



PROGRAMME DE LUTTE CONTRE L'ONCHOCERCOSE  
DANS LA REGION DU BASSIN DE LA VOLTA

PROGRAMME DE RECHERCHE ACCELERE SUR LES LARVICIDES ANTI-SIMULIES

Edité par G. Quélenec  
Développement & Sécurité d'Emploi des Pesticides  
Division de la Biologie des vecteurs et lutte antivectorielle

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. INTRODUCTION . . . . .	2
2. MISE EN OEUVRE DU PLAN DE RECHERCHE ACCELERE . . . . .	2
2.1 Revue de la littérature . . . . .	2
2.2 Contacts avec l'industrie . . . . .	3
2.3 Création d'une Unité OCP de recherche sur les insecticides . . . . .	3
2.4 Consultation informelle sur le développement et l'évaluation des larvicides anti-simulies pour la lutte contre l'onchocercose, Genève, mars 1982 . . . . .	4
3. REALISATION, RESULTATS OBTENUS, AOUT 1982 . . . . .	5
3.1 Réunion d'évaluation à Ouagadougou, juillet 1982 . . . . .	5
3.2 Surveillance de la résistance, résistance croisée . . . . .	5
3.3 Evaluation des insecticides chimiques (1982) . . . . .	5
3.4 Evaluation des agents biologiques ( <u>B.t.</u> H-14) . . . . .	10
3.5 Evaluation de l'impact de certains composés sur la faune aquatique non-cible . . . . .	12
3.5.1 Insecticides chimiques . . . . .	12
3.5.2 Agents biologiques . . . . .	13
3.6 Recherche d'équipement pour l'application par aéronefs de formulation de <u>B.t.</u> H-14 . . . . .	13
4. CONCLUSION . . . . .	13
REMERCIEMENTS . . . . .	14
REFERENCES . . . . .	15
ANNEXE I . . . . .	16

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 28708 Ex 18708  
Cote : B

## 1. INTRODUCTION

Le point des phénomènes de résistance au téméphos et au chlorphoxime de certaines espèces du complexe Simulium damnosum, survenus en 1980 et 1981 dans le Programme de lutte contre l'onchocercose dans la Région du Bassin de la Volta (OCP) a été fait lors de la réunion du Comité Consultatif d'Experts (EAC) en octobre 1981 (OCP/EAC 2.4).

Le document présenté à cette occasion décrivait également les mesures prises pour pallier cette situation, les recherches entreprises et l'impact de cette résistance sur la transmission de l'onchocercose. Enfin un certain nombre de recommandations pour des actions urgentes à entreprendre étaient proposées.

En décembre 1981, le Comité Conjoint du Programme (CCP) était, lui même, saisi du problème et un plan d'action à réaliser d'urgence en vue de la mise au point de larvicides de remplacement (OCP/81.1B) était approuvé par le CCP qui décidait de mettre à la disposition du Programme une somme de \$484.200 pour l'exécution de recherches accélérées en matière de larvicides antisimulies (JPC/2).

Le programme intensif proposé comprenait:

- la préparation d'un document constitué par une revue exhaustive des données scientifiques existantes, publiées, ou en préparation concernant la lutte contre les simulies et les aspects de la biologie de ces diptères qui pouvaient jouer un rôle dans cette lutte.
- la mise au point d'un système informatisé permettant de retrouver les données qui pourraient être employées pour la sélection de larvicides antisimulies. Ces données ont été accumulées au cours des 20 dernières années par le programme OMS d'évaluation et d'essai des nouveaux pesticides mis en place par VBC.
- la stimulation de l'intérêt des fabricants de pesticides pour la préparation de nouvelles formulations et la fourniture d'échantillons de composés nouveaux ou de composés plus anciens qui auraient été insuffisamment exploités.
- l'accélération des essais des nouveaux produits grâce à une collaboration plus étroite avec les Centres Collaborateurs de l'OMS et grâce à la création au sein d'OCP d'une unité de recherche spécialisée.
- le renforcement de la surveillance des phénomènes de résistance aux insecticides dans le Programme .

Il était aussi prévu des recherches sur le comportement alimentaire des larves du complexe S. damnosum, des recherches physico-chimiques sur les formulations, la détermination des caractéristiques optimales des larvicides actifs contre les espèces appartenant au complexe S. damnosum, des essais à grande échelle des nouvelles formulations et la poursuite des études sur les mécanismes de la résistance.

## 2. MISE EN OEUVRE DU PLAN DE RECHERCHE ACCELERE

### 2.1 Revue de la littérature

La première action prise en vue d'intensifier la sélection de larvicides présentant toutes garanties d'efficacité et d'innocuité pour l'environnement a été de recruter un consultant. Il a été chargé de faire une revue de la littérature scientifique se rapportant à la biologie des larves de simulies, aux essais d'insecticides et aux opérations de grande envergure entreprises à ce jour contre les simulies. Ce travail avait pour but d'établir un bilan des connaissances et d'en tirer les enseignements utiles pour le Programme. Outre que le document comporte une bibliographie constituant une source d'information complète et des plus à jour, il est ressorti de ce travail que les points suivants devaient être soulignés.

- i) Compte tenu des connaissances actuelles, la poursuite des études sur la biologie de l'alimentation des larves ne mènerait pas à une amélioration rapide, comme cela est souhaité, de

la technologie des larvicides.

- ii) Les recherches sur les larvicides doivent se faire sur les espèces du complexe vecteur et la faune associée. Ceci était dicté par les difficultés d'extrapoler des résultats obtenus sur d'autres espèces, dans des conditions différentes aux espèces et aux conditions prévalant dans la région du Programme.
- iii) Les activités de surveillance du milieu aquatique telle qu'elles sont pratiquées dans le Programme ayant donné toute satisfaction, celles-ci devraient être étendues aux nouveaux larvicides dès leur sélection pour les opérations.

## 2.2 Contacts avec l'industrie

De novembre à février, 27 compagnies fabriquant des insecticides chimiques et 3 compagnies produisant entre autres choses des agents biologiques de lutte contre les insectes ont été visitées. Douze firmes chimiques japonaises ont été contactées par correspondance et seront visitées en 1983. Les responsables de ces entreprises se sont montrés intéressés par les problèmes rencontrés dans la lutte contre les insectes vecteurs de maladies, en particulier par le Programme de lutte contre l'onchocercose et ont montré une volonté de coopérer avec l'Organisation. Ces visites se sont soldées par la livraison d'un nombre important d'échantillons dont il sera fait état ci-après (cf. 3.3 et 3.4). On doit cependant constater, au moins en ce qui concerne l'industrie des Etats Unis que à l'exception de quelques firmes, la lutte contre les vecteurs semblait avoir été perdue de vue ou le plus souvent mise en sommeil. En effet, le plupart des fabricants avaient abandonné les essais discriminatoires sur moustiques et mouches domestiques; essais qui constituaient la base de la sélection des nouveaux produits en vue de leur utilisation en Santé Publique. Les visites ont eu l'avantage d'attirer l'attention des responsables sur la nécessité de rétablir ce type de sélection non seulement en vue d'apporter une aide aux pays en développement mais également en vue de satisfaire les besoins nationaux. L'importance du sujet n'a pas échappé aux industriels dont plusieurs ont promis de rétablir leurs essais sur moustiques. Le Centers for Disease Control, Atlanta, Ga., s'est offert à fournir les souches de moustiques nécessaires.

Un certain nombre de nouveaux produits ont été immédiatement proposés notamment des pyréthroïdes et des inhibiteurs de croissance des insectes pour lesquels l'industrie semble porter un intérêt tout particulier. La Société Penwalt, spécialisée dans la préparation de produits microencapsulés a proposé d'offrir ses services à toute autre compagnie qui envisagerait de présenter des formulations microencapsulées. Celles-ci auraient en effet l'avantage de prévenir la toxicité des matières actives pour la faune aquatique non-cible.

## 2.3 Création d'une unité OCP de recherche sur les insecticides

L'unité de recherche insecticide a été constituée début 1982 et s'est progressivement étoffée.

Elle comprend maintenant 4 chercheurs. Les objectifs de l'Unité sont l'essai et la sélection des larvicides qui sont mis à la disposition et la recherche de résistance croisées de ces produits avec le témplos et le chlorphoxime chez les espèces vectrices devenues résistantes à ces deux derniers produits. Il convient de noter à cet effet que le Programme dispose maintenant de 4 équipes chargées de la surveillance permanente de la résistance.

Le Centre de recherches sur les nouveaux larvicides a été établi à Kara, Togo. Il procède à ses évaluations selon 3 types de méthodes: les gouttières décrites par Jamnback (Annexe I), les minigouttières mises au point à l'Institut de Recherches sur la Trypanosomiase et l'Onchocercose (IRTO) de Bouaké, Côte d'Ivoire et les essais en rivière.

Les études sur les résistances croisées se font selon une méthode basée sur celle de Mouchet et al., 1977. Un nouvel appareil de mesure de la résistance des produits strictement insolubles dans l'eau et n'agissant que par ingestion a été mis au point par l'IRTO. Il en est au stade des essais et sera opérationnel dans un très proche avenir. Un consultant procède à

l'étude des mécanismes de la résistance par des recherches sur les isoenzymes.

OCP a établi des accords de recherche avec l'IRTO pour la poursuite de l'évaluation en phase 1 et 2 des nouveaux produits à base de Bacillus thurigiensis H-14. La formulation de B.t. H-14 actuellement utilisée dans le Programme présentent des caractéristiques physiques tout à fait différentes de celles des formulations à base de produits chimiques. Des recherches en vue d'adapter les équipements de traitement à ce type de formulation ont été entreprises et un contrat a été passé avec une firme spécialisée.

Les hydrobiologistes d'OCP et de l'ORSTOM apportent leur concours à l'évaluation de l'effet des nouveaux larvicides sur la faune aquatique non-cible.

#### 2.4 Consultation informelle sur le développement et l'évaluation des larvicides anti-simulies pour la lutte contre l'onchocercose, Genève, mars 1982 (WHO/VBC/82.854).

Le but de cette réunion était d'établir, compte tenu des recommandations du CCP, la conduite à suivre pour assurer la sélection la plus rapide et la plus efficace de composés actifs sur les simulies et aussi peu nocifs que possible pour la faune aquatique non-cible. Le groupe a discuté des phénomènes de résistance, de la sélection des larvicides anti-simulies (méthodologie, choix des matières actives en fonction de leur innocuité pour les mammifères et l'environnement, et des formulations. Le développement des larvicides anti-simulies fait partie d'activités plus générales de VBC en matière de sélections d'insecticides utilisables en Santé Publique. Le programme de développement de ces larvicides doit s'intégrer dans le Plan OMS d'Evaluation des Pesticides (WHO Pesticide Evaluation Scheme, WHOPEP). Ce plan (WHO/VBC/82.846) nouvellement recommandé par les Directeurs des Centres Collaborateurs de l'OMS comporte quatre phases. Phase 1 Evaluation des nouveaux composés au laboratoire, Phase 2 Evaluation des produits formulés sur le terrain, à petite échelle, Phase 3 Essais sur le terrain à grande échelle, Phase 4 Etablissement de normes pour les produits techniques et les formulations retenues pour être utilisées en Santé Publique. L'adoption de ce plan en remplacement du Programme OMS d'évaluation et d'essai des pesticides mis en place il y'a une vingtaines d'années a pour but d'accélérer l'évaluation des nouveaux produits, d'explorer et d'exploiter toutes les potentialités des nouveaux composés et d'informer plus rapidement les fabricants des résultats obtenus. Au cours des trois premières phases du WHOPEP les informations recueillies sont enregistrées sur ordinateur. Des programme en vue de l'exploitation des données sont en cours d'élaboration. Ils devraient permettre de retrouver parmi les quelques 2000 composés déjà testés dans le précédent programme ceux qui présenteraient les qualités requises pour la lutte contre les simulies.

Prenant tous ces éléments en considération, une stratégie pour l'évaluation des larvicides anti-simulies a été établie. Les pesticides fournis par l'industrie au WHOPEP sont évalués par l'intermédiaire de VBC dans les Centres Collaborateurs de l'OMS. S'ils présentent quelques propriétés qui en font des larvicides anti-simulies potentiels, VBC se charge d'adresser les échantillons au Programme onchocercose. Ces échantillons sont accompagnés des informations techniques disponibles. Le Programme décide alors soit de les évaluer lui même soit de les faire évaluer par des Centres Collaborateurs, en phase 1 ou 2. Si les produits passent les critères requis en phase 2, ils sont évalués par OCP en phase 3. Dès la phase 2, les nouvelles formulations sont testées pour leur action sur la faune aquatique non-cible. A chaque étape de l'évaluation les informations recueillies sont transmises à VBC qui les enregistre, avise le fabricant des résultats et convient avec lui des éventuels changements qui pourraient être apportés aux formulations pour en améliorer le rendement. Lorsqu'un produit est accepté pour la lutte contre les vecteurs d'onchocercose, VBC se charge de la phase 4 qui est l'établissement des normes. Ce travail se fait en association avec l'industrie et des Centres Collaborateurs OMS spécialisés.

Cette Consultation a été suivie en avril d'une réunion à Ouagadougou qui avait pour objectif de déterminer la mise en pratique des recommandations précédentes.

### 3. REALISATION, RESULTATS OBTENUS, AOUT 1982

#### 3.1 Réunion d'évaluation à Ouagadougou, juillet 1982

A la demande du Directeur d'OCP, une réunion s'est tenue à Ouagadougou pour faire le point des progrès accomplis en matière de recherche sur les nouveaux larvicides. Le groupe a également étudié la stratégie de lutte qu'il convenait d'adopter compte tenu de la situation créée:

- i) par la présence d'espèces du complexe S. damnosum résistantes au téméphos et à certains autres insecticides organophosphorés
- ii) par l'absence de larvicides de remplacement entièrement satisfaisants pour la lutte durant la saison des pluies.

Ont été invités à cette réunion le Dr. Gratz, Directeur de la Division VBC, le Dr. Mouchet, Consultant, Dr. Guillet de l'IRTO et tous les cadres d'OCP impliqués dans la recherche sur les insecticides et les problèmes découlant de la présence d'espèces de simulies résistantes dans l'aire du Programme.

En ce qui concerne le développement des nouveaux larvicides, aspect auquel nous nous limiterons ici, cette réunion a constaté avec satisfaction que l'industrie avait répondu à l'appel de l'Organisation en fournissant un nombre important de nouveaux produits aussi bien chimiques que d'origine biologique et que le courant paraissait devoir se poursuivre dans la mesure où l'industrie serait rapidement tenue au courant des résultats obtenus. Dans cette optique il a été une fois encore souligné que les lignes de communication entre les unités de recherche et l'industrie par l'intermédiaire de VBC, telle qu'elles avaient été définies lors de la consultation du mois de mars à Genève devaient être strictement respectées. Il a été de plus convenu que les résultats obtenus devaient être transmis, selon ces voies, dans les meilleurs délais.

Le Groupe a procédé à une revue des résultats disponibles qui vont être décrits ci-après (3.3 et 3.4). Les travaux effectués depuis ont également été inclus dans le présent document.

#### 3.2 Surveillance de la résistance, résistance croisées.

Un rapport spécial sur cet aspect des recherches a été préparé par OCP (OCP/EAC/3.3). Il apparaît que les insecticides organophosphorés sont en général inactifs sur les espèces vectrices résistantes du complexe S. damnosum. Toutefois, certains d'entre eux conservent une certaine efficacité, il est donc exclu de rejeter en bloc cette classe d'insecticides. Cependant, chaque fois qu'un produit organophosphoré sera proposé au Programme, il devra, avant toute chose, faire l'objet d'un test de sensibilité exécuté sur des larves d'espèces résistantes au téméphos. Il a été trouvé que les autres classes d'insecticides, organochlorés, carbamates et pyréthroïdes, testés sur les larves résistantes, conservaient toute leur activité. Les synergisants essayés jusqu'à présent n'ont pas amélioré l'efficacité des produits contre lesquels des résistances se sont manifestées.

#### 3.3 Evaluation des insecticides chimiques (1982)

Les nouvelles formulations d'insecticides chimiques obtenues au cours du premier semestre 1982 sont essayées en laboratoire selon deux méthodes, les gouttières décrites par Jamnback (cf. Annexe I) et les minigouttières mises au point par Guillet. Les formulations les plus prometteuses sont essayées sur le terrain. Cependant, le temps ayant manqué pour achever les tests sur toutes les formulations reçues nous indiquerons la situation actuelle de l'évaluation de chacune des formulations.

Afin d'établir une relation entre les nouveaux produits testés et le téméphos utilisé dans le Programme nous donnerons les performances de celles-ci en premier. Les autres formulations seront présentées dans l'ordre alphabétique des compagnies qui les ont proposées. Il convient toutefois de noter que pour un nombre important de formulations un seul essai a été pratiqué jusqu'à présent et que des essais complémentaires seront nécessaires avant qu'une décision ne soit prise. Ces données doivent donc être considérées comme préliminaires.

Les tableaux qui suivent résument les résultats obtenus à ce jour et les recommandations

faites pour l'avenir.

En ce qui concerne les tests en minigouttières certains ont été faits en mélangeant la formulation avec 1,51 litre d'eau alors que pour d'autres on a mélangé la formulation à 1001 litres d'eau. Dans ce deuxième cas les mortalités sont plus élevées et se rapprochent plus de la réalité si l'on en juge d'après les résultats obtenus avec le téméphos standard et si l'on compare ces résultats à ceux obtenus en gouttières et en rivière.

EVALUATION DES INSECTICIDES CHIMIQUES

Origine	Produit	Gouttières (1)	Minigouttières (1)	Rivière (1) (4)	Recommandations
PROCIDA	téméphos C.E. 20% (O.P.)	dosage 0,0536 0,0402 (3 tests) mortalité % 100 100	dosage 0,4 0,05 mortalité % 24,4(2) 98,1(3)	dosage 0,05 0,1 débit >20 <20 portée 30Km 0-5Km	
AMERICAN CYANAMID	Amdro C.E. 10% (IDI)	dosage 0,4/4jrs. pupaison et émergence normales (1 test) mortalité % -	dosage 0,2 mortalité % 68,4(2)	-	Arrêt des essais Tests sur larves moustiques montrent action très lente
	Cybolt C.E. 20% (Pyr)	dosage 0,08 Survie de jeunes larves réattachement de larves (1 test) mortalité % 90	dosage 0,4 mortalité % 63,6(2)	-	Faible priorité inférieur à cypothrine
	cypothrine C.E. 20% (Pyr)	dosage 0,027 (2 tests) mortalité % > 90	dosage 0,2 0,05 mortalité % 36,2(2) 94 (3)	-	à tester en rivière à 0,05mg/10mn avec contrôle faune non-cible
	téméphos sulfone C.E. 20% (O.P.)	-	dosage 0,05 mortalité % 97,6-100(3)	-	Essais interrompus résistance croisée
	téméphos sulfoxyde C.E.20%	-	-	-	Essais interrompus résistance croisée
BAYER	chlorphoxime 204 C.E.20% chlorphoxime 205 C.E.20% chlorphoxime 206 C.E.20% (O.P.)	-	-	-	Non testés à cause de résistance au chlorphoxime. Les essais redeviennent prioritaires du fait de la disparition de cette résistance chez certaines populations de S. soubrense

Abréviation: C.E.= Concentré emulsionnable, S.C.= Suspension concentrée, O.P. = Organophosphoré, Pyr = Pyréthroïde, Carb. = Carbamate, IDI = Inhibiteur de développement des insectes, OC = Organochloré.

- (1) dosages exprimés en mg/l/10mn
- (2) formulation diluée dans 1,5 l d'eau
- (3) formulation diluée dans 100 l d'eau
- (4) débit en m<sup>3</sup>/sec

Origine	Produit	Gouttières	Minigouttières	Rivières	Recommandations
	ethiofencarb (carb)	-	-	-	non reçu
	methiocarb (carb)	étude en cours (2 tests)	-	-	Haute priorité
	OMS 2015 (IDI)	-	étude en cours	-	technique d'évaluation à mettre au point
	propoxur C.E. 20% (carb)	dosage mortalité % 1.33 83,4 les larves détachées survivent (1 test)	-	dosage débit portée 0,05 0 effet nul	faible priorité
CELAMERCK	CME 13401 S.C. 15% (IDI)	-	-	-	Non testé, technique d'évaluation à mettre au point
CHEMINOVA	téméphos C.E. 20% (O.P.)	-	dosage mortalité % résultats non disponibles	-	
CIBA GEIGY	azaméthifos C.E. 10% T.G. 29 (O.P.)	dosage mortalité % 0.16 100  (1 test)	dosage mortalité % 0,4 100(2)	dosage débit portée 0,2 0,69 6Km 0,1 1,21 0 effet partiel (50%)	Sera retesté en rivière à 0.2mg/l avec contrôle faune non-cible. Formulation ne s'émulsifiant qu'après forte agitation. Haute priorité
	azaméthifos C.E. 10% T.G. 37 (O.P.)	-	-	-	Non testé
	dichlorvos C.E. 50% (O.P.)	-	-	-	Non reçu
DUPHAR	diflubenzuron flowable 25 % (IDI)	-	-	-	Non testé, technique d'évaluation à mettre au point
ICI Plant Protection	pirimicarb C.E. 5% (Carb)	dosage mortalité % 0,67 (1 test) 0	-	-	faible priorité



Origine	Produit	Gouttières	Minigouttières	Rivière	Recommandations
KUMIAI CHEMICAL	Kumihop (O.P.)	-	dosage mortalité résultats non disponibles	-	faible priorité
MITSUI TOATSU	OMS 3002 C.E. 20% (nouveau)	dosage mortalité % 0,067 100  (6 tests)	dosage mortalité % 0,05 100 <sup>(3)</sup>	dosage débit portée 0,2 1,21 3Km <sup>a)</sup> 0,05 0,69 0Km <sup>b)</sup> 0,1 crue <sup>c)</sup>	a) action presque totale (90%) 4Km b) action presque totale 1Km <sup>c)</sup> pas de résultats Haute priorité
NORDISK ALKALI	méthoxychlore C.E. 30% (O.C.)	dosage mortalité % 0,13 78.8 (1 test)	-	dosage débit portée 0,5 0 0,3 0	faible priorité effet partiel à presque total
ROUSSEL UCLAF	deltaméthrine flowable (Pyr)	-	-	-	Non testé
SHELL	tétrachlorvinphos C.E. 24% (O.P.)	-	dosage mortalité % résultats non disponibles	-	
SUMITOMO	métacrate C.E. 30% (Carb)	dosage mortalité % 1,33 47.26 jeunes larves survivent, tous stades peuvent se refixer (1 test)	-	-	faible priorité
UNION CARBIDE	thiodicarb Larvin 375 flowable (Carb)	dosage mortalité % 1,0 83 jeunes larves survivent, tous stades peuvent se refixer (1 test)	-	-	faible priorité
WELLCOME	perméthrine C.E. 42,5% (Pyr)	dosage mortalité % 0,028 99.4 jeunes larves tuées. Toutes les larves dé- tachées sont mortes (1 test)	-	-	A tester en mini- gouttières et en rivière à 0,1mg/l avec contrôle faune non-cible Haute priorité
UNIROYAL formulé par CDC, Atlanta,	OMS 850 C.E. 90% (Sulfite)	-	-	-	Non testé
MELANGES	téméphos + OMS 3002 1/1	pas meilleur que insecticides séparés (1 test)	-	-	arrêt des essais
	azaméthifos + cyprothrine 9/1	pas meilleur que insecticides séparés (1 test)	-	-	arrêt des essais

Le programme d'essais en gouttières et en rivières pour le mois de septembre 1982 sera le suivant:

Essais en gouttières à dosage fixe pendant des temps variables (2, 4, 6, 8, 10, 10, 10, 10 minutes) des insecticides. Ci-après azaméthifos 0,134 mg/l, cythothrine 0,067 mg/l, méthiocarb 0,067 mg/l, OMS 3002 0,067 mg/l, perméthrine 0,067 mg/l, téméphos 0,067 mg/l, téméphos en eau distillée 0,067 mg/l.

Essais en rivières avec contrôle de l'effet sur la faune non-cible par les hydrobiologistes. Les traitements seront faits par hélicoptère.

azaméthifos 0,2 mg/l/10mn, méthiocarb 0,1 mg/l/10mn, OMS 3002 0,1 mg/l/10mn et perméthrine 0,1 mg/l/10mn.

### 3.4 Evaluation des Agents biologiques (B.t. H-14)

Trois firmes collaborent étroitement avec l'Organisation pour la mise au point de formulations de Bacillus thuringiensis H-14 applicables à la lutte contre les simulies. Ce sont Abbott, Sandoz et Solvay.

Vectobac 6108 II ES, Abbott (Guillet et al., 1982<sup>(a)</sup>)

La formulation considérée se présente sous forme d'un liquide brun qui s'émulsionne en formant essentiellement des agglomérats de spores et cristaux d'environ 50 microns.

Le produit a été essayé en minigouttières à la dose de 0,4 mg/l pendant 10mn. Les résultats montrent qu'à ce dosage, selon les conditions de l'essai, la mortalité peut varier de 5 à 98%. Contrairement à d'autres formulations la mortalité est proportionnelle au temps de contact. L'efficacité du produit diminue lorsque le taux de matières en suspension dans l'eau augmente.

Des agents tensioactifs ont été essayés en diverses proportions pour tenter d'améliorer la formulation. L'un d'entre eux a effectivement apporté une amélioration, toutefois, l'activité du mélange reste encore sensible à la turbidité de l'eau qui exerce un effet négatif. Le tensioactif utilisé n'altère pas la toxine à la concentration de 2,4% dans la formulation.

Des essais ont été conduits en rivière.

i) A partir du sol 3 modes opératoires ont été employés:

- a) La technique du fût percé fixe qui dispense les quantités d'insecticide en 10mn. A 0,8 mg/l. L'effet toxique sur les larves de simulies a été de l'ordre de 80% pour un débit de 1,6 m<sup>3</sup>/sec.
- b) La technique du traitement en bandes dans laquelle le fût percé, placé sur flotteurs, est tiré alternativement d'un côté à l'autre de la rivière. A 0,8 et 1,6mg/l pendant 10mn. L'effet a été partiel pour des débits respectifs de 2,3 et 1,2 m<sup>3</sup>/sec.
- c) Traitement par bateau dans une rivière débitant 6,5 m<sup>3</sup>/sec. L'effet a été très faible à 0,8 mg/l et de nul à partiel à 1,6 mg/l.

Dans tous ces traitements des quantités variables d'eau ont été ajoutées à la formulation. Malgré l'addition de 40 à 60% d'eau le Vectobac se répartit très mal dans la rivière et forme des agrégats.

ii) Traitement aériens

Simultanément des traitement aériens ont été effectués dans la même rivière que les traitements par bateau. Les dosages employés ont été 0,8; 1,6; 3,2 mg/l pendant 10mn. La formulation a été appliquée sans addition d'eau. Pour chacun de ces dosages les résultats ont été respectivement nul, partiel (environ 50% de détachement), 90 à 95% de détachement mais sur certains supports seulement les autres ne semblent pas être touchés, ce qui indique une mauvaise dispersion de la matière active.

Les mauvaises performances du Vectobac sont attribuées à la taille trop grande des particules de la formulation et comme on vient de le voir à la mauvaise dispersion du produit dans

l'eau. Cette mauvaise dispersion est insuffisamment corrigée par l'adjonction de tensioactifs. L'influence de la turbidité de l'eau sur cette formulation n'est pas expliquée.

Teknar, Sandoz

i) SAN 402 I

Ce produit est une suspension des spores et de cristaux de B.t. H-14 sa viscosité et élevée et ne permet pas une dispersion spontanée dans l'eau, par contre sa suspensibilité est excellente. La formulation doit être mélangée à de l'eau avant d'être utilisée en traitement anti-simulidien.

En minigouttières ce produit provoque 100% de mortalité à 1,6 mg/l/10mn. La mortalité survient dans les 3 heures suivant le traitement. Pour une même concentration la mortalité n'augmente avec le temps de contact.

Un premier essai en rivière a été effectué par bateau dans des conditions idéale de mélange du produit à l'eau de rivière (Lacey et al., 1982). Le produit dilué avec un minimum de 80% d'eau a été appliqué à la dose de 1,5 mg/l/10mn. Le débit de la rivière était 457m<sup>3</sup>/sec. Dans ces conditions la portée du Teknar 402 I a été de 19 Km.

Les traitements suivants exécutés dans les conditions opérationnelles, en rivière ont montré que la dose à employer était de 1,6 mg/l/10mn. Le produit était alors préalablement dilué dans 20% d'eau. En applications au sol ce produit provoque l'élimination totale des larves. Les traitements par hélicoptères bien que relativement efficaces permettent la survie de quelques larves. Ceci a été attribué à une mauvaise dispersion de larvicide appliqué au moyen du système vide-vite mis au point pour le téméphos (Guillet et al., 1982<sup>(b)</sup>).

Ces résultats ont été confirmés par des traitements au vide-vite effectués par OCP à une dose de 2,43 mg/l/10mn au cours desquels quelques larves ont survécu dans certaines rivières.

Des essais de traitement par avion avec le système rampe/buses ont donné les résultats suivants pour un débit de 45m<sup>3</sup>/sec, le produit appliqué en bandes longitudinales de 150 m de long, 200m en amont du gîte, à 1,6 mg/l/10mn; l'effet a été total sur un gîte complexe faits de rapides et de bras mesurant 1.5 à 2km, en aval l'effet n'était plus que de 50% environ sur 3,8km en raison de la présence d'un bief d'eau stagnante séparant les 2 gîtes.

Au cours d'essais comparatifs entre le téméphos, le chlorphoxime et deux formulations de B.t. H-14 (Cheke, 1982) le Teknar SAN 402 I a été testé à partir du sol et par hélicoptère. Il a été trouvé des portées allant jusqu'à 5,3Km mais la formulation ne franchissait pas les zones d'eau calme. Ces essais ont été réalisés avec des formulations additionnées de 20% d'eau. Sans dilution la portée de cette formulation est négligable.

ii) Teknar 2x

Des essais pratiqués en minigouttières ont montré que ce produit 2 fois plus concentré en matière active est également environ deux fois plus efficace que le SAN 402 I.

Des essais ont été réalisés en rivière avec ce produit selon différents dosages. La rivière avait un débit de 12m<sup>3</sup>/sec. A 0,4 mg/l/10mn l'effet est nul sur les larves de simules à 250m. A 0,6 mg/l/10mn on observe un effet partiel sur 400m environ. A 0,8 mg/l/10mn la portée est de 2,5 à 3Km, on constate un effet partiel jusqu'à 5Km du point de traitement (Agoua et al., 1982).

iii) Teknar 3x

Testé en minigouttières ce produit en principe 3 fois plus concentré en matière active que le SAN 402 I, a montré qu'il était environ 4 fois plus actif. Des résultats obtenus par ailleurs sur larves d'Aedes aegypti avaient fait apparaître une augmentation du même ordre de l'activité de cette formulation. Malheureusement, le fabricant semble rencontrer des difficultés à produire cette formulation sur le plan industriel.

### Produits Solvay

La Société Solvay avait fourni des échantillons d'un produit commercial de Bactimos, employé dans la lutte anti-larvaire contre les moustiques. Il s'est avéré que cette formulation n'était pas satisfaisante pour la lutte contre les simulies et qu'elle était inférieure à la formulation Sandoz 402 I. D'autres formulations testées par la suite n'ont pas non plus donné satisfaction. Cette société montrant un grand intérêt pour le Programme a décidé de reprendre les études à la base et a fourni un premier lot de 49 échantillons en avril puis 33 autres en juin et enfin 22 en juillet. Tous ces produits ont été envoyés à l'IRTO pour évaluation. Il est prévu que l'ensemble de ces échantillons sera testé d'ici septembre. Nous ne disposons actuellement de résultats que pour 21 d'entre eux.

Une étude menée en parallèle sur des larves d'Aedes aegypti devrait montrer s'il existe une corrélation entre l'activité de ces produits sur moustiques et leur activité sur les larves de simulies. Si tel était le cas, les tests sur moustiques, plus aisés à réaliser, permettraient de faire des prédictions sur la valeur des différents produits pour la lutte anti-simulidiennes.

Sur les 21 échantillons pour lesquels des résultats nous ont été communiqués, 4 semblent avoir une activité intéressante sur les larves de simulies. Ce n'est que lorsque tous les produits auront été testés que l'on pourra choisir celui ou ceux qui méritent d'être développés.

### 3.5 Evaluation de l'impact de certains composés sur la faune aquatique non-cible

#### 3.5.1 Insecticides chimiques

i) Au cours d'essais préliminaires le téméphos sulfone ayant montré une certaine action sur les espèces résistantes au téméphos, une étude a été menée par les hydrobiologistes afin de déterminer l'impact de ce produit sur la faune invertébrée non-cible. Les essais ont été réalisés en gouttières (Dejoux 1980), en parallèle avec des essais utilisant du téméphos.

Les dosages employés pour les deux insecticides ont été 0,2 et 0,07 mg/l pendant 10 minutes. Dans les conditions des gouttières qui ne se superposent pas exactement aux conditions naturelles, mais qui permettent cependant de se faire une idée de l'effet probable des produits sur la faune non-cible il a été trouvé (Gibon et Troubat, 1982) que :

- a) l'action du téméphos sulfone est plus rapide et moins étalée dans le temps que celle du téméphos.
- b) les effets globaux sur la faune benthique sont du même ordre de grandeur que pour le téméphos. L'effet d'un léger surdosage est plus faible avec le téméphos sulfone qu'avec le téméphos.
- c) la toxicité du téméphos sulfone pour les Ephémères Baetidae est plus importante que celle du téméphos.

Il ne semble cependant pas, au vu de ces résultats préliminaires, que le téméphos sulfone pose de graves problèmes au niveau de la faune benthique.

ii) Le méthoxychlore ayant montré une bonne activité sur les simulies en Amérique du Nord, ses effets sur la faune aquatique non-cible Africaine ont été évalués au cours d'un essai en rivière à 0,3 mg/l/10mn. On constate un effet toxique immédiat important sur les invertébrés. Toutefois, les poissons ne semblent pas souffrir d'un traitement unique. Le rapport d'augmentation instantanée maximale de la dérive:

$$\frac{\text{valeur maximale de l'indice de dérive après traitement}}{\text{indice de dérive normal avant traitement}}$$

est important, 461 alors qu'il est de 43 pour l'Abate 200CE à 0,05 mg/l/10mn (Paugy et Coulibaly, 1982<sup>a</sup>)

iii) Les effets d'un traitement en rivière au propoxur à 0,05 mg/l/10mn ont été également évalués sur la faune non-cible. On a constaté une augmentation de la dérive naturelle, mais pas de changement dans la composition qualitative de cette dérive. Le rapport d'augmentation instantanée maximale de la dérive défini, ci-dessus, est faible 9,7. Il est inférieur à celui du téméphos au même dosage (Paugy et Coulibaly, 1982<sup>b</sup>).

iv) Les rivières traitées à l'OMS 3002 ont fait l'objet de prélèvements de faune non-cible. A 0,2 mg/l/10mn l'effet de cet insecticide semble comparable à celui du méthoxychlore, effet immédiat et très important. A 0,05 mg/l/10mn l'action de l'OMS 3002 n'apparaît sur la faune non-cible qu'au bout d'une demi-heure. A ce dosage la toxicité de l'OMS 3002 est encore très forte. Les crustacés semblent touchés dans les 2 cas. On n'a cependant pas remarqué d'action immédiat sur les poissons. Le dépouillement des récoltes n'étant pas achevé ces informations sont données à titre préliminaire (Coulibaly, com. pers.).

### 3.5.2 Agents biologiques

Les formulations de B.t. H-14 suscitent de gros espoirs pour le contrôle des espèces résistantes du complexe Simulium damnosum. Des études préliminaires (Dejoux, 1979; Gibon et al., 1980) ont montré l'innocuité de ce produit pour la faune aquatique non-cible.

Le B.t. H-14 ayant été introduit dans le Programme Onchocercose pour des traitements opérationnels, un programme systématique de surveillance de ses effets sur la faune non-cible a été mis en place.

Parallèlement les hydrobiologistes de l'ORSTOM, Bouaké, Côte d'Ivoire ont mené une étude concernant l'impact sur l'environnement de ce produit au cours d'un essai réalisé dans la Marahoué en Côte d'Ivoire. Le traitement a été fait par voie aérienne à la dose de 1,6 mg/l pendant 10 minutes dans les conditions d'étiage. Cette expérimentation (Troubat et al., 1982) a confirmé que le décrochement de la faune benthique est très faible, inférieur à la valeur maximum nocturne de la dérive témoin. On constate une absence d'effet sur les Hydropsychidae et les Chironomidae. On note par contre une forte mortalité chez les Simuliidae. C'est d'ailleurs le seul effet mis en évidence lors de l'expérimentation, en précisant toutefois qu'aucune conclusion ne peut-être avancée vis-à-vis des Ephéméroptères, ceux-ci se trouvant alors en nombre trop faible. Cependant l'absence d'Ephéméroptères dans la dérive laisse supposer qu'il n'y a pas d'effet toxique sur ce groupe.

### 3.6 Recherche d'équipement pour l'application par aéronefs de formulations de B.t. H-14

La formulation de Teknar actuellement utilisée en opération présente une viscosité importante, malgré l'adjonction de 20% d'eau avant son emploi. Appliquée avec le système vide-vite utilisé pour le téméphos, la formulation ne se disperse pas et coule au fond de la rivière. Sa portée est très faible à nulle.

Il convenait donc de mettre au point un système qui disperse le produit avant que celui-ci n'atteigne l'eau.

Le personnel d'OCP et la compagnie Viking Helicopter ont réalisé un appareillage constitué d'une rampe munie de buses qui a donné des résultats satisfaisants pour les traitements gîte par gîte au moyen d'hélicoptères. Le système débite 5l par seconde et grâce à des vols stationnaires les hélicoptères peuvent traiter des rivières ayant un débit allant jusqu'à 40m<sup>3</sup>/sec.

Un système semblable a été monté sur avion, son débit est de 15l par seconde. Ceci nécessite le traitement longitudinal en bandes parallèles en amont des gîtres sur des distances plus ou moins grandes selon les débits. Un essai en rivière a démontré que l'on pouvait obtenir une portée de 3 à 4 Km pour un débit de 5l/m<sup>3</sup>/sec. Il convient d'ajouter 20% à la quantité nécessaire d'insecticide de façon à compenser les pertes dues à la dispersion d'une partie de la formulation sur les berges. D'autres équipements sont en cours d'étude par OCP/Viking.

OCP a en outre passé un contrat avec une firme spécialisée pour la recherche d'équipements mieux adaptés. Un représentant de cette firme s'est récemment rendu sur place pour s'informer des problèmes.

## 4. CONCLUSIONS

Grâce à l'effort concerté d'OCP et de ses Centres Collaborateurs ainsi que de VBC et grâce à la coopération active de l'industrie un nombre important de nouveaux composés et de nouvelles

formulations ont pu être testés en laboratoire et sur le terrain, à petite et grande échelle. Il apparaît déjà que certains composés présentent les qualités de larvicide anti-simulies. Parmi ceux-ci on peut citer l'azaméthifos, la cypothrine, l'OMS 3002, le B.t. H-14 et probablement le méthiocarb. Il est certain que des recherches supplémentaires seront nécessaires avant la mise au point définitive de formulations opérationnelles. C'est pourquoi l'effort ne doit en aucun cas se relâcher. Des relations constantes, faites essentiellement d'échange d'informations et de circulation des données, doivent donc être entretenues avec l'industrie de façon qu'elle continue à apporter son assistance au Programme et à l'Organisation. Dans cette optique, les membres du Comité seront certainement satisfaits d'apprendre que VBC organise une réunion avec les représentants de l'industrie tant au niveau de la direction des compagnies qu'au niveau technique. Cette réunion se tiendra à Genève en juin 1983.

En ce qui concerne les recherches plus fondamentales telles que l'étude du comportement alimentaires des larves et les recherches sur les caractéristiques physico-chimiques des formulations actives sur les simulies, le recrutement de consultants et l'établissement de contrats avec des organismes de recherches sont à l'étude.

#### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les chercheurs de l'Institut de Recherches sur la Trypanosomiase et l'Onchocercose de Bouaké et du Service d'hydrobiologie de l'ORSTOM de Bouaké ainsi que tous nos collègues du Programme de lutte contre l'Onchocercose dans la Région du Bassin de la Volta qui ont bien voulu mettre à notre disposition toutes les données susceptibles d'être utilisées dans le présent rapport et qui nous ont apporté l'assistance matérielle sans laquelle cette mission n'aurait pu être accomplie.

REFERENCES

- Agoua, H., Ocran, M. et Aitchedji, C., 1982 - Etude de la portée du Teknar 2x sur la Bagbé  
Rapport 1/OCP/VCU/Ouest 1982, 6p.
- Cheke, R.A., 1982 - Experimental treatment with Bacillus thurigiensis H-14, temephos and chlorphoxim for the control of Simulium damnosum s.l. and the distribution of larvae of the S. soubrense/S. sanctipauli subgroup in Togo Benin and Eastern Ghana. Rep. COPR/31.02.1 91 p.
- Dejoux, C., 1980 - Effets marginaux de la lutte chimique contre Simulium damnosum. Techniques d'étude Rapport ORSTOM, 34, 64 p.
- Gibon, F.M. et Troubat, J.J., 1982 - Etude du téméphos sulfone sur les invertébrés aquatiques. Rapp. ORSTOM No 49, 8 p.
- Guillet, P., Escaffre, H., Prud'hom, J.M. et Ocran, M., 1982<sup>a</sup> - Evaluation du Vectobac 6108 II ES (Abbott) contre les larves du complexe S. damnosum. Tests en gouttières et traitements en rivières, Rapp. OCCGE-ORSTOM, No 25/IRTO/RAP/82, 6 p.
- Guillet, P., Escaffre, H. et Prud'hom, J.M., 1982<sup>b</sup> - Evaluation du Teknar (Sandoz 402 I WDC) contre les larves du complexe S. damnosum. Efficacité en gouttières et évaluation en rivière Rapp. ORSTOM/OCCGE, 1/IRTO/RAP/82, 8 p.
- JPC/2, 1981 - Rapport deuxième session - Comité Conjoint du Programme, Genève 1-4 décembre 1981 45 p.
- Kurtak, D., 1982 - Détermination de la sensibilité et recherche sur la résistance, OCP/EAC/3.3
- Lacey, L.A., Escaffre, H., Philippon, B., Sékétéli, A. et Guillet, P. - Large river treatment with Bacillus thurigiensis (H-14) for the control of Simulium damnosum s.l. in the Onchocerciasis Control Programme. Tropenmed. Parasit., 33, 97-101
- Mouchet, J., Quélenec, G., Berl, D., Séchan, Y. et Grébaut, S., 1977 - Méthodologie pour tester la sensibilité aux insecticides des larves de Simulium damnosum s.l. - Cah. ORSTOM, sér. Ent. med et Parasitol, 25, 55-66.
- OCP/81.1B, 1981 - Proposition pour la sélection accélérée de larvicides anti-Simulium - Comité Conjoint du Programme, Genève 1-4 décembre 1981, 7 p.
- OCP/EAC2.4, 1981 - Resistance to temephos in the Simulium damnosum complex current situation (August 1981). Foreseeable entomological and epidemiological consequences. Effects on the vector control strategy of the Programme - Expert Advisory Committee, Geneva, 12-16 October, 1981, 25 p.
- Paugy, D. et Coulibaly, B., 1982<sup>a</sup> - Effets d'un traitement au méthoxychloré sur la dérive des invertébrés benthiques du Mono (Togo). Rapp. OCP Ouagadougou, avril 1982, 5 p.
- Paugy, D. et Coulibaly, B., 1982<sup>b</sup> - Effets d'un traitement au propoxur (0,05 ppm/10mn) sur la dérive des invertébrés benthiques de la Wawa. Rapp. OCP Ouagadougou, juillet 1982, 5 p.
- Troubat, J.J., Gibon, F.M., Wongbé, A.I., Bihoum, M., 1982 - Action du Bacillus thurigiensis Berliner H-14 sur les invertébrés aquatiques. II Effets d'un épandage sur le cycle de dérive et les densités d'insectes benthiques. Rapp. ORSTOM No 48, 8 p.
- WHO/VBC/82.846 - Meeting of Directors of WHO Collaborating Centres on the Evaluation and Testing of New Insecticides. Geneva, 9-15 March 1982, 23 p.
- WHO/VBC/82.854, 1982 - Rapport sur la Consultation Informelle sur le Développement et l'Evaluation de Larvicides Anti-simulies pour la Lutte contre l'Onchocercose, Genève, 16-18 mars 1982, 11 p.

Méthode de laboratoire d'essais en gouttière

(Jamnback, H., 1982)

Le système utilise trois jeux de gouttières:

1. gouttières pour la fixation des larves
2. gouttières pour l'exposition à l'insecticide
3. gouttières pour l'observation après traitement

Bien que ces 3 types de gouttières aient des fonctions différentes, elles sont de construction semblable. Elles sont toutes en bois peint en blanc ayant 80 cm de long, 15cm de large et 8cm de profondeur. L'eau est pompée à la partie supérieure s'écoule à la partie inférieure par une languette de bois de 14cm de long et 9cm de large. La languette est recouverte d'une plaque amovible servant à la fixation des larves. Les larves accrochées à la végétation, placées dans la gouttière migrent vers la plaque amovible de fixation où le courant d'eau est le plus rapide. L'eau circule en circuit fermé à partir d'un réservoir grâce à une pompe électrique. Le réservoir en plastique de la gouttière de fixation contient environ 60 litres d'eau et la gouttière elle même environ 6,4 litres. Les larves migrent vers la languette de fixation et sont prêtes pour le test en 24h environ, quoique la gouttière d'exposition ait les mêmes dimensions que la gouttière de fixation, son réservoir est un récipient émaillé de 10 litres. Au total 15 litres d'eau sont placés dans la gouttière d'exposition et la circulation est mise en route.

Le larvicide à tester est ajouté, à la pipette, à l'eau du réservoir où il est mis en circulation pendant cinq minutes afin d'assurer un bon mélange. Une plaque amovible d'une des gouttières de fixation est transférée sur la languette de la gouttière d'exposition. Les larves sont exposées pendant un temps fixe à une concentration donnée du larvicide. Ensuite la plaque de fixation est transférée dans la gouttière d'observation pour une période de 24 heures.

Les populations des plus petites larves sont estimées selon le système +, ++, +++ avant et après le traitement.

= = =