



O.C.C.G.E.

O.M.S.

INSTITUT DE RECHERCHES
SUR L'ONCHOCERCOSE

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

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR UNE RÉSISTANCE À L'ABATE CHEZ SIMULIUM DAMNOSUM S.L.
EN CÔTE D'IVOIRE (ZONE DU PROGRAMME DE LUTTE CONTRE L'ONCHOCERCOSE
DANS LA RÉGION DU BASSIN DE LA VOLTA).

P. GUILLET ^X, H. ESCAFFRE ^{XX}, M. OUDREAOGO ^{XXX}, D. QUILLÉVÉRÉ ^X.

N° 18 / ONCHO / RAP. 80

- ^X Entomologiste médical de l'ORSTOM - IRO BP 1500 BOUAKE - Côte d'Ivoire
- ^{XX} Technicien d'entomologie médicale de l'ORSTOM - IRO BP 1500 BOUAKE -
- ^{XXX} Technicien d'entomologie OMS au programme de secteur de Bouaké - BP 1474 BOUAKE -

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 897 ex 1

Cpte : B

Date : 25 FEVR. 1982

Le programme de lutte contre l'onchocercose entrepris par l'Organisation Mondiale de la Santé en Afrique de l'Ouest repose sur l'utilisation de larvicides chimiques déversés dans les rivières afin d'éliminer les larves de *S. damnosum s.l.* vecteurs de cette endémie. L'abate® en concentré émulsionnable est utilisé par le programme depuis sa création en 1974. Cet insecticide, de par sa forte toxicité pour les larves de *S. damnosum s.l.* et sa relative innocuité pour la faune non cible, convient parfaitement à cette utilisation et a toujours donné d'excellents résultats. Cependant les captures de simulies effectuées par le programme sur le bas Bandama en République de Côte d'Ivoire, ont montré la présence d'une population de femelles piqueuses anormalement élevée en dépit des traitements. Récemment, des prospections dans les gîtes ont permis de mettre en évidence la présence de populations larvaires importantes 24 heures ou 48 heures après les traitements.

Une étude des facteurs pouvant expliquer ces échecs a été entreprise. Elle porte sur la sensibilité des larves à l'abate, l'efficacité des traitements, la détermination des espèces concernées et enfin la composition physico-chimique de l'eau.

1. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE.

L'échec des traitements ne s'observe que sur le bas Bandama, en aval du barrage hydroélectrique de Taabo. Les derniers gîtes larvaires se situent au niveau de Tiassalé à 65 km du barrage. Ce bief présente un nombre important de gîtes de grande taille notamment au niveau du lieu dit "les chutes Gauthier" où s'est déroulée toute cette étude.

Le début du traitement de ce bief (mars 1979) est postérieur à la mise en eau du barrage. Le débit est assez régulier, variant entre 150 et 250 m³/s. On enregistre cependant des fluctuations journalières dues aux rythmes de fonctionnement des turbines du barrage. L'importance des gîtes et l'abondance des supports pour les larves sont très favorables au développement d'une population composée d'environ 75% de *S. sanctipauli* et 25% de *S. soubrense* Vajime et Dunbar 1975 (Quillévéré et Pendriez, 1975 ; Vajime et Quillévéré, 1978). La dispersion des femelles semble très limitée (Le Berre, 1966; Quillévéré, 1979). Les captures de femelles effectuées par OCP indiquent que depuis le début des traitements, ceux-ci n'ont pas toujours été efficaces à 100%. Cela peut s'expliquer en partie par la complexité des gîtes et les fluctuations journalières de débit. Le délai écoulé entre la lecture de l'échelle de crues et le traitement a pu conduire souvent à des erreurs de dosage.

2. MATERIEL ET METHODES.

2.1. La sensibilité des larves a été mesurée suivant la méthode préconisée par Mouchet *et al.* (1977). Les tests sont effectués dans des bols en verre où sont placées 25 larves de stades IV et V dans 250 ml d'eau distillée. Le contact dure 3 heures. La température de l'eau est maintenue entre 20° et 25°C. L'abate utilisé est une solution éthanolique de téméphos technique. Le critère adopté pour différencier les larves moribondes des vivantes est la réaction immédiate de ces dernières au contact de la pince. Au cours de la dernière série de tests, les larves moribondes aux concentrations de 0,125 ppm et plus ont été mises en observation. Dès la fin du test, ces larves sont prélevées, rincées puis transférées dans 250 ml d'eau distillée aérée par un diffuseur relié à un compresseur d'air. Le temps de mise en observation est de 6 heures.

.../...

2.2. L'efficacité des traitements à l'abate a été évaluée en utilisant un dispositif de minigouttières. Celles-ci sont alimentées par gravité avec de l'eau de la rivière préalablement filtrée à 120 μ . Les larves sont installées dans les gouttières au minimum 2 heures avant le début des traitements. En l'absence de traitement, la dérive spontanée des larves dans ce type de gouttières est très faible (1 à 3% en 24 heures).

2.3. Les larves de *S. damnosum* s.l. survivant dans les tests de sensibilité aux concentrations supérieures ou égales à 0,25 ppm ainsi que dans les gouttières après les traitements, sont fixées dans le liquide de Carnoy pour l'identification spécifique à partir des chromosomes.

2.4. Des échantillons d'eau ont été prélevés en trois points : en amont du barrage, immédiatement en aval et aux chutes Gauthier (à 55 km en aval). Ces échantillons ont été analysés par le laboratoire d'analyses de l'O.R.S.T.O.M. à Abidjan. Des mesures de pH ont été effectuées *in situ* à l'aide d'un pHmètre électrique au moment de la collecte des échantillons. Des prélèvements de phytoplancton ont également été effectués et identifiés au centre de recherches océanographiques de l'O.R.S.T.O.M. à Abidjan.

3. RESULTATS

3.1. Sensibilité des larves à l'abate

3.1.1. Sensibilité avant les traitements

Deux séries de trois tests complets ont été effectuées aux chutes Gauthier en janvier et juin 1977. Les deux droites obtenues à partir des récapitulatifs de chaque série sont très voisines et parallèles (graphique I). Les résultats obtenus sont très homogènes et dans tous les cas, la limite supérieure de la CL100 a été de 0,125 ppm (tableau 1).

3.1.2. Sensibilité actuelle des larves

Les résultats obtenus au cours des deux premières séries de tests sont tout à fait semblables. La CL95 est d'environ 0,2 ppm et la limite supérieure de la CL100 de 0,5 et 0,625 ppm (tableaux 2 et 3, graphique I). Au cours de la troisième série de tests, les résultats obtenus sont plus hétérogènes. Un premier test réalisé à partir d'un seul support abondamment peuplé de jeunes larves (majorité de stades III et IV), a indiqué une sensibilité presque normale avec une limite supérieure de la CL100 de 0,25 ppm (tableau 4). Trois autres tests, réalisés à partir de larves provenant d'un grand nombre de supports ont donné des résultats très différents avec 14,7% de survivants à 0,312 ppm et 3,7% à 0,625 ppm*. La pente de la droite de régression est encore plus faible que celles obtenues lors des deux premières séries (tableau 5, graphique I). Le rapport CL95 avant traitement / CL95 actuelle varie entre 5 et 15.

Au cours de la troisième série de tests, des larves de *S. damnosum* s.l. provenant de la basse Comoé (zone non traitée) ont été testées à titre comparatif à la concentration de 0,156 ppm. La mortalité a été de 100% sur les 184 larves testées, ce qui indique une sensibilité normale pour cette population.

*Les larves survivantes de ces tests n'ont pas été mises en survie ; en revanche, la totalité des larves moribondes mises en observation sont mortes dans les trois heures qui ont suivi le test.

3.2. Efficacité des traitements à l'abate

Deux séries d'épandage ont été effectuées, l'une avec l'abate Procida 20% CE, l'autre avec l'abate Cyanamid 20% CE. Lors de ces deux séries, les conditions opérationnelles ont été les mêmes : débit de 180 m³/s, épandage en trois points (une dose à l'entrée du gîte et deux demi-doses 500 à 600 m en aval, au même niveau sur les deux bras principaux du gîte). Les gouttières étaient situées environ 1000 m en aval du deuxième point d'épandage.

Le premier traitement à l'abate Procida à 0,1 ppm/10 mn (le 22-05-80) a provoqué 3,5% de décrochement des larves et le deuxième à 0,2 ppm/10 mn le lendemain 17,9% de décrochement des larves restant dans les gouttières. Le décrochement global pour ces deux traitements est de 19,1% (tableau 6). Dans tous les cas, les larves s'étant nymphosées après passage de la vague d'insecticide, ont été comptées comme vivantes.

Le premier traitement à l'abate Cyanamid à 0,1 ppm/10 mn (le 5-06-80) a provoqué 25,3% de décrochement et le deuxième à 0,4 ppm/10 mn le lendemain 41,8% de décrochement des larves restant dans les gouttières. L'effet global pour les deux traitements est de 52% (tableau 7). Lors de ces deux traitements le décrochement des larves a commencé 3 heures après l'épandage et s'est étalé sur 4 à 5 heures. Passé ce délai, il devient pratiquement nul.

Tous les contrôles larvaires effectués dans les gîtes après ces deux séries de traitements ont montré dans tous les cas une importante population larvaire résiduelle, même à moins de 200 m en aval des points d'épandage. Cette population, comme dans les gouttières, est composée à la fois de larves jeunes et âgées.

3.3. Déterminations spécifiques des larves survivantes

Bien que l'examen de ces larves soit en cours, il semble que la composition spécifique des lots de larves survivantes ne soit pas statistiquement différente de celle des gîtes. La résistance semble donc se manifester de façon égale chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* (aucune inversion flottante hétérozygote particulière n'a été notée chez les larves survivantes).

3.4. Analyse des eaux du Bandama

Bien que la totalité des résultats ne soit pas encore disponible, notamment le dosage des matières en suspension, il semble qu'il n'y ait pas de grande modification de la composition physico-chimique de l'eau en aval du barrage de Taabo. Les pH mesurés *in situ* sont respectivement de 7,6 en amont du barrage, 6,4 immédiatement en aval du barrage et 7,1 au niveau des chutes Gauthier. La résistivité est légèrement supérieure en amont du barrage et l'oxygène consommé par la matière organique inférieure. Quoiqu'il en soit, ces différences minimales, ne peuvent certainement pas expliquer l'échec des traitements dans cette zone.

.../...

4. DISCUSSION - CONCLUSION

La méthode préconisée par Mouchet *et al.* (*loc. cit.*) a permis de mettre très clairement en évidence la résistance à l'abate. Cette méthode, qui donne des résultats fiables, est tout à fait adaptée à la détermination de la sensibilité des larves de *S. damnosum s.l.* aux insecticides.

L'analyse des résultats des tests de sensibilité effectués avant le début des traitements et 16 mois après indique que les larves de *S. soubrense* et *S. sanctipauli* du bas Bandama ont rapidement développé une résistance à l'abate. Le coefficient de résistance enregistré (5 à 15) a une incidence opérationnelle immédiate et évidente. Une dose 4 à 5 fois supérieure à la dose opérationnelle efficace élimine à peine la moitié des larves présentes dans les gîtes, et ce, indépendamment de la formulation d'abate employée. Il faudrait probablement des concentrations beaucoup plus élevées pour obtenir une efficacité totale.

Deux éléments confirment cette résistance mise en évidence par les tests. D'une part le pourcentage de décrochement lors du deuxième traitement à l'abate Cyanamid n'a pas augmenté proportionnellement à la dose. En augmentant celle-ci de 4 fois, la mortalité des larves n'augmente que de 1,6 fois, ce qui indique que la plupart des larves sensibles ont décroché lors du premier traitement. L'effet du deuxième traitement est donc minimisé du fait qu'il s'applique à des larves génétiquement moins sensibles. Il faut noter cependant que cette moindre sensibilité a été en partie masquée par le premier traitement qui a probablement sensibilisé les larves à l'abate. Ce phénomène s'observe couramment chez les larves de moustiques lors d'expositions répétées à des doses sub-léthales d'insecticide. D'autre part, en dépit de concentrations d'abate très élevées, les jeunes larves (stades II à IV) n'ont décroché qu'à 70 - 80 %. Ces larves, plus sensibles que les larves âgées, décrochent en général toutes lors de sous-dosages accidentels sur des populations sensibles.

Si la résistance aux insecticides chez les simulies n'est pas un phénomène couramment observé, c'est probablement que celles-ci n'ont pas fait souvent l'objet de campagnes de lutte systématiques. Des baisses de sensibilité au DDT ont été enregistrées aux Etats-Unis (Jamnback et West, 1970), au Japon (Susuki *et al.*, 1963 ; Asahina *et al.*, 1966) ainsi qu'en Afrique chez *S. damnosum s.l.* (Walsh, 1970 ; Kuzoe et Noamesi, 1973) et *S. hargreavesi* (Quélenec et Vervent, 1970). Récemment un niveau élevé de résistance au DDT a été mis en évidence chez *S. damnosum s.l.* dans la zone du programme (Guillet *et al.*, 1977).

Le développement d'une résistance à l'abate sur le bas Bandama, 16 mois seulement après le début des traitements, est assez surprenant. Toutefois un certain nombre de facteurs ont été favorables à son apparition : l'importance de la population et son isolement, le manque d'une efficacité totale des traitements opérationnels et enfin, facteurs communs à toutes les populations de *S. damnosum s.l.* la prolificité des femelles et la brièveté du cycle de développement. L'apparition de cette résistance souligne la nécessité impérieuse pour les traitements d'être systématiquement efficaces à 100%. La surveillance entomologique du programme repose essentiellement sur la capture de femelles piqueuses. Il serait souhaitable de renforcer les contrôles larvaires dans les gîtes après les traitements.

.../...

Les implications au niveau opérationnel d'une telle résistance sont très importantes. Les espèces du complexe *S. damnosum s.l.* peuvent développer rapidement une résistance à l'abate. Il n'existe aucune garantie que la population résistante, actuellement considérable, ne va pas se disperser vers le haut Bandama et le long de son affluent le N'zi. Il est probable que la dispersion des femelles de *S. sanc-tipauli* soit très limitée. En revanche, *S. soubrense* peut, en périodes de réinvasion, se disperser et coloniser des gîtes larvaires de rivières de savane telle que la Leraba à la frontière entre la Côte d'Ivoire et la Haute-Volta. La situation entomologique sur le bas Bandama doit être considérée comme très préoccupante. Il importe de la contrôler le plus rapidement possible. Cela implique l'utilisation immédiate d'un composé alternatif de l'abate afin d'éliminer la population résistante.

Il est difficile de statuer sur l'évolution de cette résistance après un certain nombre de cycles de traitements avec un alternatif. Toutefois il faut souligner le risque élevé de voir cette population développer rapidement une résistance à cet alternatif s'il appartient également au groupe des composés organo-phosphorés. Il en serait probablement de même avec un composé du groupe des organo-chlorés. Cela confirme la nécessité d'intensifier les recherches dans le domaine de l'utilisation des insecticides biologiques, notamment la mise au point de formulations de *Bacillus thuringiensis* sérotype H14 utilisables dans le cadre du programme OMS de lutte contre l'onchocercose.

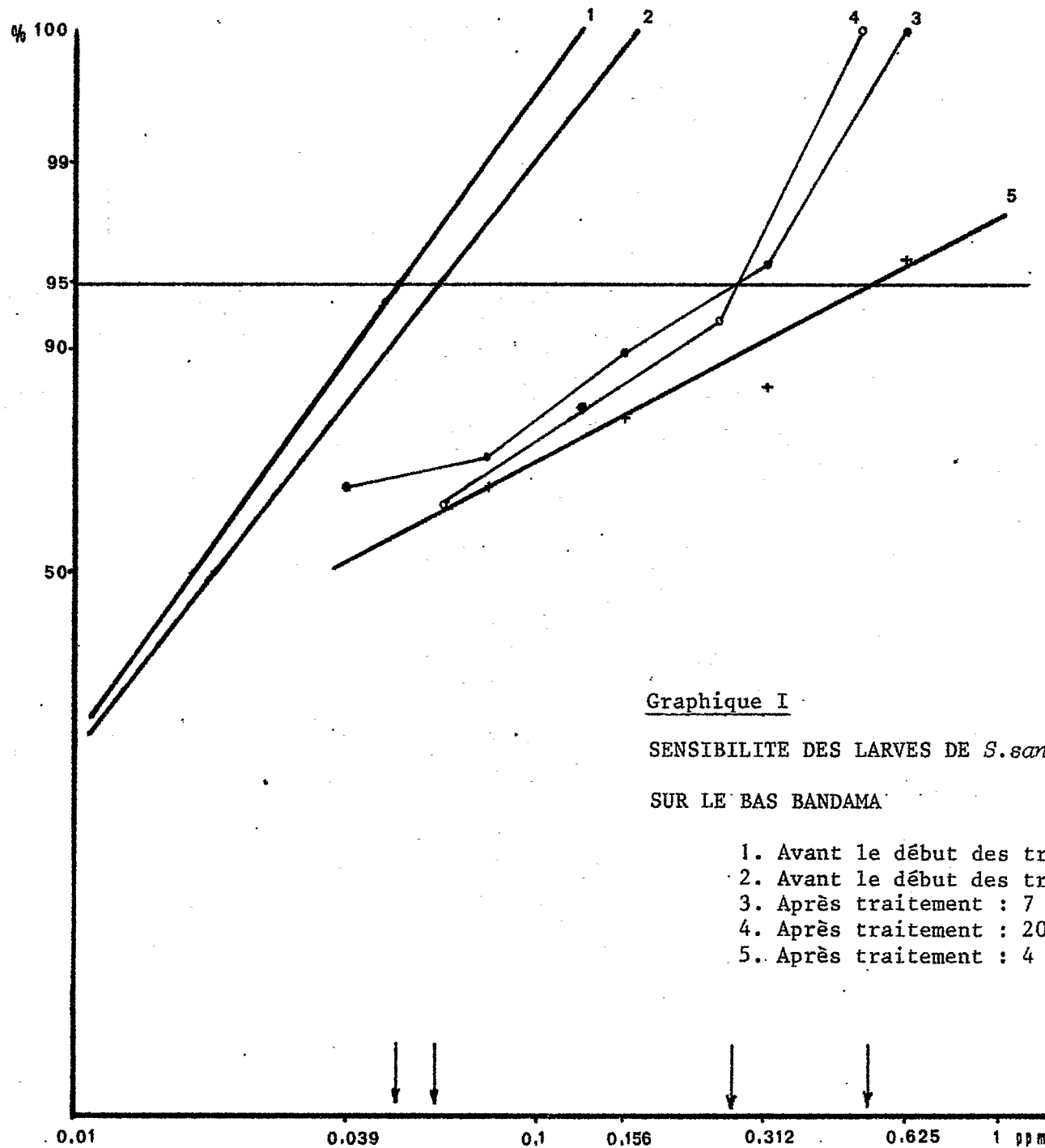
+--+--+--+

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les responsables du programme de lutte contre l'onchocercose dans la région du bassin de la Volta qui ont mis à notre disposition tous les moyens matériels nécessaires à la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- Asahina, S., *et al.* (1966). Insecticide resistance of the larvae of *S. ornatum*, Jap. J. San. Zool., 17, (4), 243-246.
- Guillet, P., Mouchet, J., Grébaud, S. (1977). DDT resistance in *Simulium damnosum* s.l. (Diptera : Simuliidae) in west Africa, Document mimeographié OMS, WHO/VBC/77.678, 7p.
- Jamback, H., West, A.S. (1970). Decreased susceptibility of blackfly larvae to P.P'.DDT in New York State and Eastern Canada, J. econ. Ent., 63, (1), 218-221.
- Kuzoe, Noamesi, in Brown, A.W., Pal, R. (1973). Résistance des arthropodes aux insecticides, Wld. Hlth. Org., Monogr. Ser. N°38.
- Le Berre, R. (1966). Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903, (Diptera : Simuliidae), Mém. ORSTOM, N°17, 204p.
- Mouchet, J., *et al.* (1977). Méthodologie pour tester la sensibilité aux insecticides des larves de *Simulium damnosum*, Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 15, (1), 55-66.
- Quélenec, G., Vervent, G. (1970). Mesure de la sensibilité aux insecticides des larves de simulies (Diptera : Simuliidae), Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 8, (1), 21-43.
- Quillévéré, D. (1979). Contribution à l'étude des caractéristiques taxonomiques, bioécologiques et vectrices des membres du complexe *Simulium damnosum* présents en Côte d'Ivoire, Travaux et Documents de l'ORSTOM, N°109, 304p.
- Quillévéré, D., Pendriez, B. (1975). Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. II - Répartition géographique des cytotypes en Côte d'Ivoire, Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., vol. XIII, N°3, 165-172.
- Susuki, T., Ito, Y., Harada, S. (1963). A record of blackfly larvae resistance to DDT in Japan (*Simulium (Odagmia) aoki*), Jap. J. Exp. Med., 33, (1), 41-46.
- Vajimé, Ch.G., Dunbar, R.W. (1975). Chromosomal identification of eight species of the subgenus *Edwardseillum* near and including *Simulium (Edwardseillum) damnosum* Theobald (Diptera : Simuliidae), Tropenmed. Parasit., 26, (1), 111-138.
- Vajime, Ch.G., Quillévéré, D. (1978). The distribution of the *Simulium damnosum* complex in West Africa with particular reference to the onchocerciasis control programm area, Tropenmed. Parasit., 29, 473-482.
- Walsh, J.F. (1970). Evidence of reduced susceptibility to DDT in controlling *Simulium damnosum* (Diptera : Simuliidae) on the river Niger, Bull. Wld. Hlth. Org., 43, 316-318.



SENSIBILITE DES LARVES DE *S. damnosum* s.l. A L'ABATE SUR LE BAS BANDAMA
(chutes Gauthier)

	Janvier 1977				Juin 1977			
	CL50	CL95	lim.sup. CL100	nb.larves testées	CL50	CL95	lim.sup. CL100	nb.larves testées
test N°1	0,020	0,055	0,125	421	0,021	0,062	0,125	301
test N°2	0,019	0,050	0,125	415	0,017	0,049	0,125	337
test N°3	0,016	0,047	0,125	346	0,023	0,074	0,125	489

Tableau 1 - Avant le début des traitements (exprimée en ppm).

concentration en ppm	Nombre de larves			% mortalité
	mortes	moribondes	vivantes	
0,625 (4)*	97	11	0	100
0,312 (8)	150	19	7	96
0,156 (5)	88	18	12	89,8
0,078 (4)	73	8	28	74,3
0,039 (4)	47	9	25	69,1
0 (4)	0	1	90	1,1

Tableau 2 - Première série de tests - 7 et 8-05-80.

concentration en ppm	Nombre de larves			% mortalité	% corrigé
	mortes	moribondes	vivantes		
0,5000 (1)*	13	0	0	100	100
0,2500 (6)	121	12	10	93	92,4
0,1250 (3)	38	14	10	83,8	82,5
0,0625 (3)	31	8	19	67,2	64,6
0	5	0	68	7,3	

Tableau 3 - Deuxième série de tests - 20 et 21-05-80.

*entre parenthèses : le nombre de répliques par concentration.

SENSIBILITE DES LARVES DE *S.dannosum* s.l. A L'ABATE SUR LE BAS BANDAMA
(chutes Gauthier)

concentration en ppm	Nombre de larves			% mortalité	% corrigé
	mortes	moribondes	vivantes		
0,2500 (4)*	160	1	0	100	100
0,1250 (4)	100	11	4	96,5	96,2
0,0625 (3)	41	17	21	73,4	71,5
0,0312 (3)	9	17	28	48	38,8
0	2	4	86	6,5	--

Tableau 4 - Troisième série de tests - 3-06-80.

concentration en ppm	Nombre de larves			% mortalité
	mortes	moribondes	vivantes	
0,625 (10)*	76	29	4	96,3
0,312 (11)	191	35	39	85,3
0,156 (10)	159	35	45	81,1
0,078 (4)	55	11	29	69,5

Tableau 5 - Troisième série de tests - 4 et 5-06-80.

* entre parenthèses : le nombre de répliques par concentration.

EFFICACITE^{FE} DES TRAITEMENTS A L'ABATE EVALUEE A L'AIDE DES GOUTTIERES

	% de décrochement des larves			
	stades 2-3	stades 4-5	stades 6-7	total
Premier traitement 0,1 ppm/10 mn 22-05-80	0	6,6	3,4	3,5
Deuxième traitement 0,2 ppm/10 mn 23-05-80	40	25	13,6	17,9
1 ^{er} et 2 ^{ème} traitements	40 (20)**	30 (30)	14,8 (176)	19,1 (226)

Tableau 6 - Abate Procida 20% CE.

	% de décrochement des larves			
	stades 2-3	stades 4-5	stades 6-7	total
Premier traitement 0,1 ppm/10 mn 5-06-80	33,6	38,5	23,8	25,3
Deuxième traitement 0,4 ppm/10 mn 6-06-80	76,1	80,6	22,7	41,8
1 ^{er} et 2 ^{ème} traitements	84,1 (101)**	88,1 (109)	41,2 (1613)	52 (1823)

Tableau 7 - Abate Cyanamid 20% CE.

* L'efficacité du deuxième traitement est calculée sur l'effectif de larves restant dans les gouttières. Les larves s'étant nymphosées après le passage de la vague d'insecticide sont considérées comme vivantes.

** Entre parenthèses : le nombre de larves mises en place dans les gouttières.