

ÉTUDE DE LA RELATION
EXISTANT CHEZ LES LARVES (4^e STADE)
D'*Aedes aegypti* L.,
ENTRE LA DURÉE D'EXPOSITION A UN INSECTICIDE
ET LA MORTALITÉ RÉSULTANTE

Par J. BRENGUES (*)

I. — INTRODUCTION

L'étude de la relation existant entre la durée d'exposition à un insecticide et la mortalité résultante, a été faite récemment, chez les adultes d'*A. aegypti* L. par HAMON (1963).

Les papiers imprégnés ou les solutions composant les trousseaux O. M. S. ne permettent d'utiliser qu'une échelle de concentrations assez limitée. Certaines populations tolérantes ou résistantes ne peuvent être testées, les plus fortes concentrations disponibles ne permettant d'obtenir que des mortalités faibles ou nulles. Si la mortalité est proportionnelle à la durée d'exposition, on peut envisager d'augmenter la durée de contact pour étudier la mortalité des populations tolérantes ou résistantes.

Opérant avec la dieldrine et le malathion, HAMON a constaté que les lignes de régression « mortalité/durée d'exposition » tracées sur papier gaussien-logarithmique sont des droites presque parallèles. Il conclut que la mortalité est proportionnelle au logarithme de la durée d'exposition.

Nous nous proposons d'étudier cette relation chez les larves

(*) Séance du 11 mars 1964.

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

Collection de Référence

29 OCT. 1964

n° 10561 ex1

10561 ex1

4^e stade d'*A. aegypti* L. exposées à différentes concentrations de malathion et de baytex, pendant des durées de contact variant de 1/2 heure à 24 heures.

II. — MÉTHODES

Nous avons utilisé la méthode recommandée par l'O. M. S. pour les tests sur larves (*W. H. O., Technical report series, 1960, n° 1*) avec une modification concernant la durée d'exposition à l'insecticide.

Les larves d'*A. aegypti* L. provenaient de la souche Savannah, élevée au Laboratoire : les larves atteignant la fin du 3^e stade ou le début du 4^e stade étaient seules utilisées.

Nous avons utilisé des cuvettes émaillées où nous mettions 250 cm³ d'eau et le volume de solution nous permettant d'obtenir la concentration recherchée. Nous n'avons jamais employé plus de 1 cm³ de solution pour 250 cm³ d'eau.

Ensuite nous exposions 25 larves à chacune des concentrations choisies pour une durée de contact déterminée. Nous avons fait 4 séries de tests, pour chacune d'elles, les durées d'exposition variaient de 1/2 heure à 24 heures pour le baytex et de 1 heure à 24 heures pour le malathion. Nous avons travaillé dans une pièce climatisée où la température variait de 22° à 23° C. Les résultats étaient lus 24 heures après le début de la mise en contact quelle que soit la durée d'exposition.

III. — RÉSULTATS

Les résultats des tests sont exposés dans le tableau I pour le baytex et dans le tableau II pour le malathion.

Les figures 1 et 3 donnent pour le malathion et le baytex les lignes de régression « mortalité/concentration » tracées sur papier gaussologarithmique. Ces lignes tracées généralement avec 5 points, sont pratiquement parallèles les unes aux autres. De plus, l'écart entre 2 droites successives a une valeur sensiblement constante. Nous l'avons vérifié en calculant le coefficient de passage d'une CL 50 ou d'une CL 90 à la CL suivante, obtenue pour une durée d'exposition 2 fois moindre. Les valeurs des CL et des coefficients de passage d'une CL à la suivante, sont portées dans le tableau III pour le baytex et dans le tableau IV pour le malathion. Les valeurs des coefficients sont très voisines l'une de l'autre, les variations constatées ne sont probablement pas significatives. Nous avons calculé les moyennes arithmétiques et géométriques de ces coefficients. Dans le cas du baytex, ces moyennes sont voisines de 2, dans le cas de malathion, elles sont légèrement plus élevées et voisines de 2,5.

TABLEAU I

*Sensibilité des larves 4^e stade d'A. aegypti L. au baytex pour différentes durées d'exposition.
Résultats relevés 24 heures après le début de la mise en contact.*

Durée de contact en heures	Nombre de larves (1)	Mortalité corrigée o/o après exposition à la concentration de (2) :														
		0,0012 p. p. m.	0,002 p. p. m.	0,0028 p. p. m.	0,004 p. p. m.	0,006 p. p. m.	0,010 p. p. m.	0,014 p. p. m.	0,02 p. p. m.	0,03 p. p. m.	0,05 p. p. m.	0,07 p. p. m.	0,10 p. p. m.	0,15 p. p. m.	0,25 p. p. m.	0,35 p. p. m.
1/2	484	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	501	—	—	—	—	—	—	—	—	7	27	9	42	60	91	96
2	595	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	493	—	—	—	—	—	—	5	30	34	83	94	—	—	—	—
8	496	—	—	—	12	12	11	47	85	86	95	—	—	—	—	—
16	493	—	4	28	76	82	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	493	1	19	44	88	96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(1) Le nombre indiqué est le nombre total de larves testées, diminué du nombre de celles ayant nymphosé en cours de test. Pour chacune des 4 séries de test nous avons obtenu respectivement :

- 5 pupes pour 931 larves,
- 14 pupes pour 936 larves,
- 25 pupes pour 930 larves,
- 11 pupes pour 908 larves.

(2) La mortalité témoin pour l'ensemble des 4 séries de tests a été de 3 pour 194 larves, soit 1,5 o/o.

TABLEAU II

Sensibilité des larves 4^e stade d'*A. aegypti L.* au malathion pour différentes durées d'exposition. Résultats relevés 24 heures après le début de la mise en contact.

Durée de contact en heures	Nombre de larves (1)	Mortalité o/o après exposition à la concentration de (2) (en parties par million)											
		0,05	0,07	0,10	0,15	0,25	0,35	0,5	0,75	1,25	1,75	2,5	3
1	500	—	—	—	—	—	—	2	9	21	27	53	74
2	493	—	—	—	—	—	9	23	25	62	82	—	—
4	494	—	—	—	—	26	53	75	83	—	—	—	—
8	496	—	—	24	40	78	98	98	—	—	—	—	—
16	500	—	55	90	91	100	100	—	—	—	—	—	—
24	496	36	69	92	93	100	—	—	—	—	—	—	—

(1) Le nombre indiqué est le nombre total de larves testées, diminué du nombre de celles ayant nymphosé pendant le test.
Pour les 4 séries de tests, nous avons obtenu respectivement :
— 3 pupes pour 806 larves,
— 10 pupes pour 796 larves,
— 6 pupes pour 848 larves,
— 6 pupes pour 846 larves.

(2) La mortalité témoin de l'ensemble des tests a été de 0 o/o pour 195 larves.

TABLEAU III

Concentrations létales 50 et 90 0/0 de baytex pour les larves 4^e stade d'*A. aegypti L.* en fonction du temps de contact utilisé et coefficient permettant de passer d'une CL 50 ou d'une CL 90 à la suivante.

Temps de contact en heures	CL 50 o/o	Coefficient de passage d'une CL 50 à la suivante	CL 90 o/o	Coefficient de passage d'une CL 90 à la suivante
1/2	0,125	—	0,255	—
1	0,074	1,60	0,163	1,56
2	0,034	2,18	0,060	2,71
4	0,017	2	0,0335	1,79
8	0,0078	2,18	0,0136	2,46
16	0,00365	2,13	0,00595	2,28
Moyenne arithmétique des coefficients.		2,03		2,16
Moyenne géométrique des coefficients.		2,025		2,12

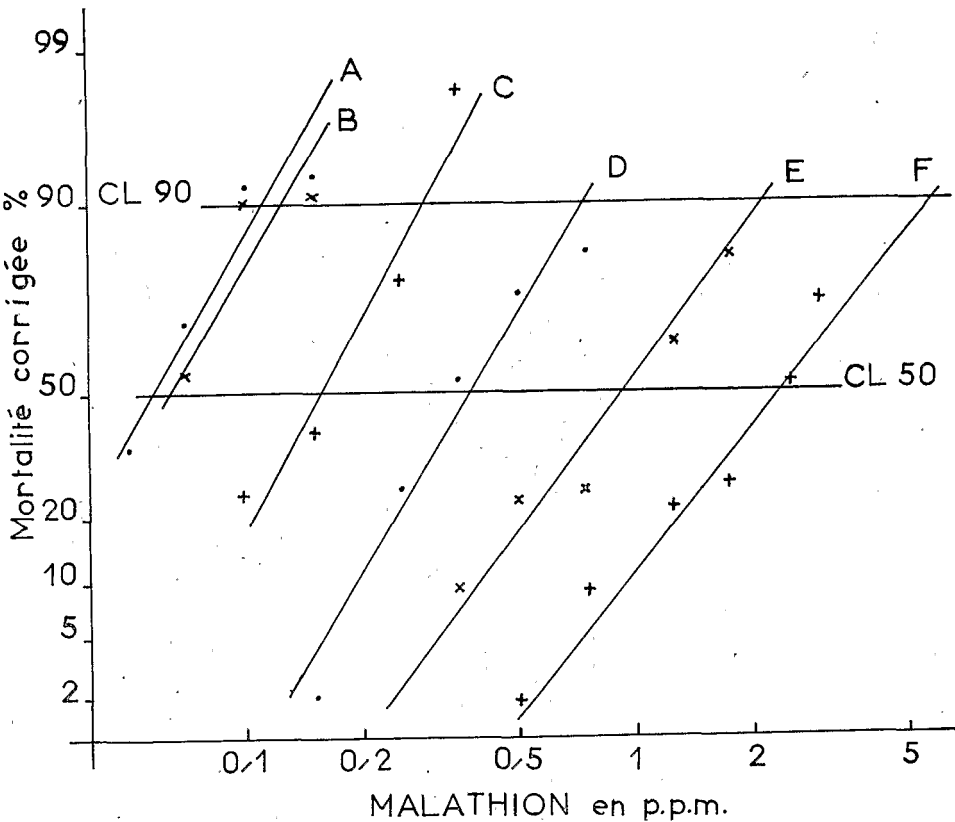


Fig. 1. — Sensibilité au Malathion des larves 4^e stade d'*A. aegypti* L. Les lignes de régression A, B, C, D, E, F, tracées sur papier gaussio-logarithmique, expriment la relation « mortalité/concentration », pour des durées d'exposition qui sont respectivement 1, 2, 4, 8, 16 et 24 heures

Les figures 2 et 4 nous donnent la représentation graphique de la relation existant entre la durée d'exposition et les CL 50 et 90. Avec le Baytex, cette relation se traduit par deux droites parallèles. La pente de ces droites est de (-1) , les coefficients étant proches de 2. Pour le malathion, les droites, toujours parallèles, sont plus inclinées sur l'axe des concentrations pour des coefficients voisins de 2,5, leur pente est de $(-0,8)$.

Dans le 1^{er} cas, l'équation de la droite étant :

$$\log t = -\log c + cte,$$

on peut écrire :

$$c.t = \text{Constante}$$

(c : concentration létale caractéristique, t : durée d'exposition).

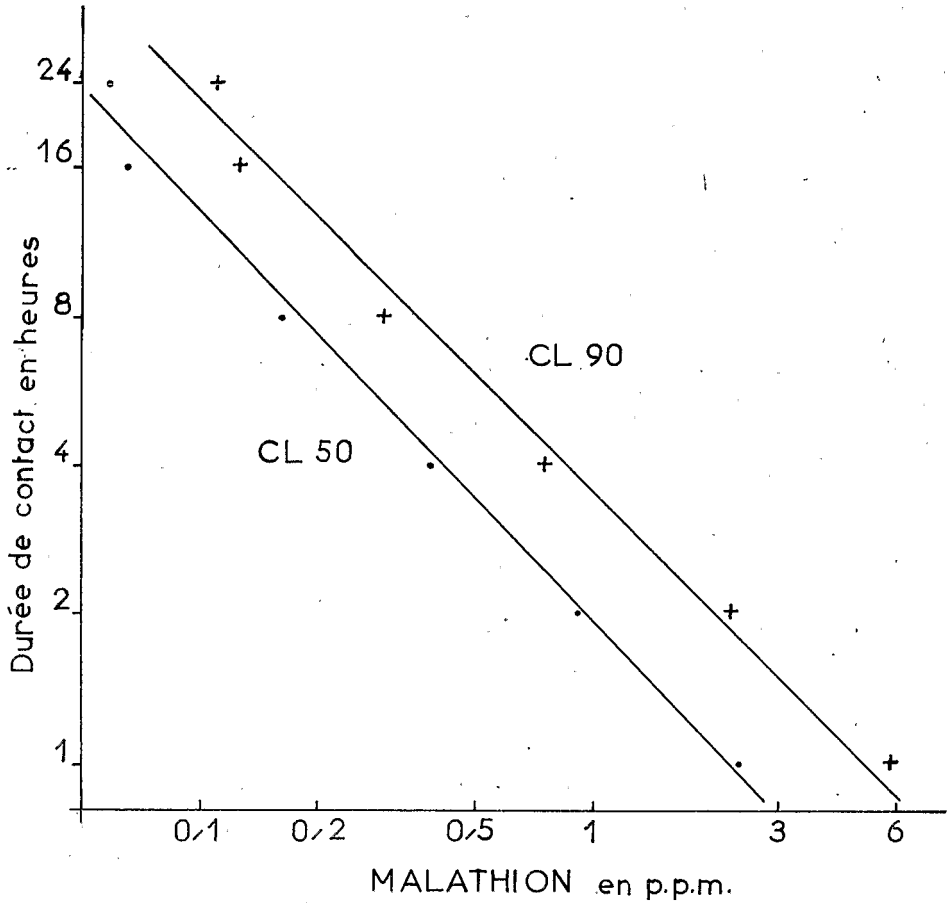


Fig. 2. — Sensibilité au Malathion des larves 4^e stade d'*A. aegypti* L. Représentation graphique sur papier gaucco-logarithmique de la relation existant entre la durée d'exposition et les CL 50 et 90.

Dans le 2^e cas, l'équation de la droite est :

$$\log t = -0,8 \log c + c^{te}$$

ou :

$$\log c = -1,25 \log t + c^{te}$$

soit :

$$c \cdot t^{1,25} = \text{Constante.}$$

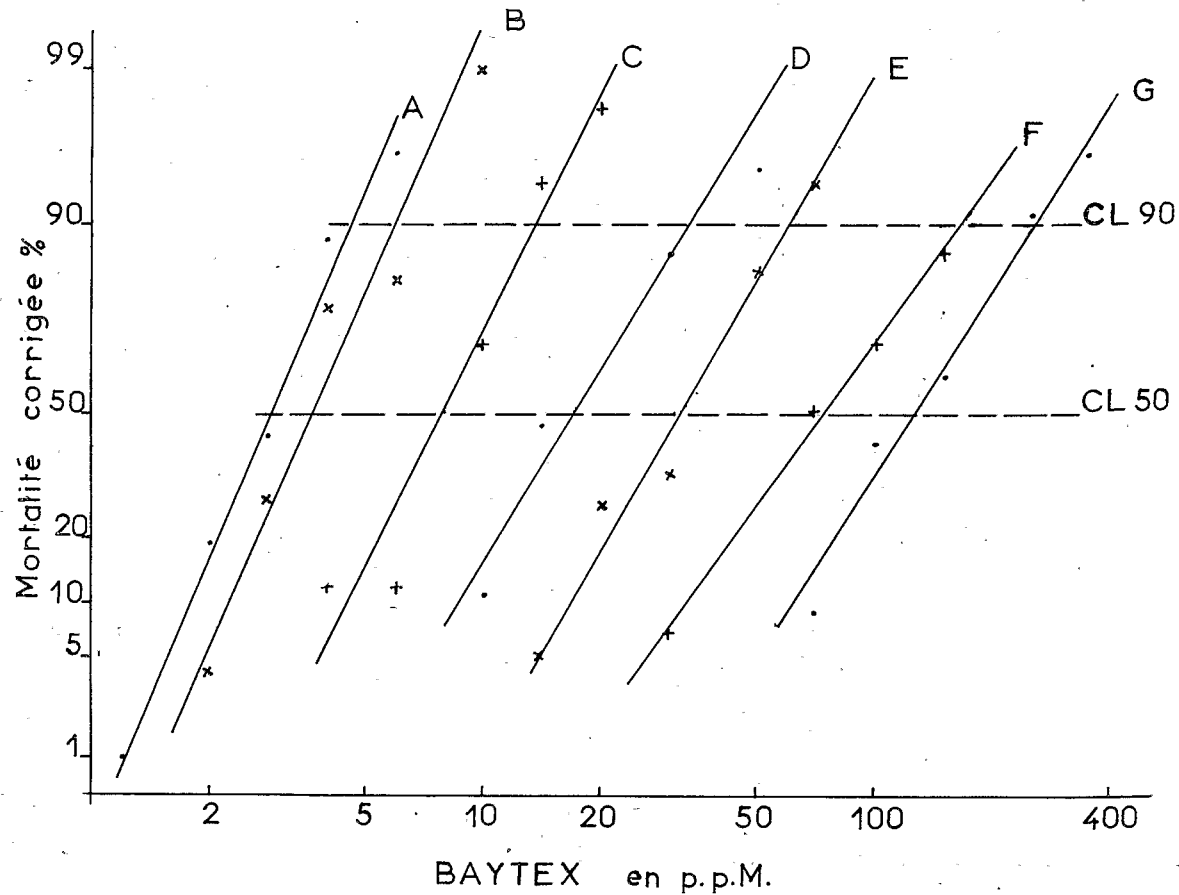


Fig. 3. — Sensibilité au Baytex des larves 4^e stade d'*A. aegypti* L. Les lignes de régression A, B, C, D, E, F, G, tracées sur papier gaussien-logarithmique, expriment la relation « mortalité/concentration », pour des durées d'exposition qui sont respectivement 1/2, 1, 2, 4, 8, 16 et 24 heures.

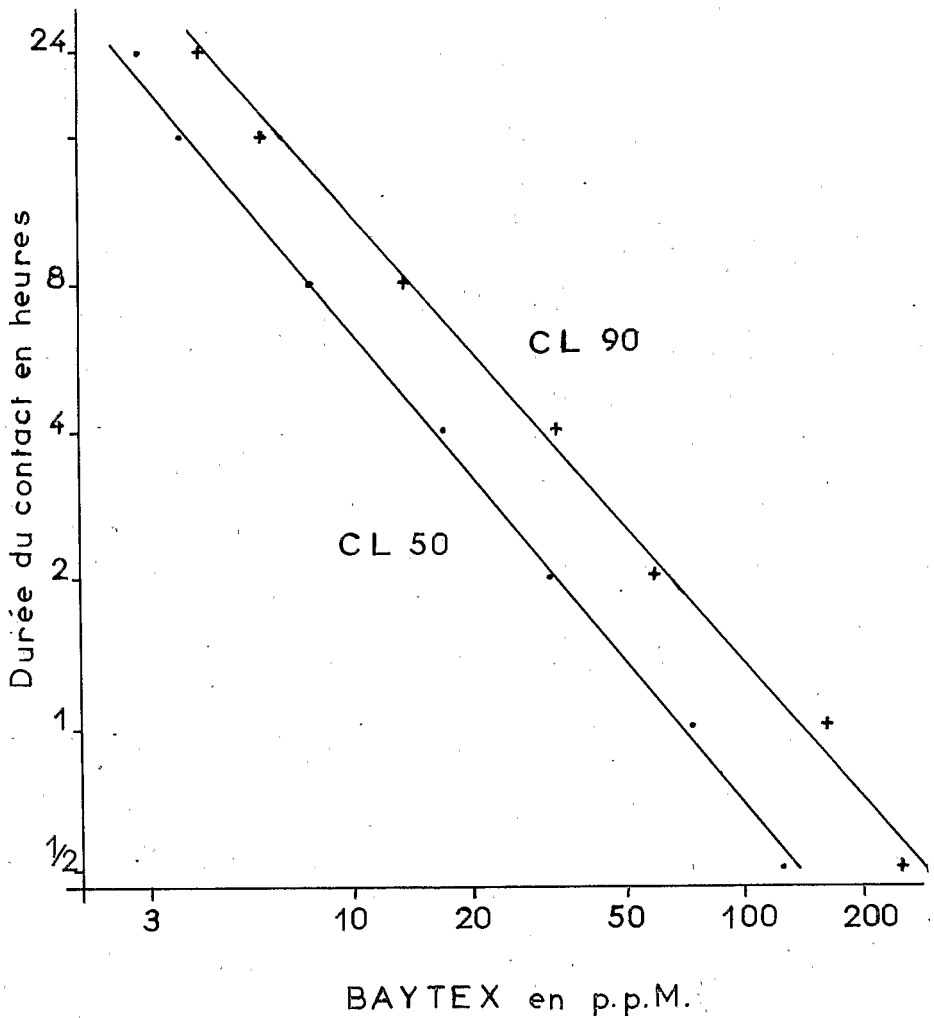


Fig. 4. — Sensibilité au Baytex des larves 4^e stade d'*A. aegypti* L. Représentation graphique sur papier gaucco-logarithmique de la relation existant entre la durée d'exposition et les CL 50 et 90.

IV. — COMMENTAIRE

HAMON (1963) rappelle les conclusions des études antérieures : pour BUSVINE (1958), WEIDHAAS et SCHMIDT (1960) la mortalité n'augmente pas proportionnellement au logarithme du temps de contact. Pour PRADHAN (1949) cette proportionnalité existe. HOSKING et CRAIG (1962) tirent les mêmes conclusions en y apportant une condition : la dose d'insecticide reçue par l'insecte doit être

TABLEAU IV

Concentrations létales 50 et 90 0/0 (CL 50 et CL 90) de malathion pour les larves 4^e stade d'*A. aegypti* L. en fonction du temps de contact utilisé et coefficient permettant de passer d'une CL 50 ou d'une CL 90 à une autre.

Temps de contact en heures	CL 50 o/o	Coefficient de passage d'une CL 50 à une autre	CL 90 o/o	Coefficient de passage d'une CL 90 à une autre
1	2,39	—	5,8	—
2	0,92	2,59	2,25	2,57
4	0,38	2,42	0,75	3
8	0,16	2,38	0,29	2,59
16	0,064	2,5	0,125	2,32
Moyenne arithmétique des coefficients. . . .		2,47		2,62
Moyenne géométrique des coefficients. . . .		2,47		2,61

directement fonction de la durée d'exposition. HAMON a constaté cette proportionnalité chez les adultes d'*A. aegypti* L. testés suivant la méthode O. M. S., le produit d'une concentration létale caractéristique (c) par la durée d'exposition (t) est constant : $c.t = \text{Constante}$. Pour BUSVINE (1958) cette relation s'écrit : $c.t 0,87 = \text{Constante}$, la mortalité augmente moins vite que les durées de contact. Les temps d'exposition variant de 1 à 120 heures, on peut admettre que l'altération des papiers imprégnés pour des temps d'exposition élevés, soit responsable de la baisse du taux de mortalité.

Avec les larves 4^e stade d'*A. aegypti*, pour le baytex, la mortalité est proportionnelle au temps d'exposition, la relation s'écrit : $c.t = \text{Constante}$. Pour le malathion, nous avons $c.t 1,25 = \text{Constante}$. Dans ce cas la mortalité augmente plus vite que les durées d'exposition. Nous ne pouvons invoquer une perte d'insecticide. Il nous reste alors deux hypothèses : il est fort probable que l'expression de la relation soit exacte. Dans ce cas, cette relation, qui lie la mortalité à la durée d'exposition, serait aussi fonction de l'insecticide utilisé et de son mode de présentation. Chaque espèce peut aussi réagir différemment à chaque insecticide. Pour WEIDHAAS et SCHMIDT (1960), le rapport « mortalité/quantité de DDT absorbé » est plus grand avec les larves d'*A. aegypti* qu'avec celles d'*A. quadrimaculatus* Say. *A. aegypti* se nourrit le long des parois ; ce comportement favorise

l'absorption du DDT qui, n'étant pas soluble, se dépose sur les interfaces. Ce n'est probablement pas valable avec les organo-phosphorés.

Si nous pensons que les conditions de l'expérience n'ont pas influé, un fait est cependant à noter. Nous avons utilisé ces mêmes solutions de malathion pour une première expérimentation. En les comparant à des solutions plus anciennes, nous voulions étudier les différences d'efficacité. Les résultats obtenus étaient assez bizarres, le nombre important de pupes ne nous avait pas permis de les exploiter. Nous pensions que peut-être d'autres facteurs (altération de certaines solutions par exemple) étaient en partie responsables de ces anomalies. Ces facteurs existent-ils, ont-ils joué un rôle dans la présente expérimentation ? Le cas échéant, il est possible qu'ils aient légèrement modifié les résultats obtenus avec le malathion.

Les phénomènes de co-distillation (BOWMAN *et al.*, 1959 ; WEIDHAAS, SCHMIDT et BOWMAN, 1960) ne peuvent influencer sur la mortalité que pour les insecticides insolubles comme le DDT. Dans ce cas l'insecticide se concentre en surface, la perte par co-distillation est importante, entraînant un abaissement considérable du titre de la solution. Les insecticides que nous avons utilisés sont solubles aux concentrations choisies. L'insecticide étant reparti d'une façon homogène, une légère perte par co-distillation n'influe pas sur le titre de la solution.

CONCLUSIONS

Si nous comparons les résultats obtenus par HAMON (1963) avec les adultes d'*A. aegypti* L. et par nous-mêmes avec les larves 4^e stade d'*A. aegypti* L. nous constatons que le logarithme des doses létales caractéristiques varie linéairement en fonction du logarithme de la durée d'exposition. La relation pouvant se traduire par la formule :

$$c.t n = \text{Constante}$$

n est un exposant probablement caractéristique de l'insecticide utilisé et de l'espèce testée.

La relation trouvée par BUSVINE (1958) est probablement du même type.

Nous pensons donc que l'on peut déduire d'une mortalité obtenue avec un temps d'exposition donné, la mortalité attendue avec un temps d'exposition différent, une fois connue la relation :

$$c.t n = \text{Constante, pour l'insecticide et l'espèce utilisée.}$$

Quel est l'intérêt pratique d'une telle relation ? On peut envisager d'augmenter la durée d'un épandage en diminuant la concentration, ce qui peut faciliter la lutte contre certains insectes, larves de Simu-

lies par exemple (HAMON, 1963). On peut aussi comparer les CL caractéristiques obtenues pour différentes durées d'exposition et apprécier ainsi le degré de sensibilité d'une population (HAMON, 1963). Dans un précédent rapport (BRENGUES, rap. non publié), nous avons constaté l'altération des solutions d'insecticides organo-phosphorés par perte de solvant. De plus, de faibles variations de concentrations entraînaient de grosses variations du taux de mortalité (lignes de régression à pente très forte). Nous étions souvent obligé de travailler avec moins de 1 cm³ de solution-mère. Nous pensons donc, si la relation établie est valable, que l'on pourrait équiper les trousseaux O. M. S. d'un nombre restreint de solutions (2 par exemple) présentées dans des flacons plus importants (pour réduire l'altération des solutions par perte de solvant). Avec ces solutions peu concentrées, on pourrait apprécier la sensibilité d'une population en faisant varier la durée d'exposition et en utilisant toujours le même volume de solution-mère. On déduirait la mortalité attendue pour 1 temps de contact défini de la mortalité observée pour différentes durées de contact.

Ce type de relation est d'ailleurs probablement général et applicable pour tester la sensibilité d'autres diptères.

Il est évidemment indispensable que la concentration d'insecticide reste constante pendant toute la durée de l'exposition. Les phénomènes de co-distillation et de sédimentation jouant probablement un rôle dans le cas des insecticides insolubles.

RÉSUMÉ

Nous avons exposé, pendant des durées de contact variant de 1/2 heure à 24 heures ; des larves 4^e stade d'*A. aegypti* L. à diverses concentrations de malathion et de baytex.

Nous avons étudié la relation existant entre la mortalité et la durée d'exposition. Cette relation peut se traduire par la formule :

$c.t = \text{Constante}$ avec le baytex,

$c.t^{1,25} = \text{Constante}$ avec le malathion

(c : concentration létale caractéristique ; t : durée d'exposition).

Nous en déduisons une formule probablement générale du type :

$c.t^n = \text{Constante}$.

n étant un exposant caractérisant l'insecticide et l'insecte utilisé.

Nous donnons l'intérêt pratique d'une telle relation : technique des épandages, appréciation du degré de sensibilité d'une population.

SUMMARY

We have exposed, for periods going from half an hour to 24 hours, fourth-instar larvae of *A. aegypti* L. using various concentrations of malathion and baytex.

We have studied the relationship between the exposure time and mortality. This relation may be translated by the equation:

$c.t = K$ with baytex and

$c.t^{1,25} = K$ with malathion

(c : letal characteristic concentration, t : exposure period).

We have deducted an equation which doubtless is general: $c.t^n = K$ (n characteristic exponent of insecticid and insect used).

We give practical interest of a such relationship: spraying technic, knowledge of sensibility level.

BIBLIOGRAPHIE

- BOWMAN (M. C.), ACREE (F. Jr.), SCHMIDT (C. H.) et BEROZA (M.). — Fate of DDT in larvicidal suspensions. *Jour. Econ. Ent.*, 1959, 52 (6), 1038-1042.
- BRENGUES (J.). — Étude de la sensibilité comparée des larves 4^e stade d'*A. aegypti* L. à 2 séries de solutions d'insecticides organo-phosphorés d'âge différent (*Rapport non publié*), 1963.
- BUSVINE (J. R.). — Insecticide resistance in bed bugs. *Bull. Org. Mond. Santé*, 1958, 19, 1041-1052; in HAMON, 1963.
- HAMON (J.). — Étude de la relation existant chez *A. aegypti* L. entre la durée d'exposition à un insecticide et la mortalité résultante. *Bull. Soc. Ent. France (sous presse)*, 1963.
- HOSKING (W. M.) et GRAIG (R.). — Uses of bioassay in entomology. *Am. Rev. Entomol.*, 1962, 7, 437-464, in HAMON, 1963.
- O. M. S. — Insecticide resistance and vector control. Tenth report of the expert committee on insecticides. *Wld. Health Org., Techn. Rep. Ser.*, 1960, 191, 15-24 et 40-45.
- PRADHAN (S.). — Studies on the toxicity of insecticide films. I. Preliminary investigations on concentrations time-mortality relation. *Bull. ent. Res.*, 1949, 40, 1-25, in HAMON, 1963.
- WEIDHAAS (D. E.) et SCHMIDT (C. H.). — Toxicological action of DDT on three species of mosquito larvae. *J. Econ. Ent.*, 1960, 53, 106-110.
- WEIDHAAS (D. E.), SCHMIDT (C. H.) et BOWMAN (M. C.). — The effects of heterogeneous dispersion and codistillation on the results of mosquito larvicide tests with DDT and other insecticides. *J. Econ. Ent.*, 1950, 53, 121-125.