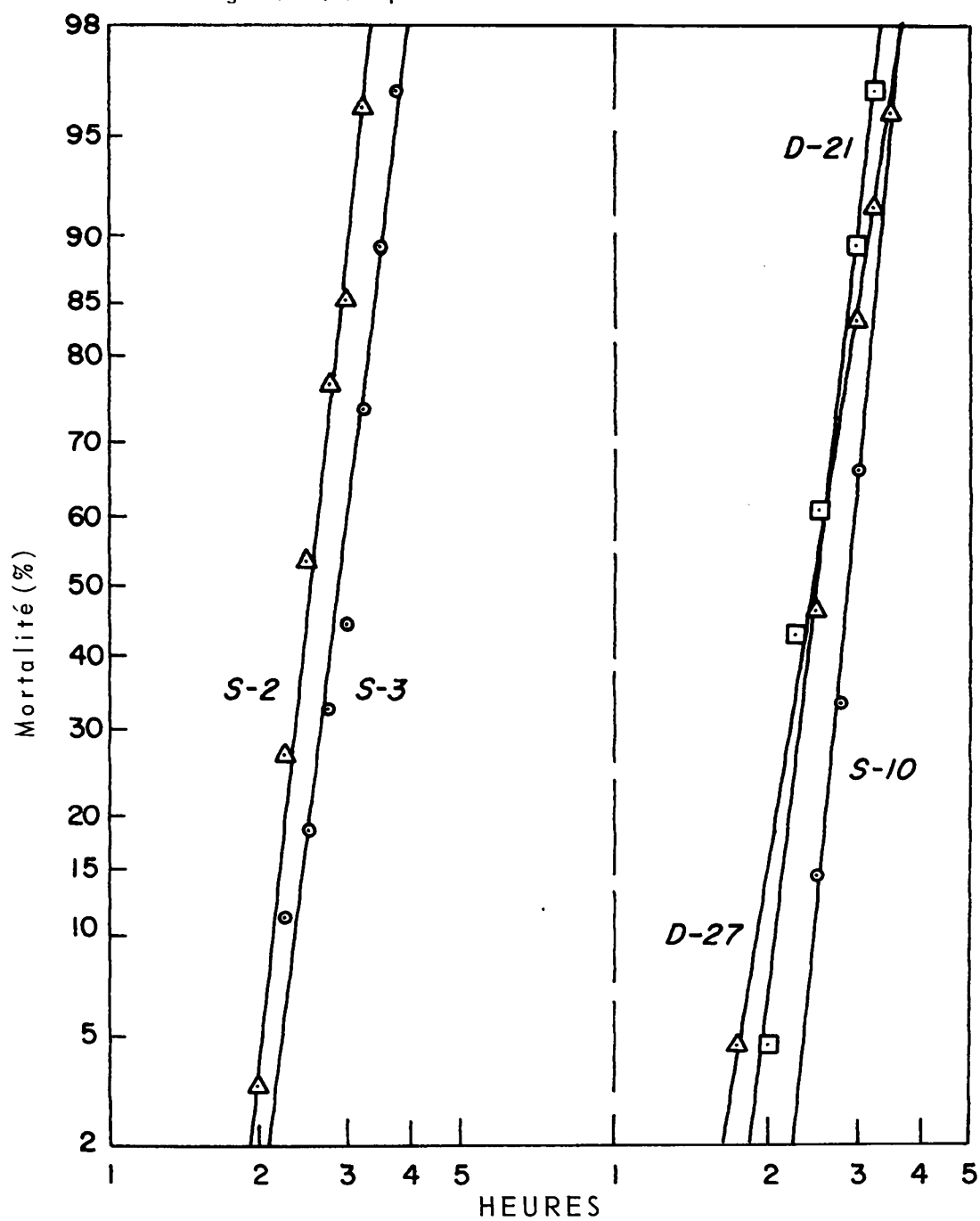


Figure 2. *A. quadrimaculatus*, Hétérozygotes, résistants à la dieldrine. Deux échantillons de la descendance de chacune de deux femelles. Chaque série commence à l'heure 1. Dieldrine, 8 ppm.

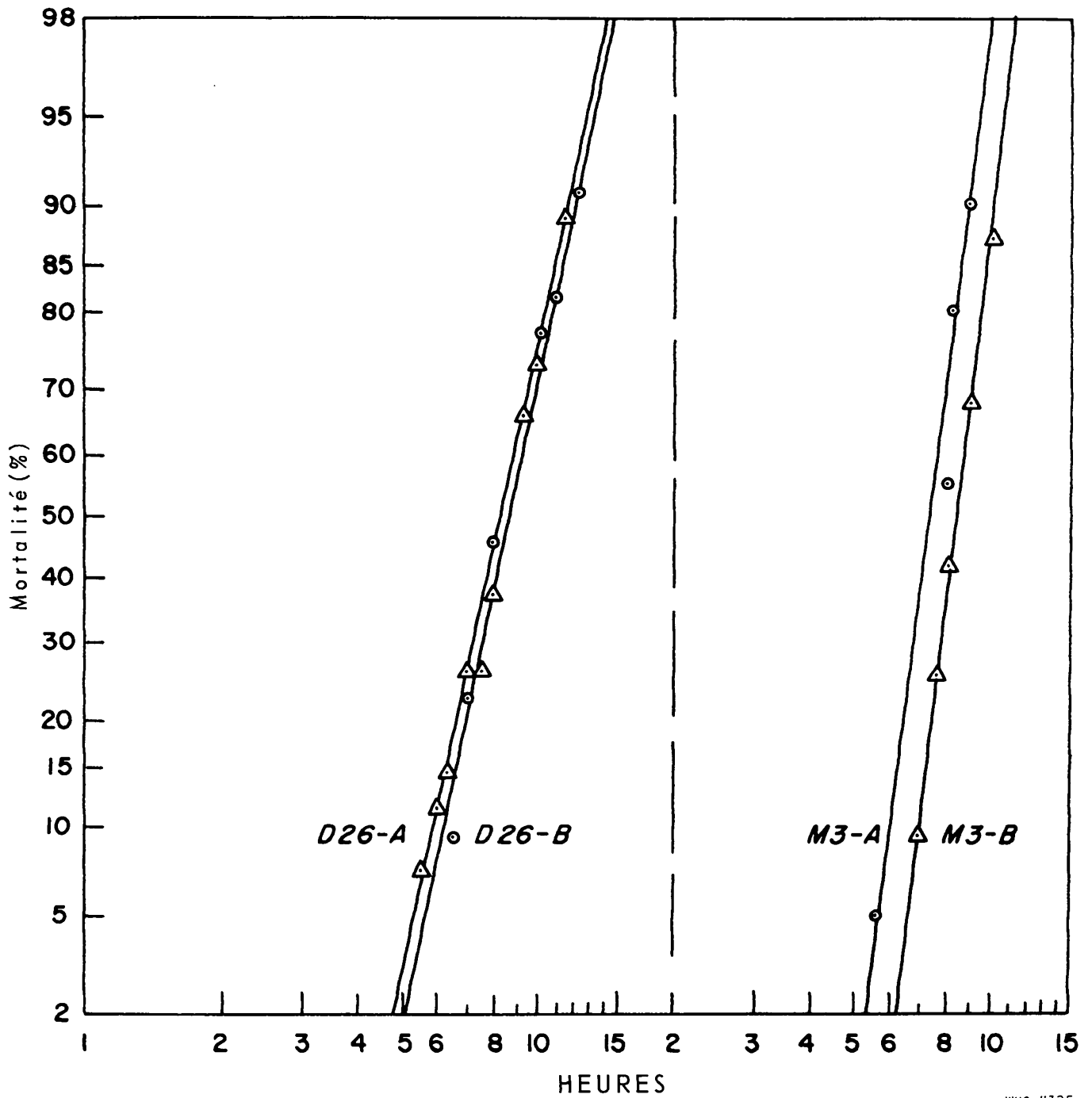


Figure 3. *A. quadrimaculatus*. Descendances F₂ provenant de femelles isolées.
 Remarquer l'inflexion aux niveaux 0,25 et 0,75. Dieldrine, 8 ppm.
 Par souci de clarté, on a séparé les courbes. Remarquer le
 chevauchement des échelles - durée.

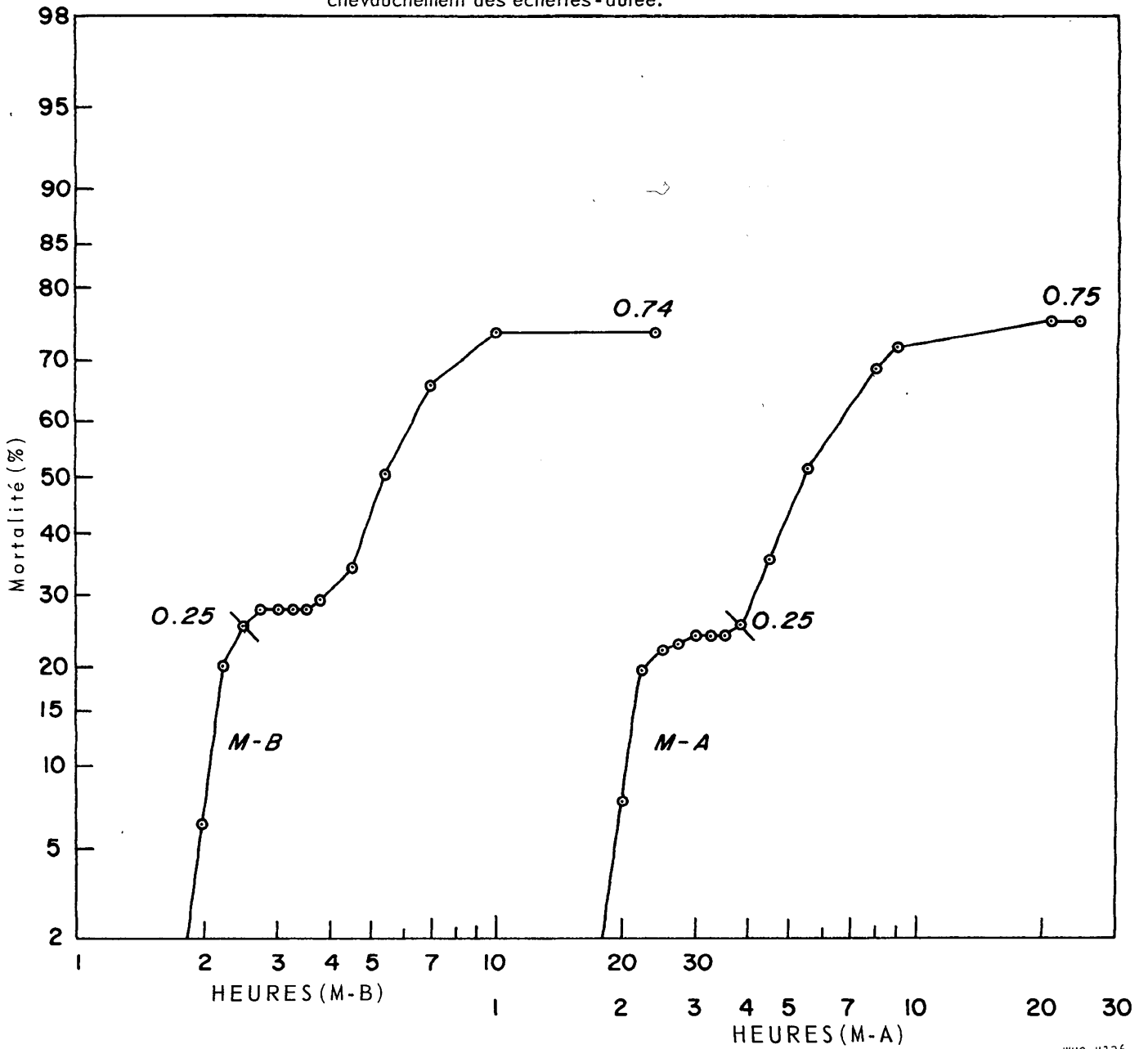


Figure 4. A. quadrimaculatus. Croisements en retour.
4 A. Hétérozygotes x Homozygotes sensibles (Rr x rr).
4 B. Hétérozygotes x Homozygotes résistants. (Rr x RR)
Dieldrine, 8 ppm.

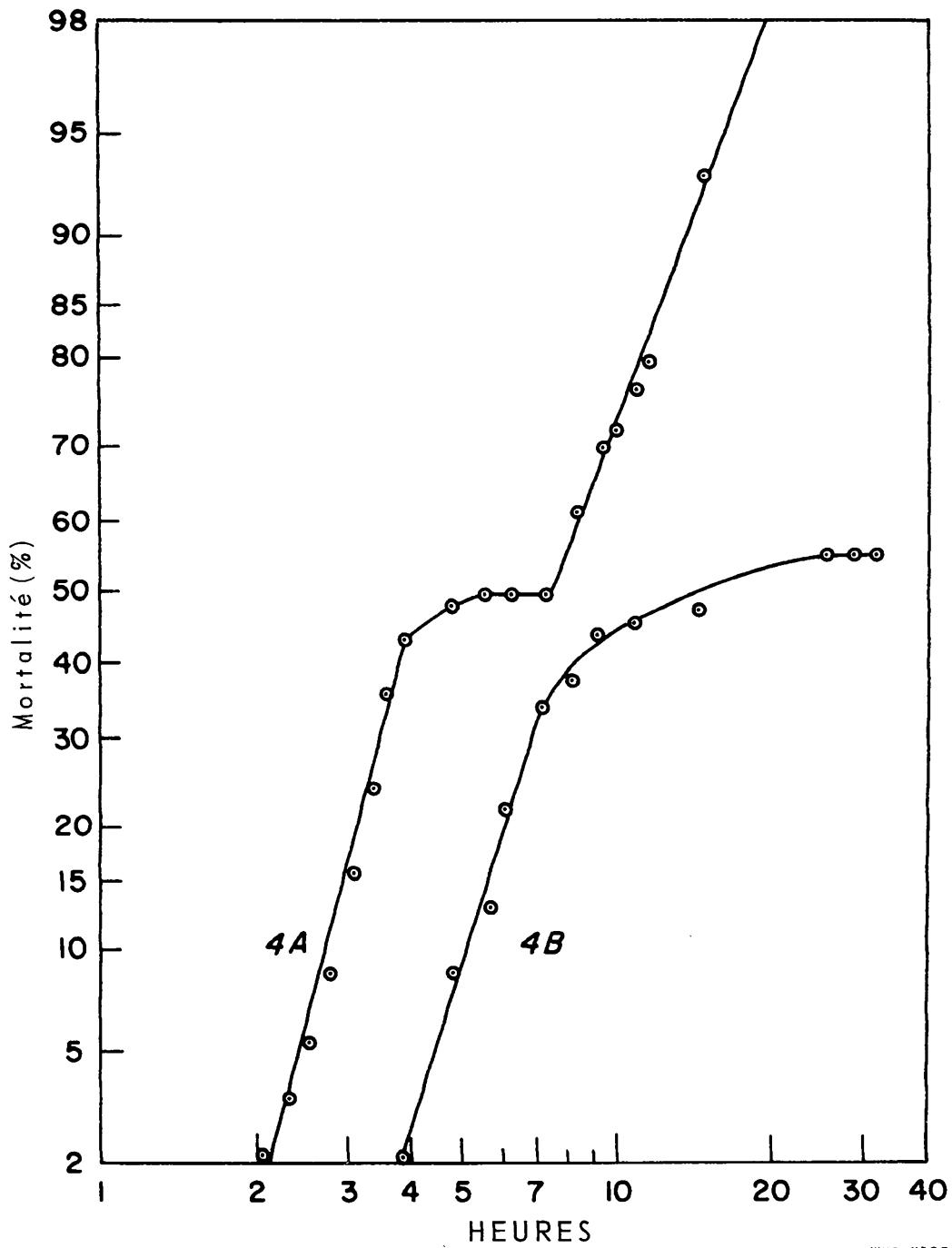


Figure 5. *A. quadrimaculatus*, Gamma-HCH, 2,5 ppm.
 5A. Homozygotes en ce qui concerne la sensibilité à la dieldrine.
 5B. Croisement en retour, hétérozygotes x homozygotes sensibles.
 5C. Croisement en retour, hétérozygotes x homozygotes résistants.
 5D. Homozygotes résistants. Les tests commencent à l'heure 0,1.

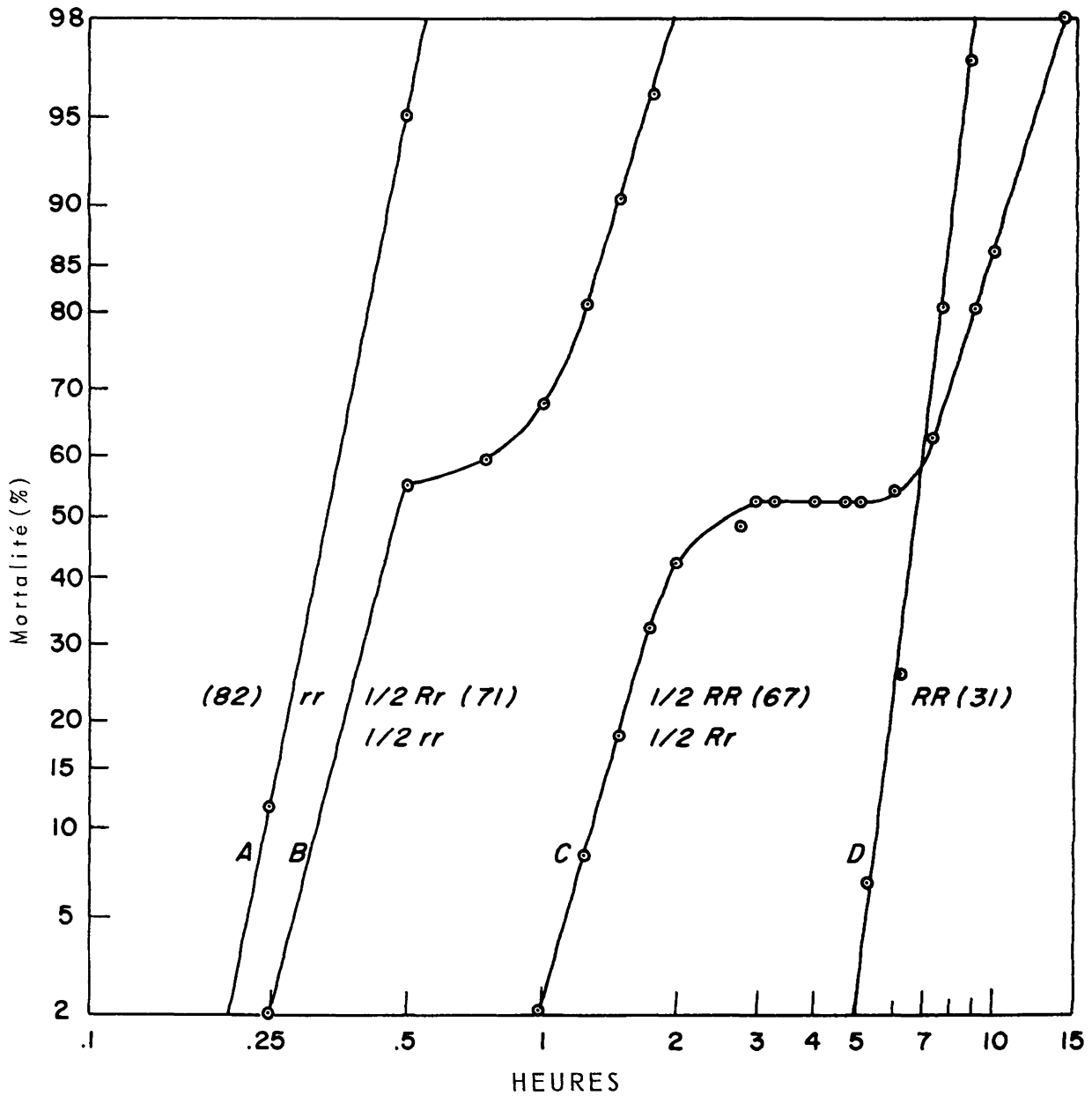


Figure 6. *A. quadrimaculatus*. Echantillons prélevés sur une population de masse.
 6A. Gamma-HCH, 2,5 ppm.
 6B. Dieldrine, 8 ppm. Les deux courbes montrent la présence des trois génotypes.
 Remarquer l'action rapide du gamma-HCH.

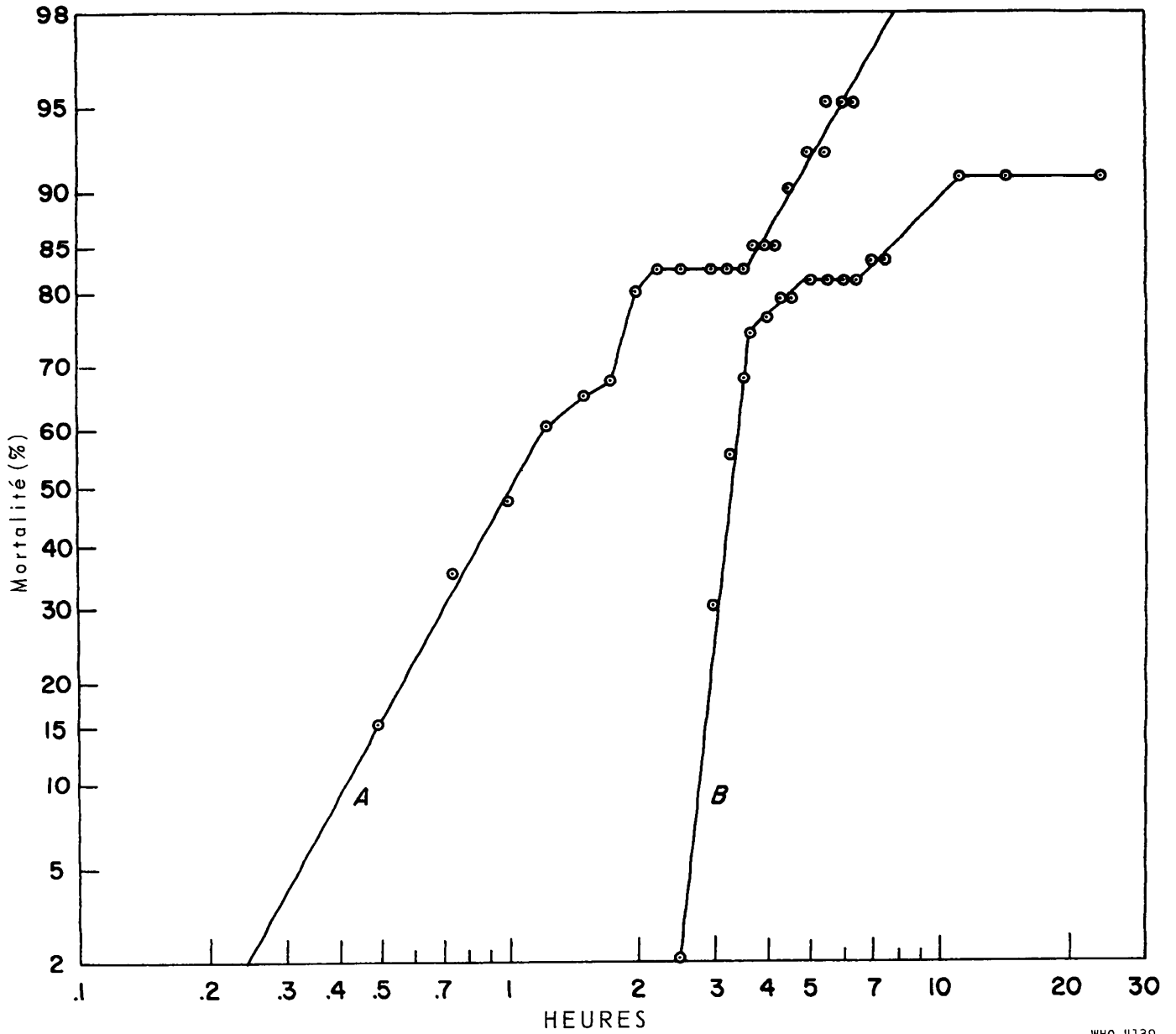


Figure 7. *A. quadrimaculatus*. Echantillon connu : 1/3 sensibles (*rr*), 1/3 hétérozygotes (*Rr*), 1/3 homozygotes (*RR*). Dieldrine, 8 ppm.

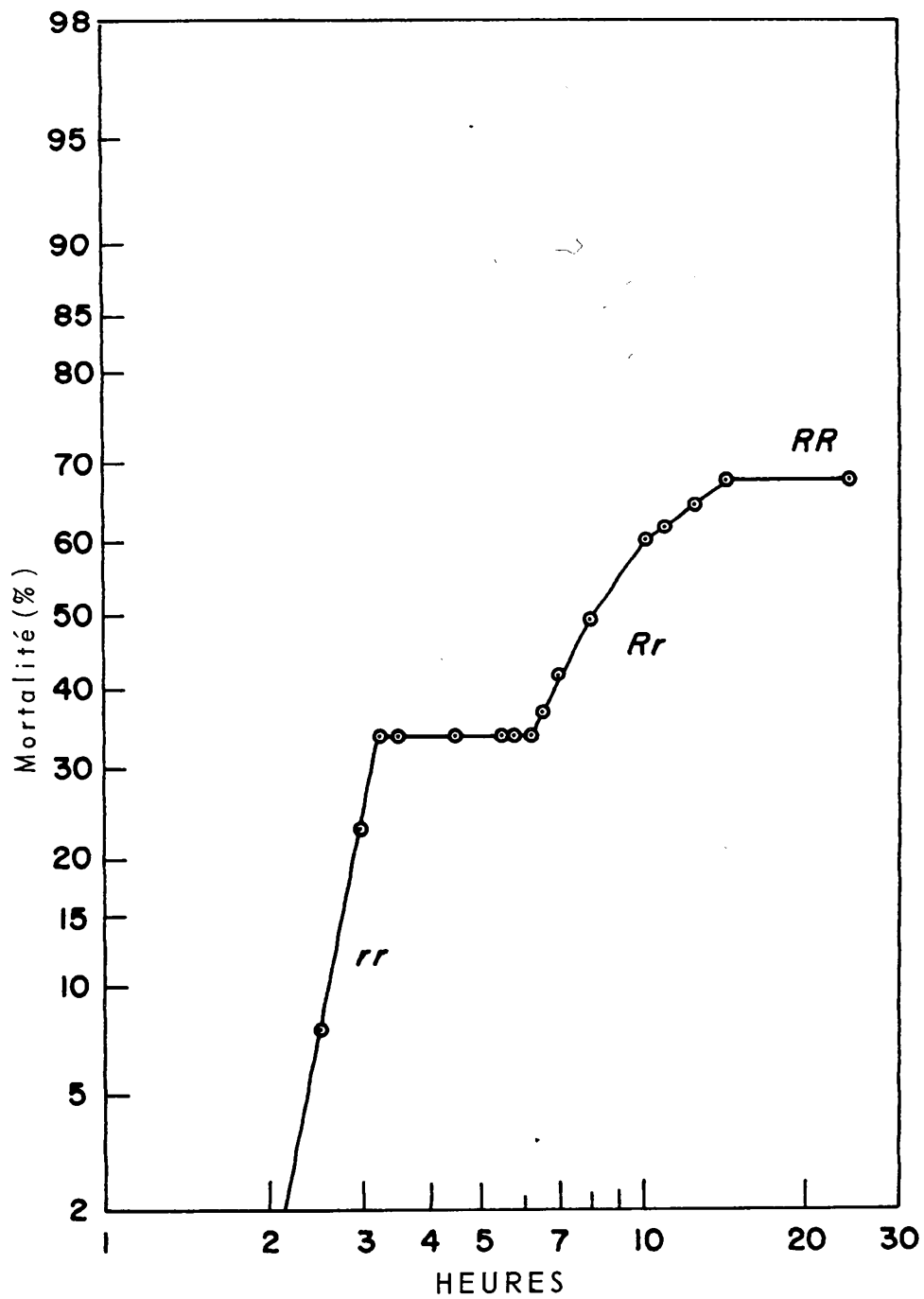


Figure 8. *A. albimanus*. Echantillon provenant d'une population de masse. Dieldrine, 8 ppm. Présence des trois génotypes.

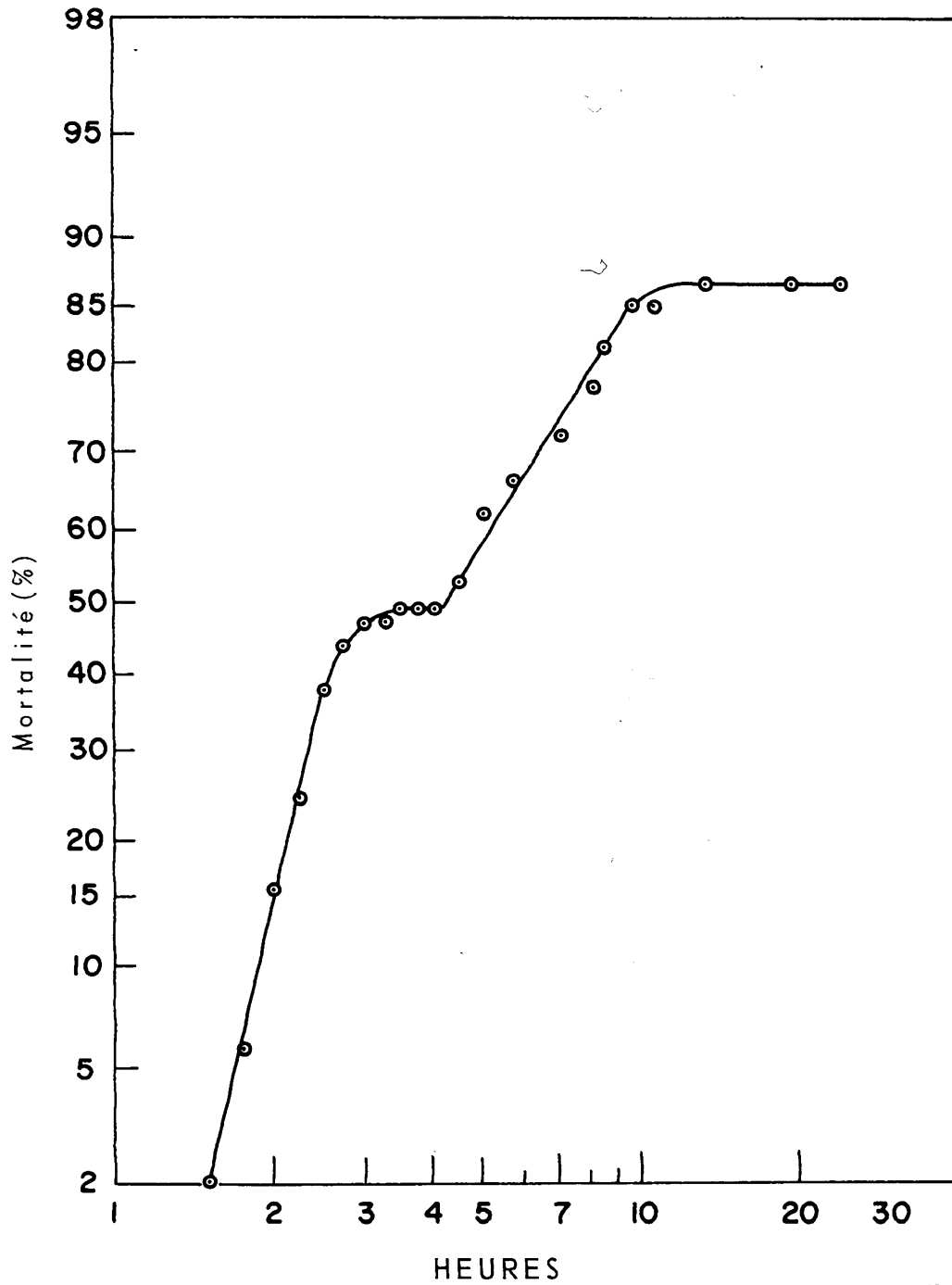


Figure 9. *A. quadrimaculatus*. Homozygotes sensibles soumis à l'époxyde, d'heptachlore, à l'heptachlore et à la dieldrine, tous à 8 ppm.

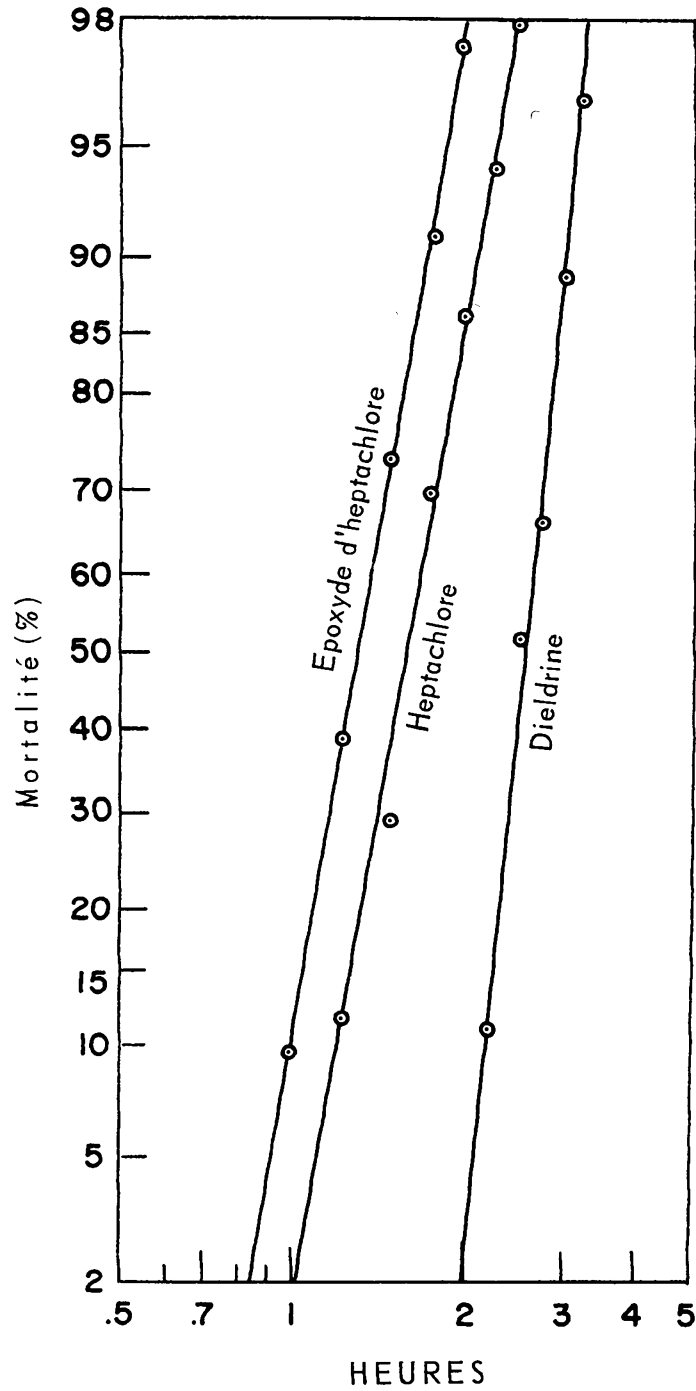
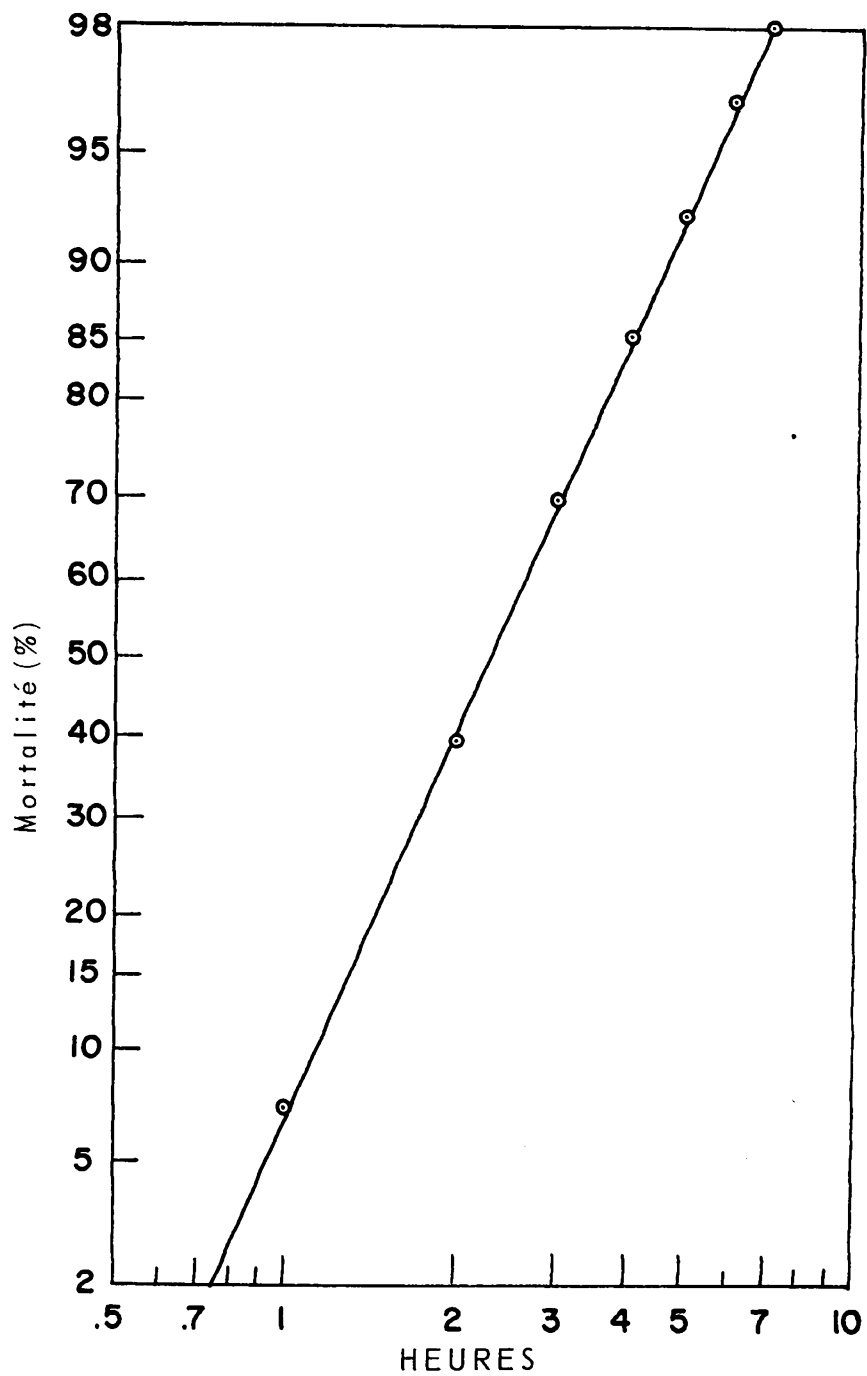


Figure 10. *A. quadrimaculatus*. Echantillon provenant d'une population de masse. La ligne de régression indique une population génétiquement uniforme en ce qui concerne le génotype de résistance du DDT. DDT, 2,5 ppm.



WHO 4143