

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
LUTTE CONTRE L'ONCHOCERCOSE

CONVENTION N° V 2-181-81
O.M.S./O.R.S.T.O.M. du 29 - XII - 1971
DATE DE PARUTION DU RAPPORT
15 JUIN 1973

**ETUDE AU LABORATOIRE
DE LA TOXICITE
SUR LA FAUNE AQUATIQUE NON CIBLE
DE NOUVEAUX INSECTICIDES EMPLOYÉS
EN LUTTE ANTI-SIMULIES**

2^e PARTIE

L. LAUZANNE

ACTION SUR LES POISSONS

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE FORT-LAMY



ETUDE AU LABORATOIRE
DE LA TOXICITE
SUR LA FAUNE AQUATIQUE NON CIBLE
DE NOUVEAUX INSECTICIDES EMPLOYES
EN LUTTE ANTI-SIMULIES

2^e PARTIE

Action sur les Poissons

L. LAUZANNE *

TOXICITE DES LARVICIDES ANTI-SIMULIES SUR LA
FAUNE AQUATIQUE NON CIBLE

ACTION SUR LES POISSONS

L. LAUZANNE

I. INTRODUCTION.

Dans une première partie, Mrs Dejoux et Troubat ont étudié l'action des insecticides sur les principaux composants de la chaîne alimentaire aboutissant aux poissons. Cette seconde partie traite de la toxicité directe et immédiate sur les poissons, de différents insecticides susceptibles d'être employés à grande échelle.

II. LISTE ET REFERENCE DES PRODUITS TESTES.

Cinq insecticides ont été sélectionnés en fonction des résultats déjà obtenus.

Abate 200 CE Procida		Solution à 20%
Methyl dursban	O.M.S. 1155 -	Solution à 22,1%
Bayer	O.M.S. 1197 -	Solution à 25%
Baythion 500 EC	O.M.S. 1170 -	Solution à 50%
Methoxychlore		Solution à 20%

Ces insecticides ont été employés sans modification de la formulation. Les concentrations seront toujours exprimées en ppm de produit actif.

III. MATERIEL TESTE.

Nous avons eu d'assez grandes difficultés d'une part à nous procurer le matériel d'étude et d'autre part à le transporter.

I) - Capture et transport.

Les poissons ont été capturés dans le Chari et quelques mares résiduelles à l'aide d'une senne à batonnets à mailles de 6 mm. Aussitôt après leur

capture les prises étaient transférées dans un bac en "plastique" de 80 litres de contenance. L'aération était fournie par une bouteille d'air comprimé. Les transports se sont effectués jusqu'au laboratoire sans trop de perte.

2) - Stabulation.

Nous disposons pour la stabulation, et l'expérimentation, de six bacs cimentés de chacun 500 litres, contenant environ $\frac{2}{3}$ d'eau du réseau urbain et $\frac{1}{3}$ d'eau du Chari. L'oxygénation était fournie par deux pompes à membrane. Quatre bacs ont été utilisés pour la stabulation et deux pour l'expérimentation. Arrivés au laboratoire les poissons étaient déversés dans l'un des bacs (en prenant soin d'homogénéiser les températures). La mortalité, importante dans les premières heures, s'atténue ensuite, pour devenir négligeable au bout de 3 à 5 jours selon les espèces. Après ce laps de temps nous avons admis que les poissons s'étaient adaptés à leur nouveau milieu et qu'ils étaient aptes à subir l'expérimentation. Toutes les expériences ont été réalisées à l'aide de cages cubiques de 40 cm de côté, formées d'une nappe de filet de 4 mm de maille, tendue sur une armature métallique.

3) - Les espèces étudiées.

Elles ont été choisies en fonction de leur relative abondance et de la facilité avec laquelle on pouvait les capturer. Il s'agit de :

<u>Barilius senegalensis</u>	(Cyprinidae)
<u>Barbus lawrae</u>	(Cyprinidae)
<u>Micralestes acutidens</u>	(Characidae)
<u>Alestes nurse</u>	(Characidae)
<u>Hemichromis fasciatus</u>	(Cichlidae)
<u>Tilapia galilaea</u>	(Cichlidae)

Tous les tests ont porté sur des poissons de taille comparable. Les tailles seront indiquées en longueur standard, c'est à dire la longueur mesurée de l'extrémité du museau à l'articulation du pédoncule caudal. Durant les différentes expérimentations, la température de l'eau a variée de 27° à 30°,8.

IV. CHOIX DES TYPES D'EXPERIMENTATION.

Au cours de cette étude 4 points ont été abordés :

- L'action de concentrations relativement faibles pendant 10 mn.
- L'action de fortes concentrations allant jusqu'à la traumatisation puis la mort.

- L'étude de la réversibilité de la traumatisation provoquée par de faibles et fortes concentrations.

- L'influence de l'ingestion modérée de proies intoxiquées.

- Nous avons comparé dans un 5ème paragraphe la résistance des poissons par rapport à celle des autres constituants de la faune non cible.

V. ACTION DE CONCENTRATIONS CROISSANTES PENDANT 10 MINUTES.

Des concentrations supérieures aux concentrations théoriques peuvent vraisemblablement se maintenir pendant un temps assez long dans certaines anses ou zones de remous. Nous avons testé l'action de concentrations allant de 0,25 à 8 ppm pendant 10 minutes sur deux espèces de poissons : Tilapia galilaea et Micralestes acutidens.

1) - Protocole expérimental.

Pour chaque insecticide les concentrations suivantes ont été testées : 0,25; 0,50; 1; 2; 4 et 8 ppm. Ces différentes concentrations ont été préparées dans un bac carré en tôle galvanisée contenant 30 litres d'eau. Pour chaque concentration le test a porté sur 20 poissons d'une même espèce groupés en 2 lots de 10 individus. Les poissons placés dans une cage sont rapidement immergés dans la solution toxique. Ils y séjournent 10 minutes au cours desquelles ils sont continuellement observés. Leur comportement est noté ainsi que le nombre de poissons traumatisés en fin d'expérience. Au bout de 10 minutes, ils sont rapidement retirés et placés dans une cage non contaminée aussitôt plongée dans un bac où les poissons vont séjourner pendant 24 heures. Dix témoins ayant subi les mêmes manipulations, excepté le séjour dans la solution d'insecticide sont mis également en stabulation 24 heures dans une cage identique. Au bout des 24 heures la mortalité des animaux testés et des animaux témoins a été notée. Les deux espèces ont été choisies en fonction de leur relative abondance. En effet pour chaque insecticide nous avons besoin de 180 poissons d'une même espèce soit 900 poissons pour les 5 insecticides. Il se trouve, comme nous le verrons par la suite qu'il s'agit d'une espèce résistante; Tilapia galilaea et d'une espèce relativement sensible : Micralestes acutidens.

2) - Résultats.

Selon les insecticides et les concentrations, le comportement des poissons peut être normal, agité, très agité avec tentative de fuite et montée en surface, pour enfin se traduire par la traumatisation. Le poisson présente d'abord une perte d'équilibre puis il ne peut plus se maintenir en position normale

Tableau I - Abate 200 Procida 20%.

Tilapia galilaea - longueur standard : 28 - 35 mm							
Conc. ppm	Comportement	Nombre de poissons traumatisés en 10 mm			Mortalité en 24 heures		
		Test I	Test 2	%	Test I	Test 2	%
0,25	normal	0	0	0%	0	1	5%
0,50	normal	0	0	0%	0	0	0%
1	agitation	0	0	0%	0	0	0%
2	forte agitation	0	0	0%	1	0	5%
4	traumatisation	7	5	60%	1	0	5%
8	traumatisation	10	10	100%	0	1	5%
Micralestes acutidens - longueur standard : 28 - 32 mm							
0,25	normal	0	0	0%	1	0	5%
0,50	normal	0	0	0%	0	0	0%
1	normal	0	0	0%	0	1	5%
2	normal	0	0	0%	0	0	0%
4	forte agitation	0	0	0%	0	0	0%
8	traumatisation	7	9	80%	1	0	5%

Tableau II - Baythion 50 %.

Tilapia galilaea - longueur standard : 27 - 400 mm							
Conc. ppm	Comportement	Nombre de poissons traumatisés en 10 mm			Mortalité en 24 heures		
		Test I	Test 2	%	Test I	Test 2	%
0,25	normal	0	0	0%	0	0	0%
0,50	normal	0	0	0%	0	0	0%
1	normal	0	0	0%	0	1	5%
2	agitation	0	0	0%	0	0	0%
4	traumatisation	6	6	60%	0	0	0%
8	traumatisation	9	10	95%	0	0	0%

Micralestes acutidens - longueur standard : 28 - 32 mm							
Conc. ppm	Comportement	Nombre de poissons traumatisés en 10 mm			Mortalité en 24 heures		
		Test 1	Test 2	%	Test 1	Test 2	%
0,25	normal	0	0	0%	0	0	0%
0,50	normal	0	0	0%	1	0	5%
1	agitation	0	0	0%	0	0	0%
2	forte agita- tion	3	1	20%	2	1	15%
4	traumatisation	7	6	65%	3	2	25%
8	traumatisation	10	10	100%	5	6	55%

Tableau III - Méthyl dursban 22,1%.

Tilapia galilaea - longueur standard : 26 - 38 mm							
Conc. ppm	Comportement	Nombre de poissons traumatisés en 10 mm			Mortalité en 24 heures		
		Test 1	Test 2	%	Test 1	Test 2	%
toutes conc.	normal	0	0	0%	0	0	0%
Micralestes acutidens - longueur standard : 26 - 30 mm							
0,25	normal	0	0	0%	0	0	0%
0,50	normal	0	0	0%	0	0	0%
1	normal	0	0	0%	1	0	5%
2	normal	0	0	0%	0	0	0%
4	agitation	1	0	5%	0	1	5%
8	traumatisation	3	2	25%	0	0	0%

Tableau IV - Bayer 25%

Tilapia galilaea - longueur standard : 30 - 36 mm							
Conc. ppm	Comportement	Nombre de poissons traumatisés en 10 mm			Mortalité en 24 heures		
		Test 1	Test 2	%	Test 1	Test 2	%
0,25	normal	0	0	0%	0	0	0%
0,50	normal	0	0	0%	0	0	0%

Tilapia galilaea - longueur standard : 30 - 36 mm suite							
1	agitation	0	0	0%	1	0	5%
2	forte agitation	1	0	5%	0	0	0%
4	traumatisation	3	4	35%	0	1	5%
8	traumatisation	10	10	100%	2	0	10%
Micralestes acutidens - longueur standard : 27 - 31 mm							
0,25	normal	0	0	0%	0	0	0%
0,50	normal	0	0	0%	0	0	0%
1	agitation	0	0	0%	0	0	0%
2	forte agitation	0	1	5%	1	0	5%
4	traumatisation	3	2	25%	3	4	35%
8	traumatisation	10	10	100%	6	5	55%

et se met à nager sur le dos de plus en plus lentement. Il peut alors rester immobile en surface le ventre en l'air ou tomber sur le flanc, au fond du bac. Nous donnerons pour chaque insecticide les résultats bruts que nous essayerons ensuite d'interpréter. Les résultats concernant les témoins ne figurent pas sur les tableaux. En effet tout au long des expériences aucune mortalité n'a été constatée chez ces derniers.

- Méthoxychlore 20%

Cet insecticide est absolument sans effet à toutes les concentrations sur les 2 espèces testées. Cependant nous pensons ne pas devoir prendre ces résultats en considération car dans la formulation utilisée cet insecticide n'est absolument pas miscible à l'eau et forme un film en surface même après un brassage vigoureux. Dejoux et Troubat 1973, avaient constaté une nocivité particulière du Méthoxychlore sur les Bulins. Ceci peut s'expliquer car ces derniers, gastropodes pulmonés viennent respirer en surface et se trouvent en présence d'un film d'insecticide pratiquement pur.

3) - Interprétation et conclusions.

a - Concentrations de 0,25 à 2 ppm

L'examen des tableaux I à IV montre que pour les concentrations les plus faibles (de 0,25 à 2 ppm) l'action des insecticides est pratiquement nulle

sur les deux espèces testées. On note pour la concentration de 2 ppm une agitation plus ou moins marquée selon les formulations, mais pratiquement pas de traumatisation et un pourcentage de mortalité non significatif au bout de 24 heures.

b - Concentrations de 4 et 8 ppm.

Pour les concentrations de 4 et 8 ppm l'action de certains insecticides est bien marquée. Afin de pouvoir comparer l'action des différents toxiques pour ces deux concentrations nous avons rassemblé dans le tableau V les résultats concernant les deux espèces.

Tableau V

Conc. ppm	Insecticides	Tilapia galilaea		Micralestes acutidens	
		traumatisa- tion en 10mn	mortalité en 24 heures	traumatisa- tion en 10 mn	mortalité en 24 h.
4	Méthoxychlore	0%	0%	0%	0%
	Méthyl dursban	0%	0%	5%	5%
	Baythion	60%	0%	65%	25%
	Bayer	35%	5%	25%	35%
	Abate	60%	5%	0%	0%
8	Méthoxychlore	0%	0%	0%	0%
	Méthyl dursban	0%	0%	25%	0%
	Baythion	95%	0%	100%	55%
	Bayer	100%	10%	100%	55%
	Abate	100%	5%	80%	5%

- Action traumatisante

Si l'on exclut le Méthoxychlore, les 4 insecticides restants peuvent être classés en 2 groupes :

Le Méthyl dursban paraît très peu toxique. Il a une action nulle sur Tilapia galilaea et une action très réduite sur Micralestes acutidens.

Le Baythion, le Bayer et l'Abate ont des actions traumatisantes importantes et comparables sur les deux espèces testées. Ces actions sont particulièrement nettes pour la concentration de 8 ppm (le pourcentage de traumatisation varie de 80 à 100%).

- Mortalités au bout de 24 heures

Pour le Méthyl dursban dont l'action traumatisante est très réduite, les pourcentages de mortalité constatés ne sont pas significatifs ce qui confirme la faible toxicité de cet insecticide aux concentrations utilisées.

L'action des insecticides du second groupe (Baythion, Bayer et Abate) est sensiblement différente pour les deux espèces.

La mortalité est toujours très faible pour Tilapia galilaea (de 0 à 10%). Pour Micralestes acutidens il convient de distinguer le Baythion et le Bayer qui provoquent 55% de mortalité au bout de 24 heures et l'Abate qui ne provoque qu'une mortalité négligeable (5%).

c - Conclusions.

Aux concentrations faibles (0,25 à 2 ppm), les insecticides utilisés sont pratiquement sans action sur les deux espèces testées.

Aux concentrations de 4 et 8 ppm de Méthyl dursban est très peu toxique. Son action traumatisante est très réduite et il ne provoque pratiquement aucune mortalité.

Aux mêmes concentrations le Baythion, le Bayer et l'Abate ont des actions traumatisantes très importantes sur les deux espèces. La traumatisation est réversible chez Tilapia galilaea. Chez Micralestes acutidens elle est réversible pour l'Abate, mais le Baythion et le Bayer provoquent un taux de mortalité important au bout de 24 heures!

Par ordre de toxicité croissante nous pouvons donc classer les insecticides testés comme suit :

Méthyl dursban	:	non traumatisant	- mortalité nulle
Abate	:	traumatisant	- mortalité nulle
Bayer	:	traumatisants	- mortalité importante
Baythion	:		selon l'espèce testée.

VI. ACTION DES FORTES CONCENTRATIONS.

Nous venons de voir que l'action de concentrations faibles (de 0,25 à 2 ppm) pendant 10 mn n'entraîne aucun effet nocif sur les poissons. Les 2 dernières concentrations testées paraissent plus dangereuses, mais nous ne pensons pas que les accidents constatés sur le terrain puissent leur être imputables car il nous semble peu probable que de telles concentrations puissent se maintenir pendant 10 minutes, même dans des zones favorables. Les accidents

seraient plutôt dus, à notre avis, à l'action de fortes concentrations agissant pendant un temps relativement bref. La concentration la plus couramment utilisée pour la destruction des simulies est de 0,1 ppm. La quantité d'insecticide à déverser est calculée par rapport au volume d'eau s'écoulant en 10 minutes. Dans la pratique la formulation est déversée sur une surface restreinte (surtout dans le cas d'épandages aériens), et il va sans dire que la dilution théorique calculée, met un certain temps à s'établir. Nous pensons que des concentrations supérieures ou égales à 100 ppm peuvent se maintenir pendant une durée de 15 à 30 secondes. Nous avons évalué pour cette concentration le temps moyen de traumatisation et le temps nécessaire pour entraîner la mort de 6 espèces de poissons pour les 5 insecticides testés.

1) - Protocole expérimental.

La concentration est réalisée dans le bac de 30 litres précédemment décrit. Pour chaque espèce et chaque formulation nous avons testé dix poissons de tailles comparables. Les dix poissons sont placés dans une cage qui est rapidement immergée dans la solution d'insecticide. Les temps correspondant à la traumatisation du premier et du dixième poisson ont été notés. La moyenne de ces deux temps a été calculée. Bien que cette moyenne ne soit pas significative en valeur absolue elle a tout de même une valeur comparative qui nous permettra de classer les différentes espèces selon leur plus ou moins grande résistance. Les temps extrêmes de mortalité ont également été notés. Si la traumatisation est relativement facile à apprécier, la mort est, par contre difficile à diagnostiquer. Nous avons considéré comme mort tout poisson qui ne réagissait plus à une piqure et dont les mouvements operculaires n'étaient plus perceptibles. Les poissons considérés comme morts ont été remis pendant 1 heure dans l'eau saine, et nous n'avons jamais constaté une reprise du métabolisme.

2) - Résultats.

Le comportement des poissons est le même pour tous les insecticides. Une extrême agitation et des mouvements de fuite très violents précèdent la traumatisation. Elle se traduit, comme pour les faibles concentrations, par une perte d'équilibre, bientôt suivie d'une faible nage sur le dos. Nous donnons pour chaque insecticide les résultats bruts puis nous essayons de les interpréter et de les discuter. Les temps sont exprimés en secondes, les longueurs standard en mm.

Tableau VI - Abate 200 Procida 20%.

Espèces	Longueur standard	TRAUMATISATION		MORTALITE Temps extrêmes
		Temps extrêmes	Moyenne	
<i>Barilius senegalensis</i>	60-82	40 - 55	47	180 - 290
<i>Barbus lawrae</i>	41-45	20 - 80	50	300 - 370
<i>Micralestes acutidens</i>	30-33	25 - 90	57	150 - 225
<i>Alestes nurse</i>	60-74	35 - 135	85	260 - 340
<i>Hemichromis fasciatus</i>	28-35	65 - 110	87	245 - 295
<i>Tilapia galilaea</i>	28-36	75 - 165	120	305 - 605

Remarque : Certaines espèces ont présenté une hémorragie branchiale. Il s'agit de *Barilius senegalensis* (5/10), *Micralestes acutidens* (4/10), *Alestes nurse* (2/10), et *Tilapia galilaea* (10/10).

Tableau VII - Baythion 50%.

Espèces	Longueur standard	TRAUMATISATION		MORTALITE Temps extrêmes
		Temps extrêmes	Moyenne	
<i>Barilius senegalensis</i>	58-74	35 - 86	60	360 - 540
<i>Barbus lawrae</i>	36-44	55 - 90	72	430 - 660
<i>Micralestes acutidens</i>	32-38	30 - 75	52	245 - 425
<i>Alestes nurse</i>	62-80	60 - 95	77	385 - 485
<i>Hemichromis fasciatus</i>	30-35	70 - 115	92	430 - 660
<i>Tilapia galilaea</i>	25-40	60 - 160	110	590 - 1070

Tableau VIII - Bayer 25%.

Espèces	Longueur standard	TRAUMATISATION		MORTALITE Temps extrêmes
		Temps extrêmes	Moyenne	
<i>Barilius senegalensis</i>	46 - 58	5 - 25	15	120 - 285
<i>Barbus lawrae</i>	35 - 42	20 - 45	32	240 - 315
<i>Micralestes acutidens</i>	32 - 38	10 - 65	37	150 - 210
<i>Alestes nurse</i>	50 - 64	30 - 65	47	180 - 270
<i>Hemichromis fasciatus</i>	28 - 32	40 - 90	65	130 - 170
<i>Tilapia galilaea</i>	25 - 43	65 - 180	122	290 - 560

Tableau IX - Méthyl dursban 22,1%.

Espèces	Longueur standard	TRAUMATISATION		MORTALITE Temps extrêmes
		Temps extrêmes	Moyenne	
<i>Barilius senegalensis</i>	43 - 60	10 - 25	17	190 - 265
<i>Barbus lawrae</i>	32 - 41	15 - 40	27	290 - 330
<i>Micralestes acutidens</i>	30 - 36	15 - 50	32	150 - 200
<i>Alestes nurse</i>	55 - 74	25 - 45	35	180 - 250
<i>Hemichromis fasciatus</i>	26 - 30	70 - 100	85	200 - 270
<i>Tilapia galilaea</i>	26 - 45	160 - 255	207	435 - 1040

Remarque : Présence d'hémorragie branchiale chez *Alestes nurse* (3/10).

Méthoxychlore 20%.

Les tests relatifs au Méthoxychlore, comme dans le cas des faibles concentrations se sont soldés par des résultats négatifs. Les poissons ont été retirés au bout de 30 minutes et aucun ne présentait un quelconque symptôme d'intoxication. Pour la même raison que dans la première expérience nous ne pensons pas devoir prendre ces résultats en considération.

Nous avons rassemblé dans le tableau X les temps moyens de traumatisation pour chaque espèce et chaque insecticide de manière à pouvoir comparer les sensibilités relatives des espèces et la plus ou moins grande toxicité des insecticides.

Tableau X

Espèces	Temps de traumatisation			
	Abate	Baythion	Bayer	Méthyl d.
<i>Barilius senegalensis</i>	47	60	15	17
<i>Barbus lawrae</i>	50	72	32	27
<i>Micralestes acutidens</i>	57	52	37	32
<i>Alestes nurse</i>	85	77	47	35
<i>Hemichromis fasciatus</i>	87	92	65	85
<i>Tilapia galilaea</i>	120	110	122	207

3) - Discussion et conclusions.a - Sensibilité relative des différentes espècesTemps de traumatisation.

Les espèces testées ont des sensibilités différentes et il est remarquable de constater que l'ordre de résistance des espèces est le même pour tous les insecticides (tableau X). Trois groupes peuvent être définis :

Trois espèces sensibles :

Barilius senegalensis : les temps de traumatisation

Barbus lawrae : varient de 15 à 72 secondes

Micralestes acutidens :

Deux espèces moyennement résistantes :

Alestes nurse : les temps de traumatisation varient

Hemichromis fasciatus : de 35 à 92 secondes

Une espèce résistante :

Tilapia galilaea : les temps de traumatisation varient de 110 à 207 secondes

Temps de mortalité.

Nous avons seulement tenu compte des temps de mortalité correspondant à la mort de tous les individus testés. Ces temps constituent une limite supérieure sûre puisqu'aucun des animaux remis en eau saine n'a repris vie. Ces temps de mortalité sont sensiblement équivalents pour les deux premiers groupes, respectivement (200 - 600) et (170 - 660), mais beaucoup plus important pour Tilapia galilaea (560 - 1070) ce qui confirme la grande résistance de cette espèce.

Le classement des espèces en fonctions de leur résistance que nous avons établi au laboratoire corrobore les observations effectuées récemment sur le terrain (Lauzanne - Dejoux 1973). Au cours d'un épandage de Bayer nous avons pu observer que les poissons morts ou traumatisés étaient essentiellement des Barilius et Micralestes, espèces que nous avons déterminées comme les plus sensibles.

b - Toxicité relative des insecticides

Si l'on considère les temps de traumatisation on peut classer ces 4 insecticides en deux groupes, le Bayer et le Méthyl dursban d'une part, l'Abate et le Baythion d'autre part (tableau XI).

Tableau XI

Insecticides	Temps de traumatisation en secondes		
	esp. sensibles	esp. moyennement résistantes	espèces résistantes
Bayer	15 - 37	47 - 65	122
Méthyl dursban	17 - 32	35 - 85	207
Abate	47 - 57	85 - 87	120
Baythion	52 - 72	77 - 92	110

La grande toxicité du Bayer a été confirmée par des observations de terrain (Lauzanne - Dejoux 1973) alors que le Méthyl dursban, qui a une toxicité voisine, n'a pas eu d'action sur les poissons. Les formulations employées sur le terrain sont obtenues par adjonction d'un solvant et d'un émulsifiant. Dans le cas du Bayer il s'agissait de Xylène et de Triton X 171 et dans le cas du Méthyl dursban de pétrole et de Triton X 171. La différence de toxicité constatée pour ces deux formulations provient peut être de la différence de toxicité du pétrole et du Xylène. Une étude visant à déterminer les toxicités relatives des différents produits entrant dans la composition des formulations employées sur le terrain va être prochainement entreprise.

En conclusion nous insisterons sur la rapidité avec laquelle s'effectue la traumatisation quand les insecticides sont employés à forte concentration. Pour éviter les accidents le seul remède consiste donc à réaliser les épandages avec une dilution la plus grande possible. Cette solution pose évidemment des problèmes ardu, vu la faible capacité d'emport des aéronefs utilisés pour réaliser les épandages.

VII. REVERSIBILITE DE LA TRAUMATISATION.

Nous avons constaté dans la première partie de cette étude que l'action de concentrations de 4 et 8 ppm pendant 10 minutes provoquait une traumatisation qui pouvait atteindre 100%. Dans le cas des insecticides les plus toxiques Bayer et Baythion cette traumatisation était suivie d'une mortalité importante au bout de 24 heures pour l'espèce la plus sensible (Micralestes acutidens), alors qu'elle était réversible pour l'espèce la plus résistante (Tilapia galilaea). Au cours de cette expérience, l'espèce sensible était traumatisée bien avant l'espèce résistante et subissait de ce fait l'action du toxique alors que sa capacité de résistance était très diminuée. Nous avons voulu savoir qu'elles étaient les réactions de survie d'une espèce sensible et d'une espèce résistante, placées dans les mêmes condition, d'une part pour une concentration relativement faible (8 ppm); d'autre part pour une forte concentration (100 ppm).

I) - Protocole expérimental.

Nous avons testé la réversibilité de la traumatisation pour l'espèce la moins résistante (Barilius senegalensis) et pour la plus résistante (Tilapia galilaea) pour les 2 concentrations choisies. Les poissons n'ont pas été laissés un temps déterminé dans la solution de toxique mais enlevés au fur et à mesure de la traumatisation. Ils ont été immédiatement placés en eau saine aérée et mis en observation 24 heures. Pour chaque espèce et chaque insecticide il a été réalisé 2 tests portant sur 10 poissons.

2) - Résultats et conclusions.

Les résultats figurent dans le tableau XII. Les longueurs standard des Tilapia galilaea étaient comprises entre 32 et 40 mm, celles des Barilius senegalensis entre 46 et 65 mm.

Tableau XII

Espèces	Tilapia galilaea			Barilius senegalensis		
	Mortalité / 24 h.			Mortalité / 24 h.		
	Test I	Test 2	%	Test I	Test 2	%
Abate 8 ppm	0	0	0%	0	0	0%
Abate 100 ppm	10	10	100%	10	10	100%
Bayer 8 ppm	2	1	15%	1	2	15%
Bayer 100 ppm	10	10	100%	8	9	85%

Tableau XII -(suite)

Espèces	Tilapia galilaea			Barilius senegalensis		
	Mortalité / 24 h.			Mortalité / 24 h.		
	Test I	Test 2	%	Test I	Test 2	%
Baythion 8 ppm	0	0	0%	0	0	0%
Baythion 100 ppm	0	I	5%	0	0	0%
Méthyl d. 8 ppm	0	0	0%	0	0	0%
Méthyl d. 100 ppm	8	6	70%	9	9	90%

Concentration de 8 ppm:

Les résultats montrent clairement que pour la plupart des insecticides la traumatisation provoquée par une concentration relativement faible est réversible. Seul le Bayer provoque une faible mortalité (15%).

Concentration de 100 ppm:

La traumatisation est pratiquement irréversible pour l'Abate, le Bayer et le Méthyl dursban alors qu'elle est réversible pour le Baythion qui apparait donc comme le produit le moins dangereux. Une fois atteint le seuil de traumatisation il semble bien que la survie ne dépende pas de l'espèce. En effet les pourcentages de mortalité (dans le cas des 3 insecticides les plus toxiques) sont comparables pour les deux espèces. Ils varient de 70 à 100% pour Tilapia galilaea et de 85 à 100% pour Barilius senegalensis. En se basant sur les temps de traumatisation et le caractère irréversible ou non de celle-ci nous pouvons classer les insecticides employés à fortes doses en 3 groupes (tableau XIII).

Tableau XIII.

Toxicité	Insecticides	Temps de traumatisation	Réversibilité
peu toxique	Baythion	Relativement élevé	Réversible
Moyennement Toxique	Abate	Relativement élevé	Irréversible
Très toxique	Bayer Méthyl dursban	Court	Irréversible

Nous insisterons une fois encore sur la nécessité d'employer les doses d'épandage à des concentrations les plus faibles possible de manière à ne pas provoquer la traumatisation qui s'avère irréversible pour la plupart des insecticides.

VIII- ACTION DE L'INGESTION DE PROIES INTOXIQUÉES.

Dans les biotopes d'eaux courantes convenant aux simulies de nombreux poissons sont insectivores. Ils se nourrissent de larves d'insectes aquatiques cohabitant avec les larves de simulies (Chironomides, Trichoptères et Ephéméroptères). Après chaque traitement les larves "décrochent" en quantité relativement importante en même temps que les simulies. Nous nous sommes demandés d'une part, si ces larves contaminées étaient consommées par les poissons (phénomènes éventuels de répulsion dus à l'imprégnation de toxique) et d'autre part, dans le cas d'ingestion, qu'elle pouvait être l'action d'une telle nourriture sur le comportement des poissons. Une expérience a été mise en oeuvre afin d'éclaircir ces deux points.

1) - Protocole expérimental.

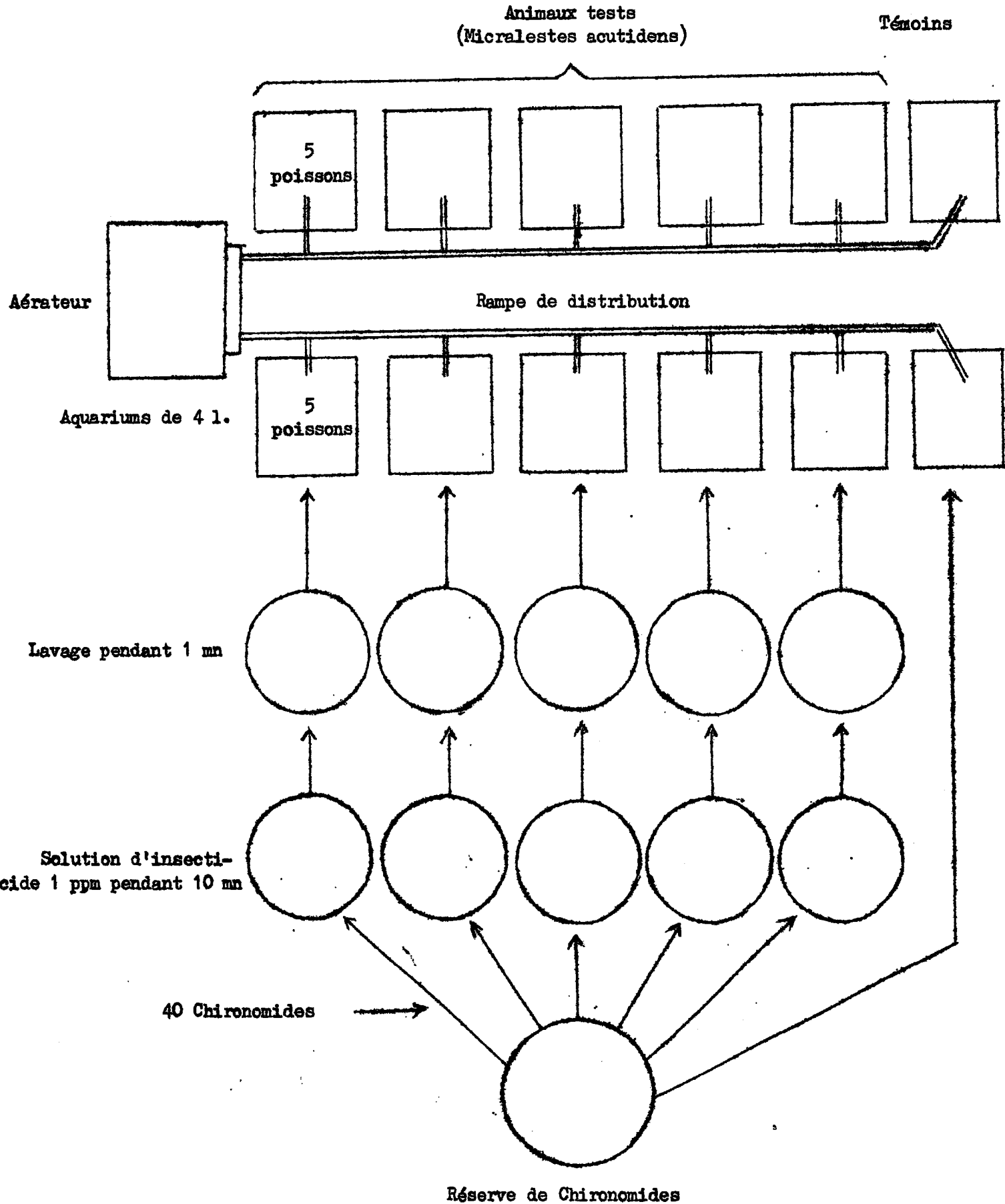
L'expérience a été menée sur des Micralestes acutidens nourris avec Chironomus formosipennis, grosse forme relativement abondante dans les mares des environs de Fort-Lamy. Pour chaque insecticide 10 poissons ont été testés en 2 groupes de 5, contenus dans des aquariums de 4 litres de contenance. L'aération était assurée à l'aide d'un compresseur par l'intermédiaire d'une rampe de distribution (voir plan de l'expérience). Les poissons ont été mis au jeûne 2 jours avant le début de l'expérience. Pendant 7 jours ils ont reçu chaque matin 20 Chironomides intoxiqués par aquarium (en principe 4 Chironomides par poisson). L'intoxication des proies a été réalisée de la manière suivante. Quarante Chironomides ont été prélevés dans un bac de réserve, et introduits dans un tube "plastic" muni d'un fond "grillagé". Ils ont été plongés pendant 10 minutes dans une solution d'insecticide à 1 ppm (dose 10 fois supérieure à la concentration théorique employée sur le terrain). Les larve mortes ou fortement traumatisées ont été placées pendant 1 minute dans l'eau saine (lavage), avant d'être distribuées aux poissons. Ceci a été réalisé pour les 5 insecticides. Parallèlement 2 lots de 5 témoins ont été nourris avec des Chironomides non contaminés. En 7 jours chaque poissons avait donc théoriquement absorbé 28 Chironomides.

2 - Résultats et conclusions.

Les Micralestes ne montrent aucune répugnance à consommer des proies contaminées.

Au cours de 7 jours d'expérimentation, aucun comportement anormal n'a été remarqué par rapport aux animaux témoins et aucune mortalité constatée.

Plan de l'expérience relative à l'ingestion de proies intoxiquées



Il apparait donc que les poissons consomment les proies intoxiquées et qu'une ingestion modérée de ces proies est sans action immédiate sur leur comportement.

Il convient toutefois de remarquer que lors des traitements de terrain, la masse des proies contaminées entraînées par le courant peut être très importante et qu'il peut en résulter pour les poissons un phénomène de gavage. La quantité de toxique absorbée en une seule fois peut être alors importante et avoir des effets marqués. Cet aspect du problème sera envisagé dans un prochain travail.

IX - RESISTANCE DES POISSONS PAR RAPPORT A CELLE DES AUTRES CONSTITUANTS DE LA FAUNE NON CIBLE.

1) - Faibles concentrations agissant pendant 10 minutes.

Pour les faibles concentrations nous ne possédons que peu de données comparatives. Dejoux et Troubat ont testé l'action de concentrations de 0,25 ppm agissant pendant 10 minutes sur divers insectes aquatiques, des mollusques (Bulins) et des larves de batraciens. La mortalité au bout de 24 heures est toujours notable chez les insectes. Elle varie selon les espèces de 7 à 93% pour l'Abate 200 Procida, de 10 à 40% pour le Méthyl dursban, de 0 à 87% pour le Baythion et de 13 à 80% pour le Bayer. Comme les poissons, les mollusques et les batraciens ne présentent aucune mortalité pour cette concentration. L'action des insecticides ne se fait sentir pour les poissons que pour des concentrations de 4 et 8 ppm agissant pendant 10 minutes. Ils apparaissent donc comme très résistants par rapport aux insectes aquatiques.

2) - Fortes concentrations.

Dejoux et Troubat ont expérimenté l'action d'une concentration de 100 ppm sur diverses espèces en notant les temps moyen de traumatisation et les temps moyens de mortalité. Nous avons rassemblé dans le tableau XIV quelques temps de traumatisation concernant ces expériences. Nous y avons fait également figurer les résultats relatifs à Barilius senegalensis (espèce sensible) et Tilapia galilaea (espèce résistante).

Il s'avère donc que les poissons sont extrêmement sensibles à l'action de fortes concentrations. Les toxiques agissant vraisemblablement au niveau du système branchial qui peut présenter des hémorragies chez certaines espèces.

Tableau XIV - Temps de traumatisation (en secondes) de diverses espèces soumises à l'action d'une concentration de 100 ppm.

	Abate 200 P.	Méthyl d.	Baythion	Bayer
Anisops balcis	312	948	1224	132
Culex sp.	1865	306	492	162
Larves de batraciens	492	714	469	492
Barilius senegalensis	47	17	60	15
Tilapia galilaea	120	207	110	122

X. CONCLUSION GENERALE.

Nous rappellerons les points essentiels qui ont été soulignés au cours de l'exposé.

Parmi les différents composants de la faune non cible, les poissons semblent être les plus résistants aux concentrations relativement faibles employées pendant un temps assez long.

Inversement ils sont extrêmement sensibles à l'action des fortes concentrations. Les poissons sont rapidement traumatisés et la traumatisation est irréversible dans la plupart des cas. Les autres groupes d'animaux se montrent à cet égard beaucoup plus résistants.

Les poissons ne montrent aucune répugnance à consommer des proies contaminées et une ingestion modérée de celles-ci ne semble pas avoir d'action immédiate sur leur comportement.

Nous pensons que la seule façon d'éliminer les risques d'accident est de diminuer au maximum la concentration de la dose d'épandage afin d'éviter les risques de traumatisation.

Nous pouvons établir deux classifications des insecticides testés en fonction de leur toxicité sur les poissons.

La première est basée sur l'action de concentration faibles (jusqu'à 8 ppm) pendant un temps relativement long. Le Méthyl dursban se montre le moins dangereux. Vient ensuite l'Abate 200 Procida, moyennement toxique puis le Baythion et le Bayer beaucoup plus dangereux. Cette classification serait à retenir dans le cas de traitements anti-larvicides effectués sur des eaux plus ou moins stagnantes. La deuxième classification basée sur l'action de fortes concentrations

agissant pendant un temps court, convient mieux à notre avis, aux zones à simu-
lies toujours soumises à un courant relativement vif. Le Baythion se montre de
loin l'insecticide le moins nocif. L'Abate 200 Procida est moyennement toxique
alors que le Bayer et le Méthyl dursban sont extrêmement dangereux.

Ces résultats obtenus en Afrique Centrale peuvent vraisemblablement
être extrapolés à l'Afrique Occidentale puisque les espèces testées à Fort-Lamy
sont communes à ces deux parties de l'Afrique. Les poissons ont été soumis à
l'action des insecticides dans des enceintes closes sans possibilité de fuite.
Il est probable que dans la nature, ils cherchent à éviter la zone contaminée
(contrairement à la plupart des larves d'insectes, étroitement liées au substrat)
et nous pensons que l'action toxique des insecticides peut être notablement ré-
duite par cette capacité d'évitement.

O.R.S.T.O.M.

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS 8^e

Service Central de Documentation :

70-74, route d'Aulnay - 93 - BONDY

Centre O.R.S.T.O.M. de Fort-Lamy :

B. P. 65 - FORT-LAMY (Tchad)
