

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
LUTTE CONTRE L'ONCHOCERCOSE

RAPPORT O. R. S. T. O. M. N° **1**

DATE DE PARUTION

15 JUIN 1976

**TOXICITE COMPAREE DE DEUX
INSECTICIDES ORGANOPHOSPHORES
SUR
LA FAUNE AQUATIQUE NON CIBLE
EN
MILIEU TROPICAL**

C. DEJOUX

J. J. TROUBAT

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE DE BOUAKÉ



TOXICITE COMPAREE DE DEUX INSECTICIDES
ORGANOPHOSPHORES
SUR
LA FAUNE AQUATIQUE NON-CIBLE EN
MILIEU TROPICAL

par

C. DEJOUX - JJ. TROUBAT

ERRATA

- Page 1 - § 3 - ligne 6 - lire :
... sur la faune aquatique. Ils ne sont pas négligeables mais demeurent tout au moins jusqu'à ce jour, à un seuil acceptable.

- Page 8 - dernier § - lire :
D'autres enfin comme les Elmidae réagissent après un temps encore plus long, le maximum de décrochement se situant durant la nuit qui suit l'épandage.

- Page 33 - ligne 12 - lire :
... passage de 0,60 à 684,2 sur la Maraoué par exemple,.

A la demande de l'Organisation Mondiale de la Santé, nous avons réalisé une série de recherches et expérimentations in situ afin de mettre en évidence, par comparaison avec un insecticide aux effets déjà connus, quelle était la toxicité du chlorphoxim sur la faune aquatique des milieux d'eau courante de Côte d'Ivoire.

Le chlorphoxim est un insecticide organophosphoré efficace contre les larves de Simulium dammosum à de faibles concentrations. Il pourrait de ce fait, temporairement ou à plus long terme, remplacer l'Abate 200 actuellement utilisé, en cas d'apparition d'une résistance des simulies à ce dernier produit ou bien pour toute autre raison (rupture dans l'approvisionnement par exemple).

Les insecticides organophosphorés n'ont toutefois qu'une sélectivité relative et très souvent leur emploi inconsidéré peut entraîner de graves dangers pour l'environnement. Après maintenant près de deux ans de traitements des rivières d'Afrique de l'Ouest avec l'Abate 200, nous commençons à connaître les effets de cet insecticide sur la faune aquatique, tout au moins jusqu'à ce jour, à un seuil acceptable. Nous avons donc recherché, si, dans des conditions expérimentales identiques, le chlorphoxim était plus toxique ou moins toxique que l'Abate, à court et moyen terme.

Remerciements

Nous tenons ici à remercier l'O.M.S. d'avoir bien voulu mettre chaque semaine, pendant la durée de notre étude, un hélicoptère à notre disposition pour effectuer les traitements en grandeur naturelle. Nous exprimons également nos vifs remerciements aux différents pilotes qui ont par leur dextérité, assuré les épandages aériens dans les meilleures conditions. Notre gratitude va enfin vers nos collègues de l'O.R.S.T.O.M., Messieurs J.M. ELOUARD et H. ESCAFFRE qui ont eu l'amabilité de nous aider à réaliser un certain nombre de prélèvements.

.../...

ScDha

I./ Situation de la zone de recherche, chronologie du travail

Les travaux sur le terrain ont commencé en décembre 1975 pour se terminer en février 1976. La zone d'étude a été pour des raisons logistiques choisie le plus près possible de Bouaké où se trouve le laboratoire d'hydrobiologie de l'O.R.S.T.O.M. (fig. 1). Les épandages aériens de chlorphoxim ont eu lieu sur la Maraoué, affluent du Bandama situé en dehors de la zone de traitement actuelle. Les épandages d'Abate eurent lieu sur le N'Zi, autre affluent du Bandama, qui est une rivière traitée dans son cours supérieur mais dans une zone située environ à 200Km du dernier point de traitement.

Etant donné l'époque à laquelle ont été entreprises les recherches, nous nous sommes trouvés "à cheval" sur deux conditions hydrologiques, celle de saison des pluies et celle de saison sèche. La méthodologie des traitements a donc été adaptée à ce facteur important comme nous le verrons par la suite. Enfin deux grands types d'observations ont été réalisés : des épandages aériens simulant les traitements en vraie grandeur, des expérimentations in situ à l'aide d'appareils adaptés, destinés à quantifier de façon la plus précise possible la différence de toxicité des deux composés testés.

II./ Méthodologie

A) Épandages par hélicoptère

Sur chaque portion de cours d'eau étudiée, trois gîtes à Simulium damnosum ont été choisis. Sur la Maraoué recevant le chlorphoxim nous les appellerons A B C et sur le N'Zi recevant l'Abate nous les appellerons D E F. A et D sont dans chaque cas les gîtes les plus en amont. Ils ne reçoivent pas d'insecticide et leur échantillonnage sert de référence. Dans chaque cas également, le second gîte considéré (soient B et E) est très proche (quelques centaines de mètre) du gîte de référé-

.../...

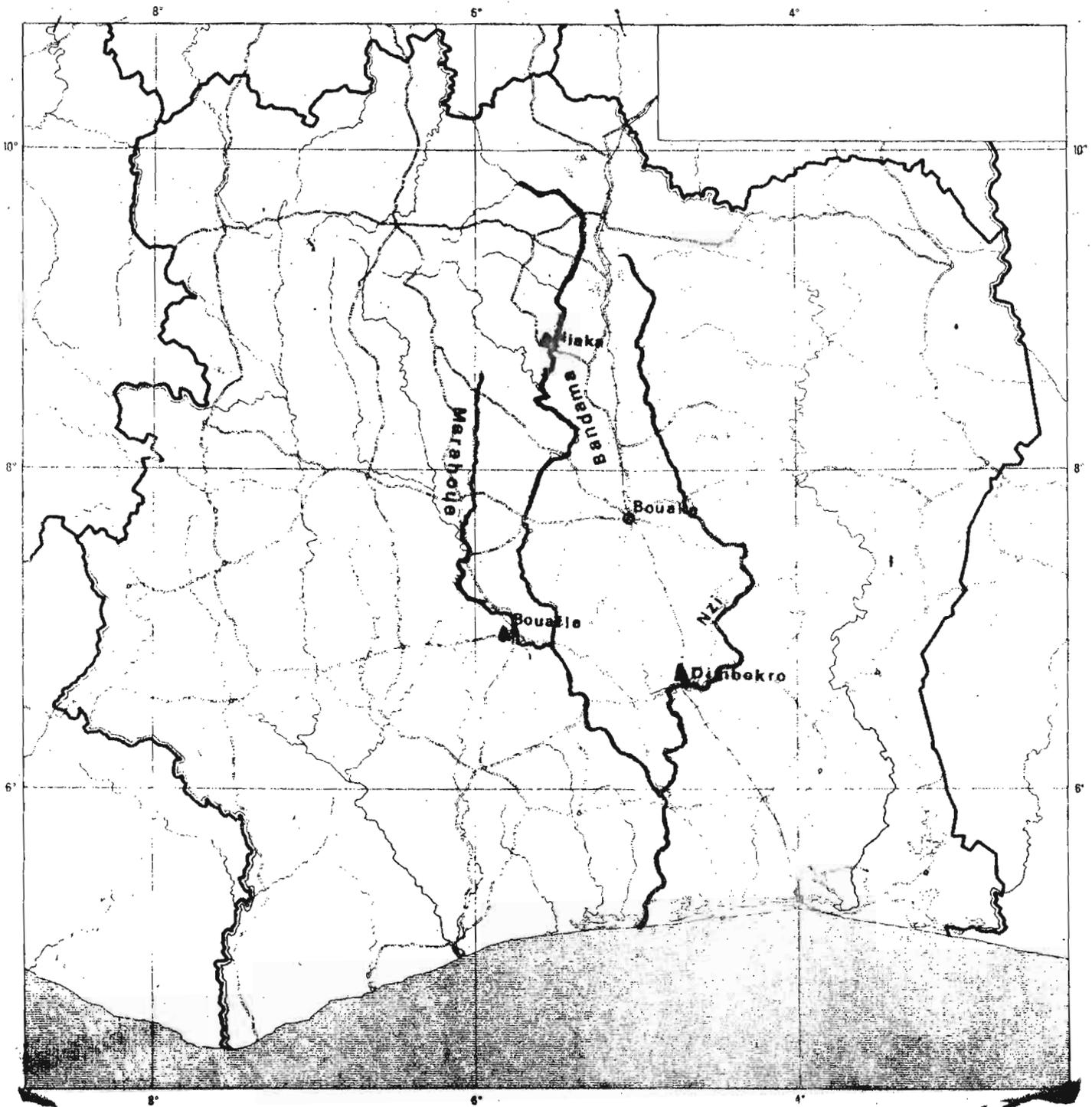


Figure 1.- Carte de situation des stations expérimentées

rence et le traitement a lieu entre les deux, c'est à dire entre A et B sur la Maraoué et entre D et E sur le N'Zi. Environ une centaine de mètres séparent les points d'épandage des gîtes D ou E (fig. 2).

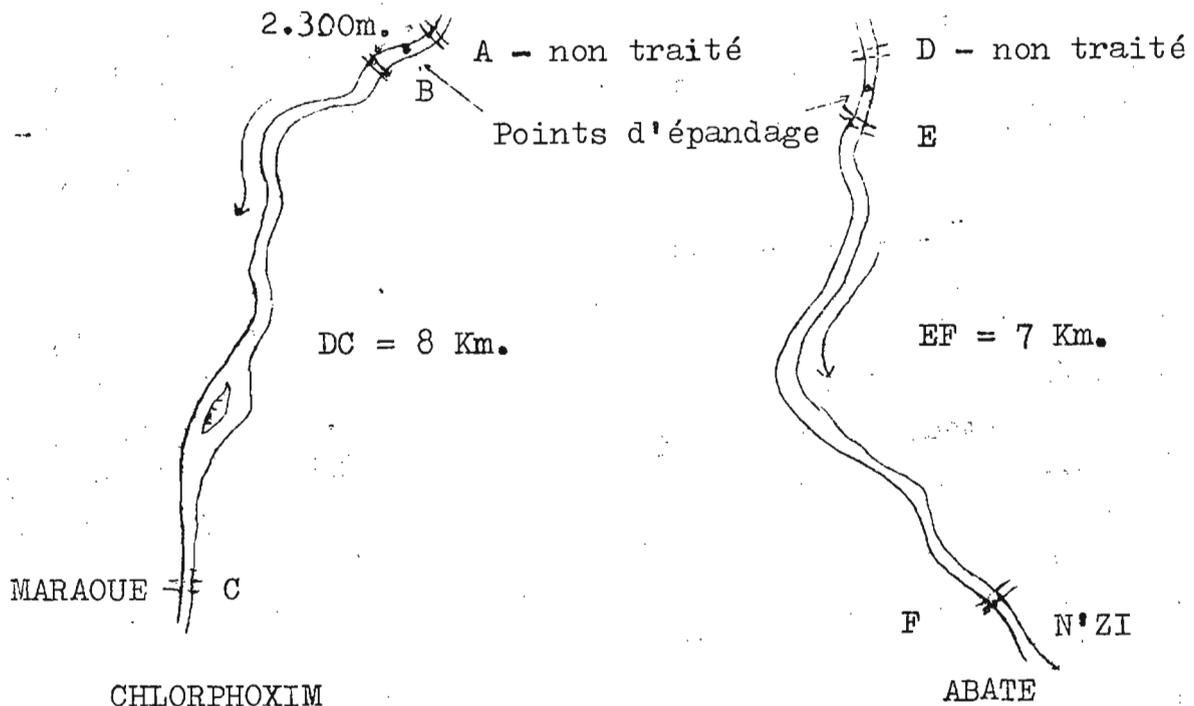


Fig. 2 - Position schématique des gîtes étudiés.

Dans la première étape des épandages correspondant aux conditions de saison des pluies, les points B et E reçurent le maximum de concentration d'insecticide. Les points C et F, éloignés de plusieurs kilomètres ne recevaient qu'une faible quantité de l'insecticide épandu, respectivement entre A et B et entre D et E. La concentration des épandages était alors de 0,05 ppm/10 minutes.

Dans la seconde étape des épandages correspondant aux conditions de saison sèche, la portée étant beaucoup moindre, l'insecticide déversé entre A et B par exemple n'aurait jamais atteint le point C. En conséquence, la concentration des épandages a été portée à 0,1 ppm/10 minutes d'une part et d'autre part, 4 épandages supplémentaires à cette même concentration ont été réalisés sur chaque cours d'eau (entre B et C sur la Maraoué et entre E et F sur le N'Zi). De cette manière

les points C et F recevaient la résultante des cinq épandages effectués en amont.

La périodicité des épandages était hebdomadaire comme c'est le cas au cours d'une campagne normale. L'insecticide étant déversé pur, à faible hauteur, par la méthode du "vide vite" et réparti sur toute la largeur du cours d'eau. Pendant un mois et demi nous nous sommes placés dans les conditions de saison des pluies et pendant le mois et demi suivant, dans celle de saison sèche.

Le but recherché était la mise en évidence d'une diminution de densité des invertébrés aquatiques dans les portions de cours d'eau traitées, par rapport au reste non traité. Des méthodes quantitatives classiques ont pour ce faire été employées. Nous les citerons pour mémoire sans les décrire.

- Le filet à dérive

De maille fine et d'une ouverture de 25 x 25 cm, il était laissé en place 1/2 heure sur les gîtes de référence non traités et 5 minutes sur les gîtes traités. Le résultat des récoltes obtenues était exprimé en taux de dérive par la relation $ID = \frac{N}{V}$ ou ID est l'indice de dérive (nombre théorique d'organismes dérivants par mètre cube de cours d'eau et par seconde), N est le nombre d'organismes récoltés et V le volume d'eau filtrée. V est égal à $v \cdot s \cdot t$ où v est la vitesse du courant mesurée au courantomètre à l'entrée du filet, s est la surface d'entrée du filet et t le temps de mise en oeuvre du même filet.

En milieu naturel non pollué, l'indice de dérive durant la journée est faible et varie de 0,5 à 2 ou 3 au maximum. Une valeur plus élevée de cet indice traduit généralement une perturbation du milieu d'autant plus grande que l'écart avec la valeur normale est important.

- L'échantillonneur de Surber

Cet appareil est utilisé pour récolter la faune établie

sur les surfaces rocheuses relativement planes. Les données obtenues permettent l'estimation de la densité d'organismes colonisant une surface de 1 m². La surface échantillonnée est de 15 x 15 cm. A chaque gîte 5 échantillons ont été récoltés et la densité moyenne correspondante calculée.

- La benne d'Eckman

Cet appareil permet la même estimation, mais correspond à un échantillonnage de la faune établie sur et dans les substrats meubles (ici du sable). 5 prélèvements étaient réalisés à chaque gîte.

- Les substrats artificiels

Ceux que nous avons utilisés étaient constitués par de petits blocs de ciment, parallélépipédiques, de dimension 7 x 7 x 4 cm. Dix étaient mis en place en permanence sur chaque gîte et cinq prélevés alternativement chaque semaine. Le but recherché était dans ce cas la mise en évidence du taux de colonisation des blocs après une durée de 15 jours, avec pour hypothèse que ce taux diminue avec le degré de pollution du milieu.

Le récolte des échantillons sur le terrain était organisée de la manière suivante :

- chaque lundi l'hélicoptère partait de Bouaké et allait traiter le N'Zi à l'Abate, l'épandage ayant lieu entre les gîtes D et E. Le point D était en premier échantillonné, servant de référence. Après un délai d'une heure et demie, le point E était échantillonné. Ce laps de temps était nécessaire pour que l'insecticide ait atteint son intensité maximale d'impact sur la faune du gîte traité.

- l'hélicoptère se rendait ensuite sur la Maraoué et traitait au chlorphoxim entre les gîtes A et B. Les mêmes prélèvements étaient réalisés, avec le même intervalle de temps.

- le mardi, le gîte C de la Maraoué était échantillonné, le temps écoulé depuis l'épandage (environ 18 heures) étant suffisant pour que la vague insecticide ait traversé le gîte. L'hélicoptère se

rendait ensuite pour la même opération sur le gîte F du N'Zi et rentrait sur Bouaké.

Tous les échantillons récoltés étaient fixés sur le terrain, ramenés au laboratoire et triés à la loupe binoculaire. Les déterminations et comptages avaient lieu par la suite.

B) Essais de toxicité en gouttières

Nous avons utilisé un type d'appareil légèrement différent du prototype que nous avons décrit en 1975*, aussi en donnerons nous une brève description (fig. 3).

L'appareil est constitué par deux gouttières en U, l'une de deux mètres de longueur (A), l'autre de un mètre (B). Ces deux parties peuvent être rendues solidaires par des fixations latérales en caoutchouc (C). La partie antérieure la plus courte est placée vers l'amont et son entrée peut être obturée par un filet amovible de forme parallélépipédique (D), laissant entrer l'eau mais stoppant l'entrée des organismes dérivant naturellement.

La partie ~~avale~~ de la grande gouttière est terminée par un filet de récolte de la dérive (E) muni d'un collecteur (F). Le tout est supporté par des pieds réglables en hauteur.

Le principe de fonctionnement ^{demeure} inchangé. Une fois les gouttières mises en place dans le cours d'eau, l'une pour tester l'Abate, l'autre pour le chlorphoxim et la troisième comme témoin, une quantité grossièrement identique de substrats de la rivière est mise à l'intérieur et laissée en place au moins une nuit afin que les organismes introduits avec les substrats se redistribuent naturellement dans le pseudo milieu naturel ainsi recréé. Le lendemain, et au temps T_0 , un filet à dérive est mis en place à l'extrémité avale de chaque gouttière. En même temps, on fait écouler l'insecticide contenu dans des bidons situés à

.../...

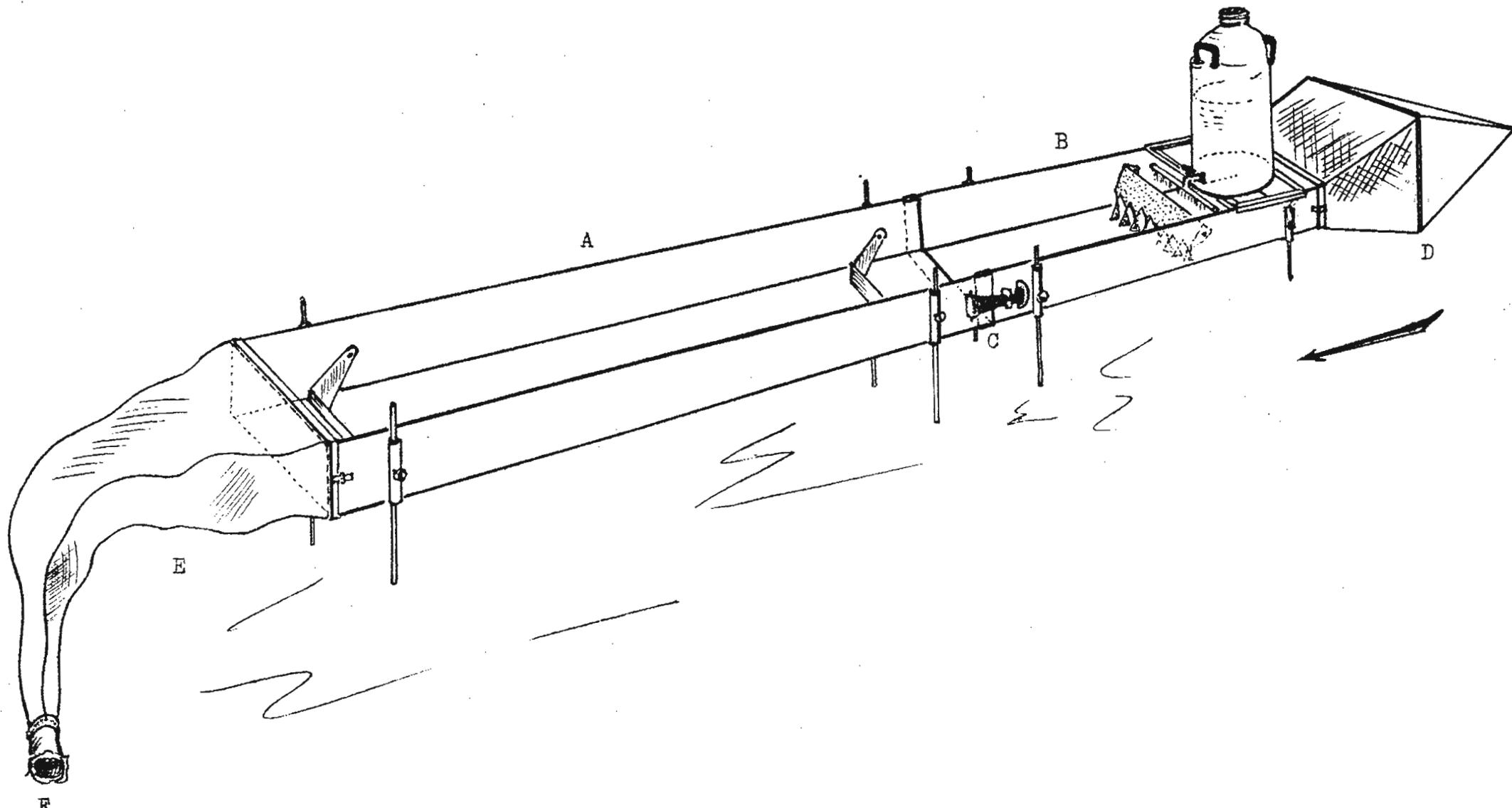
C. DEJOUX 1975

* 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, 75-80

Figure 3 -

Shéma du système de gouttière
utilisé in situ pour tester la
toxicité comparée de l'Abate
et du Chlorphoxim.



la partie amont. L'écoulement est réalisé en dix minutes et la concentration du pesticide dans les bidons calculés en conséquence. Les récoltes de la dérive se font ensuite selon une chronologie que nous préciserons pour chaque expérience.

Plusieurs concentrations ont été testées successivement : 0,025 ppm, 0,05 ppm et 0,1 ppm, toujours en se basant sur un temps de passage de la vague d'insecticide de 10 minutes. La dérive des organismes était suivie durant 24 heures. En fin d'expérimentation avec les concentrations 0,025 et 0,1 ppm, nous avons fait agir une concentration de 100 ppm avec un temps de passage de cinq secondes et une durée d'observation de trois heures de la dérive ainsi provoquée.

Les concentrations 0,025 et 0,05 ppm ont été testées sur la Maraoué et portaient entre autres sur Simulium damnosum. La concentration 0,1 ppm a été testée sur le Bandama au radier de Niakaramandougou. Il faut tout de suite préciser que cette station reçoit déjà un traitement régulier à l'Abate, fait dont il faudra tenir compte pour les interprétations.

III/ Résultats.

A) Expérimentation en gouttières.

III,1 Concentration 0,025 ppm

Cette concentration a été expérimentée sur la Maraoué qui est un cours d'eau non traité. La chronologie et la durée des récoltes de dérive sont mentionnées dans le tableau 1 en annexe, pour le chlorpohoxim, l'Abate et les témoins.

III,1a Effets de l'Abate

Le dépouillement des dérives récoltées sur 24 heures après action de la concentration 0,025 ppm/10 minutes est présenté dans le tableau 2 en annexe. Près de 3000 organismes décrochèrent pendant ce laps de temps; la dérive naturelle observée dans le témoin a porté sur 270 organismes seulement (tableau

3 en annexe). Si l'on sait que les faunes totales expérimentées étaient de 10.566 individus dans la gouttière recevant l'Abate, 7.863 dans celle recevant le chlorphoxim et 8.316 dans le témoin, il apparaît immédiatement que, d'une part les trois expériences portent sur une quantité d'organismes comparable et d'autre part que le décrochement provoqué par le passage de l'Abate est loin d'être négligeable. Il concerne en effet 27,4% de la faune présente alors que la dérive "naturelle" dans le témoin concerne seulement 3,25% de la faune expérimentée, soit plus de 10 fois moins !

Les groupes systématiques les plus sensibles sont dans l'ordre les Odonates (Agrionidae 93,6% de décrochement et Libellulidae 33,5%, les Ephéméroptères Baetidae (56,4%), les Trichoptères du genre Macronema (52,6%) et les Diptères Chironomides (Chironomini 47,4% et Tanytarsini 31,7%). Si un nombre élevé de Cheumatosyche a été tué, le pourcentage est cependant faible (11,5) étant donné le nombre élevé d'organismes testés (3659). Il est à remarquer dans le tableau 4 en annexe que d'autres groupes accusent une très forte mortalité, atteignant même 100%. Il n'est guère possible de prendre ces résultats en considération étant donné le petit nombre d'individus testés; ils ne sont cependant pas entièrement à rejeter et peuvent servir d'indice d'une éventuelle hypersensibilité.

La cinétique du décrochement est de type classique si l'on prend en considération l'ensemble des groupes (tableau 2 et figure 4). Le maximum d'intensité de dérive se situe environ 15 minutes après le début du passage de la vague insecticide. Cette intensité diminue ensuite très rapidement pour atteindre un premier pallier après 50 minutes, à une heure et un second pallier après 2 heures. Au bout de 24 heures, le taux de dérive est redevenu normal et du même ordre que ceux constatés dans le témoin.

Tous les groupes ne réagissent pas exactement de la même manière. Si les Baetidae montrent une sorte d'hypersensibilité immédiate, les Trichoptères par contre présentent un maximum de décrochement environ 1 heure 1/2 à 2 heures après le passage de l'insecticide. D'autres enfin comme les Elmidae réagissent avec un temps qui suit l'épandage. En fait, deux facteurs

doivent entrer en jeu pour le décrochement. Le premier est lié à la sensibilité intrinsèque du groupe, l'autre étant lié à son éthologie et sa Localisation dans le biotope.

Les Baetidae par exemple se tiennent le plus fréquemment dans le courant, accrochés au substrat, mettant à profit leur hydrodynamisme pour se maintenir. Il est certain que dans ce cas, la moindre traumatisation entraîne un relâchement de la prise de l'insecte qui se trouve entraîné par le courant. Si par contre on considère les Trichoptères, Cheumatopsyche ou Macronema ils se trouvent dans le biotope, soit dans une logette, soit protégés d'une action directe du courant par un filet de soie tendue qui leur sert à récolter les particules alimentaires en suspension. Dans un tel cas, et même si une traumatisation survient rapidement, les individus se trouvent mécaniquement protégés d'un entraînement immédiat. Ce n'est alors qu'à partir du moment où l'effet toxique les oblige à se déplacer dans le courant qu'ils sont entraînés.

III, 1b Effets du chlorphoxim.

Les différents résultats chiffrés concernant l'action de la concentration 0,025 ppm sont consignés dans les tableaux 5 et 6 en annexe et schématisés sur la figure 4.

Le pourcentage global de décrochement pour 24 heures est de 43% soit 13,2 fois supérieur à celui du témoin, pour le même temps et 1,6 fois plus important qu'avec l'Abate. Si l'on part de l'hypothèse que le taux de dérive naturelle est le même pour les trois gouttières, les taux trouvés dans les gouttières ayant reçu les insecticides sont donc des taux cumulés représentant à chaque fois la somme du taux de dérive naturelle et du taux de dérive provoquée.

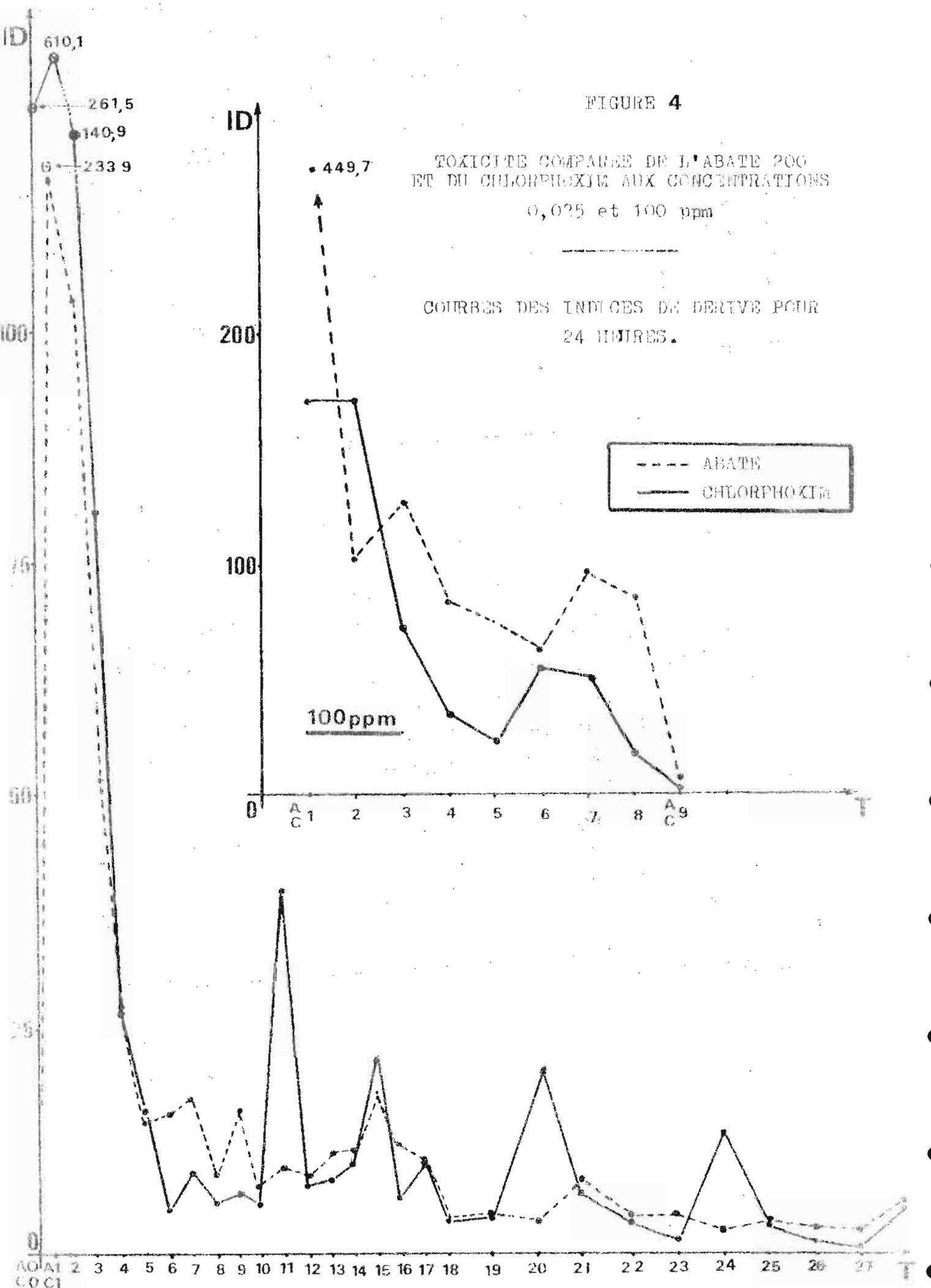
Si pour l'Abate et le chlorphoxim on estime à respectivement 343 et 256 le nombre d'organismes dérivés provenant de la dérive naturelle (= 3,25% du total des faunes étudiées), cela nous conduit à des pourcentages de décrochement par effet de l'insecticide de 24,1% dans le cas de l'Abate et 39,7% dans le cas du chlorphoxim.

FIGURE 4

TOXICITE COMPAREE DE L'ABATE 200
ET DU CHLORPHOXIME AUX CONCENTRATIONS
0,025 et 100 ppm

COURBES DES INDICES DE DERTVE POUR
24 HEURES.

--- ABATE
— CHLORPHOXIME



L'effet toxique du chlorphoxim apparait donc comme très important, mais il est difficile de dire si le pourcentage de mortalité constaté atteint ou dépasse le seuil de déséquilibre, cela pour la simple raison qu'il est impossible de déterminer ce seuil. Il est seulement permis de penser que les risques sont grands.

La cinétique générale du décrochement est proche de celle résultant des traitements à l'Abate. Toutefois un effet immédiat plus violent qu'avec l'Abate est constaté (ID = 261,5 contre 15,8, dans les 10 premières minutes). Le pic de la première heure est également beaucoup plus élevé. Ensuite une succession de pics bien marqués apparait, respectivement au bout de 2 h., 2h.40, 4h.30 et 8 h. Au bout de 24 heures, comme pour l'Abate, le taux de dérive est devenu voisin de la normale.

Le groupe le plus sensible à l'action toxique est à nouveau les Baetidae (91,26% de décrochement). Un décrochement de 100% pour les Odonates Agrionidae témoigne également de la grande sensibilité de cette famille; il faut cependant considérer que 13 individus seulement ont été testés ce qui laisse à penser que le chiffre de 100% est excessif.

Les Ephéméroptères Tricorythidae sont aussi très sensibles à cette concentration du chlorphoxim (64,3%). Viennent ensuite les Diptères Rhagionidae (60,1%) puis les Trichoptères du genre Macronema (52,2%), les Lépidoptères Pyralidae (44,6%) puis les Diptères Chironomini (36,6%). Pour les autres groupes, les pourcentages de décrochement sont inférieurs à 30% ou bien, s'ils sont supérieurs, le nombre d'individus testés ne permet pas de considérer le résultat avec suffisamment de sécurité.

III,2 Concentration 100 ppm

Dans la majorité des cas, les insecticides employés au cours d'une campagne sont déversés purs. La quantité déversée est calculée en fonction du débit du cours d'eau, de manière à ce que la vague insecticide passe sur le gîte à traiter à une concentration d'environ 0,1 ppm par exemple en saison sèche et pendant environ 10 minutes. Il va de soi qu'au point d'impact,

la concentration peut être extrêmement élevée, même si le temps d'action est court et la dilution rapide. Pour avoir une idée des effets d'une forte concentration, nous avons, en fin d'expérience avec la concentration 0,025 ppm, fait agir 100 ppm avec un temps de passage de 5 secondes.

L'analyse des tableaux 4 et 6 nous a permis de connaître, rétrospectivement les quantités d'organismes qui subirent les effets de cette forte concentration. Les dérivés ont été récoltés pendant une durée de 3 heures et les résultats sont consignés dans le tableau 7 en annexe. Ils sont schématisés sur le figure 4.

III,2a Effets comparés Abate-Chlorphoxim.

Les indices de dérive dans un cours d'eau sont d'une manière générale directement liés à la quantité de faune présente. Dans l'absolu, on ne peut comparer directement ceux de deux cours d'eau que si leurs densités faunistiques sont identiques ou très proches. Toutefois si ces densités sont du même ordre de grandeur, une comparaison directe est également permise et des différences de 10 à 15% ou plus seront significatives. Dans le cas présent, les expérimentations portèrent sur 7672 individus dans la gouttière recevant l'Abate et seulement 4484 dans la gouttière recevant le chlorphoxim, soit 41,6% de moins. Il est donc pratiquement impossible d'effectuer une comparaison directe des valeurs absolues de l'indice de dérive pour les deux formulations.

Les pourcentages de décrochement au bout de 3 heures par rapport aux faunes présentes dans chaque gouttière, sont par ~~contre~~ directement comparables et l'on s'aperçoit que la formulation d'Abate est de loin la plus meurtrière et entraîne le décrochement de 46,8% des organismes contre seulement 28,2% pour le chlorphoxim (tableaux 6 et 7) !

A cette forte concentration, les groupes les plus sensibles sont pratiquement les mêmes pour les deux insecticides et les pourcentages de décrochement sont très élevés, au bout de seulement 3 heures. D'une manière générale, les Diptères sont

très sensibles, de même que les Odonates, certains Trichoptères et Ephéméroptères. Deux faits sont par ailleurs à remarquer : la bonne résistance des Caenidae à l'Abate (5,4% de décrochement par rapport à 71,3% pour le chlorphoxim) et la bonne résistance des Cheumatopsyche au chlorphoxim (17,7% contre 45,5%). Il ne faut toutefois pas perdre de vue que la cinétique de décrochement pour cette forte concentration peut varier également d'une espèce à l'autre, auquel cas et pour certaines espèces, 3 heures d'observations représentent un temps trop court pour avoir une estimation exacte de la toxicité globale de chaque formulation.

III,3 Concentration 0,05 ppm

Cette concentration a été choisie car c'est celle utilisée dans une campagne, durant la saison des pluies, quand les gîtes à S. damnosum sont très disséminés et que le débit des cours d'eau est important. Nous avons testé cette concentration sur la Maraoué, au même endroit que la concentration 0,025 ppm, mais quelques jours plus tard. La faune expérimentée est donc qualitativement la même.

La chronologie et la durée des récoltes de dérive sont mentionnées dans le tableau 8 en annexe. Les résultats des dépouillements le sont dans les tableaux 9 à 12.

III,3a Effets de l'Abate

Près de 3000 individus décrochèrent pendant les 24 heures suivant l'épandage (tableau 9), ce qui représente 30,15% de la faune expérimentée. Pendant la même durée, la dérive naturelle dans le témoin concerne 356 individus sur les 8216 que contenait la gouttière, soit un pourcentage de décrochement de 4,1%.

Par comparaison avec l'action de la concentration 0,025 ppm (27,4% de décrochement), la différence est faible puisque de moins de 3%. Si pour la même raison que nous avons expliquée plus haut, on retranche des 30,15% de décrochement, les 4,1% trouvés dans le témoin et qui correspondent à la dérive

naturelle (tableau 13), nous avons une estimation du pourcentage net de décrochement par effet toxique de 26,05% ce qui est loin d'être négligeable mais diffère peu de ce nous avons trouvé dans l'expérience précédente.

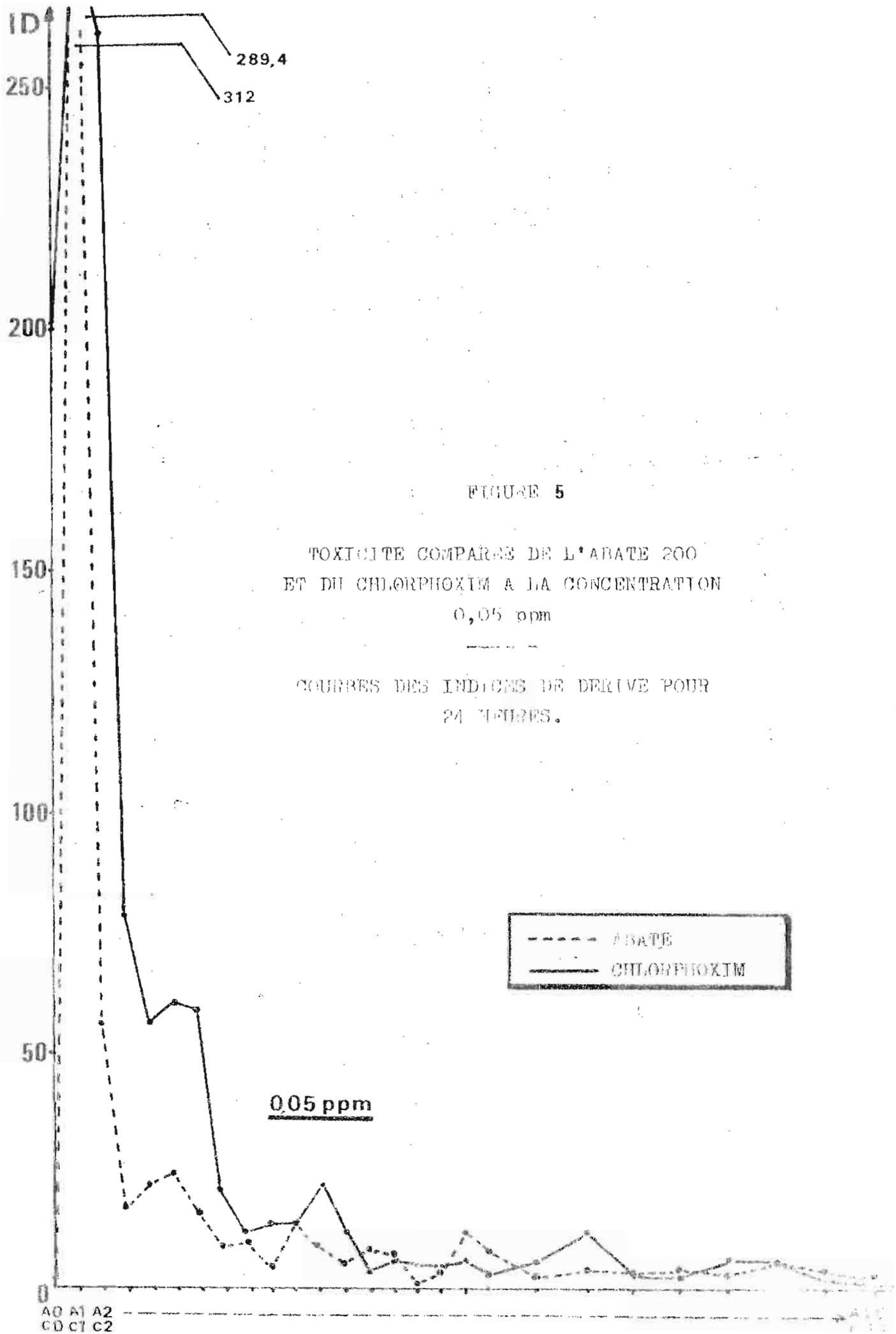
Les groupes les plus sensibles sont pratiquement les mêmes que pour la concentration plus faible, toutefois certaines différences apparaissent, comme par exemple une moindre mortalité pour les Macronema (38,1% au lieu de 52,6%) et pour les Diptères Chironomini (19,4% au lieu de 47,4%). On peut rapprocher ce résultat de celui obtenu pour S. dammosum (75% de décrochement contre 100%). Ce phénomène peut s'expliquer de la manière suivante : l'Abate agit principalement par ingestion, donc plus la quantité ingérée est importante, plus l'action toxique se manifeste. Pour la plupart des détritivores mangeant les particules en suspension, l'effet d'une faible concentration est lent mais l'invertébré ne "ressentant" pas l'action directe du toxique continue à s'alimenter et s'intoxique par accumulation. Quand la concentration augmente et bien entendu jusqu'à un certain seuil, l'organisme peut ressentir immédiatement la présence du toxique et aussitôt arrête de s'alimenter. Il en résultera paradoxalement un moindre effet du produit.

Il faut noter une mortalité particulière des Tanypodinae (62,5%), des Trichoptères Orthotrichia (35,1%) et surtout des Sericostamidae (95,2% pour l'espèce T22). Les Trichoptères Cheumatopsyche sont toujours faiblement touchés, de même que les Ephéméroptères Caenidae.

La cinétique du décrochement est identique à celle obtenue par l'action de 0,025 ppm, avec un indice de dérive global culminant à 312 au bout de 20 minutes, au lieu de 233,9 (fig. 5). Au bout d'une heure, l'indice de dérive a énormément baissé et ne dépasse plus 20. Après 24 heures, il devient identique à celui des témoins, comme dans l'expérience précédente.

III,3b Effets du Chlorphoxim

Sur les 7316 organismes expérimentés, 2929 décrochèrent, soit une proportion de 40,03%. En tenant compte de la



dérive naturelle, le décrochement net par effet toxique est estimé à 35,93%. Si l'on rapproche ce chiffre des 39,7% observés lors de l'expérimentation avec 0,025 ppm, on note une faible différence dans le sens d'une moindre toxicité globale. Par comparaison à l'Abate, l'écart s'est donc réduit, ce qui nous amène à conclure à une toxicité de niveau élevé du chlorphoxim, mais qui varie peu avec la gamme des faibles concentrations. L'Abate par contre aurait une toxicité de niveau moindre mais variant beaucoup plus selon la concentration employée.

Neuf groupes d'organismes dépassent significativement le seuil de 30% de décrochement. Ce sont d'une part, comme dans le cas de la concentration 0,025 : les Baetidae (61,5%), les Agrionidae (42,9%), les Rhagionidae (90,1%), les Trichoptères Macronema (47,2%). D'autre part, certains organismes qui accusaient une moindre mortalité apparaissent très sensibles à l'augmentation de concentration. Ce sont : les Chironomides Tanytarsini (75%) et Tanypodinae (42,4%), les Coléoptères Elmidae (42,9%), les Caenidae (36,9%) et les Lépidoptères Pyralidae 35,7%.

La cinétique du décrochement diffère légèrement de celle observée avec l'Abate. L'indice de dérive est extrêmement élevé dans les 10 premières minutes du traitement (supérieur à 200 !). Il atteint pratiquement le même niveau qu'avec l'Abate à la fin des 20 premières minutes mais décroît ensuite beaucoup plus lentement et ce n'est qu'au bout de deux heures qu'il se rapproche de celui de l'Abate.

Comme pour la concentration 0,025, une série de pics secondaires peut être observée (fig. 5) mais très atténuée, seuls les pics de 2 h. et 4h.30 sont nettement marqués.

III,4 Concentration 0,1 ppm

Cette concentration est celle normalement utilisée durant la saison sèche, quand, en raison de la faible hydrolicité des cours d'eau, la portée du produit insecticide est peu importante. Nous avons testé cette concentration sur le Bandama, au radier dit de "Niakaramandougou". Il faut tout de suite noter que cette station est régulièrement traitée à l'Abate de-

puis plus d'un an. Ceci a l'inconvénient de rendre les effets observés dans notre expérimentation incomparables directement avec ceux observés aux autres stations qui n'étaient pas traitées. Par contre, notre expérience a le très grand avantage de montrer les risques, a priori, non soupçonnés, qui existent à changer d'insecticide dans le cours d'une campagne de traitement.

La chronologie et la durée des récoltes de dérive sont mentionnées dans le tableau 14 en annexe. Les résultats des dépouillements le sont dans les tableaux 15 à 20 également en annexe.

III, 4a Effets de l'Abate

Si l'on compare les résultats mentionnés dans les tableaux 15 et 16, la faible toxicité de l'Abate dans les conditions de l'expérience apparaît immédiatement. En effet, 230 organismes dérivèrent naturellement en 24 heures dans la gouttière témoin, ce qui correspond à un taux de dérive moyen de 0,71 étant donné le débit de la gouttière pendant cette période (325 m^3). Pendant le même temps, 538 organismes dérivèrent dans la gouttière ayant reçu l'Abate, soit un taux de dérive de 1,43 (débit $376,3 \text{ m}^3/24 \text{ h}$). Ces indices sont directement comparables entre eux si l'on sait que la gouttière témoin renfermait 5.033 organismes au total et celle ayant reçu l'Abate 4.875, ces chiffres étant de même grandeur. Le décrochement induit par le passage de l'Abate est donc le double du décrochement par dérive naturelle. Si l'on compare cette valeur avec celles trouvées pour la concentration 0,025 ppm (10 fois) et la concentration 0,05 ppm (7,3 fois) on peut conclure à un très faible effet toxique dans les conditions expérimentales. Il est, en effet, très important de préciser cela car dans une zone non traitée, les résultats eussent été certainement différents. On se trouvait dans le Bandama en présence d'une faune qui n'avait certes pas une résistance acquise à l'Abate mais dont les éléments constituants étaient formés d'organismes peu sensibles à cet insecticide. Il est caractéristique de noter que seulement 20 taxons constituaient l'écosystème traité à l'Abate à Niakaramandougou contre 29 et 30 (concentrations 0,025 et 0,05) sur la Maraoué.

Il serait dangereux de dire que cette différence résulte des traitements réguliers à l'Abate étant donné que nous ne possédons pas de données de base antérieures aux traitements, mais c'est cependant une hypothèse qu'il faut garder à l'esprit.

L'examen du tableau 16 montre que le pourcentage brut de décrochement en 24 heures a été de 11,0. Si de ce pourcentage on retranche le décrochement par dérive naturelle qui est de 4,6% (230 organismes décrochés pour une faune totale expérimentée de 5.033 organismes), on obtient un décrochement par effet toxique de $11 - 4,6 = 6,4\%$, ce qui est très faible (tableau 19).

Les groupes les plus sensibles ont été, dans l'ordre, les Chironomini (89,5%), les Hydracariens (52,9%) puis les Caenidae qui normalement sont peu sensibles (41,6%) et enfin les Macronema (40,7%). Les Tricorythidae qui étaient le groupe dominant (43,6% des effectifs testés) sont très résistants et seulement 4,6% dérivèrent, ce qui diffère peu de la dérive naturelle constatée dans le témoin (3,6%).

La cinétique du décrochement est tout à fait différente de celles trouvées dans les deux expériences précédentes (fig. 6). C'est à peine si un pic immédiat après le passage du toxique est décelable. Un léger pic apparaît au bout de 3 heures. Il est possible que les organismes testés accusent le passage du toxique en renforçant leur prise sur le substrat (ce qui expliquerait des taux de dérive nuls dans les 2 premières heures alors que dans le témoin ils sont toujours notables), puis qu'il y ait un "relâchement" avec effet tardif de décrochement, tout ceci n'est cependant qu'hypothèse! Le second pic constaté durant la nuit correspond à l'augmentation normale et habituelle de la dérive pendant cette période du cycle journalier.

III, 4b Effets du Chlorphoxim

Les dérives constatées sont consignées dans le tableau 17 en annexe.

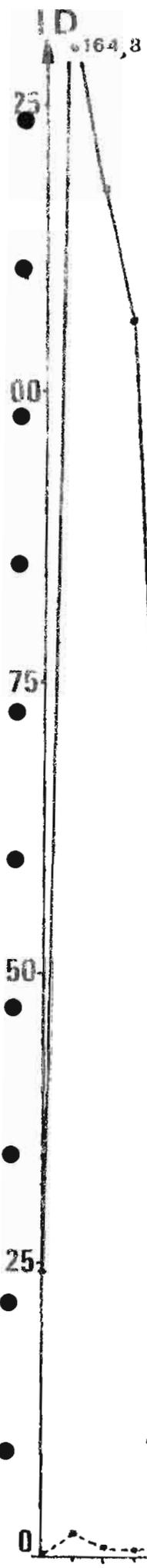
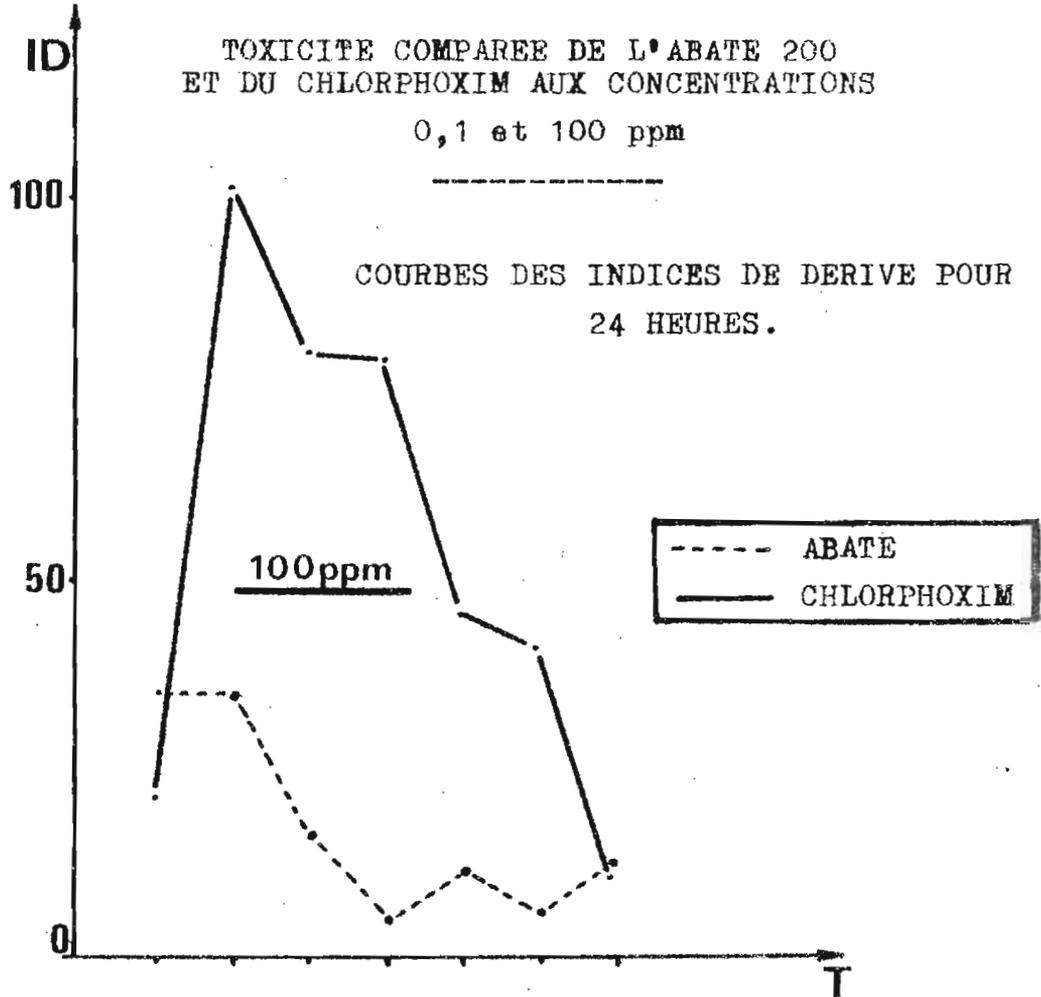


FIGURE 6

TOXICITE COMPAREE DE L'ABATE 200
ET DU CHLORPHOXIM AUX CONCENTRATIONS
0,1 et 100 ppm



Par opposition à l'Abate, le Chlorphoxim a ici une action extrêmement toxique puisque le pourcentage de décrochement brut est de 57,8% (tableau 18). Si l'on soustrait de cette valeur les 3,6% de dérive naturelle constatée dans le témoin (tableau 19), nous obtenons une valeur de décrochement par effet toxique de 54,2% ce qui est considérable. Ces quelques chiffres mettent en évidence le danger qui existe à changer brutalement d'insecticide en cours de campagne. Si comme nous le disions plus haut, il est difficile de parler de résistance acquise à si court terme (1 an et demi de traitements) on peut peut-être parler d'accoutumance à l'insecticide, les espèces les plus résistantes ayant par ailleurs colonisé le milieu de façon préférentielle.

Il est fort possible que cet effet hypertoxique dû au changement d'insecticide soit seulement passager et que rapidement se développe une accoutumance au nouveau produit utilisé, surtout si l'on reste dans la gamme des organophosphorés. Des recherches dans ce sens seraient toutefois nécessaires pour conclure.

Presque tous les groupes sont touchés par l'action de l'insecticide et seuls pour ainsi dire les Chironomides Tanypodinae semblent avoir échappé à l'effet toxique. Parmi les groupes les plus affectés, il faut signaler les Baetidae (89,4% de décrochement, les Chironomides Tanytarsini (87,5%) et les Trichoptères Sericostomatidae (67,9%). Les Ephéméroptères Tricorythidae, pratiquement non touchés par l'action de l'Abate, sont **fortement** atteints par le Chlorphoxim.

Il est certain qu'avec un décrochement net de plus de 50% de la faune présente, on ne peut encore parler de catastrophe. Cependant les risques de déséquilibre avec une telle déperdition du potentiel vivant d'un écosystème lotique sont très grands, à brève échéance. Même dans le cas où cette perte n'entraînerait pas un déséquilibre complet du milieu, il est certain que rapidement il y aurait une répercussion importante sur l'ichtyofaune qui se nourrit en grande partie d'entomofaune aquatique.

La cinétique globale du décrochement est toujours du type classique et après un effet hypersensible immédiat, on note une diminution progressive du taux de dérive, entrecoupée de pics assez régulièrement espacés. Le niveau normal de dérive est atteint au bout de 24 heures.

III, 5 Concentration 100 ppm

Comme sur la Maraoué, nous avons fait suivre l'action de la faible concentration sur 24 heures par l'action d'une forte concentration (100 ppm) pendant un court laps de temps (3 heures).

Les effets de l'Abate sont à nouveau peu marqués et le pourcentage de décrochement obtenu sur la faune ayant survécu à l'action de la concentration 0,1 ppm a été de 11,4 ppm. Ceci représente une très faible mortalité pour une concentration aussi forte (tableau 20 et fig. 6).

Le chlorphoxim au contraire agit fortement sur la faune encore présente et le pourcentage de décrochement en 3 heures est de 51,3 % soit près de cinq fois supérieur à celui obtenu par action de l'Abate. L'action est peut-être moins immédiate et les forts taux de dérive ne sont atteints qu'au bout de 20 minutes alors qu'ils sont quasi-instantanés avec l'Abate, mais le niveau demeure très élevé pendant toute la durée de l'expérience.

Après analyse des expérimentations avec les gouttières, nous concluons de la façon suivante :

-- Abate et chlorphoxim ont un effet toxique certain sur la faune non cible, quelle que soit la concentration employée.

- Les pourcentages de décrochement nets suivants ont été observés :

	! 0,025 ppm !	! 100 ppm !	! 0,05 ppm !	! 0,1 ppm !	! 100 ppm !
Abate	! 24,1 !	! 46,8 !	! 26,05 !	! 11,0 !	! 11,4 !
Chlorphoxim	! 39,7 !	! 28,2 !	! 35,93 !	! 54,2 !	! 51,3 !
Temoins	! 3,25 !	! / !	! 4,1 !	! 4,6 !	! / !

Pour les deux insecticides, les pourcentages de décrochement varient peu, de la concentration 0,025 ppm à la concentration 0,05 ppm. La toxicité du chlorphoxim est supérieure à celle de l'Abate d'environ 40 % pour la concentration 0,025 ppm et 27 % pour la concentration 0,05 ppm.

- les très fortes concentrations entraînent un effet plus marqué avec l'Abate qu'avec le chlorphoxim en zone non traitée. En zone traitée, même les fortes concentrations n'entraînent qu'un décrochement minime de la faune avec l'Abate alors qu'au contraire le chlorphoxim est très toxique.

- l'action de la concentration 0,1 ppm est très faible avec l'Abate, en zone déjà traitée avec cet insecticide alors que le chlorphoxim présente un effet extrêmement net et très violent. Ceci montre que, dans le cas où un changement d'insecticide serait effectué en cours de campagne, il faut s'attendre à un effet toxique important dont on ne peut, à priori, préjuger de la durée.

.../...

IV - Expérimentation par traitements aériens

Les résultats généraux obtenus sont consignés dans les tableaux 21 et 22 en annexe.

IV, 1 Etude de la dérive

L'étude de la dérive est de loin le moyen le plus précis pour mettre en évidence les effets toxiques d'un pesticide en milieu d'eau courante. Nous avons utilisé ce moyen dans les gouttières, en conditions que nous pouvons qualifier de programmées. Cette technique a été reprise lors des épandages aériens et a donné les résultats les plus intéressants.

Lors de l'étude préliminaire réalisée la veille du premier épandage, nous avons obtenu des taux de dérive relativement uniformes aux trois stations du ~~la~~ Maraoué ainsi qu'aux trois stations du N'ZI. Sur le N'Zi où nous avons testé l'Abate, le plus faible taux de dérive a été obtenu au point D, ce qui est logique si l'on sait que ce point de récolte de la dérive était situé immédiatement en aval d'une zone d'étalement du fleuve, à courant très lent. Le taux le plus élevé était obtenu au point E, situé au milieu d'une succession de rapides riches en faune benthique.

Les premiers épandages ne provoquent pas d'effet catastrophiques. Seul le taux de dérive au point E, le plus proche du point de déversement de l'insecticide, est notablement plus élevé que la veille (3,35 contre 0,87). La différence au point F est insignifiante. Par la suite, l'impact de l'insecticide déversé devient plus marqué et le taux de dérive devient supérieur à 20. Par trois fois nous avons cependant obtenu des taux de dérive en E du même ordre que ceux obtenus en D, station ne recevant pas d'insecticide. Il n'est guère probable

.../...

que ces trois fois l'insecticide déversé ait été sans effets. Nous pensons par contre que pour une raison inconnue, ses effets ont été retardés et ont ainsi échappé à notre échantillonnage.

Globalement et sur l'ensemble de l'étude, les taux de dérive moyens calculés ont été de 0,41 en D (non traité) 32,29 en E (immédiatement en aval du lieu d'épandage et 2,60 en F (à quelques kilomètres en aval du point E). Les effets sont donc très nets, la dérive étant environ 80 fois plus importante en E qu'en D et 6 fois plus en F qu'en D.

Il faut rappeler ici que sur le N'Zi et la Maraoué, nous avons effectué le 6 I 76, deux traitements à 0,5 ppm au lieu d'un seul auparavant (c'est-à-dire 1 entre D et E comme habituellement et un autre à mi-chemin entre E et F) ; ceci en raison de la faible hydrolicité des cours d'eau à cette époque; une semaine plus tard, donc à partir du 13. I. 76, 4 épandages ont été effectués au total entre D et F sur le N'Zi et entre A et B sur la Maraoué, ceci pour nous placer dans les conditions de traitement de saison sèche. Ce changement dans les conditions de traitement apparaît très peu sur le N'Zi traité à l'Abate, sauf au point E où le passage à un traitement à 0,1 ppm s'est traduit, tout au moins les deux premières semaines, par une augmentation de 3 à 4 fois du taux de dérive constaté auparavant. Il me semble pas par contre que le point F ait subi les effets cumulés des quatre traitements faits en amont.

Nous retrouvons un effet général identique sur la Maraoué traitée au chlorphoxim, avec cependant une action plus marquée sur le point situé immédiatement en aval de la zone d'épandage (B). Les valeurs moyennes des taux de dérive ont été respectivement de : 1,03 ; 183,7 et 2,17 en A, B et C. Si l'on compare ces valeurs avec celles trouvées la veille du premier traitement (0,74 ; 0,81 ; 1,02), nous retrouverons un effet peu

marqué en C (un peu plus du double) mais par contre extrêmement important en B (227 fois plus !).

Nous retrouvons donc, ici comme dans les expérimentations en gouttières, une plus grande toxicité du chlorphoxim que de l'Abate.

Il faut cependant remarquer que le passage de la concentration 0,05 ppm à celle de 0,1 ppm s'est accompagné à l'inverse de ce que nous venons de voir pour l'Abate, d'une diminution très importante du taux de dérive en B. Etant donné, comme on peut le constater dans le tableau 22 que les densités par mètre carré dans le milieu naturel (surber et benne) demeurent élevées, il est exclu de conclure à une disparition de la faune entraînant un faible taux de dérive. Il est difficile de trouver une explication plausible à ce phénomène, à moins à nouveau de penser qu'une forte concentration de chlorphoxim soit immédiatement ressentie par les organismes qui, par réaction, cesseraient un certain temps de s'alimenter, se soustrayant ainsi partiellement à un effet nocif immédiat du produit !

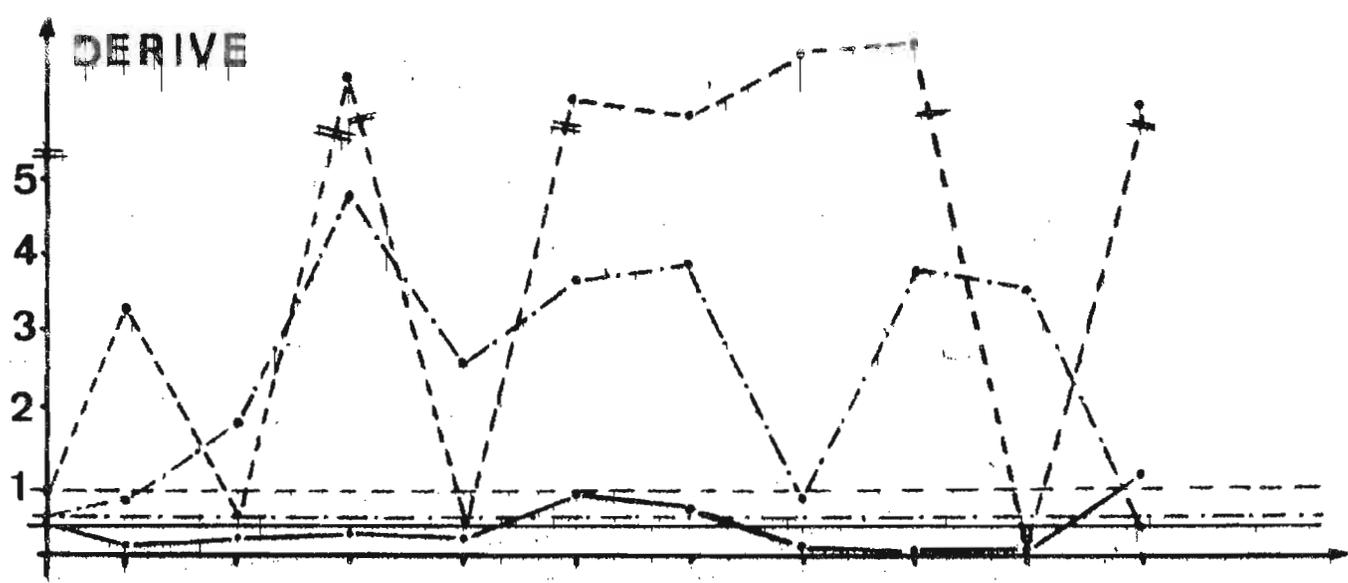
En conclusion de cette étude de la dérive, ~~il apparaît~~ nettement que les épandages des deux insecticides provoquent une augmentation anormale du taux de dérive naturelle et que cette augmentation est plus grande avec le chlorphoxim qu'avec l'Abate, sauf à la concentration 0,1 ppm où le rapport est inverse.

IV, 2 Echantillonneur de Surber

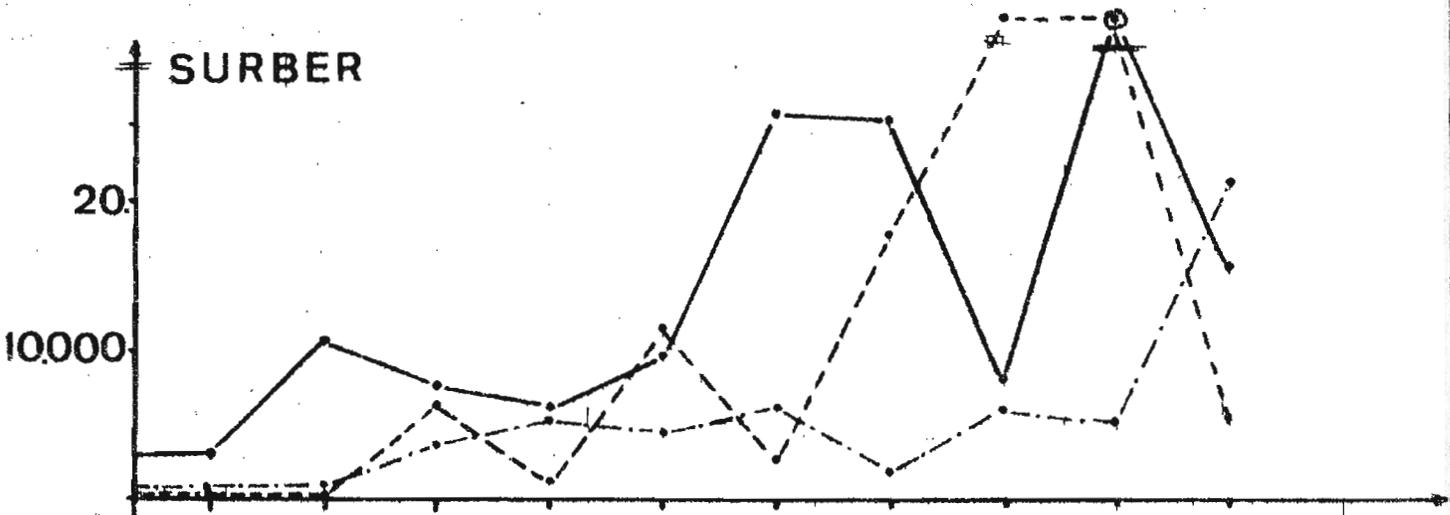
IV, 2a N'Zi - Expérimentation de l'Abate

Les densités observées tout au long de l'étude sont consignées dans le tableau 21. Il apparaît tout de suite que les densités supportées à chacun des points étudiés ne sont pas identiques au départ, le point E étant celui où la faune est la moins abondante (5,7 fois moindre qu'en D et 2,2 fois moindre qu'en F). Les moyennes calculées après avoir réalisé l'ensemble

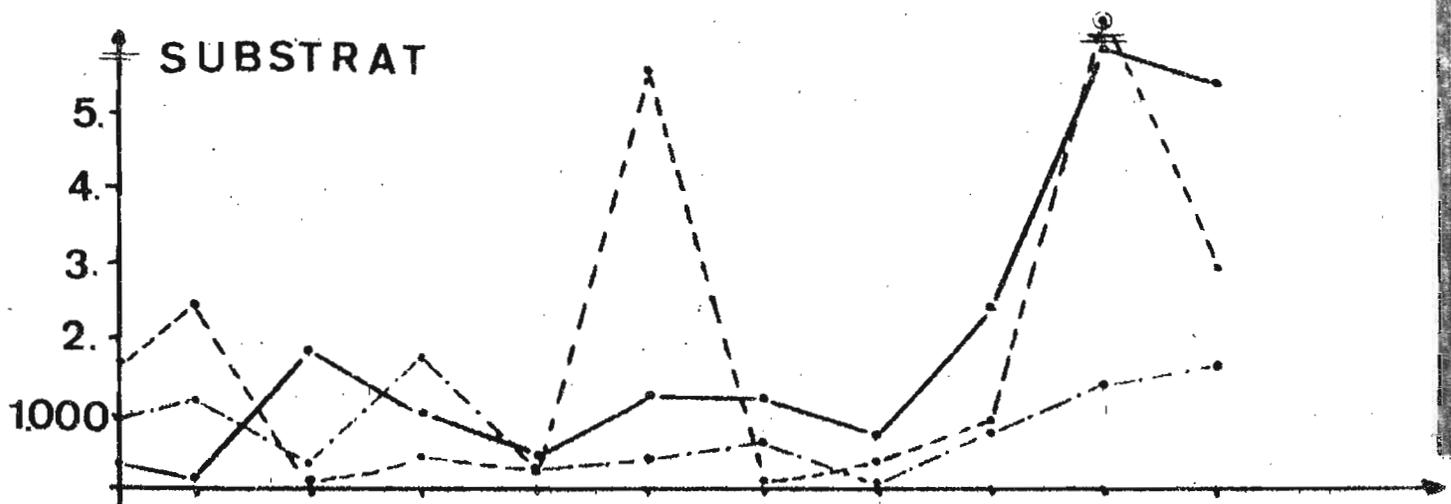
DERIVE



SURBER



SUBSTRAT



BENNE

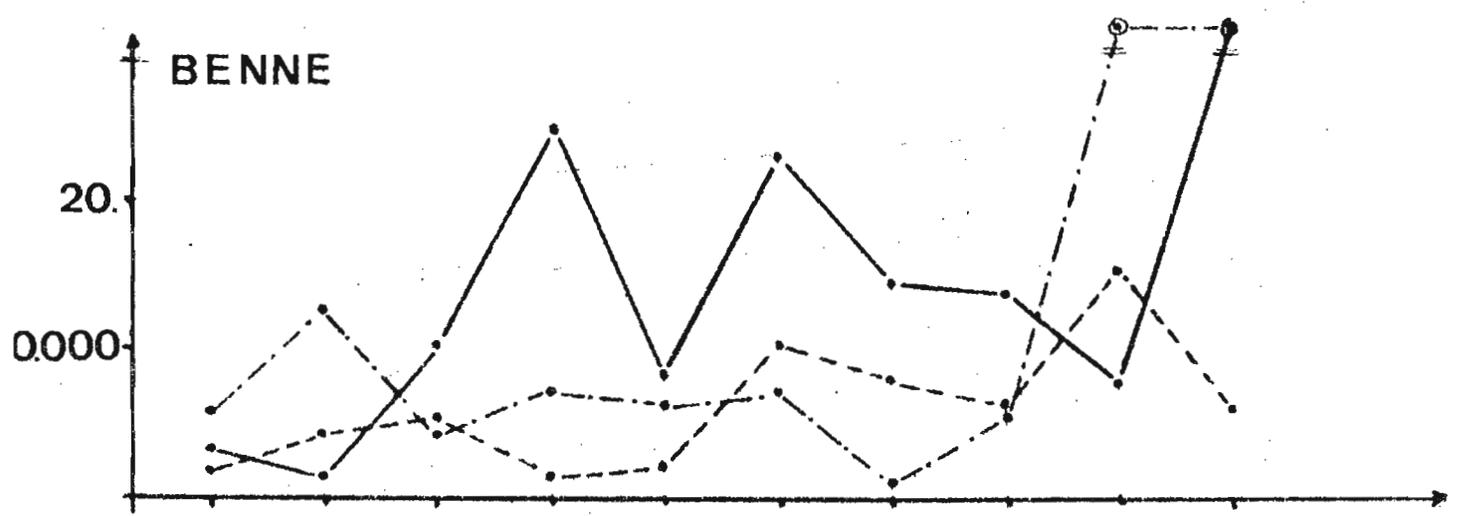


Figure 7
N° 21 : Expérimentation de l'abate

des traitements permettent d'affirmer que la situation à globalement changé. En effet, le point E est toujours demeuré moins riche que le point D non traité mais la différence est très atténuée (1,3 fois moins de faune). Par rapport au point F, la situation s'est inversée et c'est ce dernier qui est devenu le moins riche.

En fait quand on examine les données récoltées tout au long de l'étude, deux faits apparaissent très nettement :

- la densité de macrofaune sur les substrats rocheux augmente de façon très sensible au fur et à mesure de la décrue du fleuve. Ce phénomène s'observe aux trois points étudiés et n'est pas perturbé par l'apport d'insecticide.

- Malgré les précautions prises pour échantillonner toujours en un même lieu (sans reprendre d'échantillon exactement sur la même surface précédemment prélevée, bien entendu), les différences peuvent être très grandes d'une fois sur l'autre (exemple : 8088,1 individus en D le 20-I-76 et 43 995,6 à la même place, une semaine plus tard).

Il va de soi que ces deux facteurs sont de nature à masquer les variations de densité qui auraient pour origine la toxicité de l'insecticide déversé. En conséquence, nous pouvons conclure qu'il n'y a aucun effet toxique important et apparent de l'Abate sur la faune des substrats rocheux.

IV, 2b Maraoué - Expérimentation du chlorphoxim

Les résultats sont consignés dans le tableau 22 en annexe et schématisés sur la figure 8.

A nouveau nous nous trouvons devant une situation de départ non comparable sur les trois points A, B et C ce qui interdit l'emploi de tests statistiques afin de comparer l'évolution du milieu. On notera seulement que pendant les six premières semaines, les densités restent à un niveau bas en A,

par rapport à celles des deux autres points étudiés qui au contraire augmentent régulièrement (fig. 8). Il est pratiquement certain que ceci est dû à la toxicité du chlorphoxim. Après la sixième semaine, les densités augmentent considérablement en B alors que la concentration d'épandage est passée à 0,1 ppm. Nous retrouvons étrangement ici le phénomène déjà constaté pour la dérive et qui correspondrait à une moindre toxicité du chlorphoxim à la concentration 0,1 ppm qu'à la concentration 0,05 ppm.

Si l'on tient compte des moyennes et de la situation initiale il est remarquable que la densité par unité de surface rocheuse (m²) au point B, immédiatement en aval du lieu de traitement soit devenue 1,1 fois moindre qu'en A au cours de l'étude, alors qu'elle était 1,2 fois plus élevée au départ. Enfin, la très grande augmentation moyenne des densités au point C par rapport au point A, témoigne de la non toxicité du chlorphoxim à moyenne distance.

IV, 3 Benne d'Ekman

IV, 3a Effets de l'Abate

Nous nous retrouvons comme dans le cas de l'échantillonneur de Surber devant le même facteur gênant : l'accroissement numérique de la densité faunistique au fur et à mesure que l'on s'avance dans le temps, lié à une répartition hétérogène des organismes dans le milieu.

Au départ le point E est le moins riche et le point F le plus riche. A l'arrivée, c'est-à-dire au dernier traitement la situation est inchangée. Ceci prouve déjà qu'il n'y a pas eu de grandes perturbations. Si l'on tient compte des moyennes, c'est le point D, non traité qui apparaît comme plus riche, puis le point F qui subit l'impact minimal étant donné son éloignement et enfin le point E qui subit l'impact maximal.

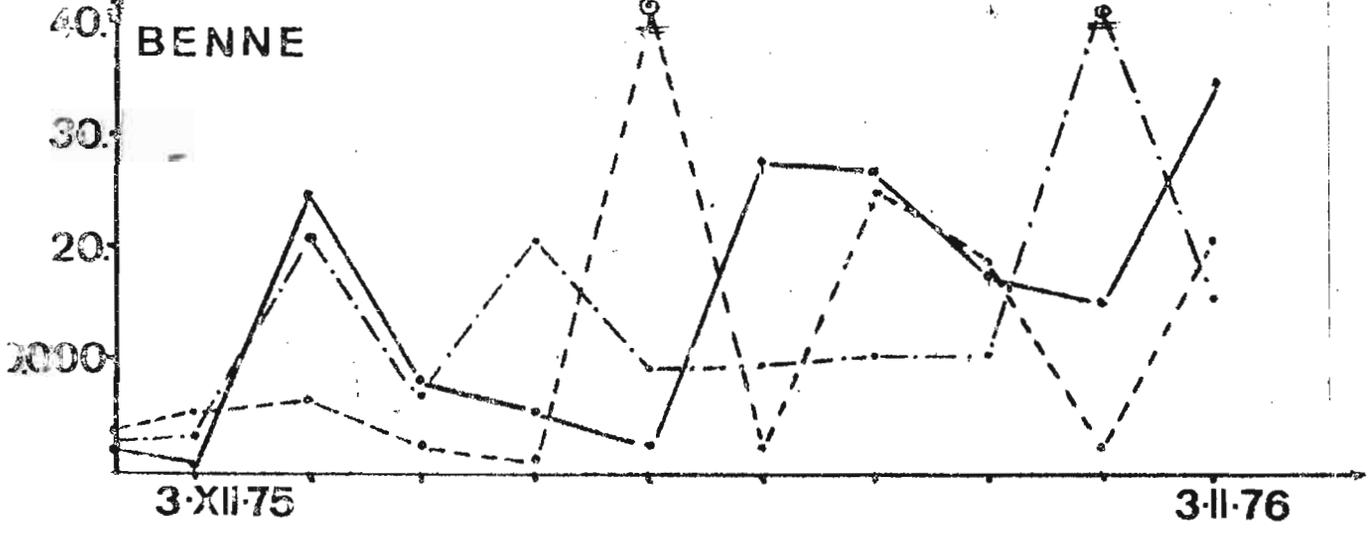
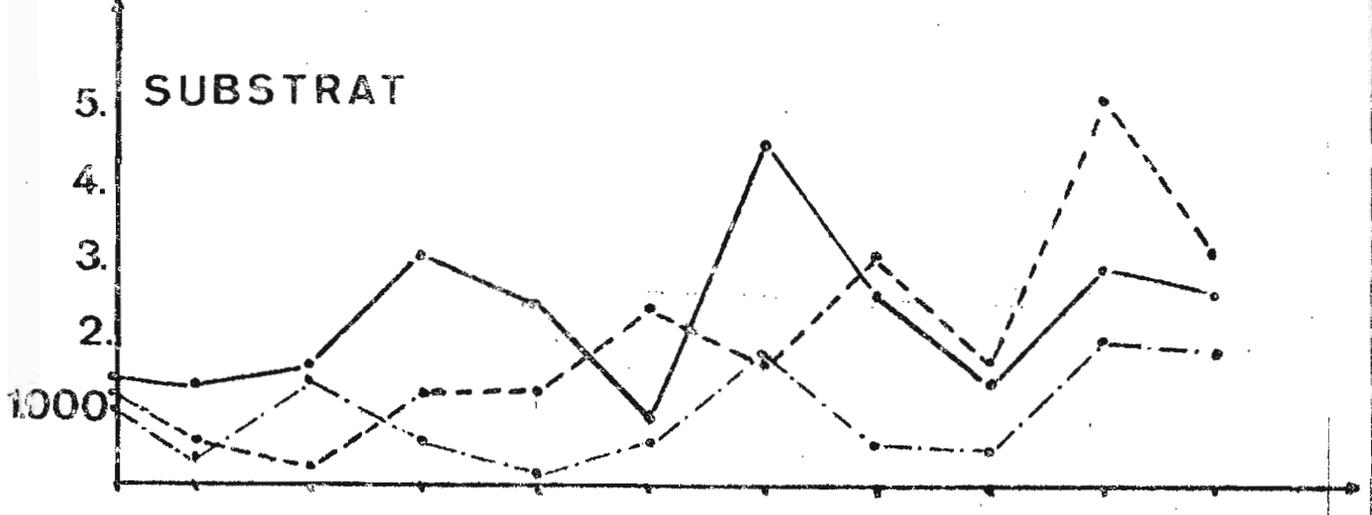
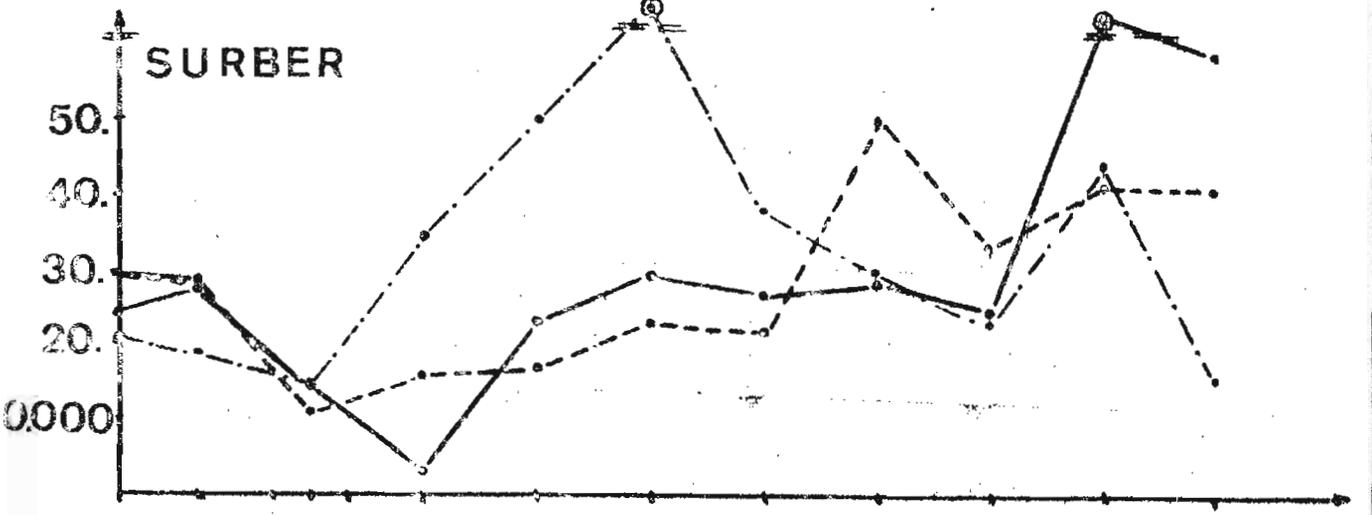
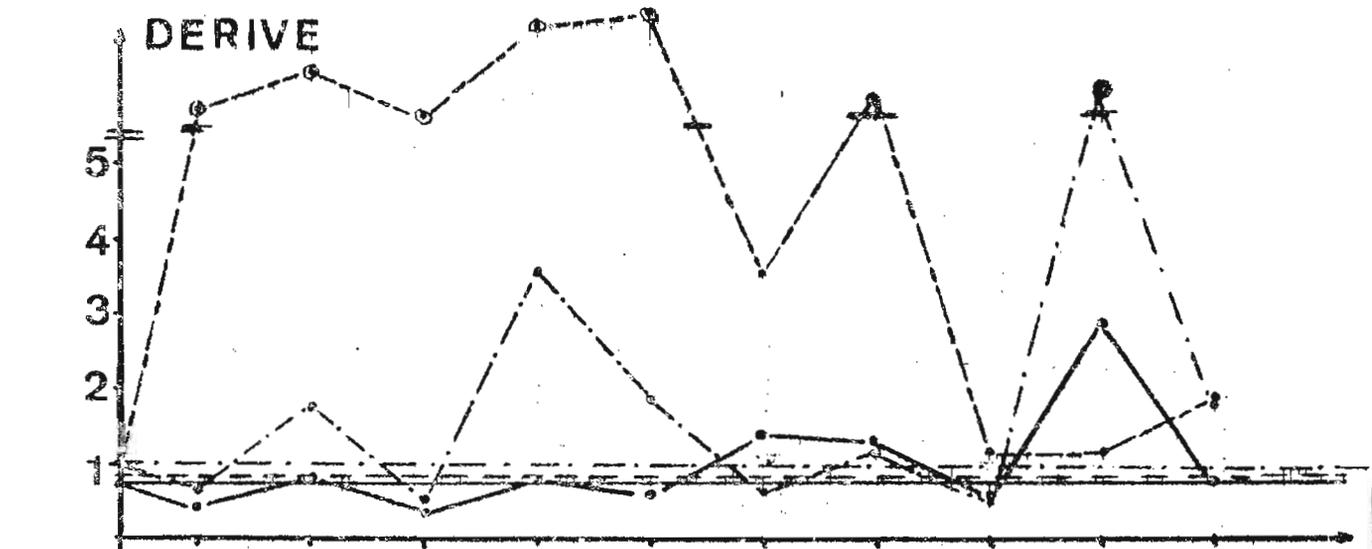


Figure 6
Méthode de l'Évaluation des Résultats

3-XII-75

3-II-76

La veille du premier traitement, nous avons les densités suivantes :

	D	E	F
densités	3021,2	2426,3	4172,2
écarts/D		- 13,1 %	+ 38,1 %

En se basant sur les densités moyennes durant toute la durée du traitement, nous obtenons les valeurs suivantes :

	D	E	F
densités moyennes	13676,9	6287,4	11437,3
écarts/D		- 54,0 %	- 16,4 %

Les écarts se sont creusés à la fois au point E et au point F. Bien qu'il ne faille pas écarter l'hypothèse d'une variation naturelle des densités, de ce type, la toxicité de l'Abate doit aussi être mise en cause.

IV, 3b - Effets du chlorphoxim

Si l'on tient un raisonnement analogue en ce qui concerne l'action du chlorphoxim, nous avons des écarts de départ qui sont les suivants :

$$B/A = + 50,9 \% \quad C/A = + 22,5 \%$$

La faune au point A est donc la moins riche. En comparant les moyennes sur 3 mois ces rapports deviennent :

$$B/A = - 12,2 \% \quad C/A = - 12,7 \%$$

Les deux rapports sont devenus négatifs. Ici encore, il est difficile de dire si cette diminution importante est due à une évolution naturelle ou bien à l'action du pesticide. Cependant il serait étrange que "naturellement" les densités aient augmenté aux points non traités (Maraoué et N'Zi) et diminué aux points traités. Bien plus sûrement, il faut conclure à une action de déperdition du potentiel faunistique due aux traitements répétés. Il est hasardeux de dire quel insecticide a l'action la plus néfaste. On se bornera à signaler que les différences entre les écarts sont pour l'Abate de 40,9 % et 54,5 % et pour le chlorphoxim de 63,1 et 35,2 %, ce qui peut témoigner d'une plus grande toxicité de ce dernier que de l'Abate, immédiatement en aval du point d'épandage et au contraire d'une toxicité moins grande quand la distance est plus importante.

IV, 4 Substrats artificiels

La colonisation des substrats artificiels est fonction d'une part du potentiel faunistique du cours d'eau dans lequel ils sont placés ainsi que du taux de dérive naturelle. Si la dérive est importante car due à l'action traumatisante d'un pesticide quelconque, elle n'est pas pour autant propice à une forte colonisation d'un substrat artificiel. En effet, et surtout avec le type de substrat que nous avons employé et qui ne comporte que des faces pratiquement lisses, les organismes "glisseront" sur les parois, sans pouvoir s'accrocher. En corollaire, les organismes qui se fixent entre deux échantillonnages sont bien vivants. Partant à chaque fois d'une situation initiale identique puisque les pavés de ciment utilisés sont à chaque fois débarrassés de leur faune par brossage, les taux de peuplement, d'une fois sur l'autre (les intervalles de temps sont égaux), vont être directement comparables.

IV, 4a Action comparée Abate Chlorphoxim

Les points A et D, non traités, présentent en moyenne sur trois mois un taux de colonisation du même ordre de grandeur (2317,8 sur la Maraoué et 2034,8 sur le N'Zi), toutefois, la colonisation des substrats est d'emblée très élevée sur la Maraoué, alors qu'elle reste assez faible pendant quatre semaines sur le N'Zi. On note enfin sur les deux stations une tendance à l'augmentation de la colonisation plus on avance dans le temps, qui correspond à l'augmentation générale de la densité faunistique des rivières étudiées pendant cette même période.

La même tendance évolutive existe sur le N'Zi et la Maraoué aux stations traitées mais de manière beaucoup plus irrégulière, avec une alternance de faibles densités puis de fortes densités. Tout ce passe comme si l'impact de l'insecticide avait lieu avec irrégularité. Ceci est d'ailleurs fort plausible et peut être la conséquence d'un passage non homogène du toxique sur les gites.

Si l'on considère que les prélèvements pré-traitements représentent une situation initiale caractéristique de chaque point étudié et si l'on compare ensuite les densités avec les moyennes calculées sur trois mois, nous obtenons les résultats suivants :

<u>N'ZI - ABATE</u>			
	D	E	F
Situation initiale	373,2	1721,6	926,3
Ecarts/D		+ 78,3 %	+ 59,7 %
Moyennes	2034,8	2213,0	857,2
Ecarts/D		+ 8,1 %	- 57,9 %

MARAOUÉ - Chlorphoxim

	A	B	C
Situation initiale	1425,1	1271,3	994,7
Ecart/A	- 10,8 %	- 30,2 %	
Moyennes	2317,8	2059,1	1000,0
Ecart/A	- 11,2 %	- 56,8 %	

Les écarts se sont considérablement creusés sur le N'Zi et au contraire très faiblement sur la Maraoué. Ceci tendrait à prouver que l'Abate a eu un effet nocif beaucoup plus grand sur la faune des substrats que le chlorphoxim.

En conclusion de l'étude des épandages aériens, plusieurs points peuvent être mis en évidence.

- en premier lieu, et comme il apparaît déjà à l'étude des expérimentations en gouttières, les deux insecticides testés ont une action toxique sur l'environnement.

- Cette action se traduit par une augmentation du taux de dérive des organismes aquatiques qui peut être considérable. (passage de 0,60 à 684,2 sur le N'Zi par exemple, en quelques centaines de mètres, par action du chlorphoxim).

- l'étude de la dérive est le moyen le plus rapide et le plus efficace pour mettre en évidence la toxicité à court terme d'un insecticide en eau courante.

- le Chlorphoxim apparaît, à ce titre, environ trois fois plus toxique que l'Abate (moyenne sur trois mois dans les conditions d'expérience définies au début de ce rapport).

- le contrecoup des effets toxiques se fait bien entendu sentir sur les densités d'organismes en place dans les cours d'eau. Toutefois, il est difficile de le mettre en évidence d'une manière quantifiée et rigoureuse pour plusieurs raisons

a) la faune est répartie de manière très hétérogène sur les substrats et les différences naturelles dues à ce type de distribution peuvent être du même ordre de grandeur que les pertes par toxicité qui peuvent ainsi se trouver masquées.

b) la faune évolue naturellement de façon permanente. Tous les organismes présents ont un cycle de vie court. En conséquence et à nouveau, une perte par effets toxique peut être masquée par un facteur naturel (éclosion d'une ponte, émergence...).

c) les traitements aériens n'ont couvert sur chaque cours d'eau qu'une portion de 6 km de rivière. En conséquence il y eut nécessairement recolonisation permanente de la portion traitée soit par rhéotropie en aval, soit par dérive naturelle en amont. Le milieu étudié était donc en permanence recolonisé par ses zones frontières ce qui contribua fortement à limiter l'importance des effets toxiques.

Pour pallier cet inconvénient, il serait bon à l'avenir de traiter environ 25 à 30 km de cours d'eau et d'étudier une portion de 5 à 6 km située dans le premier 1/3 aval de la zone traitée.

Conclusion générale

De l'ensemble des expérimentations que nous avons réalisé, il apparaît que la toxicité du chlorphoxim est supérieure à celle de l'Abate. Selon les conditions expérimentales, cette toxicité peut être environ de 10 à 400 fois plus élevée ! Les plus grandes différences ont été obtenues en zone déjà traitée à l'Abate où la faune présente était

.../...

constituée des éléments les moins sensibles à cet insecticide.

Il est pratiquement certain qu'en cas de remplacement de l'Abate par un autre produit insecticide, en cours de campagne, il se produira une mortalité aigüe de la faune non cible qui présentera alors une véritable hypersensibilité au nouveau produit employé. Comme il est fort probable que cette hypersensibilité soit de courte ou de moyenne durée, il serait bon de commencer les traitements par une concentration 2 à 3 fois moindre que celle habituellement employée pour une campagne.

Aucun déséquilibre n'est apparu dans les deux portions de cours d'eau traitées bien que de nombreux organismes aient été tués par les traitements expérimentaux (cf. dérive !). En fait, les réinfestations en provenance de l'aval et surtout de l'amont, ont pour chaque zone considérablement masqué la toxicité des produits employés. Nous avons vu toutefois, et même si elle est difficilement chiffrable, que la toxicité du Chlorphoxim était supérieure à celle de l'Abate.

Un an et demi de traitements à l'Abate ont montré que cet insecticide tue une partie de la faune non cible mais que, tout au moins jusqu'à maintenant, aucun déséquilibre notable n'est survenu dans les cours d'eau traités. Pour cet insecticide nous avons estimé que la différence de densité faunistique entre rivières traitées et rivières non traitées en Côte d'Ivoire, était de l'ordre de 25 à 30 %. Si comme nous venons de le voir, le chlorphoxim peut être considéré comme plus toxique que l'Abate, son emploi à grande échelle risque de ne pas être sans dangers même en dehors de la période d'hypersensibilité de la faune que nous avons signalée plus haut. Il est certain que si la mortalité globale de la faune non cible atteignait ou dépassait 50 % du potentiel présent sur une grande étendue géographique, un déséquilibre aurait de grandes chances de se produire.

A N N E X E

Données numériques

Expérimentation comparée concernant la toxicité sur
la faune non cible de l'Abate 200 et du chlorphoxim.

Concentration 0,025 ppm
Références des échantillons
et
temps de dérive correspondants.

Tableau A

Abate	Chlorphoxim	Temps	Témoin	Temps
A 0	C 0	10 mn	T 1	30 mn
A 1	C 1	"		
A 2	C 2	"	T 2	30 mn
A 3	C 3	"		
A 4	C 4	"	T 3	30 mn
A 5	C 5	"		
A 6	C 6	"	T 4	30 mn
A 7	C 7	"		
A 8	C 8	"	T 5	30 mn
A 9	C 9	"		
A 10	C 10	"	T 6	60 mn
A 11	C 11	"		
A 12	C 12	"	T 7	60 mn
A 13	C 13	"		
A 14	C 14	"	T 8	60 mn
A 15	C 15	"		
A 16	C 16	"	T 9	60 mn
A 17	C 17	"		
A 18	C 18	"	T 10	60 mn
A 19	C 19	10 mn		
A 20	C 20	30 mn	T 11	60 mn
A 21	C 21	30 mn		
A 22	C 22	60 mn	T 12	60 mn
A 23	C 23	60 mn		
A 24	C 24	60 mn	T 13	13 h.
A 25	C 25	60 mn		
A 26	C 26	60 mn	T 14	60 mn
A 27	C 27	13 h.		
A 28	C 28	60 mn	T 15	60 mn

Tableau 2

MARAOUÉ : Expérimentation Abate - Concentration 0,025.

TAXONS	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15
Blattidae	8	733	323	158	66	21	22	19	17	15	8	12	6	10	11	17
Cecidae	3			3												
Leptophlebitidae	1															
Ichneumonidae																
Cheumatopsyche sp.	4		1		8	21	22	26	6	20	8	11	14	14	14	16
Macronema sp.					1	3	3	6	2	5	3	1		1	2	4
Orthotrichia sp.	5	4	1	1	2		1				1	1				
Ceratomyxidae T22																
Ceratomyxidae T19																
Chironomini	1							1		2		3		4	1	
Polytarsini																
Orthocladinae	2									1	1					
Tenyopodidae											2	1		1		
Rhagionidae																
Ceratogonidae																
S. damnosus	2	1	2		3	1										
Arcionidae													1			
Tabellulidae	23	1	1					1		2			1	3		
Tyrallidae																
Elmidae																
Planipenne																
Stratiocion																
TOTAUX	50	739	328	162	81	47	48	53	25	48	23	28	25	35	36	45
Taux de derive	15,8	213,9	103,2	51,3	25,6	14,9	15,2	16,8	7,9	15,2	7,3	8,9	7,9	11,1	11,1	17,4

TAXONS	A 16	A 17	A 18	A 19	A 20	A 21	A 22	A 23	A 24	A 25	A 26	A 27	A 28	TOTAUX
Blattidae	55	12	7	18	21	11	20	23	23	21	16	11	16	387
Cecidae		1								1	1	3		6
Leptophlebitidae												2		10
Ichneumonidae														3
Cheumatopsyche sp.	12	5	3	10	30	19	10	11	19	17	21	6	3	219
Macronema sp.	1	2		3	17	14	12	1	5	4	27	18	3	203
Orthotrichia sp.							5	1	3	2	4	6	2	84
Ceratomyxidae T22											3			3
Ceratomyxidae T19											2			2
Chironomini				1			1		1	1	16	4	1	37
Polytarsini		2				1			1	1	1	1	1	11
Orthocladinae							2	1	6	4				17
Tenyopodidae	1	2		2		1	1				1	1	1	10
Rhagionidae									1					2
Ceratogonidae											1			1
S. damnosus	7	1				1							2	20
Arcionidae					1	1	3	6		2		13	1	27
Tabellulidae		1		1	3	5	4	7		3		4	1	31
Tyrallidae												3	1	6
Elmidae		1									1	2	3	25
Planipenne								1						1
Stratiocion											3			3
TOTAUX	38	28	11	35	72	73	77	50	60	55	460	103	49	204
Taux de derive	12,0	8,9	3,5	3,7	7,6	3,9	4,1	2,6	3,2	2,9	3,0	5,4	2,6	

MARAOUÉ - Expérimentation comparée Abate-chlorphoxim . Concentration 0,025 ppm

Dérive dans les témoins.

Tableau 3

TAXONS	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	TOTAUX
Faetidae	6	1	4	2	6	1	1	2	1	1	2	1	41	9	3	81
Caenidae		1		1	2	1		1	1		1	1	1			10
Tricorytridae		1														1
Cheumatopsyche sp.	3		2	3		6	4	6	2	2	1	1	64	8		102
Macronema sp.													2			2
Orthotrichia sp.			1		3	1		2			1	1		6	2	17
Sericostomatidae T19		1											4			5
Chironomini		4	1			2	1		2						1	11
Orthoclaadiinae					1				1	1	5	3	2	4		17
Tanypodinae											1					1
Rhagionidae									1			1				2
<u>S. damnosum</u>	1	1		2		1		3			1	1				10
Elmidae													4		1	5
Agrionidae		1				2			2							5
Pyralidae													1			1
TOTAUX	10	10	7	9	12	14	6	14	10	4	12	9	119	27	7	270
TAUX DE DERIVE	1,18	1,18	0,83	1,06	1,42	0,83	0,36	0,83	0,59	0,24	0,71	0,53	0,54	1,60	0,41	

Concentration 0,025 ppm et 100 ppm.

Tableau 4

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	185	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
Heptageneidae	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
Orthotrichia sp.	84	31	214	183	298	28,2	14,5
Sericostomatidae T19	3	0	3	3	6	50,0	0
Sericostomatidae T22	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
Orthoclaudiinae	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 5

MARAQUE : Expérimentation chlorphoxim - Concentration 0,025

TAXONS	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Aspilidae	471	1207	198	87	23	21	6	8	8	2	3	35	8	8	12	
Caenidae	3		7	19	5	8						1				2
Tricorythidae											2	5				
Cheumatopsyche sp.	21	28	39	22	5	4	2	3	1	2	3	12		1	3	
Macronema sp.		5	20	14	3							1	1			
Orthotrichia sp.	21	1	3	2								1	4	1	1	
Philopotamidae	7	1														
Sericostomatidae T22												1				
Chironomini	2	1	2	4	3					5	1	5		3		
Tanytarsini					1							3				
Orthoclaadiinae	1	1	4	1	5	1		4	1	2		2	1	1		
Tanypodinae		1														
Ceratopogonidae																
S. damosum	16	14	6	11	3							3				
Rhagronidae		3	12	4	5		2	2	1	3	1	11		2	2	3
Agriionidae													1			
Libellulidae	1															
Elmidae																
Pyrulidae		5		4	2				1		1		1			
Neoperla spio		1	1													
Hydracarien																
Hydre			1													
Poisson																
Mollusques																
TOTAUX	544	1269	293	168	55	34	10	17	12	14	11	81	15	16	20	4
TAUX DE DERIVE	261,5	610,1	140,9	80,8	26,4	16,3	4,8	8,2	5,8	6,7	5,3	38,9	7,2	7,7	9,6	2,8

TAXONS	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	TOTAUX
Aspilidae	3	5	3	8	77	36	18	6	123	11	75	8	22	252
Caenidae		2	2		6	6	2		1	11	11		1	8
Tricorythidae				1										
Cheumatopsyche sp.	2	5		3	6	10	10	1	11	12	24		9	230
Macronema sp.	1	1	1		6	4			1	2	38	1	6	108
Orthotrichia sp.	1	1		1	4	6	1		6	2	9		1	67
Philopotamidae				1									1	10
Sericostomatidae T22					1							1	1	3
Chironomini		3				3			8				1	41
Tanytarsini	1						3		1		5			15
Orthoclaadiinae	1			2	5	1	1		3	2				4
Tanypodinae											1			2
Ceratopogonidae	1													2
S. damosum	1				2	3	1	4			4			22
Rhagronidae	1	2		4	8	3	3	5		3	2	2	2	60
Agriionidae									3		5		4	11
Libellulidae												1	12	14
Elmidae														
Pyrulidae	1	1			3	4	1	2	4		6		1	27
Neoperla spio							1				1			2
Hydracarien														1
Hydre														
Poisson														1
Mollusques											1			1
TOTAUX	13	20	6	20	118	74	41	18	165	43	183	12	63	3379
TAUX DE DERIVE	6,3	9,6	2,9	3,2	18,9	5,9	3,3	1,4	13,2	3,4	1,8	1,0	5,0	

MARAOUÉ

- Action du Chlorphoxim - Schéma général de toxicité.

Concentration 0,025 ppm et 100 ppm.

Tableau 6

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	2527	164	242	78	2769	91,26	67,8
Caenidae	87	459	644	185	731	11,9	71,3
Tricorythidae	9	4	18	14	27	64,3	22,2
Ephéméridae	0	0	-	3	3	0	0
Heptageneidae	0	9	15	6	15	0	60,0
Leptophlebiidae	0	11	85	74	85	0	12,9
Cheumatopsyche	239	258	1461	1203	1700	14,1	17,7
Macronema	108	40	99	59	207	52,2	40,4
Orthotrichia	67	14	215	201	282	23,8	6,5
Philopotamidae	10	1	1	0	11	90,9	100,0
Sericostomatidae T19	0	4	13	9	13	0	30,8
Sericostomatidae T22	4	0	17	17	21	19,0	0
Chironomini	41	14	71	57	112	36,6	19,7
Tanytarsini	15	19	85	66	100	15,0	22,4
Tanypodinae	2	60	109	49	111	1,8	55,0
Orthocladiinae	44	78	592	514	636	6,9	13,2
Rhagionidae	86	11	57	46	143	60,1	19,3
Simuliidae	0	2	6	4	6	0	33,3
S. damosum	66	0	1	1	67	98,5	0
Ceratopogonidae	1	0	1	1	2	50,0	0
Plécoptères	4	5	17	12	21	19,0	29,4
Elmidae	1	5	553	548	554	0,2	0,9
Lépidoptères	37	1	46	45	83	44,6	2,2
Agrionidae	13	0	0	0	13	100,0	0
Libellulidae	14	104	122	18	136	10,3	85,2
Hydracariens	1	2	6	4	7	14,3	33,3
Hydre	1	0	0	0	1	100,0	0
Poissons (Tilapia)	1	0	1	1	2	50,0	0
Sangsue	0	0	1	1	1	0	0
Mollusques	1	0	3	3	4	25,0	0
TOTAUX	3379	1265	4484	3219	7863	43 %	28,2 %

Tableau 7

MARAQUE : Toxicité comparée Abate-Chlorphoxim - Action de 100 ppm après action de 0,025

TAXONS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	TOTAL	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	TOTAL
Paetidae	133	17	2	3		5		4		164	867	99	111	59	43	21	31	22	11	1264
Caenidae	12	175	83	52	27	45	48	13	4	459	4	1		2	1	2	3			13
Tricorythidae	1				1	1	1			4		1	1							3
Heterogoneidae	1		5					1	2	9										
Leptoblebiidae	4	3	1				3			11										
Cheumatopsyche sp.	79	80	21	6	10	23	22	8	9	258	322	161	180	123	114	96	184	173	121	1474
Macronema sp.	16	14	6			1	3			40	43	2	6	6	14	6	6	11	3	97
Orthotrichia sp.	2	7		2			1	1	1	14	22	1	2	1	2	1	2			31
Sericostomatidae	1					3				4										
Philopotamidae	1									1	18	1				1			1	21
Chironomini	7	5		2						14										
Orthocleidiinae	42	10	6		1	5	8	3	3	78	45	48	85	46	48	17	24	13	9	335
Tanyptodinae	4	11	4	6	8	10	7	4	6	60				1	1	20	29	16	10	77
Tanytarsini	6	10				3				19										
Rhagionidae	2	3	2		1	1	2			11				1	1		4		2	8
Simuliidae	1							1		2	19	2	6	15	18	24	17	23	3	127
Elmidae			1				1	2	1	5	7						2	1		10
Euryelidae			1							1	3			1						4
Mibellulidae	41	21	15	1	1	14	10	1		104	67	15	6	8	3	8		5	2	114
Agrionidae														1					1	1
Neoperla spio	2		1		2					5									1	1
Hydrocotilens	2									2	2			1						3
Ancyridae										-	1									1
Retracien										-	1			1						2
TOTAUX	357	356	148	72	51	111	106	38	26	1255	1421	331	397	266	246	196	303	265	153	3588
DANS DU DERIVE	171,6	171,2	71,2	34,6	24,5	53,4	51,0	18,3	2,1		449,7	104,7	125,6	84,2	77,8	62,0	95,9	83,9	8,6	

Expérimentation comparée concernant la toxicité sur
la faune non cible de l'Abate 200 et du chlorphoxim.

Concentration 0,05 ppm.
Références des échantillons
et
temps de dérive correspondants.

Tableau 8

Abate	Chlorphoxim	Temps	Témoin	Temps
A 0	C 0	10 mn	T 1	30 mn
A 1	C 1	"	T 2	30 mn
A 2	C 2	"	T 3	30 mn
A 3	C 3	"	T 4	30 mn
A 4	C 4	"	T 5	30 mn
A 5	C 5	"	T 6	30 mn
A 6	C 6	"	T 7	30 mn
A 7	C 7	"	T 8	30 mn
A 8	C 8	"	T 9	60 mn
A 9	C 9	"	T 10	60 mn
A 10	C 10	"	T 11	60 mn
A 11	C 11	"	T 12	60 mn
A 12	C 12	"	T 13	60 mn
A 13	C 13	"	T 14	13 h.
A 14	C 14	"	T 15	60 mn
A 15	C 15	"	T 16	60 mn
A 16	C 16	"		
A 17	C 17	"		
A 18	C 18	10 mn		
A 19	C 19	30 mn		
A 20	C 20	30 mn		
A 21	C 21	60 mn		
A 22	C 22	60 mn		
A 23	C 23	60 mn		
A 24	C 24	60 mn		
A 25	C 25	60 mn		
A 26	C 26	13 h.		
A 27	C 27	60 mn		
A 28	C 28	60 mn		

Tableau 9

MARAOUÉ : Expérimentation Abate - Concentration 0,05.

TAXONS	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16
Baetidae	1	975	174	52	62	48	19	9	11	6	14	5	10	11	5		
Caenidae					1					1							
Tricorythidae						1								1			
Leptophlebiidae	3								1								
Epheméridae																	
Orthotrichia sp.																	
Cheumatopsyche sp.	2	3	1	3	2	15	17	17	7	2	19	8	3	8	8	2	
Macronema sp.	3	6	3	1	2	7	8	1	5	3		7	1	3			
Pipseudopsis sp.																	
Sericostomatidae T19																	
Calamoceratidae							1										
Philopotamidae																	
Sericostomatidae T22																	
Chironomini			1		4	6	4		2			1		3	5		
Tanytarsini																	
Orthocladiinae										2	7	5	2		2		
Tanyptodinae				1			1	1	6	3	4	5	3	2	4		
Rhazionidae																	
Simulium drossum		1			1	1		2							1		
Agriionidae																	
Libellulidae										1							
Pyrilidae																	
Elmidae																	
Neoperla spio																	
Pelicerons		1															
Hydrocaricns																	
Ancyridae																	
TOTAUX	9	986	179	57	72	78	50	30	32	17	45	31	19	28	25	5	15
TAUX DE DERIVE	2,6	312	55,1	16	22,8	24,7	15,8	9,5	10,1	5,4	14,2	9,8	6	8,9	7,9	1,5	4,8

TAXONS	A 17	A 18	A 19	A 20	A 21	A 22	A 23	A 24	A 25	A 26	A 27	A 28	TOTAUX
Baetidae	11	13	19	28	30	32	21	51	30	183	20	36	1881
Caenidae	1					2		1	1	32	8	12	59
Tricorythidae													2
Leptophlebiidae				1						5			10
Epheméridae											2	1	3
Orthotrichia sp.					1	1		10	9	54	11	9	95
Cheumatopsyche sp.	13	8	23	10	20	31	9	21	12	39	14	12	334
Macronema sp.	4	1		1	4	12	8	4	3	81	4	5	172
Pipseudopsis sp.													3
Sericostomatidae T19										2			1
Calamoceratidae													1
Philopotamidae					1				1	1	1		4
Sericostomatidae T22									2	17			20
Chironomini	10	2	3	3	7	9	6	13	2	23	5		110
Tanytarsini			5	2		1	7	1					16
Orthocladiinae	2	1	4			4	10	3	11		2	2	60
Tanyptodinae	1	1	1		2	1	1	1					40
Rhazionidae							2						2
Simulium drossum								2		7			15
Agriionidae			1				2	6	6	91	1	11	118
Libellulidae													1
Pyrilidae													1
Elmidae						1	1			12	1	1	16
Neoperla spio		1								1			2
Pelicerons						1							2
Hydrocaricns		1									1		2
Ancyridae										1			1
TOTAUX	42	29	56	45	68	93	67	114	84	544	68	88	2976
TAUX DE DERIVE	13,3	9,2	3,0	4,7	3,6	4,9	3,5	6,0	4,4	3,6	3,6	4,6	

MARAOUÉ - Action de l'Abate - Schéma général de toxicité
Concentration 0,5 ppm.

Tableau 10

TAXONS	Faune dérivée 0,05ppm	Faune résiduelle non dérivée.	Faune totale expérimentée	% de morta- lité
Baetidae	1881	1008	2889	65,1
Caenidae	59	1022	1081	5,5
Tricorythidae	2	0	2	100
Leptophlebiidae	10	50	60	16,7
Epheméridae	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
Sericostematidae 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	11,0
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 11

MARAOUE : Expérimentation Chlorphoxim - Concentration 0,05.

TAXONS	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Baetidae	358	489	121	17	17	13	19	20	9	8	7	8	5	1	2	1	1
Caenidae	5	24	265	78	45	45	49			2	6	11	3	1			
Tricorythidae									1								
Leptophlebiidae		1						1	1								
Orthotrichia sp.	5		2				3										
Cheumatopsyche sp.	24	43	60	24	16	20	18	7	4	6	5	9	5	4	3		
Macronema sp.		3	4	7	1		2		1	2	1	2	1	1			
Sericotomatidae T19												1	1				
Calamoceratidae T19																	
Philopotamidae T16																	
Chironomini		13	17	8	9	21	16	2	1	4	2		3	1	5		
Tanytarsini				8	8	8	14	6	2	1	3	3	3				
Orthocladiinae	15	15	25	8	7	7	3	5	3	3	2	1	2		1	1	
Tanypodinae				1	1		1		1			4					
Rhagionidae			16	5	11	9	4	1	1	2	1	4	3		1		
S. damnosum	11	5	4	6	5		1	1	1	1	2	1			1		
Agriionidae																	
Libellulidae																	
Pyrilidae	2	1	3	3	2	1			1		1						
Elmidae																	
Neoperla spio		2	3	1	2	1	1										
Polissons	1												1				
Hydracariens													1				
Oligochètes													1				
TOTAUX	421	602	543	152	117	125	122	43	26	29	30	46	26	8	13	12	
TAUX DE DERIVE	202,4	289,4	261,7	77,9	56,3	60,1	58,7	20,7	12,5	13,9	14,4	22,1	12,5	3,8	6,2	5,9	

TAXONS	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	TOTAUX
Baetidae	5		2	16	7	7	19	15	9	48	11	6	1240
Caenidae		2	4	3	6	5	3	7	5		5		582
Tricorythidae													1
Leptophlebiidae													5
Orthotrichia sp.			2	4		2	3	1		1	1		24
Cheumatopsyche sp.	1	3	7	12	12	8	25	8	1	49	8	4	397
Macronema sp.	2		2	2	3	1			1	17	1	4	55
Sericotomatidae T19													2
Calamoceratidae T19						1							1
Philopotamidae T16			1				1						2
Chironomini	2		6		6		2	4		5			126
Tanytarsini				8		2	11	6	2				84
Orthocladiinae	1		7	17	1	12	8	6	5		1		156
Tanypodinae		2			1			1		2			12
Rhagionidae	1	2	6	8	6	5	3	11	3	3	1	3	118
S. damnosum	1		3	4	1				1	5			61
Agriionidae									1	2			3
Libellulidae							1	1	1				3
Pyrilidae			2	3	1		3	4	3	1	2		36
Elmidae										3			3
Neoperla spio													11
Polissons				1									2
Hydracariens													1
Oligochètes													1
TOTAUX	13	9	42	78	44	44	85	64	31	137	30	17	2929
TAUX DE DERIVE	6,2	4,3	6,6	12,3	3,5	3,5	6,8	5,1	2,5	1,4	2,4	1,4	

MARAOUE - Action du Chlorphoxim - Schéma général de toxicité
 Concentration 0,5 ppm.

Tableau 12

TAXONS	Faune dérivée	Faune résiduelle non tuée	Faune totale expérimentée	% tué
Baetidae	1240	775	2015	61,5
Caenidae	582	997	1579	36,9
Tricorythidae	1	0	1	100
Leptophlebiidae	5	11	16	31,3
Heptageneidae	0	1	1	0
Cheumatopsyche sp.	397	1244	1641	24,2
Macronema sp.	55	61	116	47,2
Orthotrichia sp.	24	76	100	24,0
Philopotamidae	2	6	8	25,0
Sericostomatidae T19	2	1	3	66,7
Sericostomatidae T22	0	1	1	0
Calamoceratidae	1	0	1	100
Chironomini	126	627	753	16,7
Tanytarsini	84	28	112	75,0
Orthoclaudiinae	158	381	539	29,3
Tanypodinae	14	19	33	42,4
Rhagionidae	118	13	131	90,1
Simuliidae	0	18	18	0
S. damnosum	61	14	75	75,0
Agrionidae	3	4	7	42,9
Libellulidae	3	1	4	75,0
Pyralidae	35	63	98	35,7
Elmidae	3	4	7	42,9
Neoperla spio	11	38	49	22,4
Poissons	2	0	2	100
Hydracariens	1	2	3	33,3
Oligochètes	1	0	0	100
Ancylidae	0	2	2	0
TOTAUX	2929	4387	7316	40,03 %

MARAOUÉ - Expérimentation comparée Abate chlorphoxim - Concentration 0,05 ppm
Dérive dans les témoins.

Tableau 13

TAXONS	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	TOTAUX
Baetidae		1	2					1	2		1	2	1	74	3	10	97
Caenidae				2										12			14
Leptophlebiidae				1									1	1			3
Cheumatopsyche sp.				1	2	2	1	1	2	2	1	2		90		1	105
Macronema sp.								1						3			4
Orthotrichia sp.														42	2		44
Sericostomatidae T22														2			2
Chironomini		1						1	1			2			1	2	8
Orthoclaudiinae		1				1				2	1	10	7	11		1	34
Tanypodinae				2													2
Rhagionidae														2			2
S. damnosum														1			1
Pyralidae	1									1				2			4
Agrionidae	1	1		1				3	1			8	2				17
Elmidae								1						11		1	14
Neoperla spio												1					1
Hydracariens														4			4
TOTAUX	2	4	2	7	2	3	1	8	6	5	3	26	11	256	6	15	356
TAUX DE DERIVE	0,24	0,47	0,24	0,83	0,24	0,35	0,12	0,95	0,35	0,3	0,18	1,54	0,65	1,16	0,35	0,89	

Expérimentation comparée concernant la toxicité sur
la faune non cible de l'Abate 200 et du chlorphoxim.

Concentration 0,1 ppm.
Références des échantillons
et
temps de dérive correspondants.

Tableau 14

Abate	Chlorphoxim	Temps	Témoin	Temps
A 1	C 1	10 mn	T 1	10 mn
A 2	C 2	"		
A 3	C 3	"	T 2	45 mn
A 4	C 4	"		
A 5	C 5	"	T 3	60 mn
A 6	C 6	"		
A 7	C 7	"	T 4	10 mn
A 8	C 8	"		
A 9	C 9	"	T 5	60 mn
A 10	C 10	"		
A 11	C 11	"	T 6	10 mn
A 12	C 12	"		
A 13	C 13	"	T 7	50 mn
A 14	C 14	"		
A 15	C 15	"	T 8	10 mn
A 16	C 16	"		
A 17	C 17	"	T 9	55 mn
A 18	C 18	10 mn		
A 19	C 19	30 mn	T 10	10 mn
A 20	C 20	30 mn		
A 21	C 21	30 mn	T 11	110 mn
A 22	C 22	30 mn		
A 23	C 23	60 mn	T 12	10 mn
A 24	C 24	60 mn		
A 25	C 25	60 mn	T 13	110 mn
A 26	C 26	60 mn		
A 27	C 27	60 mn	T 14	10 mn
A 28	C 28	11 h.		
A 29	C 29	60 mn	T 15	110 mn
A 30	C 30	60 mn		
A 31	C 31	60 mn	T 16	10 mn
			T 17	11 h.
			T 18	60 mn
			T 19	10 mn
			T 20	120 mn

Tableau 15

NIAKARAMANDOUGOU : Expérimentation Abata - Concentration 0,1 ppm

TAXONS	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16
Baetidae		1	3	1	1	1					2	1					
Coenidae											2						
Tricorythidae												3			1		
Oligoneuridae																	
Rheumatopsyche sp.											1	1			1		
Macronema sp.																	
Orthotrichia sp.																	
Phlebotomidae			2	1		1			1			1					
Chironomini																	
Tanyptodinae																	
Orthocladiinae																	
Rhagronidae																	
Elmidae									1								
Hydracariens																	
Nématodes																	
TOTAUX		1	5	2	1	2	0	0	2	0	5	6	0	0	0	10	1
Taux de Dérive		0,4	1,8	0,7	0,4	0,7	0	0	0,7	0	1,8	2,1	0	2,8	0	3,3	0,5

TAXONS	A 17	A 18	A 19	A 20	A 21	A 22	A 23	A 24	A 25	A 26	A 27	A 28	A 29	A 30	A 31	TOTAUX
Baetidae	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	3	9	9	11	6	56
Coenidae	1	1				2	1	2	2	1		17	13	2	2	47
Tricorythidae	1					1	1		2	6	17	24	6	10	1	77
Oligoneuridae							1								1	2
Rheumatopsyche sp.	8	4	3	11	9	7	8	9	7	2	6	21	9	1	2	128
Macronema sp.				1		1	2	1		1	1	3	1			11
Orthotrichia sp.	1		1	1							1	1		1		7
Phlebotomidae			1	2	1	1	1			2	2	12	4	1		34
Chironomini				1		1					1	3	2	9		17
Tanyptodinae				1												3
Orthocladiinae				1	1	1		2	16	50	7	19	10		3	112
Rhagronidae							1					1				2
Elmidae												1	1			2
Hydracariens									1		4	6	2	5		18
Nématodes						1						1	1			2
TOTAUX	12	6	6	20	12	14	17	15	31	63	42	118	58	40	15	538
Taux de Dérive	4,2	2,1	0,7	2,4	1,4	1,6	1,0	0,9	1,8	3,7	2,5	0,5	3,4	2,4	0,9	10,5

Concentration P, 1 ppm et 100 ppm.

Tableau 16

TAXONS	Faune totale dérivée		Faune résiduelle non tuée		Faune totale expérimentée	% tué	
	0,1 ppm	100 ppm	Avant 100ppm	Après 100ppm		0,1 ppm	100ppm
Trichorythidae	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
Oligoneuridae	2	0	2	2	4	50,0	0
Epheneridae	0	0	1	1	1	0	0
Heptageniidae	0	0	2	2	2	0	0
Cheumatopsyche sp.	124	183	448	265	572	21,7	40,8
macronema sp.	11	6	16	10	27	40,7	37,5
T14 Orthotrichia sp.	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
Orthoclaudiinae	112	17	470	453	585	19,2	3,6
Tanyptodinae	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	11,0	11,4

Tableau 17

NIARAMANDOU : Expérimentation Chlorphoxim - Concentration 0,1 ppm

TAXONS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Tricorythidae	5	9	7	26	37	46	50	38	71	77	47	65	49	46	57	26
Naetidae	10	291	257	228	82	51	14	8	21	2	3	3	2	6	4	
Caenidae		2	1	1	5	7	8	3	10	4	2	25		1	6	
Leptophlebiidae																
Oligoneuridae				1	1	2	1	1		1						
Heptageniidae																
Phlebotomidae	46	86	4	3	5	2	3	2				1		1	1	1
Cheumatopsyche sp.	2	37	34	19	9	8	10		2	5	3	4	3	1		
Macronema sp.		1						1	1							
Orthotrichia sp.	1	3						1								
Orthocladinae							1		1				1	2	1	
Pantocorini		1	2		4	8	5	2	1				1	1		2
Hydroptilidae					1				1							
Simuliidae			1													
Blattellidae																
Hémaptéres																
Psocoptères																
Lépidoptères						1	1	1								1
Hydracariens											2	1	1			
Oligochètes																
Hydres																
Poissons																
Pinnipèdes																
TOTAUX	64	430	306	278	144	125	90	58	110	89	57	99	57	58	69	46
TAUX DE DÉTECTIVE	24,5	164,8	117,2	103,5	55,2	47,9	34,5	22,2	42,1	34,1	21,8	37,9	21,8	22,2	26,4	1,6

TAXONS	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	TOTAUX
Tricorythidae	50	46	131	27	77	-	92	45	22	20	48	34	6	2	1	1,7
Naetidae			5	4	-	-	3				2	16	1		1	10,6
Caenidae	5	4	11	8	-	-	9				1	36			2	1,9
Leptophlebiidae											1	4				
Oligoneuridae				1												
Heptageniidae																
Phlebotomidae			4	3	2	-	7		3	3		14	2	1	5	1,6
Cheumatopsyche sp.	5		9		2	-	5	3	1	1	2	5	1			1,7
Macronema sp.												2				0,3
Orthotrichia sp.																0,3
Orthocladinae		1	3	2		-	4		6	4		22			1	0,8
Pantocorini													1			0,2
Hydroptilidae					1	-	3	2	1	2	2	6	2			0,2
Simuliidae																0,1
Blattellidae										1	1	1				0,4
Hémaptéres																0,2
Psocoptères																0,2
Lépidoptères																0,2
Hydracariens			2									6		1	1	0,1
Oligochètes															3	0,1
Hydres			1										1			0,2
Poissons													1			0,1
Pinnipèdes																0,1
TOTAUX	60	51	169	105	82	-	123	50	33	31	59	150	14	4	14	300,6
TAUX DE DÉTECTIVE	23,0	19,5	21,6	13,4	10,5	-	14,8	3,2	2,1	2,0	3,8	1,0	0,9	0,3	0,9	1,0

Tableau 18

TAXONS	Faune dérivée		Faune résiduelle non tuée		Faune totale expérimentée	% de mortalité	
	0,1 ppm	100 ppm	Avant 100ppm	Après 100ppm		0,1 ppm	100 ppm
Tricorythidae	1317	689	1006	317	2323	56,7	68,5
Caenidae	151	225	256	31	407	37,1	87,9
Heptageneidae	7	1	2	1	9	77,8	50,0
Baetidae	1014	94	120	26	1134	89,4	78,3
Leptophlebiidae	5	2	2	-	7	71,4	100,0
Oligoneuridae	1	-	-	-	1	100,0	-
Cheumatopsyche sp.	171	24	150	126	321	53,3	16,0
Macronema sp.	5	-	5	5	10	50,0	0,0
Orthotrichia sp.	5	-	4	4	9	55,6	0,0
Sericostomatidae T16	199	17	94	77	293	67,9	18,1
Chironomini	0	3	7	4	7	0,0	42,9
Tanytarsini	28	4	4	-	32	87,5	100,0
Orthoclaadiinae	49	36	475	439	524	9,4	7,6
Tanypodinae	-	20	43	23	43	0,0	46,5
Rhagionidae	21	-	2	2	23	91,3	0,0
Simulidae	1	-	-	-	1	100,0	-
Elmidae	4	-	3	3	7	57,1	0,0
Hémiptères	2	-	-	-	2	100,0	-
Odonates	2	-	-	-	2	100,0	-
Pyralidae	4	1	6	5	10	40,0	16,7
Hydracariens	14	3	3	-	17	82,4	100,0
Hydrophilidae	-	-	1	1	1	0,0	0,0
Neoperla spio	-	1	1	1	2	0,0	50,0
Planipenne	1	-	-	-	1	100,0	-
Oligochètes	5	4	6	2	11	45,5	66,7
Hydres	2	-	-	-	2	100,0	-
Poisson	1	-	-	-	1	100,0	-
TOTAUX	3009	1124	2190	1067	5200	57,8	51,3

NI AKARAMANDOUGOI

Expérimentation comparée Abate-chlorphoxim. Concentration 0,1 ppm

Dérive dans les témoins.

Tableau 19

TAXONS	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	TOTAUX
Baetidae	1	2	1						1	1	6				1		3			1	17
Tricorythidae				6	1	2	1			2	1		1	1			76	2	1	6	100
Choumatopsyche	1	3	4		4	1	6		3		3		3			1	19	3	1	4	56
Macronema				1	1	1	2	1	2		4		6	1							19
Orthotrichia															2	1					3
Sericostomatidae T16																	4	1			5
Orthocladinae		1	1		1	1			3		2		2		2						13
Chironomini		2													1		2	2			7
Elmidae																	1				1
Hydracariens							1					1					5				7
Nématodes									1											1	2
TOTAUX	2	8	6	7	7	5	10	1	10	3	16	1	12	2	6	2	110	8	2	12	230
TAUX DE DERIVE	0,71	0,63	0,35	2,48	0,41	1,77	0,71	0,35	0,64	1,06	0,52	0,35	0,39	0,71	2,12	0,71	0,59	0,47	0,71	0,36	

NI AKARAMAN DOUGOU

Expérimentation comparée chlorphoxim - Abate
 Concentration 100 ppm après 0,1 ppm.

Tableau 20

TAXONS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	TOTAL	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	TOTAL
Baetidae	29	41	3	15	2	4		94	61	44	12	1	2	2	14	136
Caenidae	5	64	71	53	16	7	9	225	1	1						2
Tricorythidae	7	132	121	115	92	78	144	689		3					17	20
Heptageneidae							1	1								
Leptophlebiidae		2						2								
Cheumatopsyche sp.	1	9	5	2	2	5		24	10	18	21	6	16	10	10	183
Macronema sp.															6	6
Philopotamidae	7	4		1	1	1	3	17	18	18	8	6	11	3	60	124
Chironomini		1	2					3								
Tanytarsini	2	2						4		2						2
Orthoclaudiinae	1	8	5	9	2	6	5	36	3	8	1	1	1		3	17
Tanypodinae	1	2	2	5	4	4	2	20			1					1
Rhagionidae												1				1
Plécoptères							1	1								
Pyralidae				1				1								
Oligochètes	2	1				1		4								
Hydracariens				2		1		3								
Nématodes									1							1
TOTAUX	55	266	209	203	119	107	165	1124	94	94	44	15	30	15	201	493
TAUX DE DERIVE	21,07	101,92	80,08	77,77	45,59	41,00	20,52		36,01	36,01	16,9	5,7	11,5	5,7	12,8	

Tableau 21 - N'ZI : Expérimentation Abate.

DATES	DERIVE			SURBER			SUBSTRATS			BENNE		
	D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
3-4/XII/75	0,18	3,35	0,79	3048,6	284,4	977,8	114,3	2461,9	1142,8	3421,9	1788,7	6077,2
8-9/XII/75	0,27	0,74	1,76	10621,2	311,1	1066,6	1800,0	114,3	323,8	1564,3	4029,2	12514,3
16-17/XII/75	0,32	38,47	4,78	7592,2	3155,2	3590,8	1009,5	447,6	1780,9	10354,5	5436,5	4262,2
21-22/XII/75	0,27	0,46	2,56	6228,3	1422,1	5279,5	466,7	238,1	275,5	24930,8	1644,3	7083,7
29-30/XII/75	0,87	29,96	3,70	9394,6	11643,3	4008,5	1276,2	5535,8	466,7	8568,0	2266,4	6177,2
6-7/I/76	0,65	21,04	3,92	25899,6	2888,6	6363,8	1266,7	95,2	617,2	23019,9	11465,5	7021,5
13-14/I/76	0,18	86,13	0,72	25330,8	17553,8	1884,3	704,8	380,9	95,2	14220,8	7854,8	1111,0
20-21/I/76	110,08	111,68	3,82	8088,1	43195,6	5963,8	2457,2	952,4	784,2	13776,4	6710,4	5599,4
27-28/I/76	0,12	0,20	3,56	43995,6	36049,7	5350,6	5809,6	8952,6	1466,7	7768,1	15678,4	30397,0
3-4/II/76	1,16	30,34	0,41	15607,3	5199,5	21331,2	5443,0	2950,8	1619,1	29143,8	5999,4	34129,9
Moyenne	0,41	32,29	2,60	15580,6	12170,3	5581,7	2034,8	2213,0	857,2	13676,9	6287,4	11437,3
2/XII/76	0,41	0,87	0,62	2725,2	476,3	1024,8	373,2	1721,6	926,3	3021,2	2426,3	4172,2

Tableau 22 - Maraoué : Expérimentation Chlorphoxim.

DATES	DERIVE			SURBER			SUBSTRATS			BENNE		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
3-4/XII/75	0,47	101,69	0,87	27463,9	28797,1	19029,2	1314,3	695,2	371,4	1644,3	6372,7	3368,6
8-9/XII/75	0,83	310,40	1,76	14354,1	11154,4	15020,7	1666,7	276,2	1428,6	25597,4	7332,6	20904,6
16-17/XII/75	0,37	99,2	0,53	3235,2	15998,4	35196,5	3095,3	1266,7	619,1	8221,4	3511,1	7332,6
22-23/XII/75	0,89	626,34	3,56	23357,7	17642,5	49595,1	2424,8	1257,2	200,0	6088,3	2453,1	21011,2
29-30/XII/75	0,60	684,20	1,90	29223,7	23464,3	73059,4	857,2	2428,6	600,0	3564,1	55727,8	9190,2
6-7/I/76	1,41	3,45	0,67	27463,9	21908,9	38449,5	4523,9	1638,1	1809,6	28797,1	2888,6	9110,2
13-14/I/76	1,32	7,77	1,20	27952,8	50178,3	29597,0	2495,3	3095,3	666,7	27197,3	25864,1	9510,2
20-21/I/76	0,61	1,17	0,67	24132,9	33496,2	23553,2	1361,9	1657,2	514,3	16576,1	18975,9	10576,7
27-28/I/76	2,97	1,23	8,73	72526,1	41418,1	44048,9	2904,8	5114,3	1971,5	13020,4	3199,7	40529,3
2-3/II/76	0,81	1,96	1,83	58127,5	40217,8	15198,2	2533,4	3162,0	1819,1	36974,1	20975,7	14931,8
Moyenne	1,03	183,7	2,17	30783,8	28422,6	34274,6	2317,8	2059,1	1000,0	16768,1	14730,1	14646,5
2/XII/76	0,74	0,81	1,02	24173,6	29391,4	21422,0	1425,1	1271,3	994,7	2318,6	4721,7	2991,4