

ACTION DE PESTICIDES CHEZ DES INSECTES EN FONCTION DE LEUR ETAT PHYSIOLOGIQUE: ETUDE DE 2 INSECTICIDES ET D'UN MELANGE D'HERBICIDES CHEZ LES LARVES AQUATIQUES DE CLOEON. (EPHEMEROPTERES).

Jacqueline SEUGE & Roger BLUZAT

Laboratoire de Zoologie - Université de Paris-Sud 91405 Orsay Cedex (France)

Reçu 6 février 1978

Keywords: Ephemera, *Cloeon* Larvae - moulting frequency - pesticides - products of degradation of the fenthion - toxicity.

Abstract

For the larvae of the ephemeron *Cloeon*, our studies of acute toxicity show that the degradation products of fenthion are more toxic than the insecticide itself.

Doses of fenthion and lindane, responsible of a high mortality, lead to a decrease in the moulting frequency of these larvae. A mixture of herbicides and degradation products of fenthion gave different results.

Introduction

Dans un travail précédent (Bluzat, Rodriguez-Ruiz & Seuge, 1976) nous avons envisagé la toxicité aiguë de 5 agents polluants chez les larves de l'éphémère *Cloeon*. Au cours de cette étude, nous avons constaté que la présence de ces produits perturbait le rythme des mues. Parmi les produits détersifs, une poudre commerciale de lessive entraîne une augmentation de la fréquence des mues chez ces larves (Bluzat & Seugé, 1978) Nous examinons ici, d'une part l'influence de 3 pesticides sur ce phénomène et, d'autre part, la toxicité relative d'un insecticide organophosphoré (fenthion) et celle de ses produits de dégradation.

Matériel et méthodes

Matériel

Nous précisons ci-dessous les caractéristiques des 3 pesticides utilisés, 2 insecticides et un mélange commercial d'herbicides:

- Fenthion, insecticide organophosphoré, 96,8 à 97,2% de produit pur sous forme de 2 échantillons: l'un récent, l'autre très ancien et vraisemblablement oxydé (fenthion dégradé).

- Lindane, insecticide chloré, 99% de produit pur (γ -HCH);

- Herbicide commercial, mélange sous forme d'esters de butylglycol de 165 g d'acide 2-4 D et 85 g d'acide 2-4-5 T par litre.

Les larves de l'éphémère *Cloeon* mises en expérience sont des 3ème et 4ème stades.

Méthode et analyse des résultats

Les expériences de toxicité aiguë sont conduites et les résultats analysés comme nous l'avons décrit dans les publications précédentes (Bluzat, Rodriguez-Ruiz & Seugé, 1976) et (Seugé, Bluzat & Rodriguez-Ruiz, 1977); à ces expériences s'ajoutent:

- celle où la solution toxique est renouvelée chaque jour;
- celle où la solution toxique a été préparée 3 jours avant le début de l'essai de toxicité.

Au cours des 4 jours des expériences de toxicité aiguë, conduites selon la méthode standard, les exuvies sont prélevées matin et soir et dénombrées dans chaque bocal.

L'influence des pesticides sur la fréquence des mues a été analysée d'une part globalement (0 à 100% de mortalité

té), d'autre part en fonction de 3 séries définies selon l'importance du taux de mortalité (de 0 à 25%, de 25 à 75% et de 75 à 100%) au moyen du test de l'écart réduit (γ pour un risque α , ici 0,05).

Résultats

Les graphiques (Fig. 1A et 1B) sont construits avec les résultats concernant le taux de mortalité des larves de *Cloeon* dans différentes concentrations des deux types de fenthion utilisés: fenthion normal (1A), fenthion dégradé

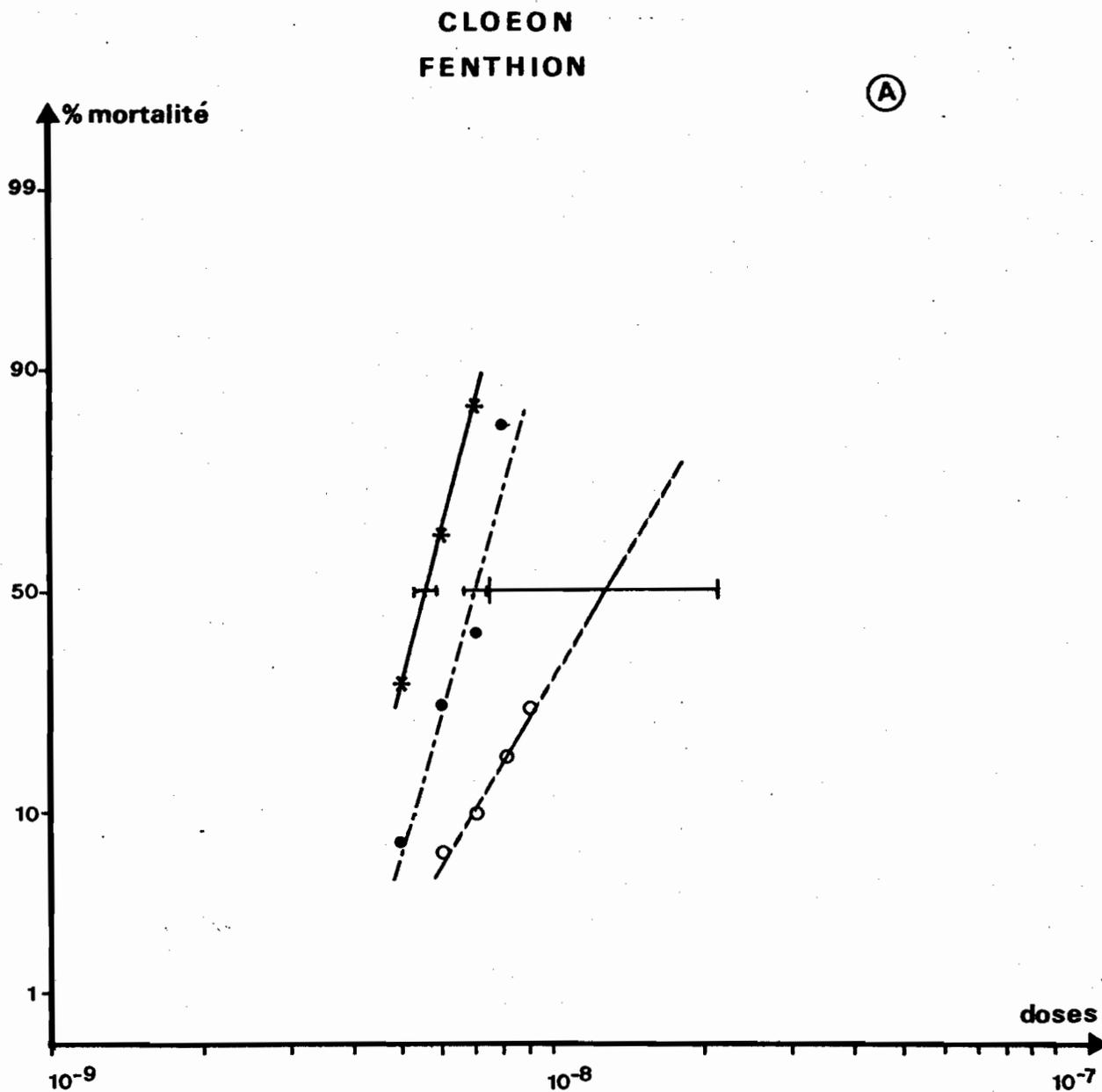


Fig. 1A. Courbes effet-dose, fenthion normal: taux de mortalité (échelle probit) au bout de 2, 3 et 4 jours en fonction de la dose (échelle log.)

o : 2 jours; • : 3 jours; * : 4 jours.

CLOEON
FENTHION

(B)

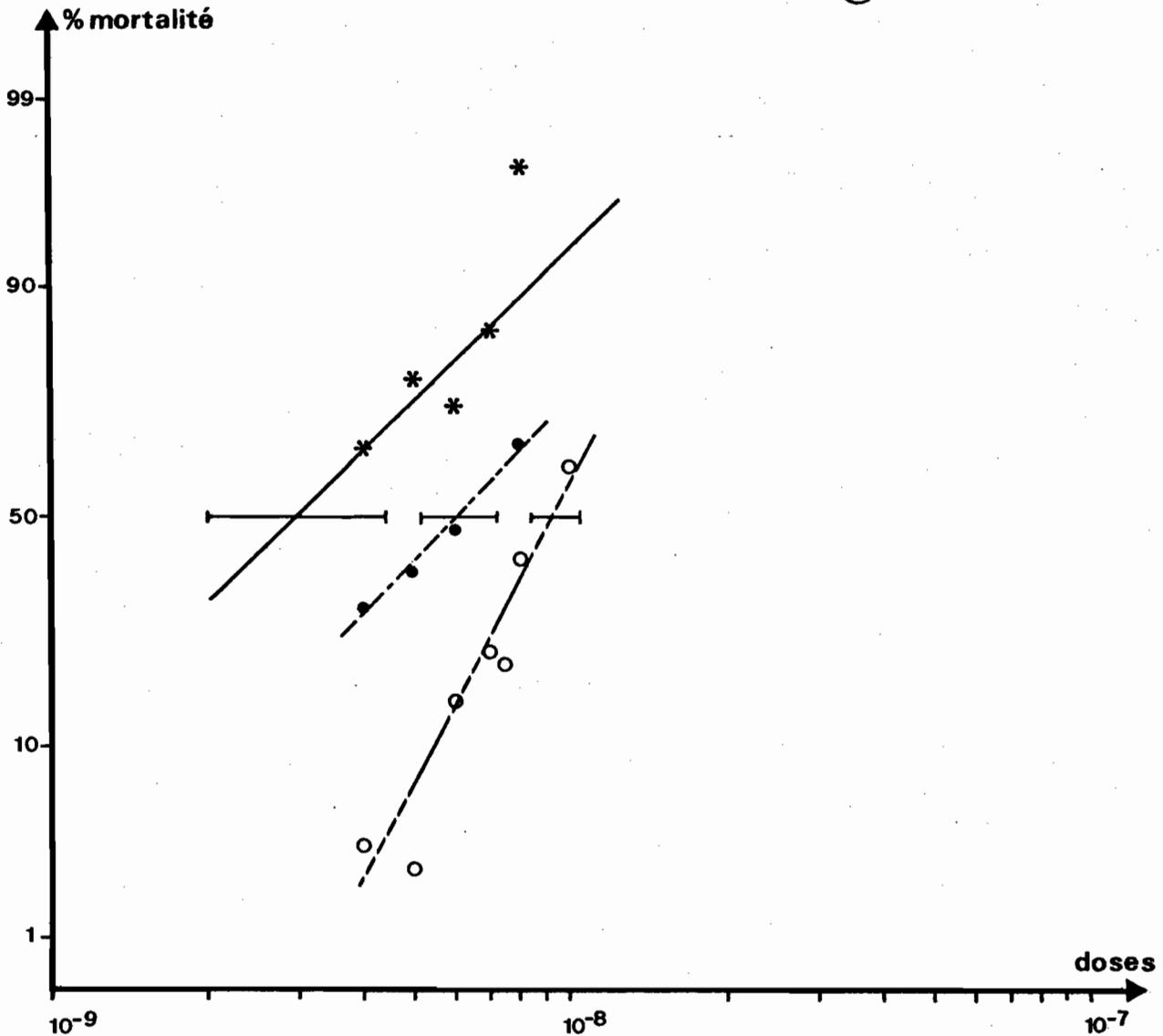


Fig. 1B. Comme 1A. fenthion dégradé.

(1B). Ces courbes 'effet-dose' sont définies par 2 paramètres: la CL 50 et la pente.

Le tableau n° 1 rassemble les données relatives à ces paramètres.

Par ailleurs, avec une concentration de $5 \cdot 10^{-9}$ de ces insecticides, 3 types d'expériences ont été conduites simultanément pour préciser les résultats ci-dessus; le tableau n° 2 groupe les pourcentages de mortalité ob-

servés dans les différents cas pendant une durée de 7 jours.

Le tableau n° 3 présente les résultats relatifs à la fréquence des mues chez les témoins et après intoxication par 3 produits insecticides et un mélange commercial d'herbicides: les données sont détaillées en fonction du taux de mortalité.

L'analyse statistique des pourcentages de mues observées a été conduite soit ($y \alpha 1$) en fonction des témoins

eau-acétone (cas des insecticides), des témoins eau (cas du mélange herbicide) soit ($\gamma \alpha 2$) en fonction du fenthion normal (cas du fenthion dégradé et du lindane). Remarquons que la présence d'acétone est, avec les concentrations utilisées ici, (un pour mille au maximum) sans aucune influence sur le phénomène de mue.

Discussion

Les courbes 'effet-dose' après 2, 3 et 4 jours d'intoxication avec le fenthion d'une part, avec ses produits de dégradation d'autre part, mettent en évidence 2 types de résultats:

- les valeurs des CL 50 sont peu différentes d'une série à l'autre pendant les 3 premiers jours, par contre le 4ème un rapport de l'ordre de 2 est atteint;

- les valeurs des pentes, voisines au 2ème jour, deviennent ensuite très différentes (rapports proches de 4).

Nos résultats soulignent le danger présenté par les produits de dégradation du fenthion sous forme de produit pur: les doses létales sont en effet très peu différentes des doses réputées inefficaces. Ce fait n'est pas surprenant car il est connu que les produits d'oxydation des insecticides organophosphorés peuvent être aussi toxiques, sinon plus, que l'insecticide lui-même (Eto, 1974).

D'autres modalités expérimentales (tableau n° 2) nous ont permis de préciser la toxicité relative des produits de dégradation du fenthion en fonction d'une dose donnée:

- lorsque la solution d'insecticide est renouvelée chaque jour, l'échantillon dégradé se révèle 3 à 4 fois plus toxique dès le 2ème jour,

- par contre, l'effet toxique est diminué et étalé dans le

temps quand la solution aqueuse a été préparée 3 jours auparavant;

- la comparaison des expériences A et C (cas du fenthion normal) nous amène à conclure en plus, qu'en milieu aqueux, le fenthion se dégrade en produits eux-mêmes très toxiques: nous enregistrons en effet une mortalité dans l'essai C dès le 1er jour, et au 3ème le rapport de toxicité est de l'ordre de 10.

Le tableau n° 3 nous indique que la fréquence des mues diminue en fonction de l'augmentation de la mortalité liée à la concentration en insecticides, aussi bien pour le fenthion que pour le lindane. Notre conclusion est à rapprocher de celle de Buchanan c.s. (1970) qui observe le même type d'effet avec le sevin chez le crabe *Cancer magister*. Elle s'oppose à celle de Weis c.s. (1976) qui, chez un autre crabe, conclut à une augmentation de la fréquence des mues en présence de DDT à la concentration de 10^{-8} .

Les mêmes auteurs ajoutent que sevin, malathion et parathion sont par contre sans effet. Le fenthion dégradé paraît agir d'une façon très différente.

Par rapport au cas du fenthion normal, la fréquence des mues est toujours significativement plus élevée (au moins le double); ce résultat est donc directement comparable à celui obtenu avec le DDT (Weis & Mantel, 1976).

Par rapport aux témoins:

- la fréquence des mues est supérieure au niveau d'un taux de mortalité compris entre 25 et 75%;

- elle n'est pas différente quand la mortalité est comprise entre 75 et 100%, et quand l'expérience est envisagée globalement (de 0 à 100%).

Le mélange commercial d'herbicides agit encore d'une autre façon: quelle que soit l'importance de la mortalité,

Tableau no. 1. Etude comparée de la toxicité aiguë du fenthion, normal ou dégradé: CL 50 à 2, 3 et 4 jours, son intervalle de confiance au risque 0,05 (I.C.) et la pente de la courbe effet-dose.

Durée de l'intoxication	Fenthion normal			Fenthion dégradé		
	CL 50 (10^{-9})	I. C. (risque 0,05)	$S_{10,0}$ Pente	CL 50 (10^{-9})	I. C. (risque 0,05)	$S_{10,0}$ Pente
2 jours	12,6	7,4 - 21,3	4,86	9,3	8,4 - 10,4	5,67
3 jours	7	6,6 - 7,4	10,54	6,1	5,2 - 7,2	3,01
4 jours	5,6	5,3 - 5,9	10,97	3	2 - 4,4	2,84

Tableau no. 2. Pourcentages de mortalité en fonction du temps dans 3 types d'expériences de toxicité aiguë du fenthion, normal Fn ou dégradé Fd (dose : $5 \cdot 10^{-9}$)

A: expérience standard.

B: expérience en renouvelant la solution toxique tous les jours;

C: expérience standard ne débutant que 3 jours après la préparation de la solution toxique.

Durée de l'intoxication	A		B		C	
	Fn	Fd	Fn	Fd	Fn	Fd
1	0	10	0	0	-	-
2	0	36,6	20	80	-	-
3	10	70	33,3	93,3	-	-
4	33,3	96,6	66,6	93,3	10	0
5	76,6	100	76,6	100	80	6,6
6	93,3	-	93,3	-	100	56,6
7	96,6	-	96,6	-	-	83,3

la fréquence des mues reste non différente de celle des témoins. Nous avons observé par ailleurs (Bluzat & Seugé, 1978) le même phénomène dans le cas de certains produits détersifs, non ionique (produit A) ou anionique (L.S.).

Par contre, fenthion et lindane, semblent agir de la même manière que d'autres détersifs (Bluzat & Seugé, 1978): produits B (anionique) et C (cationique). Très curieusement nous constatons qu'une poudre commerciale de lessive et l'échantillon dégradé de fenthion augmentent significativement la fréquence des mues chez ces larves d'éphémères.

Conclusions

L'étude des courbes 'effet-dose' établies après 2, 3 et 4 jours d'intoxication des larves de l'éphémère *Cloeon* montrent que:

-la toxicité d'un échantillon dégradé de fenthion est environ 1,5 fois supérieure à celle d'un échantillon normal (toxicité mesurée par les CL 50);

-la pente de la droite probit-log est nettement plus forte dans le cas du fenthion dégradé, de 1,2 à 3,9 fois

suivant la durée de l'intoxication.

Pour une concentration donnée de fenthion ($5 \cdot 10^{-9}$) diverses modalités expérimentales confirment cette conclusion, et mettent en évidence d'une part, que les produits de dégradation en milieu aqueux se révèlent plus toxiques que l'insecticide lui-même et d'autre part que les produits de dégradation perdent, avec le temps, une partie non négligeable de leur toxicité en solution aqueuse.

L'ensemble de ces données nous permet de penser que, quelles que soient les conditions de dégradation du fenthion, à l'air ou en solution aqueuse, les produits formés se caractérisent par une toxicité supérieure à celle du produit pur.

D'autres expériences nous ont permis de démontrer que la fréquence des mues diminue quand la mortalité, due au fenthion ou au lindane, augmente.

Des phénomènes différents sont par contre observés avec un échantillon de fenthion dégradé et avec un mélange commercial d'herbicides.

Tableau no. 3. Etude de la fréquence des mues en fonction de divers pesticides et du taux de mortalité des larves.

Produits toxiques	% de mortalité	Nombre d'animaux	Nombre de mues	% de mues	$y \alpha 1$ (à T)	$y \alpha 2$ (à Fn)
Témoin eau	0	180	51	28,9	-	-
Témoin acétone	0	140	40	28,6	-	-
Fenthion normal	0 à 100	300	50	16,7	2,88	-
	0 à 25	10	3	-	-	-
	25 à 75	130	28	21,5	1,33	-
	75 à 100	160	19	11,9	3,07	-
Fenthion dégradé	0 à 100	150	52	34,7	1,11	4,3
	0 à 25	-	-	-	-	-
	25 à 75	50	25	50	2,74	3,75
	75 à 100	100	27	27	0,27	3,11
Lindane	0 à 100	560	102	18,2	2,72	-
	0 à 25	60	22	36,7	1,13	-
	25 à 75	240	52	21,7	1,51	0,22
	75 à 100	260	28	10,8	4,52	0,35
Mélange herbicide	0 à 100	140	44	31,7	0,60	-
	0 à 25	20	9	45	1,54	-
	25 à 75	80	22	27,5	0,14	-
	75 à 100	40	13	32,5	0,52	-

Acknowledgement

Les calculs statistiques ont été réalisés grâce à des programmes élaborés par monsieur J. C. Moreteau; l'illustration est due à madame O. Jonot; nous les remercions vivement. Ces recherches ont été financées en partie par l'ERA n° 227 du CNRS.

Summary

The study of the 'doses-effect' curves established after 2, 3 or 4 days of the ephemeron *Cloeon* larvae intoxication shows that:

-the toxicity of a damaged sample of fenthion is about 1,5 time greater than that of a standard sample (measured toxicity by LC 50);

-for damaged fenthion the slope of the probit-log curve is from 1,2 to 3,9 times higher according to the duration of the intoxication.

For a given concentration of fenthion ($5 \cdot 10^{-9}$) some

experimental conditions confirm this conclusion, and show that on the one hand the products of degradation in water are more toxic than the insecticide itself; on the other hand the products of degradation are losing an important part of their toxicity in water in course of time.

All these results allow us to think that, whatever the conditions of fenthion degradation may be, in air or in water, the created products are characterized by a higher toxicity than that of the pure product.

Some other experiences allowed us to show that the moulting frequency decreases when the mortality increases with fenthion or lindane.

On the other hand different results have been obtained with a damaged sample of fenthion and with a commercial mixture of herbicides.

Littérature

- Bluzat, R., Rodriguez-Ruiz, F. J. & Seugé, J. 1976. Toxicité aiguë de 5 agents polluants sur 4 espèces d'invertébrés habitant les eaux douces. C. R. Acad. Sci. Paris, D, 283, pp. 1089-1092.
- Bluzat, R. & Seugé, J. 1978. Toxicité aiguë comparée de 5 produits détersifs sur 4 espèces d'invertébrés habitant les eaux douces. C. R. Acad. Sc. Paris, D, 286 pp. 1391-1394.
- Eto, M. 1974. Organophosphorous pesticides: organic and biochemical chemistry. C. R. C. Press, Cleveland, 387 p.
- Seuge, J., Bluzat, R. & Rodriguez-Ruiz, F. J. 1977. Effets d'un mélange herbicide (2-4 D et 2-4-5 T): toxicité aiguë sur 4 espèces d'Invertébrés limniques; toxicité chronique chez le Mollusque Pulmoné *Lymnea*. Environment. Pollut. G. B. (sous presse).
- Weis, J. S. & Mantel, L. H. 1976. D. D. T. as an accelerator of limb regeneration and molting in fiddler crab. Estuar. coast. mar. Sci. G. B. 4, pp. 461-466.
- Buchanan, D. V., Milleman, R. E. & Stewart, N. E. 1970. Effects of the insecticide sevin on various stages of the dungeness crab, Cancer magister. J. of the Fisheries Research Board of Canada 27, 93-104.