

**Toxicité pour la faune aquatique
non cible
de quelques larvicides antisimulidiens**

II — L'Actellic[®] M20

Claude DEJOUX (1) et Jean-Jacques TROUBAT (1)

RÉSUMÉ

Des traitements aériens à l'Actellic[®] M20 (Pirimiphos méthyl) en formulation microencapsulée ont été réalisés sur différentes rivières du Mali et de Côte d'Ivoire, en vue de la destruction des larves de Simulium damnosum s.l., vecteur de l'Onchocercose.

À la concentration de 0,2 mg/l/10 mn, aucune mortalité de poissons n'a été observée. Par contre, les évaluations de l'intensité de dérive témoignent d'une forte toxicité des traitements vis-à-vis des invertébrés benthiques. Cet effet est maximum environ deux heures après les épandages et atteint un niveau vingt fois supérieur à celui provoqué par l'utilisation du téméphos (Abate[®]) dans les conditions normales de campagne.

Baetidae, Tricorythidae et Chironomidae sont parmi les taxons les plus sensibles et un niveau global de décrochement pour l'ensemble des invertébrés de l'ordre de 60 % a été obtenu sur une période de 24 heures en utilisant la méthode des « gouttières in situ ».

Un tel niveau d'impact sur la faune des invertébrés n'est pas sans risque pour l'environnement aquatique et l'utilisation de l'Actellic[®] M20 microencapsulé sur une grande échelle n'est pas recommandable, sous la forme de la formulation testée.

MOTS-CLEFS : Pesticides — Toxicité — Invertébrés — Eaux courantes — Afrique de l'Ouest.

SUMMARY

TOXICITY FOR AQUATIC FAUNA OF SOME BLACK-FLIES LARVICIDES. II — ACTELIC[®] M20

Aerial applications of Actellic[®] M20 (Pirimiphos methyl), in a micro-encapsulated formulation were tried as a larvicide against Simulium damnosum s.l. in different rivers in Mali and Ivory Coast. At 0.2 mg/l/10 mn concentration, no fish mortality was observed. However, drift rate measurements indicate a strong effect on the invertebrate fauna, about two hours after application with a maximum level of 20 times in comparison to a normal temephos (Abate[®]) treatment.

Baetidae, Tricorythidae and Chironomidae are the most sensitive taxa and a total detachment of 60 % have been recorded during a 24 hours period, using the in situ gutter technique.

Such an impact on the invertebrate fauna is not without any risk for the aquatic environment and the use of Actellic[®] M20 micro-encapsuled on a large scale is not recommended, as far as the tested formulation is concerned.

KEY WORDS : Pesticides — Toxicity — Invertebrates — Running waters — Western Africa.

(1) Hydrobiologiste O.R.S.T.O.M., Bouaké B.P. 1434, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Les travaux (1) réalisés sur cet insecticide font partie d'un ensemble de tests effectués sur le terrain afin de rechercher la toxicité de produits de remplacement du téméphos Abate[®], organophosphoré utilisé pour le contrôle des larves de *Simulium damnosum* s.l.

1. CARACTÉRISTIQUE DU PRODUIT UTILISÉ

L'Actellic[®] M20 est un produit ICI/Plant Protection. Il est constitué par une suspension de microcapsules d'un diamètre moyen de 2 μ m et d'une densité de 1,05 qui contiennent 200 g de matière active par litre (Pirimiphos-méthyl).

Les microcapsules appartiennent d'une manière générale à deux types bien différents :

— le type Dow Chemical, théoriquement imperméable lorsqu'il est dans le milieu aquatique et qui se dissout dans l'intestin. Dans ce cas, on utilise les propriétés physico-chimiques de l'intestin moyen (pH, érosion par le bol alimentaire ambiant, sécrétions de l'intestin) de la cible pour entraîner sa mort ou tout au moins son décrochement ;

— le type ICI (c'est le cas pour l'Actellic), poreux quel que soit le milieu (aquatique ou intestin). Dans ce cas, on joue sur la durée du transit intestinal, l'effet toxique étant d'autant plus fort que ce transit est lent.

2. ZONE D'ÉTUDE ET MODALITÉS DES TRAITEMENTS

Les premiers essais d'une formulation microencapsulée d'Actellic[®]M20 ont été effectués sur le Baoulé au Mali en octobre 1978. Les épandages étaient réalisés par hélicoptère à la concentration 0,075 ppm/10 minutes, le débit du cours d'eau à cette époque était de 22 m³/s et la température de l'eau de l'ordre de 26 à 28 °C.

La stabilité du produit soumis aux essais s'est révélée médiocre, provoquant une libération prématurée de la matière active dans le milieu aquatique, réduisant ainsi fortement l'avantage théorique de ce type de formulation.

Devant la relative inefficacité de cette formulation sur le groupe cible, il fut alors décidé de la modifier. En 1981, une nouvelle formulation a donc été testée en Côte d'Ivoire, sur la Féré Dougouba (Bagbé),

affluent du Sassandra. Dans ce second essai, la température était de 28° à 8 heures, la transparence de 1 mètre au disque de Secchi, le débit du cours d'eau de l'ordre de 2,5 m³ et la concentration utilisée de 0,2 ppm/10 mn. L'épandage a également été effectué par hélicoptère.

3. MÉTHODES ET TECHNIQUES

Deux méthodes ont essentiellement été utilisées, de manière classique (DEJOUX, 1980). Un profil de dérive *in situ* était établi en récoltant la dérive naturelle, puis la dérive provoquée, au sein du cours d'eau traité, durant 24 heures, à l'aide d'un jeu de deux petits filets à entrée circulaire de 113,1 cm² et de vide de maille de l'ordre de 200 μ .

Les filets étaient laissés en place 1 minute pour chaque estimation de l'indice de dérive.

La seconde méthode mettait en œuvre le système de gouttière mis au point par DEJOUX et TROUBAT, permettant un bilan exact, *in situ*, de l'impact immédiat d'un pesticide.

4. RÉSULTATS

4.1. Première série d'expérimentations sur le Baoulé

Sans vouloir insister sur ces résultats déjà partiellement publiés par ailleurs (DEJOUX et GUILLET, 1980) il est toutefois nécessaire de rappeler quelques faits marquants :

— l'augmentation maximale instantanée de la dérive survenue environ 1 heure après l'épandage était de 132 fois la dérive normale, ce qui dénote d'un impact important ;

— les groupes le plus touchés, *in situ*, ont été les Baetidae, les Tricorythidae et les Chironomidae d'une manière générale ;

— l'impact sur la dérive fut de longue durée et était encore sensible le lendemain du traitement ;

— à 6 km en aval du point d'épandage, aucune augmentation significative de la dérive n'a été décelée ;

— en gouttière, les observations n'ont pu être conduites que durant les 12 heures suivant le traitement. Durant cette période, 21,3 % de la faune testée (5 176 individus) ont décroché de leur support, ce qui peut être considéré comme un taux élevé.

Avec cette méthode, les Baetidae apparaissent à

(1) Travaux réalisés dans le cadre d'une convention O.R.S.T.O.M.-O.M.S. Lutte contre l'Onchocercose ; Surveillance de l'environnement aquatique.

nouveau comme très sensibles avec 95,2 % de décrochement pour 355 individus testés. D'autres groupes ont également été très touchés :

Tricorythidae.....	93,1 %	(pour 29 testés)
Chironomini.....	63,8 %	(152)
Tanytarsini.....	35,9 %	(39)
<i>Chimarra petri</i> (Trichoptera)....	21,9 %	(160)
Hydrophilidae.....	100 %	(10)

Les résultats obtenus sur les Simuliidae : 17,6 % (527) pour *S. damnosum* et 11,1 % (3 289) pour les autres espèces, étaient peu encourageants et nous conduisirent à rejeter cette formulation.

4.2. Deuxième série d'expérimentations sur la Férédongouba

Un profil de dérive *in situ* a été établi sur 46 heures, centré sur le traitement qui a eu lieu à 10 h 30, par

hélicoptère, à environ 200 mètres en amont du point d'observation. Les premières réactions des invertébrés ne se font sentir que deux heures après le traitement. L'effet est alors violent et très rapide, le maximum de décrochement étant atteint après 15 minutes (soit 2 h 15 mn après le traitement) avec une valeur de l'indice de dérive (ID) de 2 980,8, ce qui est considérable (1).

Le coefficient instantané d'augmentation maximal de la dérive, qui est le rapport de la valeur maximale atteinte après le passage de l'insecticide à la valeur de l'indice de dérive immédiatement avant traitement, est de 1 461. En comparaison avec celles ordinaires obtenues avec le ténéphos qui varient entre 75 et 100 pour une concentration de 0,5 ml/10 mn, cette valeur est extrêmement forte.

Le coefficient d'augmentation pondérée de la dérive, qui est le rapport entre la valeur moyenne de ID, calculée durant 1 heure et centrée sur l'acrophase

TABLEAU I

Compositions comparées de la dérive (en nombre d'organismes récoltés en 60 secondes et %)

	Avant traitement (11 h)		Au maximum d'intensité de dérive (12 h 45)		2 heures après les premiers effets (14 h)	
	\bar{N}	%	\bar{N}	%	\bar{N}	%
Baetidae.....	0	0	990	45,3	259	51,2
Caenidae.....	0	0	27	1,2	4	0,8
Leptophlebiidae.....	0	0	36	1,6	11	2,2
Heptageniidae.....	0	0	216	9,9	12	2,3
Tricorythidae.....	0	0	36	1,6	3	0,6
Ecnomidae.....	0	0	3	0,1	2	0,4
Hydropsychidae.....	0	0	186	8,5	16	3,1
Hydroptilidae.....	0	0	6	0,3	5	1
Leptoceridae.....	0	0	12	0,5	2	0,4
Philopotamidae.....	0	0	24	1,1	4	0,8
Polycentropodidae.....	0	0	0	0	2	0,4
Simuliidae.....	0,5	14,3	30	1,4	2	0,4
Chironomini.....	1,5	42,8	159	7,3	58	11,4
Tanytarsini.....	0	0	240	10,1	51	10
Orthoclaadiinae.....	1	28,6	195	8,9	37	7,3
Tanypodinae.....	0	0	3	0,1	4	0,8
Dytiscidae.....	0,5	14,3	0	0	6	1,2
Elmidae.....	0	0	9	0,4	5	1
Pyralidae.....	0	0	12	0,5	23	4,5
TOTAL.....	3,5		2184		506	

(1) Rappelons que l'indice de dérive (ID) est le nombre théorique d'organismes dérivant chaque seconde dans un mètre cube d'eau d'une rivière. Il est calculé à partir de récoltes à l'aide de filets à mailles fines par la formule $ID = \frac{\bar{N}}{v \cdot s \cdot t}$ où \bar{N} est le nombre moyen d'organismes récoltés dans un filet, v est la vitesse du courant mesurée à l'entrée du filet (en cm/s) ; s est la surface d'entrée de ce même filet (en cm²) et t le temps de mise en œuvre (en s).

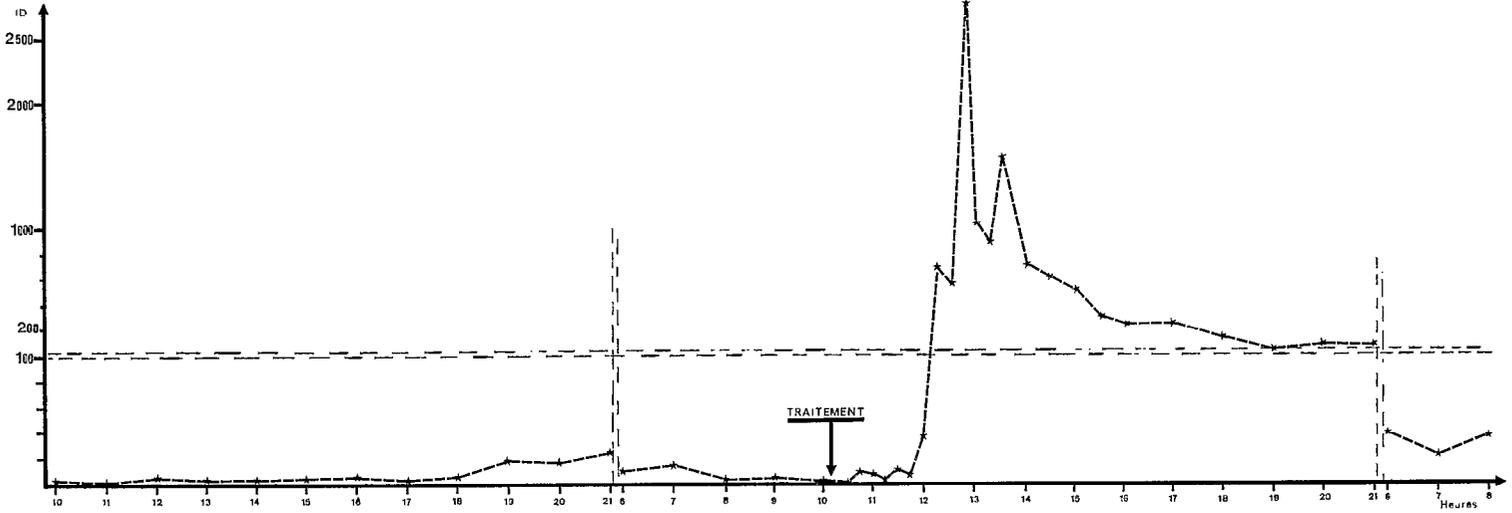


FIG. 1. — Profil de dérive des invertébrés établi *in situ* durant 46 heures, centré sur le traitement à l'Actellec[®] M20

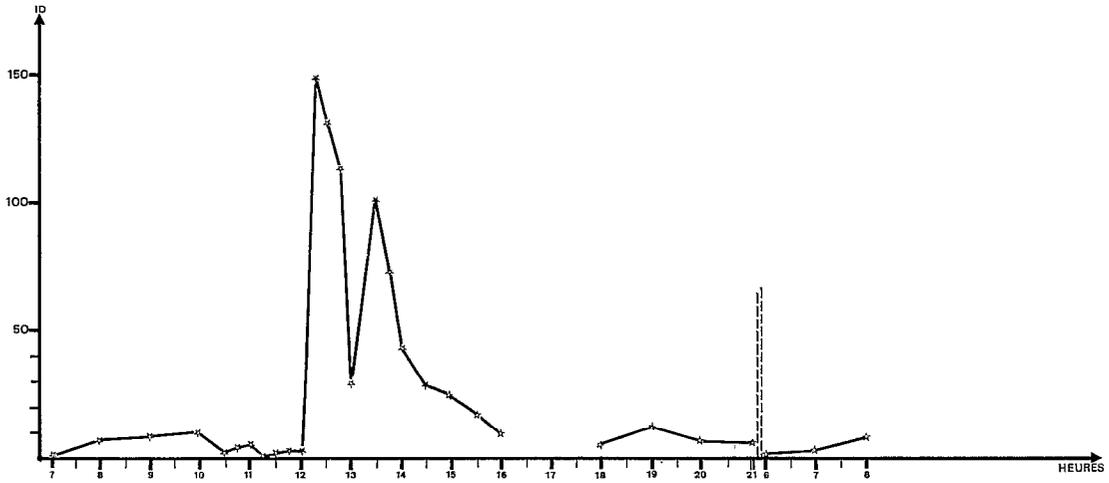


FIG. 2. — Cinétique de la dérive des invertébrés obtenue en gouttière, *in situ* et durant 24 heures

TABLEAU II

Bilan de l'expérimentation en gouttière (dérive des organismes durant 24 heures)

	Faune dérivée en 24 h	Faune restante après 24 h	Total testé	% de décroche- ment en 24 h
Baetidae.....	142	2	144	98,61
Caenidae.....	21	3	24	87,50
Leptophlebiidae.....	6	4	10	60
Heptageniidae.....	9	0	9	100
Tricorythidae.....	386	18	404	95,54
Ephemeridae.....	1	0	1	100
Neoperla.....	17	144	161	10,56
Libellulidae.....	—	2	2	0
Zigoptera.....	1	0	1	100
Ecnomidae.....	1	3	4	25
Hydropsychidae.....	62	21	83	74,70
Hydroptilidae.....	9	23	32	28,12
Leptoceridae.....	11	15	26	42,31
Philopotamidae.....	80	281	361	22,16
Polycentropodidae...	0	2	2	0
Trichoptera autres..	1	1	2	50
Hemiptera.....	1	0	1	100
Ceratopogonidae.....	2	8	10	20
Simuliidae.....	207	86	293	70,65
Chironomini.....	157	51	208	75,48
Tanytarsini.....	70	41	111	63,06
Orthoclaudiinae.....	63	42	105	60
Tanypodinae.....	2	5	7	27,57
Dytiscidae.....	26	11	37	70,27
Elmidae.....	47	129	176	26,70
Pyralidae.....	13	6	19	68,42
Hydracarina.....	5	3	8	62,79
TOTAL.....	1340	901	2241	59,79

du décrochement, et la valeur moyenne de ID durant l'heure précédant le traitement, est de 222,8. C'est également une valeur élevée (elle est ordinairement de l'ordre de 50 avec le téméphos), qui traduit un effet prolongé dans le temps de la toxicité de l'Actellic[®] M20.

Cet effet toxique, schématisé fig. 1, est fortement étalé dans le temps et se fait sentir durant toute l'après-midi et la soirée, l'indice de dérive restant supérieur à 100 jusqu'à 21 heures. Le lendemain du traitement, à 8 heures soit 21 h 30 après l'épandage, la dérive est encore 20 fois supérieure à ce qu'elle était la veille du traitement, à la même heure.

Une comparaison de la composition des dérives avant et après traitement montre la grande sensibilité des Éphéméroptères Baetidae, qui constituent pratiquement la moitié des organismes dérivés. Cinq autres groupes taxinomiques dérivent ensuite avec une intensité du même ordre de grandeur (7 à 10 % du total). Ce sont les Heptageniidae, les Hydropsy-

chidae, les Chironomini, Tanytarsini et Orthoclaudiinae (tabl. I). Les Simuliidae par contre sont durant les premières heures suivant l'épandage assez peu affectés par l'insecticide.

Cette image représente l'impact sur le bief étudié mais reflète mal la sensibilité exacte de chaque groupe d'organismes présent car il est impossible de connaître leurs densités initiales à l'échelle de quelques centaines de mètres carrés.

L'utilisation de la technique des gouttières *in situ* permet à nouveau une estimation quantitative plus précise de l'impact de cet essai. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau II. Sur 2 241 organismes testés, appartenant à 27 groupes taxinomiques, près de 60 % dérivèrent en 24 heures dont 57 % par effets du traitement. Cette valeur est élevée si on la compare toujours au téméphos pour lequel, dans un même cas, nous aurions obtenu un décrochement de l'ordre de 25 à 30 % seulement.

L'examen des pourcentages de décrochement met

à nouveau en évidence l'hypersensibilité des Baetidae mais aussi celle des Tricorythidae, à moindre titre celle des Caenidae. Par contre, l'espèce visée, *S. damnosum*, ne subit que 70,65 % de décrochement, ce qui permet de conclure qu'à cette concentration et sous cette formulation, l'Actellic n'est pas un insecticide utilisable pour la lutte contre ce Diptère, le but impératif étant de détruire 100 % de la population larvaire.

Avec 75 % de décrochement, les Hydropsychidae sont très affectés ainsi que les Chironomidae d'une manière générale. Seuls les Plécoptères, pourtant abondants dans l'expérimentation, sont peu sensibles au traitement.

La cinétique du décrochement en gouttière a été schématisée fig. 2. Elle est très proche du profil de dérive obtenu au sein même du cours d'eau montrant à nouveau l'intérêt de cette technique. On retrouve particulièrement le second pic de 13 h 15 (soit 3 h après le traitement), essentiellement dû à une recrudescence de la dérive des Baetidae et au commencement de décrochement des Simuliidae.

5. CONCLUSION

D'une manière générale, les insecticides utilisés pour détruire les populations larvaires de *S. damnosum* s.l. sont introduits dans le milieu aquatique sous forme de concentré liquide émulsifiable. Étant donné la technique d'épandage par voie aérienne, leur passage dans un gîte proche du point de traitement — ce qui est le cas des essais étudiés — est nécessairement bref, même si l'adsorption d'une partie de l'insecticide sur la matière en suspension dans l'eau ou couvrant les substrats du gîte (matière organique, limon, periphyton, etc.) retarde quelque peu le passage.

Ordinairement 24 heures après le passage de la vague insecticide, l'effet toxique n'est pratiquement plus décelable, sauf sur le groupe cible où des décrochements tardifs peuvent encore survenir.

L'idée de l'emploi de produits microencapsulés est bonne car elle vise à rendre leur action plus sélective. Dans le cas de microcapsules digestibles par exemple, on peut penser que seuls les invertébrés microphages et détritivores risquent d'être atteints au même titre que les Simuliidae, les carnivores ne l'étant, éventuellement et avec une moindre intensité que par le biais de la chaîne alimentaire.

Dans le cas de microcapsules de type poreux qui peuvent se dissoudre lentement dans l'eau, les risques sont par contre plus grands et liés à leur temps de présence sur les gîtes. S'il est long, l'effet sur le groupe cible est amélioré mais l'impact sur les groupes non cible a tendance à s'accroître.

La formulation soumise aux essais était par ailleurs très instable les microcapsules s'étant brisées soit durant le transport, le stockage à haute température ou bien les manipulations d'épandage. Il en résulte un double effet toxique, l'un immédiat dû au pirimiphos-méthyl prématurément libéré des capsules, l'autre, plus lent et retardé, dû à la diffusion progressive de la matière active au travers des capsules restées intactes.

L'emploi d'une formulation microencapsulée aussi instable que celle que nous avons testée n'est donc pas recommandable en campagne de lutte contre *S. damnosum*, d'autant plus que son efficacité contre le groupe cible n'a pas été totale à la concentration utilisée.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 7 décembre 1981.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DEJOUX (C.), 1975. — Nouvelle technique pour tester *in situ* l'impact des pesticides sur la faune aquatique non cible. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 13 (2) : 75-80.
- DEJOUX (C.), GUILLET (P.), 1980. — Evaluation of new blackfly larvicides for use in Onchocerciasis control in West Africa. *WHO/VBC/80-783-19*.
- GUILLET (P.), ESCAFFRE (H.), 1979. — La recherche de nouvelles formulations d'insecticides utilisables contre les larves des vecteurs de l'Onchocercose en Afrique de l'Ouest. *Comptes rendus du Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical*, Marseille : 1169-1178.
- QUELENNEC (C.), 1978. — Characteristics of blackfly larvicide formulation, mimeographed document. *OCP/SWG/78.5*.
- Summary of laboratory and field evaluation of larvicides for *Simulium* control, 1980. — *WHO/VBC*, 80, 3, 41.
- TROUBAT (J.-J.), LARDEUX (F.), 1982. — Toxicité pour la faune aquatique non cible de quelques larvicides antisimuliidiens. I-Le GH 74r. *Rev. Hydrobiol. trop.* 15 (1) : 15-21.
- WHITTEMORE (F. W.), 1973. — Technical, economic and legislative factors determining choice of pesticides for use in developing countries. *FAO/WS/D* 8, 662, 20 p.