

**ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
LUTTE CONTRE L'ONCHOCERCOSE**

RAPPORT O. R. S. T. O. M. N° 4

DATE DE PARUTION

15 JANVIER 1977

**ACTION DE L'ABATE SUR LES
INVERTÉBRÉS AQUATIQUES**

C. DEJOUX

J. M. ELOUARD

CINÉTIQUE DE DÉCROCHEMENT

A

COURT ET MOYEN TERME

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE DE BOUAKÉ



**ACTION DE L'ABATE SUR LES INVERTEBRES
AQUATIQUES.**

**CINETIQUE DE DECROCHEMENT A COURT ET
MOYEN TERME.**

par

C. DEJOUX

J.M. ELOUARD.

INTRODUCTION

I - Méthodes et techniques

- A) Récolte de la dérive
- B) Emploi des gouttières

II - Action de l'Abate 200 CE Procida

A) Effets toxiques à court terme d'un épandage aérien dans les conditions générales du Programme (0,05 ppm, épandage hélicoptéré).

- A.1. Expérimentation sur le Bandama
- A.2. Expérimentation sur la Léraba

B) Effets toxiques à court terme d'un épandage expérimental (épandage au vide vite, concentration 0,1 ppm).

C) Expérimentation en gouttière de la toxicité à court terme de l'Abate.

C.1. Expérimentation en rivière non traitée (Maraoué).

- 1.a. Concentration 0,025 ppm durant 10 minutes.
- 1.b. Concentration 0,05 ppm durant 10 minutes.

C.2. Expérimentation en rivière traitée (Bandama)

Concentration 0,1 ppm durant 10 minutes.

C.3. Action d'une très forte concentration

D) Toxicité de l'Abate à moyen terme.

Etude des effets de deux mois de traitement à l'Abate.

E) Etude à moyen terme de la dérive de jour dans 6 stations de Côte d'Ivoire.

III - Action de l'Abate 200 CE Cyanamid

- A) Expérimentation sur la Maraoué
- B) Expérimentation sur le Bandama

IV - Conclusion

I N T R O D U C T I O N

Parmi un certain nombre d'insecticides organophosphorés, susceptibles d'être employés pour lutter contre les larves de Simulium damnosum en Afrique de l'Ouest, l'Abate a été reconnu comme l'un de ceux présentant la moindre toxicité pour la faune non cible des rivières traitées, tout en gardant une grande efficacité vis-à-vis des Simulies. (LE BERRE et al., 1971 ; LAUZANNE - DEJOUX, 1973 ; DEJOUX - TROUBAT, 1974 ; DEJOUX - TROUBAT, 1975).

Cependant, l'insecticide employé n'ayant pas une action strictement spécifique, il peut détruire une partie de la faune non cible et par là même entraîner un déséquilibre des écosystèmes lotiques. Si certaines espèces de l'entomofaune aquatique et de l'ichtyofaune sont touchées par effet toxique direct de l'insecticide, d'autres espèces prédatrices risquent de voir leur peuplement diminuer par raréfaction de certains maillons de la chaîne trophique.

Après maintenant une année et demie d'épandages aériens, aucun effet toxique catastrophique n'a été observé sur la faune des rivières traitées en Afrique de l'Ouest (Rapport annuel ORSTOM-OMS 1976). Toutefois des effets ponctuels et localisés dans le temps peuvent être mis en évidence à la suite de chaque épandage. Le recul n'est pas encore suffisant pour que nous soyons certains que ces effets ne se cumuleront pas de façon telle qu'un déséquilibre du milieu s'ensuivrait. Cependant un certain traumatisme permanent de la faune d'invertébrés existe dans les rivières traitées comme en témoignent les études de la dérive de jour des invertébrés dans ces milieux. Le présent travail n'a pas pour but d'analyser l'ensemble des données récoltées depuis le début de la surveillance du milieu aquatique (cadre du programme O.C.P.*) mais seulement de mettre en évidence par des faits précis le niveau de toxicité à court et moyen terme de l'Abate.

* O.C.P. : Programme de lutte contre l'Onchocercose.

I - Méthodes et techniques

A) Récolte de la faune dérivante

C'est une méthode désormais classique (ELOUARD-LEVEQUE, 1975), basée sur l'utilisation d'un jeu de 3 filets de mailles fines, placés dans les zones de courant fort. Ces filets travaillent pendant un temps déterminé selon le but recherché, temps que nous spécifierons pour chaque expérimentation effectuée. La récolte, le tri puis le comptage des organismes capturés permettant de calculer un indice de dérive (ID) qui représente le nombre théorique moyen d'organismes dérivants dans un mètre cube.

Pour les expériences réalisées dans le cadre du programme général de lutte contre S. damnosum, la dérive de jour est toujours récoltée une heure et demie avant le coucher du soleil et les filets travaillent durant 30 minutes.

B) Emploi de gouttières

Nous ne nous étendrons pas sur cette méthode dont on trouvera la description détaillée par ailleurs (DEJOUX, 1975 ; DEJOUX-TROUBAT, 1976). Rappelons cependant que cette technique consiste à prélever dans un cours d'eau une certaine quantité de substrat présent et de le transplanter, avec la faune qu'il contient, dans une gouttière semi-immersée, placée dans la même rivière. On fait ensuite agir un insecticide donné pendant un temps et avec une concentration déterminés. Les organismes atteints dérivent dans la gouttière et sont recueillis au moyen d'un filet à mailles fines à l'extrémité en aval, selon une chronologie établie.

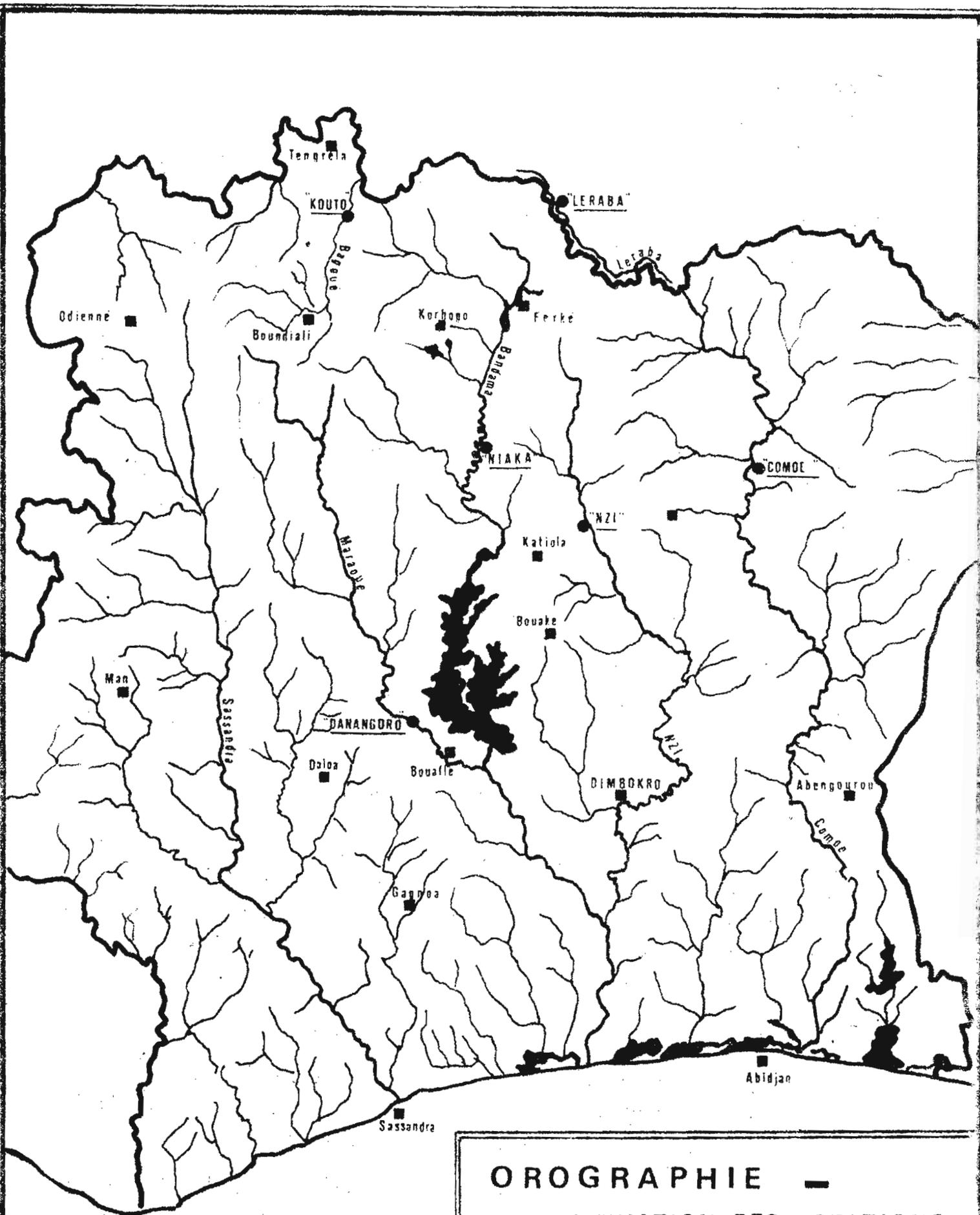
II - Action de l'Abate 200 CE Procida

A) Effets toxiques à court terme d'un épandage aérien dans les conditions générales du programme : 0,05 ppm, épandage hélicopté.

A.1. Expérimentation sur le Bandama*

L'épandage étudié était le 40ème du cycle normal des traitements hebdomadaires effectués dans le cadre du programme O.C.P. la quantité d'Abate déversée (10l.), devait permettre d'obtenir une concentration de 0,05 ppm.

* Pour localiser les stations citées dans le texte, se reporter à la fig. 1



OROGRAPHIE —
 — SITUATION DES STATIONS

TAXONS	13h	15h	17h	18h	19h	20h	22h	2h	4h	6h30	8h	9h	10h	10h30	11h	11h30	12h	12h30
Baetidae	0.39	0.36	0.71	1.36	2.49	2.04	2.81	1.90	2.16	1.42	1.30	0.65	0.36	0.36	0.41	0.50	0.92	0.71
Caenidae	0.33	0.24	0.77	1.57	1.69	4.65	2.76	2.76	2.52	2.05	1.27	0.53	0.21	0.27	0.68	0.47	1.04	0.21
Ephemeridae		0.03		0.09	0.06		0.09			0.04		0.03			0.03		0.06	
Euthyplociidae				0.03			0.15			0.09	0.03					0.06	0.03	
Tricorythidae	0.03		0.03		0.09		0.03			0.04			0.06			0.03		0.12
Leptophlebiidae			0.03		0.09		0.06											
Oligoneuriidae		0.03		0.03	0.06		0.03	0.06			0.03							0.03
Chaoboridae	0.36	0.30	0.36	0.44	0.39	0.12	0.95	0.86	0.83	1.19	0.56	0.30	0.27	0.15	0.39	0.18	0.09	
Simuliidae				0.03	0.12	0.03		0.09		0.06	0.06	0.06	0.03	0.06	0.03		0.03	
Chironomini		0.03	0.06	0.03	0.03	1.75	0.15	0.68	0.03				0.06				0.03	
Orthoclaeniinae		0.03	0.12	0.30	2.25		1.87	0.18	1.27	0.89	0.12	0.12	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Tanypodinae			0.06	0.03	0.06		0.06	0.09						0.06				0.03
Ceratopogonidae	0.03	0.03	0.03				0.03				0.03	0.03		0.06				
Velliidae							0.03	0.03	0.06									
Agrionidae	0.03											0.03					0.03	
Libellulidae	0.03				0.03	0.03	0.09			0.06			0.03				0.03	
Gomphidae	0.03				0.03						0.03			0.03			0.03	
Hydracariens	0.12	0.06	0.03	0.21	0.24	0.12	0.15	0.06	0.09	0.39	0.27	0.09	0.03	0.09	0.24	0.06		
Elmidae	0.03									0.02			0.03			0.03		
Nématodes			0.03	0.03	0.09													
Sisyridae				0.21	0.18	0.12	0.18	0.03		0.04	0.06					0.03	0.06	0.06
Hydres				0.03		0.03	0.03		0.03	0.02	0.03						0.03	
Hirudinae													0.03					
Poissons	0.03			0.09	0.06				0.09	0.03			0.03					
T1. Hydropsychidae				0.06			0.06	0.12	0.03	0.03	0.03		0.03	0.06				
T11 Ecnominae			0.03	0.06		0.06	0.06	0.06		0.06			0.06			0.03	0.06	
T13 Polycentropedidae								0.03	0.03									
T14 Hydroptilidae					0.03		0.03		0.18		0.03	0.03			0.03		0.03	0.09
T33 Philopotamidae				0.03	0.03													
Biomphalaria								0.03			0.03							
Diptères autres							0.06			0.03								
Oligochètes							0.03	0.03	0.03	0.03								
T D	1.36	1.13	1.90	3.79	7.85	5.39	11.55	7.2	6.64	6.62	4.09	1.90	1.24	1.15	1.84	1.51	2.49	1.33

Tableau 1 - Variation des indices de dérive de quelques groupes d'organismes lors d'un épandage dans les conditions du programme, d'Abate 200 Procida à la concentration 0,05 ppm.

TAXONS	13h	13h30	14h	14h30	15h	15h30	16h	17h	18h	19h	20h	22h	2h	4h	6h	7h	8h	10h
Baetidae	1.39	0.36	0.71	1.71	0.68	1.48	1.24	0.56	0.68	3.17	4.06	2.07	3.82	2.04	1.19	0.71	1.57	1.63
Caenidae	0.59	0.24	0.83	0.24	0.41	0.62	1.27	0.27	0.47	2.73	5.45	2.75	5.98	3.73	1.30	0.89	2.43	1.96
Epheméridae	0.12					0.12	0.06			0.09	0.12	0.06	0.30	0.03	0.03		0.06	0.24
Euthyplociidae							0.06			0.09	0.24	0.03	0.06	0.12				0.03
Tricorythidae	0.03	0.03					0.03				0.12	0.03	0.03	0.06			0.15	0.03
Leptophlebiidae	0.03			0.03	0.06		0.03	0.03		0.33	0.12	0.12	0.18	0.09	0.06	0.09		0.15
Oligoneuriidae				0.03				0.03		0.03	0.12		0.06	0.03				0.03
Chaoboridae	0.33		0.15	0.15	0.15	0.03	0.03	0.15	0.21	0.26	0.50	0.80	0.74	0.77	0.12	0.12	0.15	0.15
Simuliidae	0.12			0.06	0.03	0.09			0.03	0.12	0.06	0.09	0.27	0.03	0.06		0.30	0.15
Chironomini			0.03	0.03			0.03		0.03	0.56	0.59	0.03	0.09	0.06	0.03			0.06
Orthocladiinae	0.09		0.03	0.06	0.06	0.06	0.18		0.27	1.36	2.22	2.19	1.16	2.31	0.44	0.24	0.50	0.03
Tanypodinae			0.06				0.06		0.06	0.12	0.24	0.12	0.41	0.06	0.03	0.03	0.09	0.06
Ceratopogonidae							0.03			0.03			0.03					0.06
Veliidae										0.03	0.03	0.03		0.06				
Agrionidae			0.03								0.03		0.06	0.03				
Libellulidae		0.03	0.03					0.03	0.03	0.09	0.03	0.06	0.15	0.03	0.03	0.03		0.06
Gomphidae						0.03												
Hydracariens	0.15	0.12	0.24	0.03	0.15	0.15	0.03	0.12	0.12	0.21	0.18	0.12	0.30	0.27	0.18	0.18	0.33	0.15
Elmidae										0.06	0.06				0.09			
Nématodes									0.03	0.03								
Sisyridae		0.03		0.03	0.03	0.15	0.15	0.06	0.09	0.62	0.30	0.39	0.74	0.30	0.09	0.12	0.09	0.24
Hydres	0.06			0.03						0.06		0.06	0.03					0.03
Hirudinae																		
Poissons	0.03	0.03				0.03	0.03						0.06	0.06	0.03	0.06	0.03	
T1 Hydropsychidae	0.03	0.03		0.12	0.03	0.06	0.33		0.03	0.15	0.12	0.06	0.30	0.03	0.03	0.03		0.03
T11 Ecnominae	0.03			0.03				0.03	0.03	0.09	0.21	0.03	0.71	0.21	0.09	0.12	0.15	0.15
T13 Polycentropodi.											0.03							
T14 Hydroptilidae			0.06				0.12	0.03		0.03	0.09		0.12	0.12	0.06	0.03	0.03	0.09
T 33 Philopotamidae			0.06										0.09					
Biomphalaria																		
Diptères autres	0.03		0.03			0.03						0.03	0.12			0.06	0.03	0.09
Cligochètes	0.03	0.06	0.03				0.03				0.09	0.03		0.03			0.09	0.03
TOT	3.11	0.92	2.34	1.66	1.84	3.17	3.85	1.48	2.04	11.61	15.14	9.18	16.77	10.52	3.88	2.78	6.04	5.72

Tableau 1 (suite) - Variation des indices de dérive de quelques groupes d'organismes aquatiques lors d'un épandage dans les conditions du programme, d'Abate 200 Procida à la concentration 0,05 ppm.

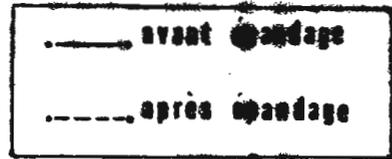
ID

FIGURE 2 . Toxicité de l'ABATE 200 CE 0,05 ppm. ABATE standard PROCIDA

Cinétique de décrochement

NIAKA

Ensemble des groupes



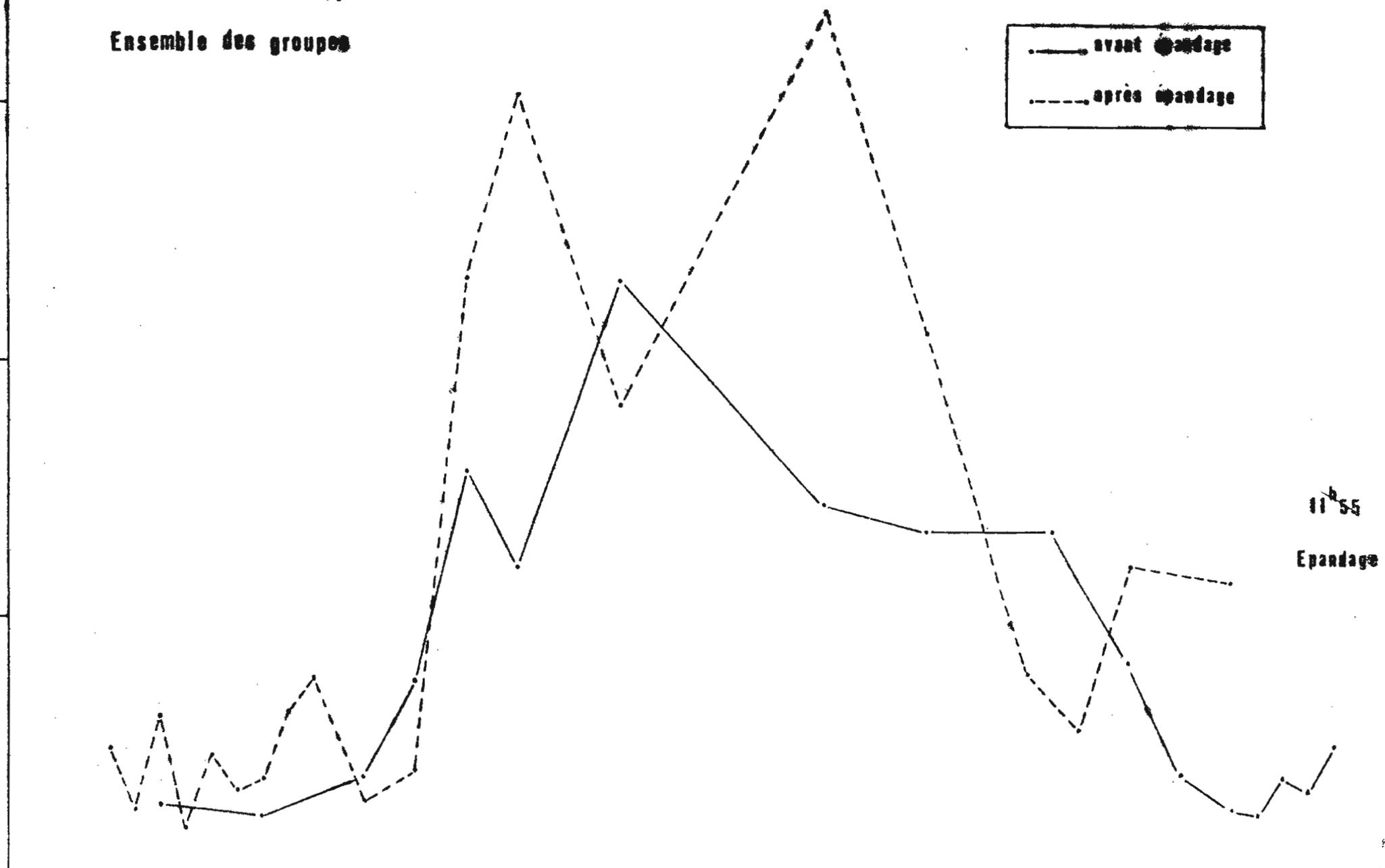
15

10

5

12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

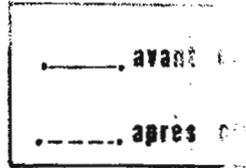
11/55
Epandage



Toxicité de TABATE 200 CE 0,05 ppm.

ABATE standard PROCIDA

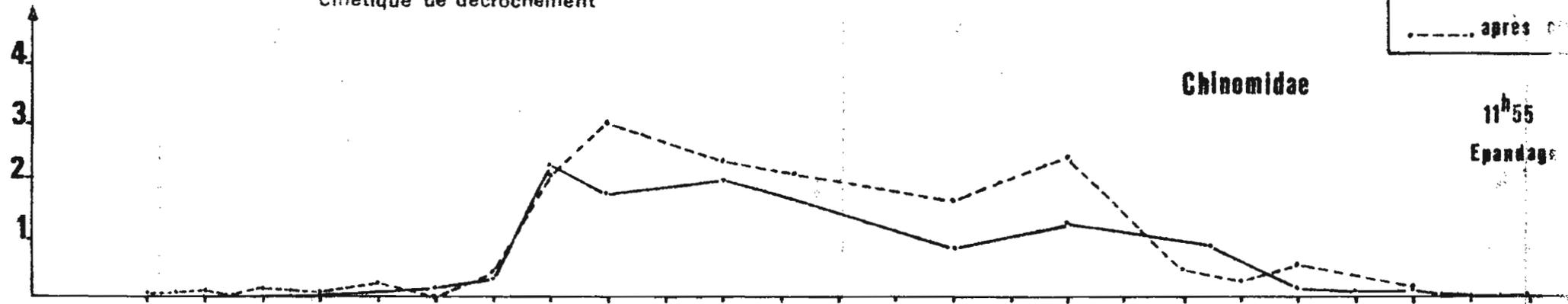
NIKA



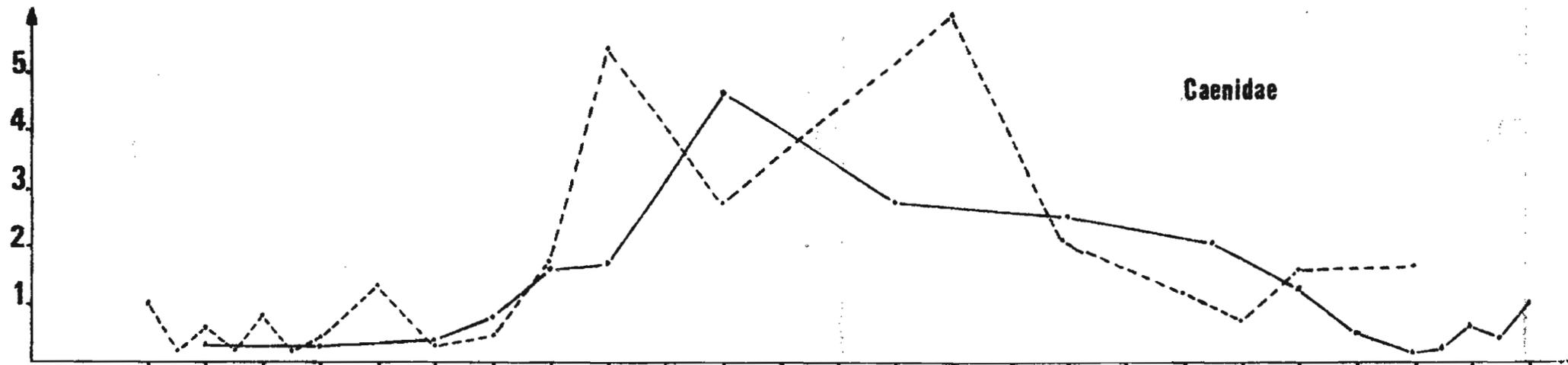
Cinétique de décrochement

Chironomidae

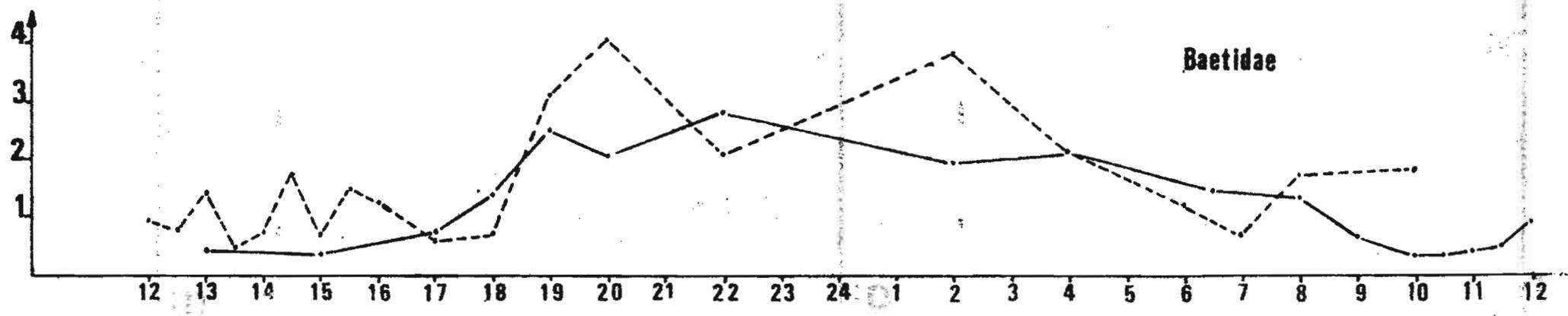
11^h55
Epannage



Caenidae



Baetidae



pour une durée de passage d'environ 10 minutes. La quantité

Un cycle naturel de dérive a été établi selon la méthode classique (récoltes de 3 minutes) durant les 24 heures précédant l'épandage puis pendant les 24 heures suivant l'épandage. Les résultats sont exprimés en indice de dérive et reportés dans le tableau 1.

Ils sont par ailleurs schématisés sur les figures 2 et 3. Il apparaît de façon nette, une augmentation de l'indice de dérive après épandage. Durant la période diurne, de 13 à 18 h., la valeur moyenne calculée de ID est de 1,46 alors que pendant la même période, après épandage, elle atteint 2,30 soit un facteur d'augmentation de 1,58. Durant la période nocturne, les indices de dérive sont de 7,17 avant épandage et de 10,88 après, soit un coefficient d'accroissement de 1,5. Enfin, durant la matinée du lendemain de l'épandage, nous avons un coefficient d'accroissement de l'indice de dérive de 1,54, les indices moyennes d'avant et après épandage étant de 3,0 et 4,6. L'action de l'insecticide se traduit donc par une augmentation non négligeable et relativement constante de la quantité totale d'organismes dérivants. Ce phénomène est particulièrement net pour les groupes les plus abondants: Ephémères Baetidae et Caenidae, Chironomides. (figure 3).

Bien que l'augmentation du décrochement des organismes par action du traitement soit nette, nous verrons par la suite qu'elle est moins importante que celle observée après épandage d'insecticide sur un gîte d'une rivière non traitée régulièrement.

Tout se passe comme si la faune présente dans les rivières régulièrement traitées avait subi une certaine sélection ou bien présentait une tolérance plus grande au toxique que celle des rivières non traitées.

A.2. Expérimentation sur la Léraba

Nous avons repris le même type d'expérience sur la Léraba dans les mêmes conditions. Les résultats obtenus sont schématisés sur la figure 6, p. 13.

Nous retrouvons exactement le même type d'action qu'à Niakaramandougou avec une nette augmentation de l'indice de dérive, immédiatement après passage de l'insecticide.

Il est à noter que le taux de dérive nocturne est plus important lors de la nuit suivant l'épandage. Ceci nous permet de penser que de nombreux insectes se trouvent affaiblis par l'insecticide et présentent dès lors une résistance moins grande aux courants affrontés lors de leurs déplacements trophiques nocturnes.

B) Effets toxiques à court terme d'un épandage expérimental.
(Épandage au vide vite, concentration 0,1 ppm).

L'épandage a été réalisé sur la Léraba après une période de deux mois d'arrêt des traitements réguliers à l'Abate. La population simuliidienne était alors telle que tous les supports immergés étaient littéralement couverts de larves et de nymphes. Nous n'avons pris en considération, dans cette étude, que les taxons numériquement abondants dans la dérive naturelle, à savoir les Trichoptères, les Simulies, les Ephémères et les Chironomides. Les résultats sont consignés dans le tableau 2 et schématisés sur la figure 4.

Une augmentation spectaculaire de l'indice de dérive a lieu une demi-heure après l'épandage de l'insecticide. L'indice total de dérive atteint alors la valeur de 44,25 à 11 heures alors qu'il n'était que de 6,32 à sa valeur maximum durant la nuit précédant l'épandage et de 1,02 juste avant l'épandage soit respectivement 7 et 43 fois plus !. L'acrophase de dérive se situe entre 1h30 et deux heures après l'épandage pour les Simulies, les Chironomides et les Ephémères, les Trichoptères présentant un décrochement plus tardif avec deux maximums. L'indice de dérive redescend ensuite progressivement à un taux voisin de la normale. On note à nouveau au début de la nuit suivant l'épandage un indice de dérive plus élevé que celui observé lors de la nuit précédente, dû à l'affaiblissement des organismes.

C) Expérimentation en gouttière de la toxicité à court terme de l'Abate.

Afin de pouvoir quantifier de manière plus précise la toxicité de l'Abate à court terme, nous avons réalisé une série d'expériences in situ en utilisant le système des gouttières.

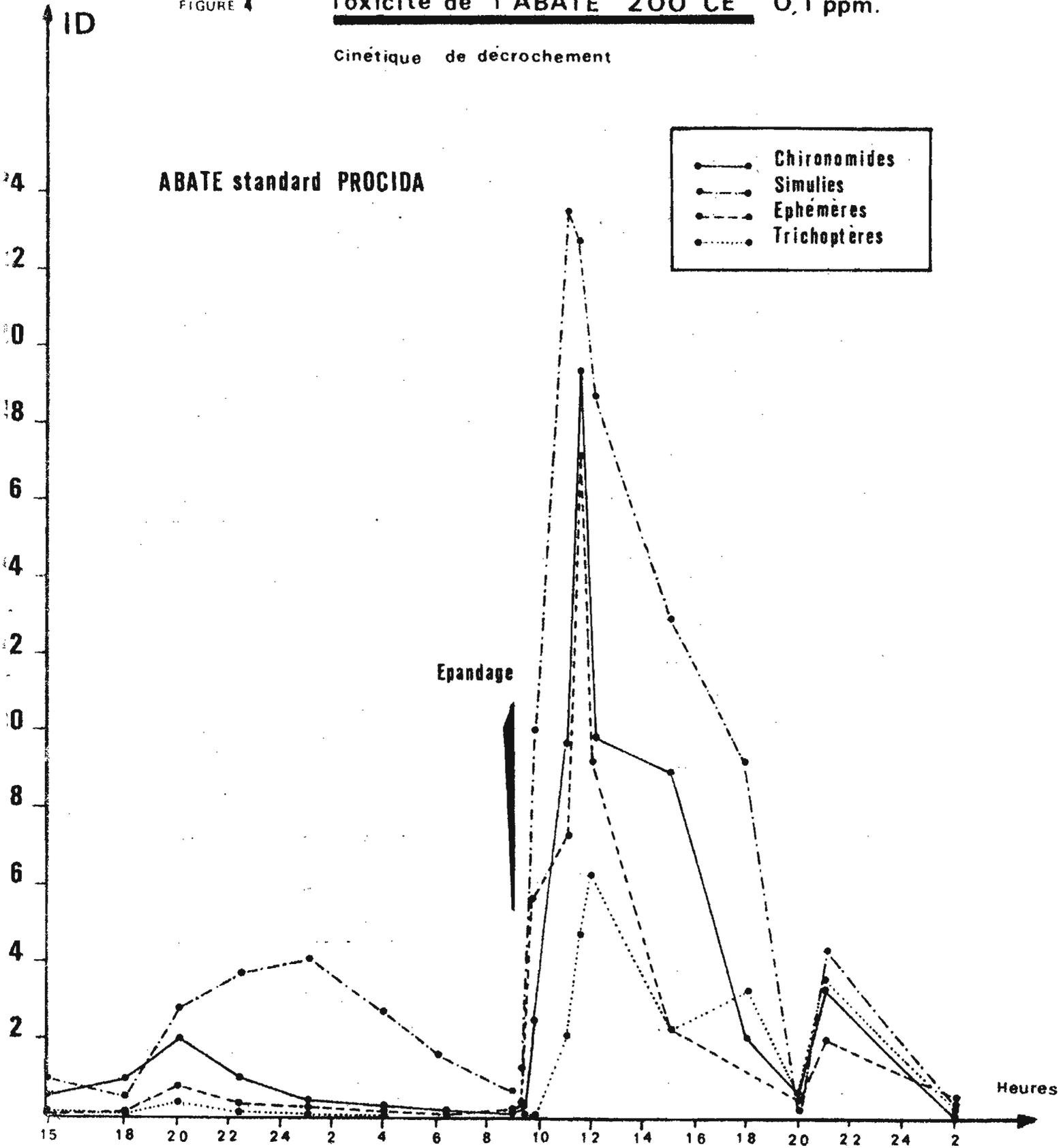
FIGURE 4

Toxicité de l'ABATE 200 CE 0,1 ppm.

Cinétique de décrochement

ABATE standard PROCIDA

- Chironomides
- Simulies
- Ephemeres
- Trichopteres



Avant épandage

TEMPS	15h	18h	20h	22h.30	1h	4h	6h	9h
Ephémères	0,04	0,11	0,77	0,41	0,44	0,24	0,13	0,15
Chironomides N	0,28	0,86	1,01	-	-	-	0,1	-
Chironomides L	0,31	0,31	1,44	0,97	0,47	0,26	0,06	0,06
Trichoptères	0,02	-	0,33	0,22	0,09	0,08	-	0,04
Simulies	0,86	0,53	2,77	3,84	4,08	2,66	1,66	0,77

Après épandage

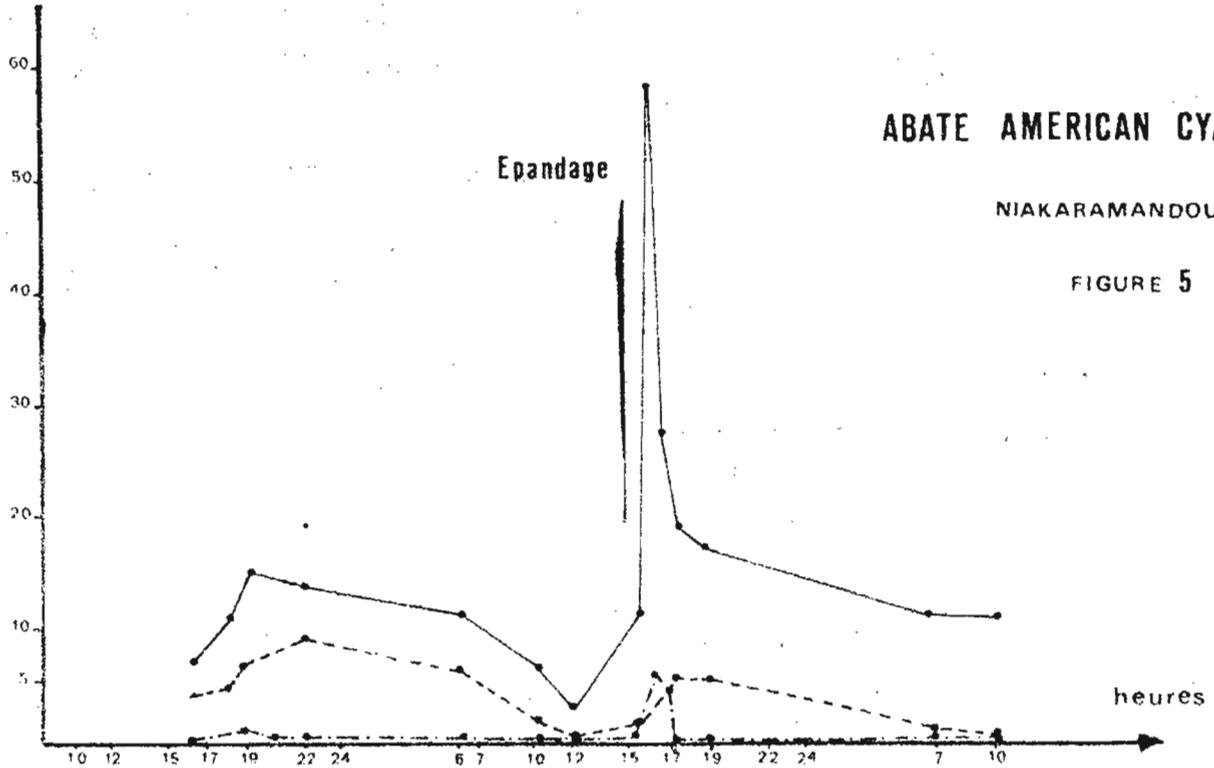
TEMPS	9h.15	9h.45	11h	11h.30	12h	15h	18h	20h	20h.30	24h	2h
Ephémères	0,44	5,48	7,35	17,24	9,11	1,68	1,31	0,48	2,02	0,06	0,42
Chironomides N	-	0,44	1,75	1,44	1,02	0,24	0,72	0,64	0,68	0,04	-
Chironomides L	0,28	2,53	9,62	19,37	9,8	1,37	2,11	0,28	2,8	0,06	0,28
Trichoptères	-	0,04	2,42	4,66	6,26	2,31	3,25	0,53	3,51	0,4	0,37
Simulies	1,24	10,02	23,11	22,73	18,66	6,24	9,15	0,17	4,35	0,28	0,04

Tableau 2 - Variation des indices de dérive de quelques groupes d'insectes aquatiques lors d'un épandage expérimental d'Abate 200 Procida à la concentration 0,1 ppm.

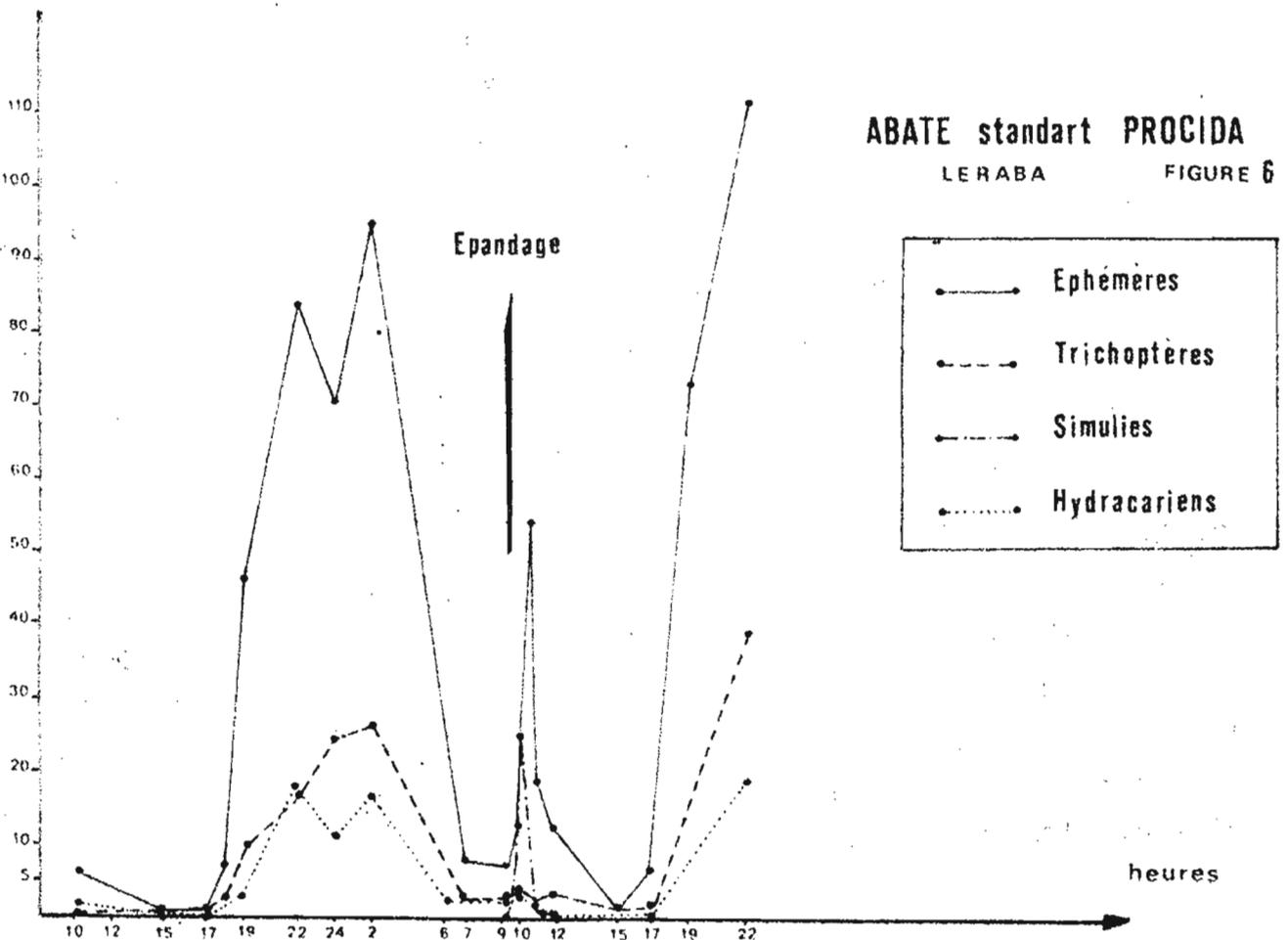
Toxicite de l'ABATE 200 CE 0,05 ppm.

Cinétique de décrochement

Nb. individus/ech.



Nb. individus/ech.



Trois concentrations différentes ont été testées : 0,025 ppm, 0,05 ppm et 0,1 ppm avec un temps de passage de l'insecticide de 10 minutes. Les deux premières concentrations ont été testées dans la Maraoué, rivière non traitée alors que la troisième a été testée dans le Bandama au radier de Niakaramandougou, rivière subissant un traitement hebdomadaire régulier d'Abate depuis près d'un an, au moment de l'expérience.

Dans chaque cas, l'appareil recevant l'insecticide était doublé d'un appareil témoin indemne de tout traitement, qui nous permettait une estimation précise des indices de dérive naturelle.

C.1. Expérimentation en rivière non traitée (Maraoué)

C.1.a. Concentration 0,025 ppm durant 10 minutes.

Dans la gouttière témoin, au cours des 24 heures d'observation, les indices de dérive ont varié entre les valeurs extrêmes 0,24 et 1,60 avec une moyenne de 0,82. Le total des organismes ayant dérivé pendant cette même période a été de 270. Pour une faune totale expérimentée de 8.316 organismes, ce qui représente une dérive naturelle de 3,25 % de la faune présente.

Le tableau 3 consigne les résultats obtenus dans la gouttière ayant reçu l'insecticide. Il apparaît immédiatement que tous les groupes ne sont pas touchés de la même manière et que certains d'entre eux sont particulièrement sensibles. Ce sont entre autres les Ephémères Baetidae, les Trichoptères Hydropsychidae du genre Macronema, les Odonates Agrionidae et les Chironomides de la tribu des Chironomini.

Les indices de dérive ont varié durant 24 heures entre les valeurs extrêmes 2,6 et 233,9 avec une valeur moyenne de 21,64 soit 26 fois supérieure à celle du témoin.

La courbe représentant l'évolution des indices de dérive sur 24 heures est de type classique (fig. 7), présentant un ~~maximum~~ ~~extrêmement~~ marqué dans l'heure suivant l'épandage puis une diminution régulière qui aboutit au bout de 24 heures à une situation peu différente de la normale.

La faune totale expérimentée était de 10.566 individus et la quantité ayant dérivé en 24 heures, de 2.894 organismes ; ceci correspond à un décrochement de l'ordre de 27,4 % de la faune testée. Si l'on retranche de cette valeur celle du décrochement naturel

observée dans le témoin, nous obtenons un décrochement net par effet de l'insecticide égal à environ 24 % de la faune présente.

C.1.b. Concentration 0,05 ppm durant 10 minutes.

Les résultats obtenus pour la gouttière témoin sont les suivants :

Nombre d'individus expérimentés	8.216
Nombre d'individus décrochés	356
Pourcentage de décrochement	4,33 %
Valeurs extrêmes de l'indice de dérive	0,120 - 1,54
Valeur moyenne de l'indice de dérive	0,55.

Dans le tableau 4 sont consignés les résultats obtenus dans la gouttière ayant reçu l'insecticide. Une faune totale de 9.872 individus a été testée. Au cours des 24 heures d'expérience 2.976 organismes dérivèrent, soit 30,15 % de la faune présente. Les groupes qui apparaissent les plus sensibles (pourcentages soulignés dans le tableau), peuvent être considérés comme identiques à ceux de l'expérimentation précédente malgré cependant quelques petites différences comme par exemple une moindre sensibilité des Chironomini et au contraire un plus fort décrochement des Tanypodinae.

La courbe de l'évolution des indices de dérive sur 24 heures est tracée sur la figure 7. Son aspect général est de même que celui de la courbe correspondant à la concentration 0,025 avec toutefois un maximum beaucoup plus marqué dans la première heure suivant l'épandage et au contraire un niveau inférieur après une heure et jusqu'à la fin de l'expérience.

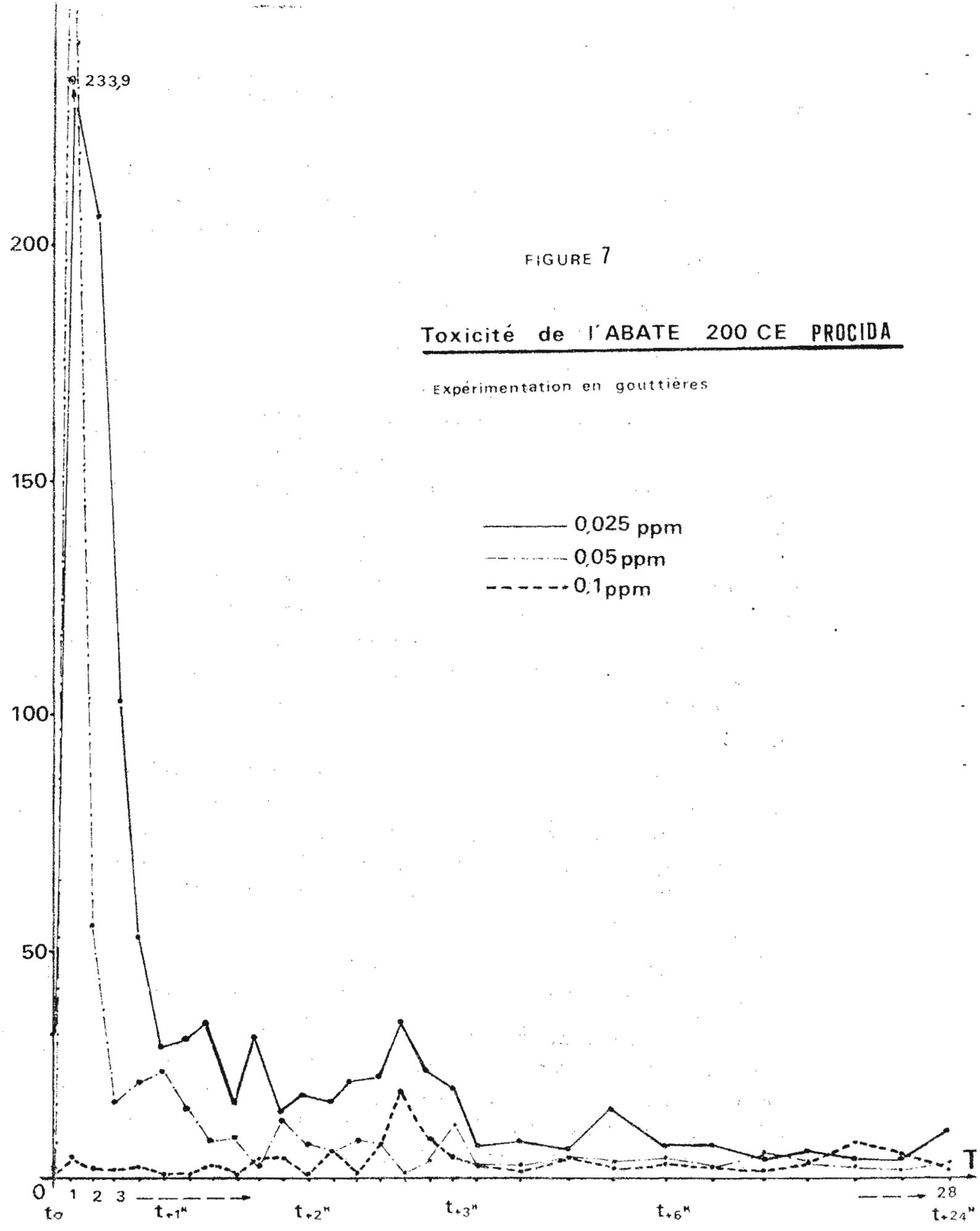
Les valeurs extrêmes de variation de l'indice de dérive durant 24 heures ont été de 1,6 et 312 avec une moyenne de 20,5.

A nouveau, si l'on tient compte du pourcentage de dérive naturelle estimé grâce au témoin (4,33 % de la faune en place), nous obtenons un décrochement net par effet du toxique, de l'ordre de 26 %, soit seulement légèrement supérieur à celui obtenu par action de la concentration 0,025 ppm.

FIGURE 7

Toxicité de l'ABATE 200 CE PROCIDA

Expérimentation en gouttières



TAXONS	Faune totale dérivée		Faune résiduelle non tuée		Faune totale expérimentée	% tué	
	0,025 ppm	100 ppm	Avant 100ppm	après 100ppm		0,025 ppm	100 ppm
Baetidae	1878	1264	1450	186	3328	56,4	87,2
Caenidae	34	13	242	229	276	12,3	5,4
Leptophlebiidae	10	0	109	109	119	8,4	0
Ephéméridae	3	0	0	0	3	100	0
Heptageniidae	0	0	1	1	1	0	0
Tricorythidae	0	3	6	3	6	0	100
Cheumatopsyche sp.	419	1474	3240	1766	3659	11,5	45,5
Macronema sp.	203	97	183	86	386	52,6	53,0
Orthetrichia sp.	84	31	214	183	298	28,2	14,5
Sericostomatidae T 19	3	0	3	3	6	50,0	0
Sericostomatidae 22	3	0	28	28	31	9,7	0
Philopotamidae	0	21	21	0	21	0	100,0
Chironomini	37	0	41	41	78	47,4	0
Tanytarsini	13	0	28	28	41	31,7	0
Tanypodinae	16	77	101	24	117	13,7	76,2
Orthocladinae	24	335	678	343	702	3,4	49,4
Rhagionidae	2	8	97	89	99	2,0	8,2
Ceratopogonidae	1	0	0	0	1	100	0
Simuliidae	0	127	128	1	128	0	99,2
S. damnosum	22	0	0	0	22	100	0
Plécoptères	0	1	7	6	7	0	14,3
Agrionidae	44	3	3	0	47	93,6	100
Libellulidae	67	114	133	19	200	33,5	85,7
Pyralidae	6	4	25	21	31	19,4	16,0
Elmidae	20	10	922	912	942	2,1	1,1
Sysiridae	1	0	0	0	1	100	0
Hydracariens	0	3	6	3	6	0	50
Batraciens	4	2	2	0	6	66,7	100
Ancylidae	0	1	1	0	1	0	100
Cleopatra sp.	0	0	3	3	3	0	0
TOTAUX	2894	3528	7672	4084	10566	27,4	46,8

Tableau 3 - Variation des indices de dérive des Batraciens aquatiques lors d'un épandage en gouttière d'Abate 200 Procida aux concentrations 0,025 ppm et 100 ppm.

C.1. Expérimentation en rivière traitée (Bandama)

Concentration 0,1 ppm durant 10 minutes

Pour des raisons pratiques, cette expérimentation n'a pas été réalisée sur la Maraoué mais sur le Bandama, rivière déjà traitée à l'Abate depuis un an. Malgré l'inconvénient résidant dans l'impossibilité de comparer directement les résultats obtenus avec ceux de la Maraoué, les faunes n'étant pas semblables, ce test à l'avantage de confirmer que dans le cas de traitements réguliers et répétés, le décrochement induit par chaque nouvel épandage est bien inférieur à celui provoqué par un épandage isolé.

L'étude de la dérive naturelle dans un témoin nous a permis d'obtenir les éléments suivants :

Nombre d'individus testés	5.033
Nombre d'individus décrochés	230
Pourcentage de décrochement	4,57
Valeurs extrêmes de l'indice de dérive	0,35 - 2,48
Valeur moyenne de l'indice de dérive	0,80.

Les résultats obtenus dans la gouttière ayant reçu l'insecticide sont consignés dans le tableau 5 et la courbe d'évolution des indices de dérive a été tracée sur la figure 7.

Sur un nombre total testé de 4.875 individus, seulement 538 décrochèrent au cours des 24 heures, soit 11 %. Comme dans la Maraoué, les Trichoptères *Macronema* apparaissent comme sensibles, de même que les Chironomides *Chironomini*. Par contre, les Hydracariens semblent ici fortement touchés, avec un décrochement de près de 53 %. Les Ephéméroptères *Caenidae* présentent une grande sensibilité. Les *Tricorythide*, très abondants dans notre expérience, sont peu sensibles au traitement ; leur décrochement n'atteint pas 5 %.

Les valeurs extrêmes de l'indice de dérive sur 24 heures sont comprises entre 0 et 9,5 avec une moyenne de 1,74, soit à peine plus du double de la valeur obtenue dans le témoin, ce qui nous donne un pourcentage de décrochement dû à l'insecticide de l'ordre de 6,5 % de la faune expérimentée.

Sans préjuger du niveau de décrochement que l'on aurait obtenu sur la Maraoué avec la concentration 0,1 ppm, on peut admettre qu'il aurait été supérieur à ceux obtenus avec les concen-

TAXONS	Faune dérivée 0,05ppm	Faune résiduelle non dérivée.	Faune totale expérimentée	% de mortalité
Baetidae	1881	1008	2889	65,1
Caenidae	59	1022	1081	5,5
Tricorythidae	2	0	2	100
Leptophlebiidae	10	50	60	16,7
Ephemeridae	3	48	51	5,9
<u>Cheumatopsyche</u> sp.	334	2341	2675	12,5
<u>Macronema</u> sp.	177	287	464	38,1
<u>Orthotrichia</u> sp.	95	176	271	35,1
<u>Dipseudopsis</u> sp.	1	0	1	100
Sericostomatidae T19	3	0	3	100
Calamoceratidae	1	0	1	100
Philopotamidae	4	13	17	23,5
Sericostomatidae T22	20	1	21	95,2
Chironomini	110	458	568	19,4
Tanytarsini	16	308	324	4,9
Orthocladiinae	60	568	628	9,6
Tanypodinae	40	24	64	62,5
Rhagionidae	2	39	41	4,9
<u>S. damnosum</u>	15	5	20	75,0
Simuliidae	0	62	62	0
Agrionidae	118	12	130	90,8
Libellulidae	1	0	1	100
Pyralidae	1	103	104	1,0
Elmidae	16	333	349	4,6
<u>Neoperla spio</u>	2	24	26	7,7
Poissons	2	0	2	100
Hydracariens	2	0	2	100
Ancylidae	1	2	3	33,3
Oligochètes	0	12	12	0
TOTAUX	2976	6896	9872	M 30,15%

Tableau 4 - Variation des indices de dérive des organismes aquatiques lors d'un épandage en gouttière d'Abate 200 Procida à la concentration 0,05 ppm.

trations plus faibles. En fait, dans le Bandama, nous avons obtenu un décrochement nettement inférieur.

Il apparaît donc qu'un traitement isolé portant sur une faune ne subissant ordinairement aucun effet toxique, entraîne un décrochement important, même à une faible concentration. Par contre, si ce traitement intervient sur une faune déjà régulièrement soumise aux effets de l'Abate, la mortalité induite par un traitement isolé est plus faible. Ceci explique que, malgré un traitement prolongé à l'Abate, nous avons encore dans les rivières traitées une faune relativement abondante.

C.3. Action de très fortes concentrations.

Il est bien connu que dans la zone d'épandage et pendant un court laps de temps, les concentrations d'Abate présentes dans le milieu peuvent être très élevées.

Dans deux des expériences précédentes, après 24 heures d'observation, nous avons fait agir une concentration de 100 ppm pendant une durée de 5 secondes environ. Nous avons ensuite étudié le décrochement sur une durée de 3 heures. Les résultats sont consignés dans les tableaux 3 et 5.

Dans le cas de la Maraoué, non traitée, nous avons obtenu au bout de 3 heures un décrochement de 46,8 % de la faune testée. Dans le Bandama déjà traité, le décrochement pendant le même temps n'a été que de 11,4 %. Ces résultats confirment ce que nous disions précédemment, à savoir la relativement forte toxicité de l'Abate en traitement isolé et au contraire sa plus faible toxicité instantanée dans le cas de traitements répétés, ce qui n'est pas incompatible avec l'obtention à moyen terme d'un effet cumulé atteignant le niveau de celui d'un traitement isolé.

D) Toxicité de l'Abate à moyen terme.

Etude des effets de deux mois d'un traitement à l'Abate.

Durant 2 mois, un gîte à *S. damnosum* du N'zi a été traité à l'Abate 200, dans une zone encore indemne de tout traitement. Trois points étaient étudiés et échantillonnés à l'aide de filets à dérive. Le premier point (A), non traité était situé en zone de rapides, environ 50 mètres en amont du point d'épandage; le second (B) et le troisième (C) étaient en aval du point d'épandage, respectivement à environ 100 mètres et 7 Km.

TAXONS	Faune totale dérivée		Faune résiduelle non tuée		Faune totale expérimentée	% tué	
	0,1 ppm	100 ppm	Avant 100ppm	Après 100ppm		0,1ppm	100ppm
Tricorythidae	97	20	2028	2008	2125	4,6	1,0
Caenidae	47	2	66	64	113	46,6	3,0
Baetidae	60	136	727	591	787	7,6	18,7
Oligoneuriidae	2	0	2	2	4	50,0	0
Ephemeraeidae	0	0	1	1	1	0	0
Heptageniidae	0	0	2	2	2	0	0
<u>Cheumatopsyche sp.</u>	124	183	448	265	572	21,7	40,8
<u>Macronema sp.</u>	11	6	16	10	27	40,7	37,5
<u>T14 Orthotrichia sp.</u>	7	0	3	3	10	70,0	0
Philopotamidae	34	124	195	71	229	14,8	63,6
Chironomini	17	0	2	2	19	89,5	0
Orthoclaadiinae	112	17	470	453	585	19,2	3,6
Tanypodinae	1	1	16	15	17	5,9	6,2
Tanytarsini	0	2	303	301	303	0	0,7
Rhagionidae	2	1	34	33	36	5,6	2,9
Plécoptères	0	0	1	1	1	0	0
Hydracariens	18	0	16	16	34	52,9	0
Elmidae	3	0	2	2	5	60,0	0
Nématodes	3	1	4	3	7	42,9	25,0
Planipenne	0	0	1	1	1	0	0
	538	493	4337	3844	4875	<u>11,0</u>	<u>11,4</u>

Tableau 5 - Variation des indices de dérive des invertébrés aquatiques lors d'un épandage en gouttière de l'Abate 200 Procida à la concentration 0,1 ppm.

Les résultats obtenus ont été consignés dans le tableau 6. Les données du 2/XII/76 représentent la situation aux trois points, la veille du premier épandage. Les échantillons ont par la suite été récoltés simultanément en A et B, 1 heure après épandage. La récolte de la dérive en C avait lieu 24 heures après épandage, ceci afin que la vague d'insecticide ait eut le temps de parcourir les 7 kilomètres. Une concentration de 0,05 ppm a été employée durant la première moitié de l'étude correspondant à des conditions hydrologiques de saison des pluies et 0,1 ppm pendant la seconde correspondant à des conditions hydrologiques de saison sèche.

Nous pouvons considérer la situation de départ comme relativement homogène sur les 3 points avec une valeur de \overline{ID} comprise entre 0,4 et 0,9. Au point A non traité, les fluctuations n'ont été durant les deux mois que de faible amplitude avec une valeur moyenne de \overline{ID} de 0,14. Par contre, au point B, immédiatement après le point d'épandage, la valeur moyenne de \overline{ID} est de 32,29 soit près de 80 fois celle trouvée en A et 40 fois celle de départ.

Au point C qui ne reçoit plus qu'une faible partie de l'insecticide, la moyenne de \overline{ID} est de 2,60 soit 6 fois la valeur trouvée en A et seulement 4 fois supérieure à la valeur trouvée avant traitement.

Il apparaît donc nettement une fois de plus que le passage de l'Abate provoque un décrochement important de la faune aquatique dans un délai très bref. Cet effet s'atténue avec la distance étant donné l'importante dilution du produit épandu.

E) Etude à moyen terme de la dérive de jour dans 6 stations de Côte d'Ivoire.

Parmi les paramètres étudiés dans le cadre du programme de surveillance de l'environnement lié au programme de lutte contre l'Onchocercose, la dérive de jour permet de mettre en évidence l'intensification du décrochement des organismes aquatiques par l'effet des traitements.

Quelque soit l'intensité de l'activité biologique des rivières de la zone du programme, on peut considérer que la valeur de l'indice de dérive de jour, mesuré 1 h. 1/2 avant le coucher du soleil, au niveau des radiers, varie entre 0,20 et 4.

	DATES	A	B	C
Avant épandage	2/XII/76	0,41	0,87	0,62
	3-4/XII/75	0,18	3,35	0,79
	8-9/XII/75	0,27	0,74	1,76
	16-17/XII/75	0,32	38,47	4,78
	21-22/XII/75	0,27	0,46	2,56
	29-30/XII/75	0,87	29,96	3,70
Pendant épandage	6-7/I/76	0,65	21,04	3,92
	13-14/I/76	0,18	86,13	0,72
	20-21/I/76	0,08	111,68	3,82
	27-28/I/76	0,12	0,20	3,56
	3-4/II/76	0,16	30,34	0,41
	Moyenne	0,41	32,29	2,60

Tableau 6 - Variation des indices de dérive en 3 points
du N^ozi durant 2 mois d'épandages d'Abate
200 CE.

Tout dépassement de ces limites est presque toujours dû à l'action d'un facteur artificiel ou tout au moins inhabituel.

Dans le tableau 7 nous avons consigné les valeurs de \overline{ID} calculées depuis 1975 pour 6 stations. Sur les 4 stations traitées, il apparaît nettement des groupes de valeurs excessivement fortes, qui dépassent le seuil de $\overline{ID} = .4$, parfois dans des proportions considérables (Niaka $\overline{ID} = 307,2$ en Mars 1976 !).

D'une manière générale dans toutes les stations traitées, l'indice de dérive de jour moyen est supérieur à celui calculé pour les deux stations non traitées. L'examen des variances correspondantes montre que seulement dans ces deux mêmes stations, la variance de \overline{ID} est inférieure à sa moyenne ce qui traduit une distribution régulière et homogène des valeurs de \overline{ID} . Par contre, dans les stations traitées, la variance est supérieure à la moyenne et même très supérieure dans le cas de Niaka.

La station de la Léraba ne présente pas un indice de dérive moyen très élevé. Cependant cette station est dans l'ensemble pauvre en faune et des valeurs très basses de \overline{ID} s'y rencontrent (0,09 - 0,15 - 0,20...). Il devient évident alors que dans une série aussi faible, une valeur de \overline{ID} égale à 11,49 (juillet 75) traduit un fort décrochement de la faune en place.

Il faut enfin remarquer que pour des raisons logistiques, les échantillonnages d'une fois sur l'autre ne se sont pas toujours faits à un intervalle de temps identique après l'épandage. Il a été montré précédemment que la valeur de \overline{ID} est d'autant plus grande que cet intervalle de temps est court. En conséquence, la différence constatée entre les valeurs moyennes de \overline{ID} pour les stations traitées et pour les stations non traitées, serait encore plus grande, si l'échantillonnage pour la surveillance du milieu était fait systématiquement après l'épandage et le même jour que celui-ci.

III - Action à court terme de l'Abate 200 CE American Cyanamid.

Nous avons déjà montré que des différences de toxicité peuvent exister selon le type de formulation de l'Abate qui est utilisée (LAUZANNE - DEJOUX, 1973 ; DEJOUX - TROUBAT, 1975) aussi avons-nous testé les effets de l'Abate 200 de l'American Cyanamid

	1975								1976								ID	2		
	H	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A			S	O
* BAGOUÉ	-	-	0,88	-	1,30	-	0,37	-	1,31	-	1,47	-	1,08	3,19	0,60	0,81	1,28	1,23	0,59	
* MARAOUE	0,70	0,72	1,12	1,91	0,82	1,27	2,51	0,38	1,42	0,94	3,32	2,71	0,32	2,10	2,67	1,20	3,28	0,56	1,55	0,98
INIAKA	3,52	1,02	0,18	2,98	1,04	11,25	1,47	0,53	1,79	1,88	307,2	0,55	0,75	0,23	1,77	0,63	0,30	3,03	18,89	5183,41
LERABA	1,40	0,20	11,49	1,56	1,10	1,17	1,02	0,5	3,38	1,44	0,09	0,57	1,70	0,15	0,46	0,92	0,98	1,14	1,63	6,63
IN'ZI	0,25	-	4,03	2,61	1,96	0,74	10,95	0,61	0,84	-	-	-	1,80	0,88	5,83	1,32	0,69	3,92	2,60	8,40
COMOE	5,79	-	3,10	1,20	0,44	0,41	1,74	2,0	0,24	0,13	0,57	46,3	5,83	6,19	0,60	1,70	3,04	1,74	4,77	118,61

Tableau 7 - Variation des valeurs de ID pour 6 stations de Côte d'Ivoire.

* Ces deux stations sont non traitées.

Company sur la faune non cible afin de rechercher s'ils diffèrent de l'Abate 200 de Procida.

A) Expérimentation sur la Maraoué

L'épandage étudié a été réalisé au vide vite sur la Maraoué, rivière non traitée. La concentration employée était de 0,1 ppm durant 10 minutes. Un filet de récolte de dérive était mis en place avec une périodicité définie et à chaque fois pendant une durée de 5 minutes avant épandage et de 3 minutes après épandage. Les résultats sont consignés dans le tableau 8 et schématisés sur les figures 8, 9 et 10.

Immédiatement après l'épandage l'indice de dérive s'accroît de façon considérable et devient rapidement (30' après) plus de 20 fois ce qu'il était avant le passage de l'insecticide. Au bout d'une heure, on note une première chute de l'indice de dérive suivit par un deuxième pic dont l'amplitude n'atteint cependant pas la moitié du précédent. Plusieurs pics se succèdent ensuite, de plus en plus atténués et 5 heures après l'épandage nous retrouvons un indice de dérive "normal" (situé entre les lignes pointillées indiquant les limites des valeurs normales de l'indice de dérive de jour pour cette rivière et cette station).

Le lendemain de l'épandage, aucune augmentation notable et significative n'apparaît dans les valeurs calculées de l'indice de dérive, ce qui laisse à penser que les conditions locales sont redevenues identiques à celles existant avant le traitement.

Globalement, la valeur moyenne de ID est de 3,08 avant épandage. Elle passe à 16,22 le jour de l'épandage et retombe à 2,63 le lendemain. Nous avons une valeur 5,3 fois plus forte après épandage revenant ensuite à 0,85 fois la valeur initiale, ce qui traduit à la fois le retour à une situation normale mais aussi la perte momentanée en organismes sur les lieux du traitement.

Trois éléments faunistiques constituent l'essentiel de la dérive : deux Ephemeroptères Baetidae et un Chironomidae Orthocladiinae. A moindre titre, il faut noter une présence abondante de Caenidae et d'Hydracariens. Selon les groupes considérés, la cinétique de décrochement peut être légèrement différente. C'est ainsi que les Caenidae ne présentent leur maximum de décrochement que deux heures environ après le passage de l'insecticide alors qu'il suit de seulement quelques minutes pour les Baetidae.

.../...

B) Expérimentation sur le Bandama

Cette étude correspond à un épandage hélicoptéré à Niakaramandougou, à la suite d'une période de plusieurs mois d'arrêt des traitements réguliers. La concentration employée était de 0,05 ppm durant 10 minutes. Les prélèvements de dérive étaient chacun de trois minutes.

Les résultats sont schématisés sur la figure 5, p. 13.

L'analyse des courbes montre une augmentation importante de la dérive une demi-heure après épandage et un effet maximal environ une heure après. Le nombre d'Ephémères dérivant s'accroît très rapidement et de façon importante alors que pour les Trichoptères le maximum de dérive est plus faible et plus tardif. Après quelques heures, le nombre d'individus dérivant décroît pour se stabiliser à un taux voisin du taux normal.

IV -- Conclusion

Rappelons tout d'abord que le présent travail ne consiste pas en une analyse des données globales obtenues dans le cadre de la surveillance du milieu aquatique du programme O.C.P., mais cherche à montrer de quelle manière se repercutent sur la faune les traitements isolés ainsi que les traitements réguliers à l'Abate. Plusieurs expériences de caractère parfois différent ont été réalisées dans des conditions variées. Les résultats obtenus présentent des caractères généraux communs montrant le type d'action de cet insecticide sur la faune aquatique.

Dans toutes les expériences réalisées apparaît un effet immédiat du traitement, se traduisant par une augmentation très importante et rapide du taux de dérive des organismes en place. Cet effet sera d'autant plus important que le milieu est vierge de tout traitement préalable. Les effets aigus d'un traitement s'atténuent toutefois rapidement et sont souvent à peine décelables 24 heures après passage de l'insecticide.

Si tous les groupes affectés réagissent globalement de la même manière, la cinétique de décrochement de chacun d'eux peut varier légèrement d'une espèce à l'autre, compte tenu soit d'une plus grande résistance au toxique, soit d'une localisation particulière dans les biotopes les exposant plus ou moins aux effets mécaniques d'arrachement par le courant.

DATE et HEURE	Numéro du prélèvement	Nombre d'organismes récoltés	Indice de dérive correspondant
11/6/1975			
8h.20	1	60	3,56
8h.50	2	69	4,09
9h.20	3	54	3,20
9h.50	4	25	1,48
10h.	Epandage	-	-
10h.10	5	22	2,17
10h.20	6	558	55,11
10h.30	7	766	75,65
10h.40	8	493	48,69
10h.50	9	305	30,02
11h.00	10	70	6,91
11h.10	11	38	3,75
11h.20	12	308	30,42
11h.30	13	118	11,65
11h.40	14	158	15,60
11h.50	15	124	12,25
12h.00	16	101	9,98
13h.00	17	106	10,47
13h.30	18	104	10,27
14h.00	19	114	11,26
14h.30	20	86	8,49
15h.00	21	65	6,42
15h.30	22	65	6,42
16h.00	23	26	2,57
16h.30	24	37	3,65
17h.00	25	8	0,79
17h.30	26	68	6,72
18h.00	27	39	3,85
12/12/1975			
7h.00	28	46	2,73
7h.30	29	58	3,44
8h.00	30	38	2,25
8h.30	31	46	2,73
9h.00	32	34	2,01

Tableau 8 - Etude de la toxicité de l'Abate 200 CE American Cyanamid. Chronologie des récoltes et résultats généraux.

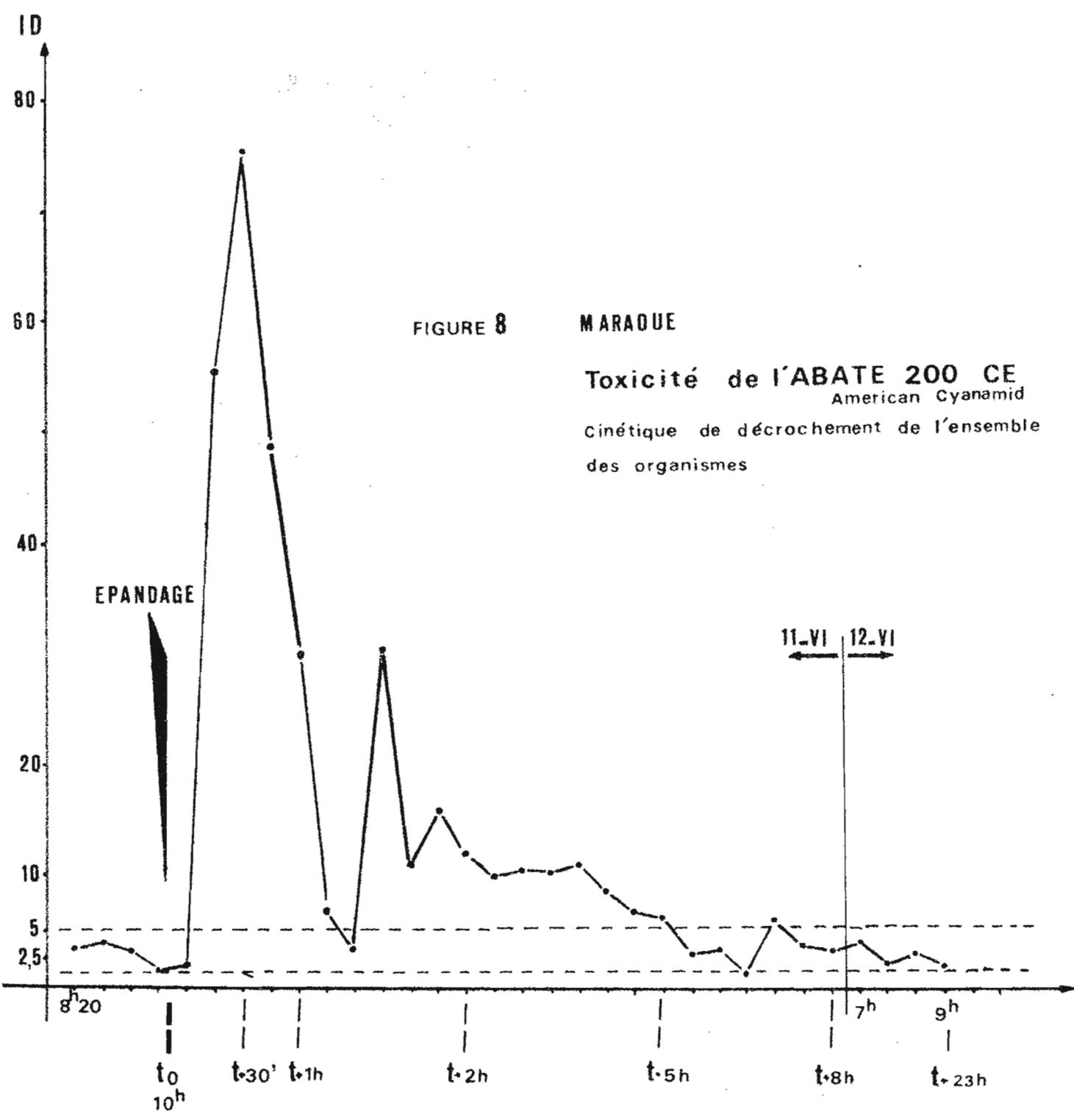


FIGURE 9

MARAQUE

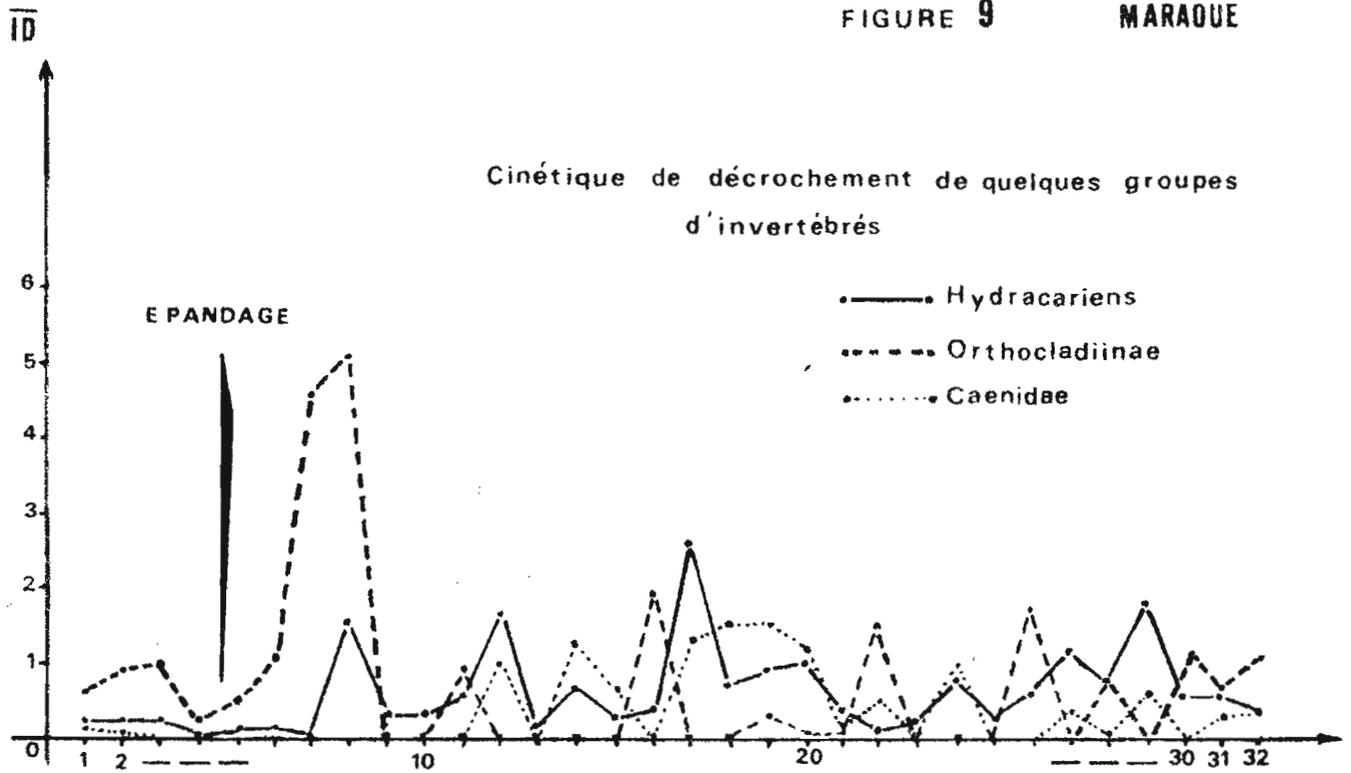
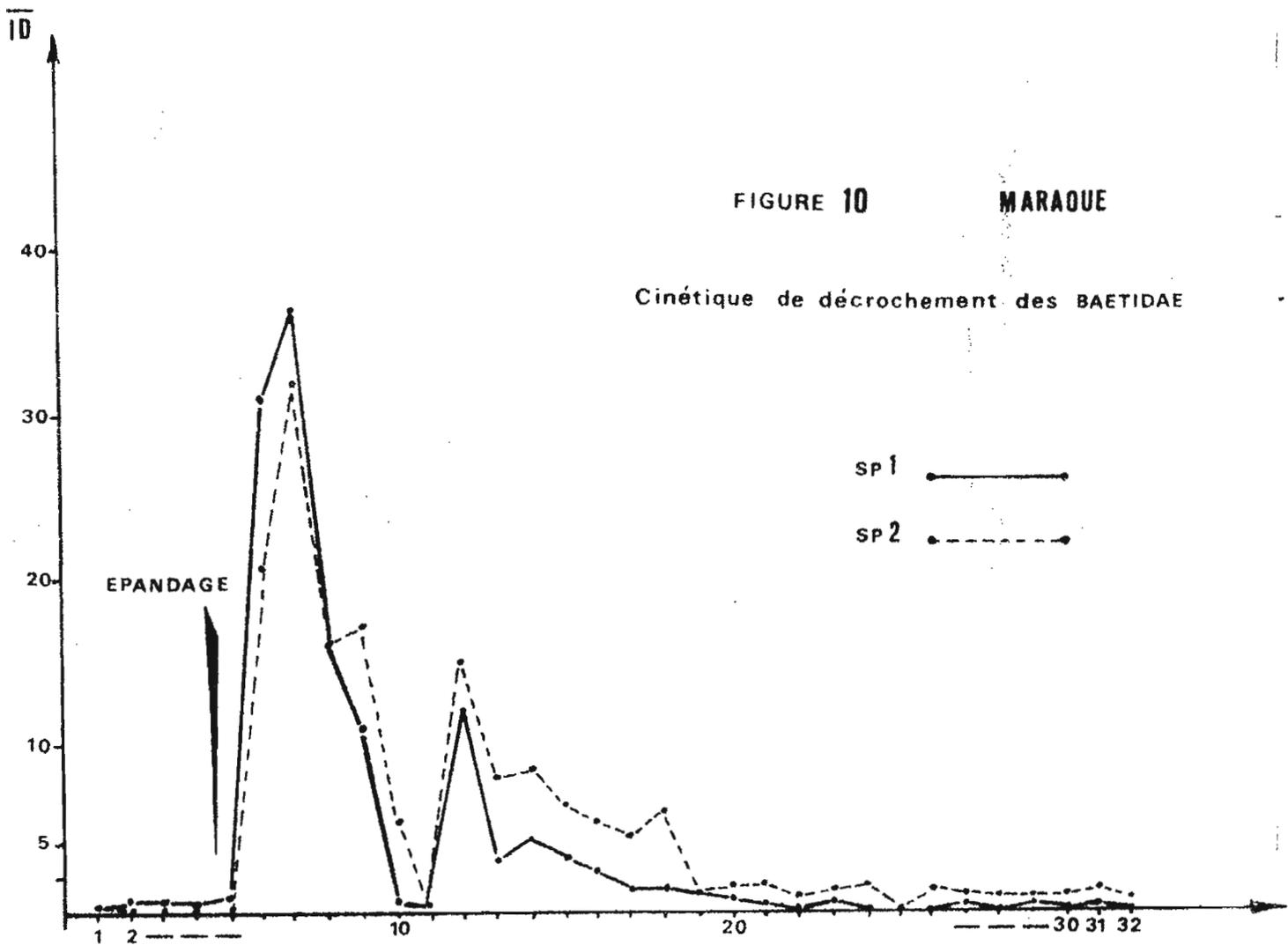


FIGURE 10

MARAQUE



Dans la majorité des cas, la composition globale de la faune dans la portion de rivière traitée n'est pas connue, il se peut que les éléments qui dominent dans la dérive après traitement soient aussi ceux qui dominent dans le milieu naturel. En conséquence, l'abondance de ces organismes dans la dérive ne signifie pas nécessairement qu'ils présentent une plus grande sensibilité aux insecticides que d'autres groupes, numériquement moins bien représentés.

Nous avons montré par ailleurs (ELOUARD-LEVEQUE, 1975) que la dérive de jour a un caractère traumatique. Ceci implique que cet indice de dérive dans les rivières en équilibre est normalement faible. Au contraire, une augmentation notable de cet indice dans un cours d'eau traduit l'action d'un effet traumatisant certain. Pratiquement, nous avons retrouvé durant plus d'un an d'observation sur 6 stations, des valeurs de \overline{ID} nettement supérieures dans les rivières traitées que dans les rivières non traitées de Côte d'Ivoire. Ceci traduit l'existence d'une traumatisation permanente de la faune des cours d'eau traités, qui, si elle n'est pas catastrophique, n'en est pas pour autant négligeable.

L'effet cumulé à moyen terme, n'apparaît pas comme étant la sommation arithmétique des effets partiels de chaque traitement. Si une telle situation existait, on aboutirait rapidement à un dépeuplement complet des rivières traitées. Dans le cas de traitements répétés, chaque épandage provoque un décrochement des organismes présents les plus sensibles, entraînant ainsi une sélection individuelle et peut-être spécifique de la faune restante.

En saison sèche et d'une manière générale, les effets toxiques maximums se font sentir dans les quelques centaines de mètres situés immédiatement après les points d'épandage ; par contre, la dilution rapide et la labilité du produit sont telles que ces effets ne sont que d'un niveau très faible quelques kilomètres en aval.

Dans l'ensemble, les différentes concentrations employées provoquent un décrochement au profil identique mais d'amplitude variable selon leur niveau. L'augmentation de l'indice de dérive de la majorité des invertébrés est immédiate et de courte durée (1 à 2 heures environ). Cet indice peut atteindre des valeurs dix à cent fois supérieures à la normale, témoignant ainsi d'un fort décrochement des organismes de leur substrat. L'action toxique

aigüe décroît ensuite rapidement et 5 heures après le passage de l'insecticide, l'indice global de dérive redevient normal.

La modalité d'action de l'Abate American Cyanamid sur la faune non cible est très similaire à celle obtenue avec l'Abate 200 de Procida.

R E F E R E N C E S

ELOUARD (J.M.), LEVEQUE (C.), 1975.- Observations préliminaires sur la dérive des invertébrés et des poissons dans quelques rivières de Côte d'Ivoire.

Rapp. Ronéo., ORSTOM - OMS, n° 394 ; 14 pp.

DEJOUX (C.), TROUBAT (J.J.), 1974.- Action in situ de l'Abate sur la faune aquatique non cible. Toxicité à moyen terme en milieu tropical.

Rapp. Ronéo. ORSTOM, N'Djaména, 52 pp.

DEJOUX (C.), TROUBAT (J.J.), 1975 a.- Toxicité pour la faune non cible de quelques formulations d'insecticides organophosphorés et de leurs constituants.

Rapp. Ronéo. ORSTOM, N'Djaména, 24 pp.

DEJOUX (C.), 1975 b.- Nouvelle technique pour tester in situ l'impact de pesticides sur la faune aquatique non cible.

Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol. XIII, 2. 75 - 8

DEJOUX (C.), TROUBAT (J.J.), 1976.- Toxicité comparée de deux insecticides organophosphorés sur la faune aquatique non cible, en milieu tropical.

Rapp. Ronéo. ORSTOM, Bouaké, N° 1 - 60 pp.

LAUZANNE (L.), DEJOUX (C.), 1973.- Etude de terrain de la toxicité sur la faune aquatique non cible de nouveaux insecticides employés en lutte anti-simulies.

Rapp. Ronéo. ORSTOM, Fort-Lamy, 37 pp.

LE BERRE (R.), PHILIPPON (B.), GREBAUT (J.), SECHAN (Y.), LENORMAND (J.), ETIENNE (J.) et GARRETA (P.), 1971.- Lutte contre Simulium damnosum en Afrique Occidentale. I - Essais complémentaires de nouveaux insecticides.

Rapp. Ronéo. OCCGE, Bobo-Dioulasso, 103/ONCHO ; 23 pp.