

LUTTE CONTRE SIMULIUM DAMNOSUM,  
VECTEUR DE L'ONCHOCERCOSE HUMAINE EN AFRIQUE OCCIDENTALE

---

I - ESSAIS COMPLEMENTAIRES DE NOUVEAUX INSECTICIDES

---

p a r

R. LE BERRE<sup>氏</sup>, B. PHILIPPON<sup>氏</sup>, S. GREBAUT<sup>氏</sup>, Y. SECHAN<sup>氏</sup>,  
J. LENORMAND<sup>氏</sup>, J. ETIENNE<sup>氏</sup> et Ph. GARRETA<sup>氏</sup>.

---

---

氏 Entomologiste médical de l'O.R.S.T.O.M.  
氏 Technicien d'Entomologie médicale de l'O.R.S.T.O.M.  
氏 Technicien d'Entomologie de la Campagne F.E.D.

Section Onchocercose O.R.S.T.O.M.-O.C.C.G.E., BP 171, Bobo-Dioulasso  
Haute-Volta.

31 juillet 1984  
O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire  
N° : 15 282  
Cote : B

103/Oncho du 5 Mai 1971

15 282.  
B

## 1. INTRODUCTION

Pas moins de vingt-neuf campagnes contre les Simulies vectrices d'Onchocercose ont été entreprises, dans le monde, entre 1944, date de la première tentative (FAIRCHILD & BARREDA, 1945) et 1965.

Vingt-cinq d'entre elles ont été réalisées en Afrique tropicale dont quinze contre Simulium damnosum et dix contre S. neavei. Les quatre autres furent effectuées en Amérique centrale ou méridionale contre S. metallicum, S. ochraceum et S. callidum.

Les résultats obtenus ont été très variables, allant d'une simple réduction temporaire à l'éradication.

A l'exception de deux d'entre elles, l'insecticide utilisé par épandages dans les cours d'eau renfermant les gîtes préimaginaux des différentes espèces fut le DDT, très généralement sous forme de solution ou concentré émulsifiable.

Les concentrations retenues variaient entre 0,03 ppm/30 mn et 5 ppm/30 mn, la dose la plus communément utilisée étant de 0,5 ppm/30 mn dans les cours d'eau de moyenne importance.

Depuis 1965, plusieurs campagnes ont été entreprises contre S. damnosum en Afrique tropicale (cf. tableau 1).

L'insecticide choisi pour ces campagnes plus récentes, toutes anti-larvaires, fut et reste encore le DDT, à des concentrations parfois très faibles puisque, pour le traitement du fleuve Congo à Inga (cf. tableau 1) une dose aussi "homéopathique" et peu vraisemblable que 1 goutte de DDT technique pour 2.600 m<sup>3</sup> d'eau fut utilisée. Et ceci avec plein succès !

En ce qui concerne les quantités annuelles de DDT technique mises en oeuvre sous forme de solutions émulsifiables de différentes concentrations, elles peuvent être, pour ces quatre campagnes résumées de la manière suivante :

.../...

- Kainji (Nigéria), jusqu'en 1968 : 3,2 à 9 tonnes/an de DDT technique
- Alucam (Cameroun), depuis 1965 : 1,5 à 3 tonnes/an de DDT technique \*
- Inga (Congo-Kinshasa), depuis 1969 : 48 tonnes/an de DDT technique
- Campagnes FED-OCCGE (Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Mali) 1966 - 1968 : 7 tonnes/an de DDT technique  
1969 - 1970 : 10,5 tonnes/an " "

Depuis 1969, il est donc permis d'évaluer aux environs de 60 tonnes la quantité globale de DDT technique utilisée annuellement dans le domaine de la lutte contre les Simulies vectrices d'Onchocercose en Afrique, aucune action n'étant, à notre connaissance, entreprise depuis plusieurs années dans les foyers américains.

Les Simulies présentant la particularité d'avoir un cycle préimaginal se déroulant entièrement dans l'eau courante, l'action de la solution larvicide épanchée en amont d'un gîte est nécessairement limitée dans le temps, le contact entre l'insecticide véhiculé par l'eau et les larves fixées sur les supports étant d'autant plus bref que le courant est plus rapide.

Il n'est donc pas nécessaire, dans le cadre de la lutte contre les Simulies, vectrices ou non d'Onchocercose, d'utiliser un insecticide ayant une rémanence aussi importante que le DDT.

D'autre part, trois faits nouveaux sont apparus au cours de ces toutes dernières années :

- une réunion officieuse a été organisée, par l'OMS, en 1970, afin de juger des effets du DDT dans le domaine de la Santé publique. Le groupe d'experts, dans lequel ne figurait aucun responsable de campagnes anti-simulidiennes, a pris la grave décision de condamner le DDT dans le domaine qui nous est propre;
- de plus, au plan technique cette fois, il a été démontré par QUELLEN-NEC & VÉRENT, en 1970, que chez certaines espèces simulidiennes, heureusement non vectrices, un début de résistance au DDT était apparu en cours de campagne, sous la pression des traitements larvicides périodiques;

---

\* Ces chiffres sont le résultat d'une approximation sommaire de l'un de nous (R. LE BERRE) à partir des données de DUKE (rapports annuels de l'Institut de Recherches Médicales de Kumba). Ils sont donnés ici sous toutes réserves.

- enfin, les actions actuelles ayant procuré de bons résultats dans les domaines sanitaire et économique, un projet de vaste envergure (Projet Régional) est actuellement en cours d'évaluation et il est évident qu'il serait hautement souhaitable, étant donné la quantité globale d'insecticide mise en jeu, d'opérer, dès le début de la campagne (toute modification en cours d'opération étant pour le moins dangereuse), avec un insecticide convenant au but recherché et parfaitement adapté aux conditions d'utilisation :

- rémanence faible,
- non-toxicité pour la faune non-cible,
- facilité d'utilisation par sélection de une ou plusieurs formulations spécifiques de chaque usage (type de cours d'eau, conditions hydrologiques saisonnières, épandages par voie terrestre ou voie aérienne, etc...).

## 2. TRAVAUX ANTERIEURS

### 2.1. Recherches sur les insecticides et les formulations.

C'est à la sélection de tels insecticides que se sont attachés plusieurs équipes de recherche. En ce qui concerne les travaux en laboratoire (phase II de l'OMS, cf. FRITZ, 1969), ils dépassent le cadre du présent article et sont parfaitement exposés dans les publications de JAMNBACK & FREMPONG-BOADU (1966) et de QUELENNEC & VERVENT (loc. cit.).

Ces deux équipes, la première travaillant aux Etats-Unis (Etat de New-York), la seconde en Afrique tropicale (Haute-Volta), ont également entrepris les essais, sur le terrain (phases IV et V de l'OMS, cf. FRITZ, loc. cit.), des insecticides et formulations ayant subi avec succès les épreuves préliminaires. Ces travaux ont, à l'heure actuelle, fait l'objet de plusieurs publications (JAMNBACK & FREMPONG-BOADU, loc. cit., JAMNBACK, 1969, TRAVIS & GUTTMAN, 1966, QUELENNEC & VERVENT, loc. cit., QUELENNEC 1970 a, b et c, QUELENNEC & al., 1970) qu'il est aisé de résumer en empruntant les conclusions de QUELENNEC (1970 b) :

"De ces essais il ressort que 4 larvicides paraissent susceptibles de remplacer le DDT avec un rendement au moins égal.

Un organochloré : le Méthoxychlore qui est déjà employé en campagne de lutte contre les Simulies aux Etats-Unis.

Deux organophosphorés : l'Abate (Abate 200) et le Dursban-Methyl (non commercialisé à l'heure actuelle) utilisables à des doses 10 fois plus faibles que le DDT.

Un carbamate : le Sevin efficace à des concentrations plus élevées que le DDT.

.../...

Ces trois derniers larvicides n'ayant été éprouvés qu'au cours d'essais limités, devraient maintenant faire l'objet d'études sur de plus vastes étendues avant d'être définitivement adoptés pour la lutte contre l'Onchocercose".

Ceci pour les recherches sur les insecticides et les formulations.

## 2.2. Mode d'épandage

Un autre domaine est, actuellement, en pleine évolution. Il s'agit du mode d'épandage.

Pour de multiples raisons, les traitements larvicides anti-Simuliens ont généralement été réalisés par injection directe de la solution dans l'eau au moyen d'un fut percé (partout sur les rivières de faible largeur), d'un bateau de petite taille dont l'hélice du moteur permet un excellent brassage de l'insecticide (rivières de moyenne importance), ou d'un bateau-pompe spécialement aménagé (traitement de l'Angara, aménagement hydro-électrique de Bratsk, Sibérie : TIMOFEEVA & al. 1962); traitement du Congo, aménagement hydro-électrique d'Inga, Congo-Kinshasa : PHILIPPON & LE BERRE, en préparation).

Mis à part les traitements par bateau-pompe, concernant les grands fleuves et constituant donc le procédé le plus rentable et le mieux adapté, les problèmes étant donné les quantités d'insecticides à épandre, posés par l'injection de la solution larvicide à l'endroit et au moment voulus sont, particulièrement en Afrique, très difficiles à résoudre.

En saison des pluies et dans certaines zones, vides d'hommes du fait de l'Onchocercose, donc sans accès aux lignes de gîtes, ils deviennent insolubles (LE BERRE, 1969).

Cependant, très tôt (1948 au Congo, 1955 au Tchad) des campagnes contre S. damnosum ont été réalisées par voie aérienne en combinant l'avion et l'hélicoptère. Quels que soient les résultats obtenus, cette méthode sophistiquée et onéreuse permettrait de pallier la difficulté majeure rencontrée par l'entomologiste en cours de campagne : le manque d'accès au cours d'eau.

Cette technique, utilisée de manière permanente aux Etats-Unis par JAMINBACK (loc. cit.) fut temporairement abandonnée, en Afrique, à cause de son prix de revient trop élevé.

En 1967, la conjoncture (aéronef et pilote spécialisés dans les épandages aériens disponibles, déroulement d'une campagne anti-Simulidienne près d'Abidjan) permit d'entreprendre une expérimentation par voie aérienne dans la région de Tiassalé (Côte d'Ivoire), sur le Bandama (LE BERRE, 1968).

La portée efficace de l'insecticide (solution émulsifiable à 30 % de DDT épanchée en 3 passages transversaux au même niveau), fut de 80 kilomètres pour un dosage de 0,2 ppm/30 mn. Nous concluons à l'époque : "la solution du traitement par voie aérienne est donc à retenir", en insistant toutefois sur la nécessité d'une comparaison coût/efficacité avec la méthode dite conventionnelle.

Enfin, en Novembre 1969, une expérimentation par voie aérienne fut entreprise par JAMNBACK, DUFLO & MARR (1970) au Nord-Ghana.

Les insecticides utilisés furent le DDT (solution à 20 % contenant 0,5 % d'émulsifiant) et le Méthoxychlore (solution à 15 % contenant 0,75 % d'émulsifiant et concentré émulsifiable à 15 % additionné de 1% d'émulsifiant).

Les auteurs purent conclure à l'efficacité de la méthode de traitement dans les conditions prévalant au Nord-Ghana.

### 2.3. Situation actuelle

A l'heure actuelle, nous nous trouvons devant une situation extrêmement intéressante susceptible de nous épargner les "acrobaties techniques" qui sont la règle dans les campagnes en cours et de nous permettre de mener à bien, dans des conditions normales, les projets de vaste envergure présentés ci-dessus :

- plusieurs insecticides ont récemment montré leur efficacité contre les larves de Simulies dans les conditions africaines;
- les épandages par voie aérienne, permettant d'économiser beaucoup de temps et de peine et, surtout, libérant les équipes entomologiques des obstacles que constituent les conditions climatiques et le manque d'accès, ont montré leur efficacité dans les mêmes conditions.

Cependant, ainsi que le précisaient les différents auteurs, avant d'entreprendre quoique ce soit avec ces nouveaux "outils", il est nécessaire d'en vérifier le fonctionnement sur une plus grande étendue ainsi que la relation coût/efficacité en comparaison avec les produits et les méthodes utilisés jusqu'à présent.

En ce qui concerne les épandages par voie aérienne, un plan d'opération est en cours d'étude et des essais "en campagne" devraient se dérouler en 1971 et 1972, au Ghana, en Haute-Volta et en Côte d'Ivoire, ceci aux différentes saisons de l'année et dans des zones les plus diversifiées et les plus représentatives possibles.

Le but du travail que nous exposons ici était donc uniquement :

.../...

- de reprendre, pour les produits sélectionnés par l'auteur, les expérimentations de QUELENNEC (1970 b) sur des cours d'eau de différents types;
- de sélectionner, à la demande de l'OMS (Division de la Biologie et du Contrôle des Vecteurs), la formulation de Méthoxychlore la mieux adaptée aux conditions hydroclimatiques de savane africaine;
- d'établir, pour les conditions de l'expérimentation, une comparaison des différents produits au plan coût/efficacité.

### 3. CONDITIONS DE L'EXPERIMENTATION; TECHNIQUES UTILISEES

#### 3.1. Insecticides

##### 3.1.1. DDT (OMS 16)

Dans cette expérimentation, le DDT a joué le rôle d'étalon.

En effet, les cours d'eau sélectionnés participent tous des zones FED où des épandages de cet insecticide sont régulièrement effectués depuis de nombreuses années.

Le DDT que nous utilisons (8114 de Geigy) présente les caractéristiques suivantes :

- solution émulsifiable à 30 % de DDT technique;
- densité de 0,975 à 45°C; pouvant, selon le but recherché (efficacité ponctuelle ou longue portée), être allégé par addition extemporanée de pétrole.

##### 3.1.2. Abate (OMS 786)

Le produit que nous avons utilisé est l'Abate 200 de la Cyanamid International que nous a procuré, à titre gracieux, la firme SOFACO (Abidjan - Côte d'Ivoire). C'est un concentré émulsifiable à 20 %; sa densité est 0,957 à 25°C.

##### 3.1.3. Sevin

Ce produit a été utilisé sous forme de poudre mouillable titrant 85 % de Sevin (PROSEVOR 85). Cet insecticide nous a également été gracieusement fourni par la SOFACO.

##### 3.1.4. Dursban-Methyl (OMS 1155 - organophosphoré)

QUELENNEC (1970 b) avait obtenu d'excellents résultats avec ce produit, moins toxique que le Dursban.

Nous avons l'intention de l'expérimenter mais la firme productrice ne semble pas l'avoir commercialisé.

.../...

### 3.1.5. Methoxychlore (OMS 466)

Cet insecticide est formulé de la manière suivante :

- Methoxychlore : 20 %
- Huiles aromatiques lourdes : 75 %
- Fuel Oil n° 2 : 5 %

Nous devons, extemporanément, transformer cette formulation en concentré émulsifiable par addition d'émulsifiant (Triton X - 161).

La densité de cette formulation est de 0,985 à 25°C.

Cette formulation nous a été fournie, à titre expérimental, par le CDC, Savannah, Georgia - USA (Dr MILES) à la demande de l'OMS (C.B. Vecteur).

## 3.2. Techniques utilisées

### 3.2.1. Fut percé

Cette technique, très rustique, est largement utilisée, au cours de nos campagnes, dans les cours d'eau de faible envergure. Elle consiste à placer un ou plusieurs futs au-dessus du courant et, par des trous calibrés, à épandre l'insecticide en un temps déterminé. L'avantage de cette technique est sa grande simplicité et sa parfaite adaptation aux conditions de travail africaines. Son inconvénient majeur réside dans le fait que, sur le premier gîte, l'insecticide n'est qu'imparfaitement mélangé à l'eau.

### 3.2.2. Système "Grébaut"

Le principe, très simple, est de faire effectuer, à un fut percé placé sur un support flottant (chambre à air), une série de va-et-vient en travers du courant. Ce système, mis au point par l'un de nous, s'est révélé extrêmement pratique et très efficace sur les cours d'eau de moyenne importance. Il est actuellement utilisé par tous les techniciens de la campagne FED.

### 3.2.3. Embarcation

Une embarcation de petite taille équipée d'un moteur hors-bord effectue une série de va-et-vient en amont du gîte. L'insecticide délivré est ainsi, comme pour le système Grébaut, uniformément réparti sur toute la largeur du cours d'eau. Ce procédé présente l'avantage, sur les précédents, de permettre un excellent mélange de l'insecticide, par brassage de l'hélice du moteur. L'inconvénient majeur réside dans le fait que le matériel (bateau, moteur) est lourd, encombrant, fragile et provoque de nombreuses et pénibles maintenances.



### 3.3. Concentrations d'insecticide utilisées

Elles figurent dans les tableaux 2 - 3 - 4 - colonne 4 .

Pour le DDT, les concentrations utilisées dans les cours d'eau participant de l'expérimentation sont de 0,5 ppm/30 mn lorsque le but recherché est d'obtenir la portée maxima, (0, 1 ppm/10 mn pour le traitement "gîte par gîte").

### 3.4. Saison de traitement

Tous les traitements ont été effectués durant la saison sèche, soit aux basses eaux.

Etant donné le but du présent travail, nous verrons plus loin l'importance de ce facteur.

### 3.5. Cours d'eau soumis à l'expérimentation

Les diverses solutions larvicides ont été épandues dans différents cours d'eau aussi représentatifs que possible de la zone retenue pour le Projet Régional futur. Tous ces cours d'eau sont situés à la limite Nord de la Savane guinéenne (Bou - Comoë aval - Comoë amont) ou à la limite Sud de la Savane soudanienne (Bougouri-ba - Banifing).

#### 3.5.1. Comoë amont (10°50 N - 5° 0) - Haute-Volta

Il s'agit du bief de la Comoë (Koba ou Nago sur les cartes IGN 1/200.000) situé en amont des chutes de Banfora (Karfiguéla). Ce tronçon de la Comoë est vraisemblablement le cours d'eau d'Afrique qui a subi le plus d'expérimentations ou de traitements larvicides. Il est décrit par OVAZZA & VALADE (1963, pp. 1212-1219) et LE BERRE (1966, pp. 14-17) et répond aux caractéristiques suivantes :

- profil longitudinal très accentué;
- grès cambrien tabulaire déterminant une topographie "en escalier"
- gîtes continus depuis Moussodougou-Niéritié, notre point d'épandage, jusqu'à Badadougou (13 km); puis zone étale, sans gîte, de 5 kilomètres; nouvelle série de gîtes jusqu'aux chutes de Karfiguéla. Distance totale du bief : 23 kilomètres.

Cette zone participant de la campagne FED, nous y avons interrompu les traitements suffisamment longtemps pour que le bief se repeuple en S. hargreavesi (il était exclu de laisser S. damnosum repeupler cette zone soumise par ailleurs à une expérimentation clinique et thérapeutique en l'absence de transmission).

Au moment de l'expérimentation, tous les gîtes étaient colonisés par de nombreuses et importantes populations larvaires et nymphales apparemment en équilibre.✠

---

✠ Signalons que c'est sur ce cours d'eau que QUELENNEC & VERVENT (1970) ont mis en évidence un début de résistance de S. hargreavesi au DDT (p. 40 : "on voit que la tolérance de cette espèce dans la Comoë est dix fois plus forte que dans le Kou".) .../...

## 3.5.2. Comoë aval (10 ° N - 4°40 O) - Haute-Volta

A ce niveau, la Comoë coule directement sur le socle cristallin. Elle traverse une série de seuils rocheux qui constituent, en période de basses eaux, autant de gîtes à S. damnosum. Entre ces ruptures de pente, s'intercalent de longs biefs d'eau calme (cf. description de la Léraba in LE BERRE, 1966, pp. 14-17).

## 3.5.3. Léraba aval (même zone que 5.2) - Haute-Volta - Côte d'Ivoire

La Léraba, dans cette zone, correspond strictement aux caractéristiques présentées ci-dessus (5.2).

## 3.5.4. Bou (8°50 N - 6° O) - Côte d'Ivoire

Il s'agit d'un affluent du Bandama, coulant directement sur le socle cristallin. Son profil longitudinal est très accentué au niveau des gîtes qui sont nettement individualisés et séparés par des zones étales très longues (7 km) et parfois très larges.

## 3.5.5. Bougouri-Ba (11° N - 3°40 O) - Haute-Volta

Le gîte testé sur ce cours d'eau est celui du Nabéré (cf. BLANC & al., 1958, pp. 637-646, photo Pl II). C'est un gîte artificiel constitué par un ancien radier effondré.

## 3.5.6. Banifing (12°10 N, 6° O) - Mali

Le gîte testé est celui de Kouoro. C'est également un gîte artificiel (radier effondré) présentant la particularité d'être divisé en deux parties dans le sens longitudinal : - une partie rive gauche constituant un gîte "plat" dans lequel les lignes de force du courant sont uniquement réparties sur toute la largeur (15 m);  
- une partie rive droite constituée par trois gîtes "creux" (anciennes buses) où l'eau s'écoule à très grande vitesse au centre, la bordure de chaque gîte n'étant concernée que par une très faible partie du débit total.

## 3.6. Caractéristiques des cours d'eau

## 3.6.1. Débit

Ils sont présentés dans les tableaux 2 - 3 - 4 (colonne 3)

## 3.6.2. Température de l'eau

La température de l'eau des gîtes était comprise entre 21°C (Comoë amont) et 26°C (Banifing).

.../...

### 3.6.3. Hydrotimétrie

Cette caractéristique ayant une influence sur l'émulsification des solutions utilisées (Dr MILES : Measurement of the emulsifiability of Methoxychlor Emulsion concentrates; communication en vue de l'expérimentation), il nous avait été demandé, pour les essais "Methoxy-chlore" d'effectuer des mesures de dureté de l'eau. Ayant reçu le produit trop tard, il nous a été impossible de réaliser ce titrage. Quoiqu'il en soit, les travaux de BLANC & al. (loc. cit., pp. 642-646) et de GRUNEWALD (1969), réalisés dans les zones choisies pour nos essais concluent à la très faible dureté des eaux : "Correlated to conductivity, total hardness, calcium oxide, magnesium oxide and carbonate in the running waters are very low". (GRUNEWALD, loc. cit.). Les cours d'eau de cette zone coulant uniquement sur le grès ou sur le socle cristallin, cette conclusion ne peut surprendre.

### 3.7. Espèces Simulidiennes soumises à l'expérimentation

A l'exception de la Comoë amont, où l'espèce testée fut S. hargreavesi (cf. 3.5.1.), l'ensemble de l'expérimentation a été effectuée sur S. damnosum. Tous les gîtes étaient normalement peuplés de populations de tous stades, en équilibre.

## 4. RESULTATS OBTENUS

Nous passerons en revue les résultats obtenus pour chaque produit testé et établirons, pour chacun, une comparaison avec le DDT.

### 4.1. Abate (tableau 2)

#### 4.1.1. Activité de l'insecticide

Ce produit a été testé sur la Léraba (3.5.3.), sur le Bou (3.5.4) et sur la Comoë amont (3.5.1).

##### 4.1.1.1.

Sur la Léraba, à la concentration de 0,2 ppm/15 mn, la portée efficace est de 6 km. L'insecticide a donc totalement supprimé le peuplement larvaire sur trois gîtes successifs, séparés par deux zones d'étale de grande largeur (3 km chacune).

---

\* En accord avec QUELENNEC (1970 c), nous entendons par portée efficace celle pour laquelle il ne subsiste plus aucune larve, quel que soit le stade (I à VII, cf. GRENIER & FERAUD, 1960).

Dans les mêmes conditions et à la concentration de 0,5 ppm/30 mn. soit à une dose 5 fois plus forte, notre solution de DDT présentait le même niveau d'efficacité (série de 3 gîtes).

#### 4.1.1.2.

Sur le Bou, à la même concentration, l'insecticide ne réussit pas à franchir le redoutable bief étale de 7 km situé en aval du gîte traité (contrôles effectués durant les 7 jours qui ont suivi l'épandage).

Les résultats obtenus avec l'Abate sont, ici également, comparables avec ceux procurés par le DDT à la même concentration.

#### 4.1.1.3.

Sur la Comoë amont, à la concentration de 0,1 ppm/15 mn, les résultats peuvent se résumer de la manière suivante :

- portée efficace absolue sur les 13 premiers kilomètres;
- franchissement difficile de l'étale (cf. 3.5.1.);
- au-delà de l'étale, sur les 7 km restant, concentration suffisante pour tuer les jeunes larves (stades I à IV pour les premiers gîtes, I à II pour les derniers) ce qui détermine, durant une génération larvaire, nymphale puis imaginaire, un "trou" important (la moitié ou le tiers de la population) dans la population Simulidienne.

Sur le même cours d'eau, dans des conditions identiques et à une concentration de 0,5 ppm/30 mn, soit 10 fois plus élevée, la solution de DDT a une portée efficace de 13 kilomètres. Elle ne parvient pas à franchir le bief étale, ce qui nous oblige, en campagne, à effectuer un épandage-relai pour le bief aval.

A une dose 10 fois moindre, l'Abate procure donc ici des résultats supérieurs à ceux obtenus par le DDT.

#### 4.1.2. Modalité d'action de l'insecticide

Selon la technique adoptée (fut suspendu sur la Comoë et la Lérabé système Grébaut sur le Bou) le décrochage des larves sur le premier gîte apparaît plus ou moins rapidement (une à quelques heures).

Ensuite, la solution franchit très rapidement les gîtes successifs puisque, sur la Comoë, les 13 kilomètres de portée absolue ont été parcourus en moins de 24 heures.

#### 4.1.3. Effet retard

L'action de l'Abate est de deux types :

- une action immédiate du "front de vague d'épandage" qui détruit les larves de la manière classique (phase d'agitation suivie d'une phase de décrochage, quelques larves mortes subsistant quelques minutes sur les supports);

.../...

- une action retard, due à la "queue de l'épandage" dans laquelle l'insecticide est encore suffisamment concentré pour tuer les jeunes larves sortant de l'oeuf.

Cet effet retard, pour l'Abate, est extrêmement important, puisqu'il diffère l'apparition de la génération post-épandage de plus de deux jours.

#### 4.1.4. Toxicité sur les poissons

Nulle part, en particulier au niveau du point d'épandage où la concentration ponctuelle est très élevée, nous n'avons observé d'action sur la faune piscicole.

#### 4.2. Sevin (tableau 3)

Ce produit n'a pu être testé que sur le Bou (3.5.4).

##### 4.2.1. Activité de l'insecticide

A la dose de 1 ppm/30 mn, l'épandage ayant été effectué à l'aide d'une embarcation, la solution a franchi le premier bief étale entre la 13<sup>ème</sup> et la 22<sup>ème</sup> heure. Elle a montré, sur le deuxième gîte, une efficacité absolue puisqu'aucune larve n'y subsistait 22 heures après. Elle a difficilement franchi le deuxième bief étale puisque dans le troisième gîte, quelques larves de tous âges subsistaient 6 jours après l'épandage.

A cette concentration (1 ppm/30 mn) et dans les conditions de l'expérimentation, le Sevin s'avère supérieur au DDT (1 ppm/30 mn) et à l'Abate utilisé à une dose 10 fois moindre.

##### 4.2.2. Modalité d'action de l'insecticide

Etant donné cette expérimentation unique, il n'a pu être réalisé d'étude du mode d'action de l'insecticide.

##### 4.2.3. Effet retard

Dans les conditions de nos essais et compte-tenu de l'existence du bief étale de 7 km existant avant le deuxième gîte, comme pour l'Abate, un effet retard important diffère les éclosions de quelques jours.

##### 4.2.4. Toxicité

A la concentration utilisée, pourtant très élevée, il n'a été observé aucune toxicité sur les poissons.

#### 4.3. Methoxychlore (tableau 4)

Etant donné la multiplicité des concentrations en émulsifiant, de nombreux essais ont été effectués avec cet insecticide.

## 4.3.1. Activité de l'insecticide

## 4.3.1.1.

Comoë aval (3.5.2), Bou (3.5.4); 24 heures après l'épandage, quelle qu'ait été la formulation utilisée, des larves âgées, essentiellement ou uniquement des larves de 7<sup>ème</sup> stade, bien vivantes, ont subsisté dans tous les gîtes soumis au traitement. La proportion des larves détruites peut être estimée à 95 % de la population initiale, les résultats les plus médiocres étant obtenus avec la solution à 0,5 %, les moins mauvais, à 1 % d'émulsifiant. Les gîtes situés en aval sont peu touchés par l'insecticide, ainsi que nous l'ont montré les multiples contrôles effectués les jours suivants.

Dans les mêmes conditions, notre solution de DDT à 0,1 ppm/10 mn, détruit la totalité des larves, la portée, à cette concentration étant très faible.

## 4.3.1.2.

Bougouri-ba (3.5.5); étant donné ces premiers résultats, pour le moins médiocres, nous avons suspecté la méthode d'épandage (système Grabaut) qui a pourtant procuré d'excellents résultats par ailleurs (cf. ci-dessus). C'est pourquoi nous avons repris cet insecticide sur cette rivière (gîte du Nabéré) en utilisant cette fois une embarcation dont le moteur assurait un bon brassage de la solution. La concentration choisie, pour l'émulsifiant, était de 1 %.

Les résultats ont été meilleurs mais n'ont pas dépassé 99 %. Des larves âgées, en quantité non négligeable, subsistaient après l'épandage, les multiples contrôles n'ayant pas permis de constater une réduction dans les jours suivants.

La portée de l'insecticide ne s'est pas révélée supérieure puisque le gîte 2 n'était pas atteint 48 heures après le traitement.

## 4.3.1K3.

Banifing (3.5.6); Ce gîte particulier nous a permis de rendre compte des échecs précédents.

La solution insecticide (1 % d'émulsifiant) ayant été épandue (système Grébaut) en 25 minutes à 300 mètres en amont du gîte, nous avons pu effectuer les observations suivantes :

- la nappe insecticide, bien visible, arrive très rapidement sur le gîte (vitesse égale à celle du courant superficiel);
- elle traverse celui-ci, utilisant les plus grandes lignes de force du courant;
- sur la partie "rive gauche" du gîte, ces lignes de force sont uniformément réparties; le gîte est "plat" donc les larves y sont toutes situées très près de la surface de l'eau.

L'insecticide, situé à la surface du courant (faible densité, émulsification médiocre), entre donc en contact avec les larves. Les résultats obtenus sont bons dès les premières heures pour atteindre pratiquement 100 % au contrôle de 24 heures;

- sur la partie "rive droite" de ce même gîte, les lignes de force sont concentrées au milieu des buses, là où le courant est trop rapide et trop profond pour permettre l'installation des larves de S. damnosum. C'est au milieu de ces buses, par un phénomène bien connu de mécanique des fluides, que passe la quasi-totalité de l'insecticide qui n'entre donc pas en contact avec la population-cible. Celle-ci située sur les bords du courant pour des raisons de vitesse et de profondeur, ne reçoit qu'une très petite partie du débit total et, partant, qu'une infime proportion de l'insecticide épandu. Les résultats obtenus sont mauvais (il subsiste environ 40 % des larves, de tous stades) et le restent, ainsi que nous avons pu le constater au cours de nos multiples contrôles.

Dans le même gîte, à la concentration de 0,1 ppm/10 mn, les résultats obtenus, avec le DDT, avaient été inversés : c'est sur la rive droite, où passe la plus grande partie de l'eau, que les résultats s'étaient avérés les meilleurs et les plus immédiats. Sur la partie gauche du courant recevant moins d'eau donc moins d'insecticide dans ce cas, quelques larves âgées avaient subsisté.

#### 4.3.2. Comportement de la solution

A l'épandage, il est manifeste que l'émulsification se fait moins bien qu'avec les autres insecticides testés. En ce qui concerne le mode d'action larvicide, on constate un décrochement relativement rapide des larves lorsque celles-ci sont en contact avec la solution.

#### 4.3.3. Action retard

L'ensemble des essais nous a permis de constater que, immédiatement après le passage de la vague insecticide, éclosaient impunément de nouvelles larves. Cette formulation ne possède donc aucun effet retard ce qui se comprend aisément étant donné son comportement en nappe qui lui permet de ne pas stagner à l'amont des gîtes.

#### 4.3.4. Toxicité

A cette concentration, aucun effet toxique sur les poissons n'a été constaté.

## 5. DISCUSSION

### 5.1. Comportement des différents insecticides dans le courant.

L'Abate et le Sevin, comme le DDT, sont immédiatement émulsifiés dans l'eau, ceci à une profondeur correspondant à l'emplacement des larves de S. damnosum dans leurs gîtes.

Il n'en va pas de même pour le Methoxychlore qui, étant donné la formulation utilisée et la densité de celle-ci, ne pénètre pas, avant le gîte, suffisamment profondément pour entrer en contact avec les larves de cette espèce. C'est d'ailleurs à la même conclusion qu'aboutissent JAMNBACK & al. (1970) qui écrivent (p. 826) : "the 1,0 % formulation mixes into the water immediately forming an emulsion that disappears in turbulent water". C'est donc au niveau du gîte que s'effectue réellement le mélange.

### 5.2. Efficacité sur le premier gîte.

A condition de traiter sur toute la largeur du cours d'eau (cf. QUELENNEC, 1970c, p. 316), les caractéristiques présentées ci-dessus permettent à l'Abate, au Sevin, comme au DDT, d'avoir une efficacité absolue dès le premier gîte.

Par contre, la formulation de Methoxychlore soumise aux essais ne peut être efficace que sur des gîtes plats, dans lesquels les larves de S. damnosum se situent obligatoirement très près de la surface de l'eau. Dans les gîtes plus profonds \*, aux lignes de forces inégales, cette formulation passera au milieu et à la surface du courant, alors que les populations larvaires se situent, pour des raisons d'adaptation à la vitesse et à la profondeur, sur les bords de celui-ci.

Nos conclusions rejoignent d'ailleurs parfaitement celles de JAMNBACK & al. (loc. cit.) qui, dans les conditions de leur expérimentation par voie aérienne, au Ghana :

- n'éliminent jamais totalement les populations larvaires de S. damnosum;
- observent la moindre efficacité de l'insecticide à la partie supérieure du gîte (p. 828).

Nous estimons donc que, si la formulation de Methoxychlore soumise à l'expérimentation correspond aux caractéristiques des gîtes de certaines espèces Simuliidiennes paléarctiques contre lesquelles nos collègues américains combattent avec plein succès, elle n'est absolument pas adaptée à la lutte contre S. damnosum, qui s'inscrit dans un contexte hydrologique et biologique différent.

---

\* Ces gîtes, plus creux que les précédents, représentent une proportion importante des gîtes à S. damnosum dans la zone choisie pour le Projet Régional.



Le Methoxychlore, du moins la formulation expérimentée, détruit sélectivement les jeunes larves et l'on pourrait envisager un raccourcissement des intervalles entre les traitements, ce qui aurait pour effet de ne pas permettre à la génération postérieure au premier épandage d'atteindre les stades 6 et 7. L'absence d'effet-retard (cf. ci-dessous) nécessiterait, dans les conditions africaines, des intervalles de 5 jours (7 à 10 jours normalement) ce qui aurait de lourdes répercussions aux plans logistique et financier.

### 5.3. Portée efficace

Dans les conditions offertes par la Comoë amont, l'Abate possède une portée efficace supérieure au DDT, ceci à une concentration 10 fois plus faible. Dans des types de cours d'eau différents (Léraba, Bou), l'Abate, à une concentration 5 fois moindre, présente une portée efficace identique au DDT.

Pour autant qu'on puisse juger à partir d'un seul essai, le Sevin présente une portée intéressante, supérieure au DDT et à l'Abate dans le cours d'eau choisi (Bou). La concentration utilisée (1 ppm/30 mn) est toutefois très importante puisque 20 ou 10 fois supérieure à l'Abate (0,1/15 mn ou 0,1/30 mn).

Quant au Methoxychlore, étant donné le comportement de la formulation utilisée (surface de l'eau) il est certain que la portée réelle est considérable puisque la solution ne stagne pas. Cependant, n'entrant pas en contact avec les larves situées dans les gîtes successivement traversés, cette portée n'est nullement efficace, ainsi que le montrent nos différents résultats.

### 5.4. Effet-retard

Certains insecticides possèdent un effet-retard, (4.1.3, 4.2.3). En arrière du "front" insecticide qui, dans les conditions normales, doit être totalement efficace sur une certaine distance puis partiellement efficace à l'aval de celle-ci, une partie du produit, plus ou moins importante selon la formulation et les caractéristiques du courant, stagne et circule plus lentement. Elle passe donc à "dose filée" sur les gîtes successifs et, si elle ne peut détruire les larves âgées (déjà détruites ou peu incommodées par une faible concentration), interdit néanmoins la survie des jeunes larves sortant de l'oeuf.

Cet effet-retard revêt, en Afrique où les générations se succèdent très rapidement (pour S. damnosum, 30 générations par an !), une particulière importance.

En effet, sur le bief où le traitement possède une efficacité totale, cette particularité autorise l'allongement des intervalles entre les traitements.

En aval, cet effet dilatoire s'ajoute à l'action sélective du "front" sur les jeunes stades larvaires en accentuant encore le "trou" existant dans la génération soumise au traitement (4.1.1.3).

C'est ainsi qu'à Inga (cf. tableau I), où un seul épandage coûte 2.500 Zaïres (25.000 FF, \$ 5.000), l'action retard du DDT nous a permis d'économiser, sur une campagne annuelle, une somme considérable (plus de 100.000 FF).

Nous avons montré que l'Abate et le Sevin possèdent un effet-retard important, au même titre que le DDT. Notre formulation de Methoxy-chlore, pour les raisons évoquées ci-dessus, n'en possède aucun.

### 5.5. Toxicité

Aucun des produits soumis à nos essais n'a provoqué le moindre effet apparent sur la faune non-cible, en particulier les poissons. Leur rémanence étant faible, ils sont tous, pour ce point particulier nettement supérieurs au DDT.

Il serait cependant important de les suivre dans les chaînes alimentaires.

### 5.6. Cout/efficacité

Plusieurs des produits utilisés ayant montré une efficacité certaine, il est essentiel de réaliser, à leur sujet, une estimation comparative dans le domaine du cout/efficacité. Dans le cas particulier de notre expérimentation, nous avons tenu compte :

- de l'efficacité du produit;
- de la concentration nécessaire pour obtenir les différents résultats;
- des prix actuels des différents produits utilisés, toutes choses étant égales par ailleurs (personnel, véhicules, matériel).

Pour un cours d'eau ayant, par exemple, un débit de 3 m<sup>3</sup>/sec., nous pouvons dresser le tableau n° 5.

Un tel tableau, ainsi que tous ceux que l'on pourrait établir par ailleurs, est évidemment sujet à critique et ne peut donner qu'une idée partielle du rapport réel cout/efficacité sur l'ensemble d'un projet.

Par exemple, l'Abate est utilisé ici à une concentration beaucoup plus faible que le DDT. Or nos essais n'ont pu être réalisés qu'en saison sèche, soit à la période des basses-eaux. Dans les grands fleuves (Congo, Sanaga, Niger, etc., cf. tableau 1), ou en période de hautes eaux dans les rivières de moyenne importance, les concentrations de DDT mises en oeuvre sont beaucoup plus faibles (cf. notre introduction) et il est peu probable que le rapport (1/10) présenté

puisse y être appliqué. Une expérimentation dans ce sens reste à réaliser.

D'autre part, il est très vraisemblable que les futures campagnes seront effectuées par épandages aériens. Ces nouvelles conditions auront une influence certaine sur le rapport cout/efficacité actuellement établi.

## 6. CONCLUSIONS

Notre longue expérience des campagnes contre S. damnosum nous a permis de constater que, compte-tenu des possibilités de dispersion et de migration de cette espèce (LE BERRE, 1966, pp. 78 à 107), l'invasion des zones soumises au traitement par des femelles immigrantes était parfois suffisante à entretenir une transmission de l'Onchocercose de niveau élevé (LE BERRE, 1971). Le maintien d'une population locale, aussi petite soit-elle, nous est de ce fait interdit.

Le DDT, sous réserve d'aménagements préalables autorisant l'accès aux points d'épandages, permet d'obtenir la négativation absolue des gîtes et répond ainsi aux exigences de ce type de lutte.

A court terme, cet insecticide, trop rémanent, ne pourra plus être utilisé, les sources de production devant se tarir sous l'effet de la décision exposée au tout-début du présent travail.

Les essais que nous avons effectués afin de confirmer l'efficacité des produits de remplacement, bien que partiels, permettent dans les conditions de l'expérimentation d'établir un classement des différents insecticides et formulations :

L'Abate a pour avantages son efficacité, sa portée, son absence de toxicité, sa faible rémanence. Son prix actuel est élevé mais cet inconvénient est compensé par la faible concentration nécessaire.

Le Sevin présente apparemment des avantages comparables à l'Abate. Compte-tenu de la forte concentration nécessaire, la relation cout/efficacité le désavantage nettement par rapport au premier produit.

Le Methoxychlore, dans la formulation soumise à l'expérimentation, présente le désavantage majeur de n'être pas totalement efficace. Malgré son prix, sa mauvaise adaptation aux conditions de lutte contre S. damnosum constitue un obstacle considérable à son utilisation dans les campagnes contre cette espèce.

Le présent travail nous a donc permis de confirmer les conclusions de QUELENNEC (1970 b et c). Deux insecticides (Abate, Sevin), en particulier le premier, permettent d'envisager un remplacement satisfaisant du DDT. Il conviendra cependant, avant d'entreprendre quelque changement que ce soit, de soumettre ces nouveaux produits à une expérimentation dans les conditions de débit élevé, durant la saison des pluies qui constitue la saison de plus forte transmission de l'Onchocercose.

D'autre part, si ce travail répond partiellement, à la suite de celui d'autres auteurs, au problème posé par la sélection de nouveaux insecticides et de nouvelles formulations, il en est un autre, essentiel, constitué par le choix de la méthode d'épandage. En effet, les campagnes que nous menons ayant permis de considérer avec optimisme un projet de plus vaste envergure, il était normal d'envisager, en vue de celui-ci, la mise en oeuvre de techniques permettant de s'affranchir des difficultés actuelles. Seule la voie aérienne permettra d'assurer, sur une aussi vaste surface, une souplesse de manoeuvre suffisante.

Encore faut-il en administrer la preuve et, une telle expérimentation nécessitant une organisation minutieuse ainsi qu'une mise de fonds considérable, envisager dès maintenant, afin de ne pas perdre de temps, d'associer à cette méthode d'avant-garde les insecticides ayant procuré les meilleurs résultats.

## 7. REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier ici :

- MM. FROSSARD, CAPITAINÉ et FERENT, de la SOFACO (Abidjan), qui nous ont gracieusement procuré l'Abate et le Sevin nécessaires à nos essais.
- M. BERTHAUD, Technicien d'Hydrologie de l'ORSTOM, qui a bien voulu collaborer aux expérimentations menées en Côte d'Ivoire.

8. RESUME

Une série d'essais a été réalisée afin de comparer l'efficacité des différentes formulations insecticides dans les cours d'eau de savane d'Afrique occidentale.

Les insecticides soumis à l'expérimentation ont été les suivants : Abate 200 (concentré émulsifiable à 20 %),  
 Sevin (poudre mouillable à 85 %),  
 Methoxychlore (solution à 25 % comprenant différentes concentrations de Triton X 161).

Les trois produits ont pu être testés, en comparaison avec le DDT, dans les domaines suivants : comportement du produit dans l'eau; efficacité; portée; effet-retard; toxicité.

Une comparaison cout/efficacité a pu être obtenue, ceci pour les conditions de l'expérimentation.

L'Abate constitue, sous la formulation choisie, le meilleur produit des points de vue efficacité, portée, effet-retard, non-rémanence, non-toxicité; le désavantage de son prix est compensé par la faible concentration nécessaire.

Le Sevin n'a pas été soumis à suffisamment d'essais. C'est un produit efficace mais la forte concentration qu'il nécessite constitue, étant donné son prix, un handicap sérieux à son utilisation.

Le Methoxychlore, dans la formulation soumise à l'expérimentation, n'est absolument pas adapté aux conditions de lutte contre S. damnosum. Dans le type de gîte préimaginal le plus souvent rencontré, il n'entre que très peu en contact avec les larves de cette espèce.

Les auteurs concluent à la nécessité d'entreprendre des essais d'épandage par voie aérienne avec la meilleure solution larvicide.

9. BIBLIOGRAPHIE

- BLANC, M., d'AUBENTON, F., OVAZZA, M. & VALADE, M. - 1958 -  
Recherches sur la prophylaxie de l'Onchocercose en A.O.F.;  
I. Etude hydrobiologique de la Bougouri-Ba et essai de  
désinsectisation.  
Bull. I.F.A.N., 20, 634-673.
- FAIRCHILD, G.B. & BARREDA, E.A. - 1945 -  
DDT as a larvicide against Simulium.  
J. econ. Ent., 38, 694.
- FRITZ, R.F. - 1969 -  
Programme international pour l'évaluation de nouveaux insecti-  
cides. Introduction to the programme.  
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., VII (2), 107-109.
- GRENIER, P. & FERAUD, L. - 1960 -  
Etude biométrique et morphologique de la croissance larvaire  
chez Simulium damnosum Theobald.  
Bull. Soc. Path. exot., 53 (3), 563-581.
- GRUNEWALD, J. - 1969 -  
Studies on the hydro-chemical and-physical living conditions  
of the aquatic stages of Simulium damnosum in Africa.  
rapport dactylographié, 12 pages.
- JAMNBACK, H. - 1969 -  
Field tests with larvicides other than DDT for control of  
blackfly (Diptera : Simuliidae) in New York.  
Bull. Org. mond. Santé, 40, 635-638.
- JAMNBACK, H. & FREMPONG-BOADU, J. - 1966 -  
Testing blackfly larvicides in the laboratory and in streams.  
Bull. Org. mond. Santé, 34, 405-421.
- JAMNBACK, H., DUFLO, T. & MARR, D. - 1970 -  
Aerial application of larvicides for control of Simulium damno-  
sum in Ghana : a preliminary trial.  
Bull. Org. mond. Santé, 42, 826-828.
- LE BERRE, R. - 1966 -  
Contribution à l'étude biologique et écologique de Simulium  
damnosum Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae).  
Mémoires ORSTOM, 17, 204 pages.
- LE BERRE, R. - 1968 -  
Rapport sommaire sur le traitement de la zone de Tiassalé par  
voie aérienne.  
rapport dactylographié, Section Onchocercose, OCCGE, 4 pages.

- LE BERRE, R. - 1969 -  
La lutte contre l'Onchocercose dans le cadre de l'évolution économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest.  
Bull. liaison. Centre. Un. Rech. Dév. (Abidjan), 2, 47-51.
- LE BERRE, R. - 1971 -  
La lutte contre l'Onchocercose dans les Etats de l'OCCGE.  
Doc. XI<sup>o</sup> Conf. techn. OCCGE, 63/Oncho, 9 pages.
- OVAZZA, M. & VALADE, M. - 1963 -  
Recherches sur la prophylaxie de l'Onchocercose humaine en Afrique de l'Ouest de langue française. II - Essais de larvicides sur le terrain et en laboratoire.  
Bull. I.F.A.N., 25, 1215-1234.
- QUELENNEC, G. - 1970 a -  
Résultats d'un épandage de Didicol 6 dans l'Ouest de la Haute-Volta. Comparaison avec l'activité contre les larves de Simulies d'une formulation émulsifiable de DDT.  
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., VIII (1), 45-47.
- QUELENNEC, G. - 1970 b -  
Larvicides utilisables dans la lutte contre les Simulies.  
Doc. X<sup>o</sup> Conf. techn. OCCGE, 1, 195-198.
- QUELENNEC, G. - 1970 c -  
Essais sur le terrain de nouvelles formulations d'insecticides OMS - 187, OMS - 786 et OMS - 971, contre les larves de Simulies.  
Bull. Org. mond. Santé, 43, 313-316.
- QUELENNEC, G., PHILIPPON, B., CORDELLIER, R. & SIMONKOVICH, E. - 1970  
Essais d'activité d'une poudre insecticide à base de Sevin contre les larves de Simulies (Diptera, Simuliidae).  
Méd. trop., 30 (4), 3-6.
- QUELENNEC, G. & VERVENT, G. - 1970 -  
Mesure de la sensibilité aux insecticides des larves de Simulies (Diptera, Simuliidae).  
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., VIII (1), 21-44.
- TIMOFEEVA, L.V., MITROFANOV, A.M., MARCOVITCH, M.I., MURAVIEVA, T.V., SHAN'KOU, M.E. & TUPITZINE, L.F. - 1962 -  
(Essai couronné de succès dans la lutte contre les Simulies (Diptera, Simuliidae) par le traitement des lieux de reproduction).  
Méd. Parasit. (Mosk.), 31, 3-9; en russe, traduction française.
- TRAVIS, B. & GUTTMAN, D. - 1966 -  
Additional tests with blackfly larvicides.  
Mosq. News, 26, 157-160.

TABLEAU 1 : CAMPAGNES ACTUELLES DE LUTTE CONTRE S. DAMNOSUM

Etat	Localité	Début	Cours d'eau - bassin	Auteurs	Durée	Mode de traitement	Insecticide Formulation	ppm/mn dosage durée Epg.	Résultats
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nigéria	Kainji	1961	Niger aména- gement de Kainji 50 km de rayon	MC MAHON (1963) GOINY WALSH (1970)	1961 (saison des pluies) 1969	Larvicide	DDT concen- tré émuls. 25 % 3.000/7.600 gallons/an	0,03/30mn à 2/30mn	Bonne protec- tion du site.
Cameroun	Alucam		Sanaga - 75 km (moyenne 3.000 m <sup>3</sup> /sec)	DUKE & al (rapports annuels)	annuel (antérieur à 1966)	Larvicide	DDT 5-10 T. so- lution/an	inférieur à 0,05/30mn	Bonne protec- tion du site.
Congo Kinshasa	Inga	1969	Congo - 70 km protection de 3.000 km <sup>2</sup>	PHILIPPON LE BERRE Repris par Congo	1969-1970 Octobre-Mai 1970-1971	Larvicide	DDT sol. émuls. 30 % - 120T solution/an	0,016/30mn à 60.000 m <sup>3</sup> /sec.	Excellent protection ?)
Campagne Haute - Volta Côte d' Ivoire Mali	FED-OCCGE Foyer Banfora Foyer Korhogo Foyer Tiassalé Foyer Sikasso	1969 1967 1967 1962	Comoë-Léraba: 20.000 km <sup>2</sup> Bandama : 30.000 km <sup>2</sup> Bandama Farako : 5.000 km <sup>2</sup>	LE BERRE & al.	en continu depuis les dates de début de traitement	Larvicide	DDT solution émulsifiable 30 % 35 T. solu- tion/an	0,1/10mn à 1/10mn	Transmission interrompue ou hypo- endémie.



TABLEAU 2 : : CONDITIONS D'EXPERIMENTATION DE L'ABATE 200

Date	Cours d'eau	Débit	Concentration	Durée	Quantité Insecticide
1	2	3	4	5	6
2 - 71	Léraba (Confluent Comoë) (Haute-Volta Côte d'Ivoire)	2,3 m <sup>3</sup> /sec	0,2 ppm/15 mn	20 mn	1,8 litres
2 - 71	Bou (affluent Bandama) (Côte d'Ivoire)	0,8 m <sup>3</sup> /sec	0,2 ppm/20 mn	16 mn	0,7 litres
12 - 70	Comoë, amont de Karfiguéla (Haute-Volta)	2,7 m <sup>3</sup> /sec	0,1 ppm/15 mn	20 mn	1,2 litres

TABLEAU 3 : : CONDITIONS D'EXPERIMENTATION DU SEVIN

Date	Cours d'eau	Débit	Concentration	Durée	Quantité Insecticide
1	2	3	4	5	6
9 - 12 70	Bou (affluent Bandama) (Côte d'Ivoire)	5 m <sup>3</sup> /sec	1 ppm/30 mn	11 mn	14 kg

TABLEAU 4 : CONDITIONS D'EXPERIMENTATION DU METHOXYCHLORE

Date 1	Cours d'eau 2	Débit 3	Concentration 4	Durée 5	Quantité Insecticide 6
1 - 71	Comoë (Folonzo Haute-Volta)	3 m <sup>3</sup> /sec	0,1 ppm/ 30 mn	30 mn	2,7 litres 1 : 0,5 % émuls. 2 : 0,75 % "
1 - 71	Bou (affluent Bandama) (Côte d'Ivoire)	1,25 m <sup>3</sup> /sec	0,1 ppm/30 mn	30 mn	1,1 litres 1 : 0,5 % émuls. 2 : 0,75 % " 3 : 1 % "
2 - 71	Bougouri-Ba (affluent Volta noire, Haute-Volta)	1 m <sup>3</sup> /sec	0,1 ppm/30 mn	30 mn	0,9 litres 1 % émulsifiant (bateau)
2 - 71	Banifing à Kou oro (Mali)	8 m <sup>3</sup> /sec	0,1 ppm/30 mn	23 mn	7,2 Litres 1 % émulsifiant

TABLEAU 5 : ESTIMATION COUT/EFFICACITE DES INSECTICIDES EXPERIMENTES

Insecticide	Quantité	Prix unitaire	Prix total	Efficacité	Portée efficace
DDT	9 litres (0,5 ppm/30 mn)	200 F CFA	1.800 F CFA	totale	Plusieurs Km
Abate	1,2 litres (0,1 ppm/15 mn)	1.250 F CFA	1.500 F CFA	totale	Plusieurs km
Sevin	6,6 kg (1 ppm/30 mn)	800 F CFA	5.000 F CFA	totale	Plusieurs km
Methoxychlore	2,7 litres (0,1 ppm/30 mn)	300 F CFA	810 F CFA	Partielle	aucune