Document generated on 07/06/2025 2:47 p.m.

Revue des sciences de l'eau
Journal of Water Science

Homologie d'évolution de peuplements benthiques soumis aux épandages d'insecticides antisimulidiens
Homology of evolution of the benthic communities subject to antiblackfly insecticide spraying

J. M. Elouard, L. Yameogo and M. Simier

Volume 4, Number 4, 1991

URI: https://id.erudit.org/iderudit/705110ar
DOI: https://doi.org/10.7202/705110ar

See table of contents

Publisher(s)

Université du Québec - INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)

ISSN

0992-7158 (print)
1718-8598 (digital)

Explore this journal

Cite this article

Elouard, J. M., Yameogo, L. & Simier, M. (1991). Homologie d'évolution de peuplements benthiques soumis aux épandages d'insecticides antisimulidiens. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, *4*(4), 453–462. https://doi.org/10.7202/705110ar

Article abstract

The weekly utilization of insecticides sprayed by the Onchocerciasis Control Programme to control *Simulium damnosum* larvae modifies the abundance of the non target benthic populations. These insecticides (B.t., Abate and chlorphoxim) have neither the same toxicity nor the same selectivity for the principal taxa. In consequence, the long-term variations of the abundance of the populations are neither of the same importance nor of the same sign (some of them remain the same or decrease white others increase), according to the product and the taxa. In long term, these variations being mainly the consequence of direct toxicity but also take into account the duration of the life cycles as well as spatial and trophic competitions.

Iin this study, only the saxicolous fauna is taken into account. If has been collected on rocks with the Surber sampler during the low water period (December to March).

Among the ten Savannah rivers treated with antiblackfly insecticides, only few are the object of a non-target fauna monitoring. The abject of this work is to land out if it is possible to generalize to all the rivers, the variations in population abundance observed for an insecticide on a control station.

In the reference station, the variation of population abundance for each of the insecticides is calculated by means of the ratio R/P = log APTi/log AVT, where log APTi is the logarithm of the average for the period treated with the i insecticide, and where log AVT is the logarithm of the average before treatment. For each taxa as well as for the total fauna, Abate, chlorphoxim and B.t. ratio were defined.

The values of these ratio obtained for the Entomokro station on the Marahoué river in the Ivory Coast are then applied to the data collected before treatment on three rivers or stations (Amou-Oblo on the Amou river in Togo, Asubende on the Pru river in Toge and Danangoro on the Marahoué river in the Ivory coast). The calculated values are then compared to the values collected after treatment in the river monitoring programme.

In the reference station the ratio of the populations collected before and after treatment are sometimes greater, sometimes lower than unit (when the ratio is greater than unit, it means that there is an increase of the abundance of populations during the processing period).

The ratios are very close to the one for the B.t. which is the less toxic insecticide against the non target fauna, the greatest for the chlorphoxim which is the more toxic product and intermediate for Abate which has an intermediate toxicity. It appears that the more insecticides were estimated to be toxic in gutter tests, the more population abundance differ tram the reference ones.

For the total fauna, differences between the values calculated and observed were very low (r 0,98). For the taxa, the prediction of this model is excellent for Caenidae and Hydropsychidae, good for Baetidae, Chironomini, Tricorythidae and Orthocladiinae, but mediocre for Tanypodinae and Tanylarsini. The authors submit some hypotheses to explain the bad adequation of the model for these two taxa; hypotheses based on taxonomic problems and niche releasing.

Tous droits réservés © Revue des sciences de l'eau, 1991

This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/

érudit

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

https://www.erudit.org/en/

REVUE DES SCIENCES DE L'EAU, 4(1991) 453-462

Homologie d'évolution de peuplements benthiques soumis aux épandages d'insecticides antisimulidiens

Homology of evolution of the benthic communities subject to antiblackfly insecticide spraying

J.-M. ELOUARD[1], L. YAMEOGO[2], M. SIMIER[1]

Reçu le 23 juillet 1990, accepté pour publication le 17 mai 1991*.

RÉSUMÉ

L'utilisation hebdomadaire d'insecticides pour lutter contre les Simulies modifie l'abondance des populations benthiques. Les variations ne sont ni de la même ampleur ni du même signe, selon l'insecticide (Abate, chlorphoxime, B.t.) et les taxons.

Parmi les dizaines de rivières savanicoles traitées aux insecticides antisimulidiens, seules quelques unes font l'objet d'une surveillance de la faune non-cible. La problématique de ce travail est de savoir s'il est possible de généraliser à l'ensemble des rivières, les fluctuations d'abondance des populations observées sur une station de référence.

Sur la station de référence, l'évolution de l'abondance des populations pour les trois insecticides étudiés est mesurée à l'aide du rapport : R/P = log APTi/log AVT, où log APTi est le logarithme de l'effectif moyen pour la période de traitement à l'insecticide i et où log AVT est le logarithme de l'effectif moyen avant traitement. Pour chaque taxon ainsi que pour la faune totale on obtient donc un rapport Abate, un rapport chlorphoxime et un rapport B.t.

Les valeurs de ces rapports obtenus pour la station d'Entomokro, sont ensuite appliquées aux effectifs récoltés avant traitement sur trois autres stations. Les valeurs calculées sont comparées aux valeurs observées dans le cadre de la surveillance des rivières.

Pour la faune totale, l'écart entre les valeurs calculées et les valeurs observées est très faible, r = 0,98.

1. ORSTOM, 911, avenue d'Agropolis, 34032 Montpellier cedex, France.
2. OMS ONCHO, BP 549 Ouagadougou, Burkina Faso.

Communication présentée au 34e Congrès de l'Association Française de Limnologie, Metz-Nancy, 29-31 mai 1990.

* Les commentaires seront reçus jusqu'au 15 septembre 1992.

L'étude par taxon montre que la prédiction de ce modèle est excellente pour les Caenidae et les Hydropsychidae, bonne pour les Baetidae, les Chironomini, les Tricorythidae et les Orthocladiinae, médiocre pour les Tanypodinae et les Tanytarsini.

Mots clés : *insecticide, benthos, impact, modèle, onchocercose, Afrique de l'Ouest.*

SUMMARY

The weekly utilization of insecticides sprayed by the Onchocerciasis Control Programme to control *Simulium damnosum* larvae modifies the abundance of the non target benthic populations. These insecticides (B.t., Abate and chlorphoxim) have neither the same toxicity nor the same selectivity for the principal taxa. In consequence, the long-term variations of the abundance of the populations are neither of the same importance nor of the same sign (some of them remain the same or decrease while others increase), according to the product and the taxa. In long term, these variations being mainly the consequence of direct toxicity but also take into account the duration of the life cycles as well as spatial and trophic competitions.

In this study, only the saxicolous fauna is taken into account. It has been collected on rocks with the Surber sampler during the low water period (December to March).

Among the ten savannah rivers treated with antiblackfly insecticides, only few are the object of a non-target fauna monitoring. The object of this work is to find out if it is possible to generalize to all the rivers, the variations in population abundance observed for an insecticide on a control station.

In the reference station, the variation of population abundance for each of the insecticides is calculated by means of the ratio R/P = log APTi/log AVT, where log APTi is the logarithm of the average for the period treated with the i insecticide, and where log AVT is the logarithm of the average before treatment. For each taxa as well as for the total fauna, Abate, chlorphoxim and B.t. ratio were defined.

The values of these ratio obtained for the Entomokro station on the Marahoué river in the Ivory Coast are then applied to the data collected before treatment on three rivers or stations (Amou-Oblo on the Amou river in Togo, Asubende on the Pru river in Togo and Danangoro on the Marahoué river in the Ivory coast). The calculated values are then compared to the values collected after treatment in the river monitoring programme.

In the reference station the ratio of the populations collected before and after treatment are sometimes greater, sometimes lower than unit (when the ratio is greater than unit, it means that there is an increase of the abundance of populations during the processing period).

The ratios are very close to the one for the B.t. which is the less toxic insecticide against the non target fauna, the greatest for the chlorphoxim which is the more toxic product and intermediate for Abate which has an intermediate toxicity. It appears that the more insecticides were estimated to be toxic in gutter tests, the more population abundance differ from the reference ones.

For the total fauna, differences between the values calculated ans observed were very low (r = 0,98). For the taxa, the prediction of this model is excellent for Caenidae and Hydropsychidae, good for Baetidae, Chironomini, Tricorythidae and Orthocladiinae, but mediocre for Tanypodinae and

Tanytarsini. The authors submit some hypotheses to explain the bad adequation of the model for these two taxa ; hypotheses based on taxonomic problems and niche releasing.

Key-words : *insecticide, benthos, impact, model, onchocerciasis, West Africa.*

INTRODUCTION

Les études de toxicité permettent de mesurer, en laboratoire ou sur le terrain, la toxicité générale des insecticides envers les organismes aquatiques. Néanmoins, les modifications des abondances des populations ou de structure de peuplement qui apparaissent à long terme, ne sont pas directement déductibles de la sensibilité des organismes (CAIRNS, 1986). Les modifications de chaîne trophique, de compétition spatiale et de prédation se surajoutent à la mortalité due à l'emploi des pesticides. Le phénomène de mortalité compensatoire (PETERSEN et PETERSEN, 1988) joue également son rôle. Il réduit l'ampleur de l'impact *in situ* par rapport à celui mesuré en laboratoire alors que la répétition hebdomadaire des expositions, telle que celle opérée dans le Programme de Lutte contre l'Onchocercose (OCP), l'augmente. Dans ce contexte, les tests fournissent une indication de la toxicité générale des produits mais ne permettent pas de déduire les modifications risquant d'apparaître à long terme. Il en va de même pour les intoxications chroniques qui s'opèrent souvent à faibles doses, celles-ci ne se traduisant pas par des réactions directes, aiguës ou mortelles.

Les écosystèmes aquatiques des rivières savanicoles d'Afrique de l'Ouest sont relativement homogènes pour chaque grande zone biogéographique. Au niveau taxinomique de la famille et de la tribu, voire du genre, les peuplements sont identiques dans leur *composition.* Toutefois, l'ensemble des paramètres physico-chimiques varie d'une rivière à l'autre voire d'une station à l'autre ce qui fait que les *structures* sont différentes. Dans un tel contexte, un programme de surveillance se doit de mesurer l'impact des insecticides épandus par l'OCP, sur chaque rivière. Ceci n'est bien évidemment pas réalisable (« too much time, too much people, too much money » selon l'expression anglo-saxonne) ; seules quelques stations peuvent être suivies.

Or, l'étude des modifications structurales, engendrées à long terme dans les peuplements de faune saxicole par les insecticides employés par l'OCP, a permis de mettre en évidence une typologie caractéristique de chaque produit utilisé (Abate, chlorphoxime, B.t., carbosulfan et perméthrine) (ELOUARD, 1983 ; ELOUARD et JESTIN, 1982 ; FAIRHURST *et al.*, 1986 ; ELOUARD et FAIRHURST, 1990).

Toutefois, afin d'envisager une surveillance allégée, nous avons voulu savoir si les modifications quantitatives de l'abondance des populations, observées sur une station donnée, étaient extrapolables à l'ensemble des

rivières savanicoles. Une telle hypothèse semblait réaliste, car il a été mis en évidence que les structures de peuplements engendrées par les insecticides évoluent de façon semblable, d'une station à l'autre et d'une rivière à l'autre (ELOUARD et SIMIER, 1990) alors que les peuplements d'origine différaient.

Si la similarité d'évolution des effectifs des populations se vérifiait, un modèle empirique pourrait être construit. Il s'agirait alors de mesurer les modifications engendrées par les insecticides sur une station de référence, puis d'appliquer les relations obtenues pour chaque insecticide, aux effectifs des taxons comptés sur d'autres rivières. Ce modèle empirique permettrait de prédire l'évolution de la faune sur un grand nombre de rivières traitées par le Programme ; la vérification de sa validité ne demanderait alors que quelques prélèvements de sondage.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans cette étude, seule la faune saxicole est prise en compte, à l'exclusion de la dérive, car de précédentes analyses effectuées sur des périodes de traitement au téméphos (ELOUARD, 1983), ou à d'autres insecticides (FAIRHURST *et al.*, 1986), il découle que les typologies qu'elle fournit sont les plus typées et mettent bien en évidence les modifications des structures cénotiques engendrées par les insecticides.

La récole de la faune saxicole a été réalisée mensuellement au moyen de cinq prélèvements à l'échantillonneur de Surber (20 x 20 cm^2) dans les zones de rapides ($0,8 < v < 1,4$ m s^{-1}) sur les rochers couverts de Podostemaceae. La période sélectionnée s'étend de la décrue à l'étiage, c'est-à-dire des mois de décembre à mars. En effet, l'utilisation du Surber n'est pas significative durant la période de montée des eaux (avril, mai) du fait de l'impossibilité de connaître la date d'immersion des rochers et par conséquent la durée de leur colonisation par les insectes lotiques. De plus, l'échantillonnage de la faune saxicole est impossible durant la saison des hautes eaux en raison de l'immersion profonde des substrats rocheux.

Les critères de sélection des stations ont été l'existence de données de références prétraitement conséquentes, suivies de périodes de traitement à l'un ou à plusieurs des insecticides employés par le Programme de Lutte contre l'Onchocercose, également conséquentes. Les stations de Danangoro et d'Entomokro sur la rivière Marahoué (Bassin du Bandama, Côte-d'Ivoire) ainsi que la station d'Amou-Oblo sur l'Amou (bassin du Mono, Togo) et la station d'Asubende sur la Pru (bassin des Volta), répondaient à ces critères. Les données disponibles pour certaines stations couvrent plus de 13 années de surveillance.

Le Programme de Lutte contre l'Onchocercose emploie de façon opérationnelle cinq insecticides qui sont le téméphos ou Abate® et le chlorphoxime (organophosphorés), le *Bacillus thuringiensis* (B.t., insecticide

biologique), le carbosulfan (carbamate) et la perméthrine (pyréthrinoïde). Pour des raisons de forte toxicité envers les organismes aquatiques, l'emploi des deux derniers est restreint à la période des hautes eaux.

Afin d'obtenir des typologies stables, peu marquées par les taxons rares ou sporadiquement abondants ou encore par trop saisonniers, nous n'avons retenu que les huit taxons : Baetidae, Caenidae, Tricorythidae, Hydropsychidae, Chironomini, Tanytarsini, Orthocladiinae et Tanypodinae. Les Simulies (*Simulium damnosum s.l.* et Simulies autres) ont été négligées car trop caractéristiques des périodes prétraitement.

RÉSULTATS

La station d'Entomokro sur la Marahoué a été retenue comme station de référence car nous disposions 1) de nombreuses données de référence ; 2) des données concernant des séquences importantes d'utilisation des trois insecticides épandus de décembre à mars.

L'évolution de l'abondance des populations pour les trois insecticides étudiés (Abate, chlorphoxime, B.t.) est mesurée à l'aide du rapport :

$$R/P = \frac{\log APTi}{\log AVT}$$

où log APTi est le logarithme de **l'effectif moyen pour la période de traitement** à l'insecticide i et où log AVT est le logarithme de **l'effectif moyen avant traitement.**

Pour chaque taxon, ainsi que pour la faune totale on obtient donc un rapport Abate (R/P ABA), un rapport chlorphoxime (R/P CHL) et un rapport B.t. (R/P B.t.) *(tableau 1).*

Les valeurs de ces rapports obtenus pour la station d'Entomokro sont ensuite appliquées aux effectifs récoltés avant traitement sur les stations de Danangoro (Marahoué), d'Amou-Oblo (Amou) et d'Asubende (Pru). Les valeurs obtenues (valeurs calculées = C) sont comparées aux données recueillies dans le cadre de la surveillance des rivières (valeurs observées = 0) *(tableau 1).*

Pour la faune totale, l'écart entre les valeurs calculées et les valeurs observées est très faible *(fig. 1)* ; le coefficient de corrélation entre les deux séries de valeurs étant r = 0,98.

L'étude par taxon montre que la prédiction de ce modèle est excellente pour les Caenidae et les Hydropsychidae, bonne pour toutes les valeurs sauf une en ce qui concerne les Baetidae, les Chironomini, les Tricorythidae et les Orthocladiinae. Elle est par contre médiocre pour les Tanypodinae et les Tanytarsini.

Tableau 1 Moyennes des valeurs mesurées (O) et valeurs estimées (C) pour chacun des insecticides utilisés, à partir des données d'Entomokro.

Table 1 *Means of measured (O) and estimated (C) population abundances for each insecticides.*

	BAE	CAE	TRI	PSY	CHI	TAT	OCL	TAP	Total
EK AVT	219,5	15,1	340,6	423,2	47,6	16	39,5	26,4	1127,9
EK ABA	47,4	36,5	5	771	479,4	673,6	291,9	38,3	2343,1
EK CHL	24,2	14	0,2	6	264,5	250,2	270,7	5,7	835,5
EK B.t.	311,7	40,2	8,4	660,9	93,1	5,7	25	9,4	1154,4
LOG AVT	2,34	1,18	2,53	2,63	1,68	1,2	1,6	1,42	3,05
LOG ABA	1,68	1,56	0,7	2,89	2,68	2,83	2,47	1,58	3,37
LOG CHL	1,38	1,15	−0,7	0,78	2,42	2,4	2,43	0,76	2,92
LOG B.t.	2,49	1,6	0,92	2,82	1,97	0,76	1,4	0,97	3,06
DAN AVT	398	8,7	17,3	476	13,4	20	51,4	17,1	1001,9
LOG DAN AVT	2,6	0,94	1,24	2,68	1,13	1,3	1,71	1,23	3
DAN ABA O	694,1	18	5,8	995	79,1	127,1	162,3	10,5	2091,9
DAN ABA C	72,6	17,6	2,2	877,4	63,2	1137,7	438,4	23,6	2055,9
DAN CHL O	44,7	4,2	0,3	72,8	557,5	30,7	395,6	15,2	1121
DAN CHL C	34,4	8,2	0,5	6,2	42,4	390,2	404,3	4,5	745,9
DAN BT O	397,7	16,4	1,5	700	80,7	8,1	53,2	12,6	1270,2
DAN BT C	587,5	19	2,8	749,8	21	6,6	31,5	7	1025
AMOU AVT	12,1	2,3	1,5	5,1	19,2	23,8	119,2	1,5	184,7
LOG AMOU AVT	1,08	0,36	0,18	0,71	1,28	1,38	2,08	0,18	2,27
AMOU BT O	16,4	0,9	3,2	24,4	17,2	6,5	139,3	30	237,9
AMOU BT C	14,2	3,1	1,2	5,8	32,1	7,3	65,8	1,3	187,9
PRU AVT	53,1	4,8	5,4	10,1	7,7	3,6	32,8	2,4	119,9
LOG PRU AVT	1,73	0,68	0,73	1	0,89	0,56	1,52	0,38	2,08
PRU BT O	14,2	0,45	16,9	34,2	13,2	0	38,4	3,72	121,1
PRU BT C	68,8	8,5	1,9	12	11	2,2	21,2	1,8	121,8

Abréviations :

Taxons :
BAE = Baetidae
CAE = Caenidae
TRI = Tricorythidae
PSY = Hydropsychidae
CHI = Chironomini
TAT = Tanytarsini
OCL = Orthocladiinae
TAP = Tanypodinae

Stations :
EK = Entomokro
DAN = Danangoro
AMOU = Amou-Oblo
PRU = PRU

Insecticides :
ABA = Abate ou téméphos
CHL = Chlorphoxime
B.t. = Bacillus thuringiensis

AVT = Avant traitement
(= Before treatment)
R/P = log APTi/log AVT

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les valeurs des rapports entre les effectifs dénombrés après et avant l'action d'un insecticide sont tantôt supérieures, tantôt inférieures à l'unité *(tableau 1)*. Lorsque ce rapport est supérieur à l'unité, cela signifie qu'il y a une augmentation des effectifs durant la période soumise aux épandages

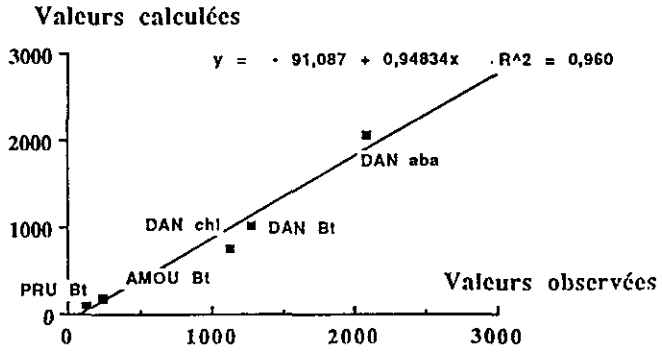

Figure 1 Corrélation entre les valeurs observées et les valeurs théoriques calculées selon le modèle empirique, des populations des taxons peuplant les stations de Danangoro (D), d'Asubende (As) et d'Amou-Oblo (Am). Prédiction pour l'Abate (a), le chlorphoxime (chl) et le B.t. (bt).

Correlation between the observed and the theoretical values following the empirical model, for the populations of the taxa living on the Danangoro (DAN), Asubende (PRU) and Amou-Oblo (AMOU) sampling sites. Prediction for Abate (a), chlorphoxim (chl) and B.t. (bt).

d'insecticides antisimulidiens. Or, les mesures faites lors des tests des insecticides montrent que tous les produits sont plus ou moins toxiques vis-à-vis de la faune non-cible. Une relation directe entre la toxicité directe et l'abondance des populations devrait se traduire par une réduction de toutes les populations, réduction plus ou moins proportionnelle à leur sensibilité, ce qui n'est pas le cas. Les réactions des populations mesurées *in situ* ne correspondent pas toujours à la toxicité évaluée lors des tests.

Mais on notera que les valeurs des rapports sont les plus proches de l'unité pour le B.t., insecticide considéré comme le moins toxique envers la faune non-cible (DEJOUX *et al.*, 1985), alors qu'elles sont les plus fortes pour le chlorphoxime relativement plus toxique (DEJOUX et TROUBAT, 1976 ; DEJOUX *et al.*, 1982) les valeurs du rapport pour l'abate étant intermédiaires comme l'est aussi sa toxicité (ELOUARD, 1983). La mesure de la toxicité directe permet donc de préjuger de l'ampleur des modifications qui risquent d'apparaître dans le milieu, mais pas de les quantifier.

La prédictibilité du modèle empirique pour les effectifs de la faune totale est excellente, ce qui constitue un résultat très prometteur dans le cadre des études d'impact global des insecticides sur la faune invertébrée. Toutefois, étant donné que la prédiction peut s'avérer médiocre pour certains taxons, il est possible que les résultats concernant l'ensemble de la faune soient artéfactuels. Ce point mériterait d'être vérifié.

Les raisons justifiant le mauvais ajustement du modèle pour les Tanytarsini et les Tanypodinae nous échappent. Cette inadéquation pourrait provenir de leurs modes de distribution (distribution agrégative vis-à-vis de paramètres du milieu non pris en compte dans cette étude) ou de problèmes de prolifération de leurs populations lors de la libération de certaines niches. Enfin, pour les Tanytarsini, il se peut que nous n'ayons pas affaire aux mêmes espèces d'une

station à l'autre, vu leur nombre dans la zone du programme (plus de 30 espèces présentes).

Il faut également retenir que les calculs ont été faits en considérant que seuls les insecticides utilisés durant la période décembre-mars, régulaient les populations de la faune saxicole. Il est bien évident que certaines années, il perdure une pertubation engendrée par la perméthrine utilisée durant la saison des hautes eaux (ELOUARD et SIMIER, 1990). Des recherches approfondies sur les périodes de recrutement, la durée des cycles et les potentiels de recolonisation sont nécessaires pour déterminer l'incidence de tels épandages sur les valeurs mesurées durant la décrue et l'étiage et donc sur l'adéquation du modèle à tous les taxons.

En ce qui concerne ce modèle empirique, nous concluons qu'il constitue une bonne approche de la réalité puisque, dans la majorité des cas, l'estimation est satisfaisante et toujours du même ordre de grandeur que la valeur observée. Il constituera donc un outil permettant d'estimer, au moins pour certains taxons, l'évolution des populations sur des rivières peu surveillées. Ces résultats nous informent en retour, et bien que cela semble un truisme, que les mêmes causes produisent les mêmes effets, à savoir que les populations de la majorité des taxons évoluent de façon semblable quand elles sont soumises aux mêmes insecticides.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CAIRNS J., 1986. What is meant by validation of predictions based on laboratory toxicity tests ? *Hydrobiologia*, **137** : 271-278.

DEJOUX C, GIBON F.M., LARDEUX F. et OUATTARA A., 1982. Estimation de l'impact du traitement au chlorphoxime de quelques rivières de Côte-d'Ivoire durant la saison des pluies 1981. Rapp. ORSTOM, Lab. Hydrobiol. Bouaké, n° 47 : 62 pp.

DEJOUX C., GIBON F.M. et YAMEOGO L., 1985. Toxicité pour la faune non-cible de quelques insecticides nouveaux utilisés en milieu aquatique tropical. IV. Le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. *Rev. Hydrobiol. trop.*, **16 (1)** : 31-49.

DEJOUX C. et TROUBAT J.-J., 1976. Toxicité comparée de deux insecticides organophosphorés sur la faune aquatique non-cible en milieu tropical. Rapp. ORSTOM, Lab. Hydrobiol. Bouaké, n° 1 : 60 pp.

ELOUARD J.-M., 1983. Impact d'un insecticide organophosphoré (le téméphos) sur les entomocénoses associées aux stades préimaginaux du complexe Simulium damnosum Theobald (Diptera : Simuliidae). Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris XI, centre d'Orsay, ORSTOM publ. : 576 pp.

ELOUARD J.-M. et JESTIN J.-M., 1982. Impact of the temephos on the non target fauna. A. Utilisation of correspondance analysis for studying surveillance data collected in the Onchocerciasis Control Programme. *Rev. Hydrobiol. trop.*, **15 (1)** : 23-31.

ELOUARD J.-M. et FAIRHURST C., 1990. Impact des insecticides antisimulidiens employés par le Programme de Lutte contre l'Onchocercose sur les entomocé noses aquatiques. Emploi alterné de l'Abate, du chlorphoxime et du Bacillus thuringiensis. *Bull. IFAN*, **47, A (1)** : 165-183.

ELOUARD J.-M. et SIMIER M., 1990. Structure des peuplements d'insectes lotiques soumis aux épandages d'insecticides antisimulidiens dans le cadre du Programme de Lutte contre l'Onchocercose. Rapp. OCP/VCU/90.21, 62 pp.

FAIRHURST C.P., ELOUARD J.-M. et SAMMAN J., 1986. Onchocerciasis Control Programme Aquatic Monitoring. Summary of results. Rapp. University of Salsford – ORSTOM, Lab. Hydrobiologie Bamako, 22 pp.

PETERSEN R.C. et PETERSEN L.B.-M., 1988. Compensatory mortality in aquatic populations : its importance for interpretation of toxicant effects, *Ambio*, **17 (6)** : 381-386.