

Un nouveau molluscicide, le diméthylldithiocarbamate de zinc (zirame)

S. GRETILLAT¹

Des essais faits au laboratoire et sur le terrain, prouvent l'action molluscicide d'un produit chimique de synthèse, le diméthylldithiocarbamate de zinc, ou zirame.

*Non toxique pour l'homme et les animaux domestiques, il tue *Biomphalaria pfeifferi* gaudi, *Bulinus guernei*, *Bulinus senegalensis* et *Lymnaea caillaudi*, à la concentration de 1 p.p.m.*

Il agit même en milieu chargé en matières organiques. Très diffusible, il n'exige aucun faucardage préalable dans les gîtes encombrés de plantes aquatiques.

A la dose de 10 p.p.m., des tests de rémanence contrôlée montrent que, 30 jours après l'épandage, le milieu n'est plus viable pour les mollusques, qui sont tués après 48 heures de contact.

*Propriété intéressante à signaler, le diméthylldithiocarbamate de zinc est toxique pour les larves de *Culex fatigans* et d'*Anopheles* sp., aux doses actives contre les mollusques d'eau douce.*

INTRODUCTION

Un programme de prophylaxie antibilharzienne devant être mis sur pied au Sénégal, des essais au laboratoire et sur le terrain ont été réalisés avec différents produits molluscicides parmi lesquels le diméthylldithiocarbamate de zinc. Ce sont les résultats obtenus avec ce composé chimique qui font l'objet du présent article.

L'action oligodynamique du zinc sur les mollusques d'eau douce a été signalée par Deschiens & Molinari (1957), pour l'oxyde de zinc. La grenaille de zinc, est, elle aussi, molluscicide (Deschiens & Molinari, 1957; Deschiens, Molinari & Bertrand, 1957).

Nolan & Bond (1955), au cours d'essais faits en laboratoire sur l'activité antimollusque de différents produits chimiques, signalent que le diméthylldithiocarbamate de zinc tue *Australorbis glabratus* (Say), après 24 heures de contact, à des concentrations de 1 à 1,5 partie par million (p.p.m.). Ces auteurs considèrent ce dérivé organique du zinc comme un « potentiel molluscicide », mais ne donnent aucune précision

sur son emploi éventuel dans la lutte contre les mollusques d'eau douce.

Depuis ce travail, et à notre connaissance, les seuls essais réalisés sur les propriétés molluscicides de ce produit sont ceux de Paulini, Chaia & de Freitas, au Brésil.²

Ces auteurs ont employé des comprimés et une poudre renfermant 50% de diméthylldithiocarbamate de zinc et 50% de carbonate de calcium, commercialisés par la C.Q.R.B. sous le nom de R.

Les essais au laboratoire et sur le terrain ont montré que ce mélange est actif à 100% contre *Australorbis glabratus* à des doses de 5 p.p.m. en 24 heures de contact.

Le produit que nous avons expérimenté se présente sous la forme d'une poudre micronisée, dont 100% des particules sont d'un diamètre inférieur à 40 μ , parmi lesquelles 90% ont un diamètre inférieur à 10 μ , ce conditionnement étant spécialement étudié pour être employé sous forme de bouillie anticryptogamique, titre 90% de diméthylldithiocarbamate de zinc. Faiblement soluble dans l'eau (65 mg/l), sa solubilité est cependant largement suffisante pour son utilisation comme molluscicide, car les doses actives

¹ Chef du Laboratoire d'Helminthologie, Laboratoire national de Recherches vétérinaires de Dakar, République du Sénégal.

² Voir la note à la page 706 de ce numéro.

se situent bien au-dessous de cette concentration. Ce dérivé organique du zinc, commercialisé par la Société R. P. sous le nom de C., est utilisé à l'heure actuelle dans la lutte contre les cryptogames parasites des végétaux.

ESSAIS AU LABORATOIRE

Matériel et techniques

Pour travailler sur un matériel homogène, les mollusques avec lesquels sont faits les tests d'activité et de rémanence sont choisis parmi des spécimens adultes de 60 à 90 jours d'âge, élevés au laboratoire, et appartenant aux espèces suivantes: *Biomphalaria pfeifferi gaudi* Ranson, *Bulinus guernei* Dautzenberg, *Bulinus senegalensis* Müller, et *Lymnaea caillaudi* Bourguignat.

Les essais ont été réalisés dans des aquariums de verre ne présentant aucune armature métallique, d'une contenance totale de 6 l, remplis aux deux tiers (4 l) d'eau filtrée, provenant d'un gîte à planorbes et à limnées, proche du laboratoire, et servant à nos élevages de mollusques.

Pendant toute la durée des expériences, l'eau des aquariums est aérée par des oxygénateurs à bulles, et les mollusques ont à leur disposition des feuilles de laitue bouillie.

Trente mollusques de chaque espèce sont placés dans chacun des aquariums contenant une solution molluscicide de concentration déterminée. Au bout de 24 heures de contact, ils sont retirés, mis à laver et à réanimer pendant 60 heures dans un aquarium contenant de l'eau de gîte filtrée.

C'est au bout de ce temps de réanimation que les pourcentages de mortalité sont évalués pour chacune des concentrations en produit actif.

Comme l'indique le tableau 1, des concentrations de diméthylthiocarbamate de zinc à 0,5 p.p.m. et 1 p.p.m. semblent être insuffisantes pour obtenir un effet complet après 24 heures de contact.

Le zirame agissant beaucoup plus lentement que les sels de cuivre solubles, tels que l'acétate neutre de cuivre ou le sulfate de cuivre, nous avons, pour cette raison, fait des essais avec un temps de contact plus long (48 heures), en comparant l'activité du diméthylthiocarbamate de zinc avec celles du sulfate de cuivre, de l'acétate neutre de cuivre et d'un molluscicide récent, le dichloro-5,2' nitro-4' salicylanilide ou Bayer 73. Le temps de contact étant de 48 heures, la concentration des solutions en produit actif a été de 0,5 p.p.m. (tableau 2).

TABLEAU 1
POURCENTAGES DE MORTALITÉ DE DIVERSES ESPÈCES DE MOLLUSQUES SOUMISES A L'ACTION DU ZIRAME A DIFFÉRENTES CONCENTRATIONS ^a

Espèce	Concentration en zirame (p.p.m.)				
	0,5	1	2	3	5
<i>Biomphalaria pfeifferi gaudi</i>	20	90	100	100	100
<i>Bulinus guernei</i>	40	90	100	100	100
<i>Bulinus senegalensis</i>	30	50	100	100	100
<i>Lymnaea caillaudi</i>	40	90	100	100	100

^a Température de l'eau: 24-25° C; pH: 6,5; temps de contact: 24 h; réanimation: 60 h. Les chiffres représentent la moyenne de quatre essais, pour chaque concentration.

Comme il s'agit ici de tests de comparaison, nous pensons qu'il ne peut nous être reproché de n'avoir pas suivi rigoureusement le protocole classique d'expérimentation où le temps de contact est fixé à 24 heures.

Contre *B. pfeifferi gaudi*, *B. guernei*, *B. senegalensis* et *Lymnaea caillaudi*, le zirame à la concentration

TABLEAU 2
POURCENTAGES DE MORTALITÉ DE DIVERSES ESPÈCES DE MOLLUSQUES SOUMISES A L'ACTION DE DIFFÉRENTS MOLLUSCIDES ^a

Espèce	Zirame	Sulfate de cuivre	Acétate neutre de cuivre	Bayer 73
	0,5 p.p.m.	0,5 p.p.m.	0,5 p.p.m.	0,5 p.p.m.
<i>Biomphalaria pfeifferi gaudi</i>	100	70	80	43
<i>Bulinus guernei</i>	100	70	80	26
<i>Bulinus senegalensis</i>	100	60	80	40
<i>Lymnaea caillaudi</i>	100	100	100	55

^a Température de l'eau: 24-25° C; pH: 6,5; temps de contact: 48 h.; réanimation: 60 h.

TABLEAU 3
EFFET RÉMANENT DU ZIRAME SUR DEUX ESPÈCES DE MOLLUSQUES EN AQUARIUM ^a

Zirame (p.p.m.)	Mortalité (%)									
	<i>Biomphalaria pfeifferi gaudi</i>					<i>Bulinus guernei</i>				
	Durée (jours)									
	15	21	30	45	60	15	21	30	45	60
5	100	100	100	0	0	100	100	100	0	0
10	100	100	100	0	0	100	100	100	0	0

^a Température de l'eau : 24-26° C ; pH : 6,4 ; temps de contact : 48 h ; réanimation : 60 h.

de 0,5 p.p.m. et avec un temps de contact de 48 heures, a une action létale supérieure à celle des sels solubles de cuivre ou du Bayer 73.

Symptômes d'intoxication chez les mollusques

Contrairement à ce qui se passe avec les sels de cuivre solubles où les symptômes d'incoordination motrice sont les plus marqués, le diméthylthiocarbamate de zinc à 1 p.p.m. provoque surtout des troubles où dominent des signes de fatigabilité et une diminution des réflexes aux excitations mécaniques.

En ce qui concerne les voies de pénétration et le mode d'action du zirame, il semble qu'il soit un peu trop tôt pour conclure. La voie digestive ne semble pas être la seule en cause, car chez les spécimens placés dans des solutions à 5 ou 10 p.p.m., les accidents toxiques apparaissent dès que les mollusques sont en contact avec le milieu.

Pouvoir rémanent du zirame dans un milieu riche en matières organiques

Afin de nous rendre compte dans quelle mesure ce produit est susceptible d'être fixé par les matières organiques, nous avons fait quelques essais dans des aquariums dont le fond était recouvert d'une couche de débris végétaux et d'excréments de mollusques sur une épaisseur de 2-3 cm (aquariums ayant servi pendant six mois à l'élevage des mollusques).

Les contrôles de rémanence sont faits à intervalles réguliers avec 20 *B. pfeifferi gaudi* et 20 *B. guernei* laissés 48 heures en contact avec la solution à tester puis mis à réanimer dans une eau de lavage pendant 60 heures.

Avant chaque contrôle de rémanence les aquariums en expérience sont réajustés à leur niveau initial pour compenser les pertes par évaporation.

L'examen du tableau 3 montre que la rémanence du produit tombe brusquement à 0 entre le 30^e et le 45^e jour, que cela soit à 5 p.p.m. ou à 10 p.p.m. Nous signalerons cependant que les mollusques ayant servi aux tests des 45^e et 60^e jours présentaient tous des symptômes de subintoxication tels que: faible adhérence du pied au substrat, signes de fatigabilité, réflexes presque nuls aux excitations mécaniques.

Influence du pH de l'eau sur l'activité du zirame

Testé sur *B. pfeifferi gaudi*, *B. guernei* et *L. caillaudi* placés dans une eau ayant un pH voisin de 8, le zirame a donné des résultats identiques à ceux enregistrés dans des milieux ayant un pH légèrement inférieur à la neutralité.

Si le diméthylthiocarbamate de zinc est stable en milieu basique, il serait par contre tout à fait contre-indiqué d'essayer de renforcer ou d'accélérer son activité molluscicide en lui ajoutant du sulfate de cuivre. Il y a en effet incompatibilité chimique entre ces deux produits.

Action oligodynamique du zirame

Nous avons essayé de savoir dans quelle mesure l'ion zinc seul était capable d'intoxiquer et de tuer les mollusques.

Pour cela nous avons placé des *B. pfeifferi gaudi* dans des solutions de sulfate de zinc de concentration croissante, et avons constaté qu'une solution à 20 p.p.m. était nécessaire pour obtenir la mort de tous les spécimens après 24 heures de contact.

Pour le zirame, il semble donc que le zinc n'est pas le seul élément actif, ou que, peut-être, son association avec un radical organique favorise son absorption et renforce sa toxicité pour les mollusques.

Activité du zirame sur les pontes

Deux essais consécutifs nous ont montré qu'après un séjour de 24 heures dans une solution de diméthylthiocarbamate de zinc à 5 p.p.m., suivi d'un temps de lavage de huit jours, les œufs de *B. pfeifferi gaudi* et de *L. caillaudi* ont leur croissance ralentie, puis stoppée, et que finalement les jeunes embryons de mollusques sont tués dans leurs alvéoles. Dans le même temps, des pontes du même âge donnent de jeunes mollusques dans des aquariums témoins. Ce produit a donc une action ovicide sur les pontes des mollusques d'eau douce.

ESSAIS SUR LE TERRAIN

Nous avons essayé le diméthylthiocarbamate de zinc dans des gîtes à mollusques du Sénégal Oriental et de la Presqu'île du Cap Vert.

En raison de la nature un peu particulière de ces gîtes au cours de la saison sèche, le produit n'a été testé que dans des marigots ou des mares permanentes.

Essai 1. Mare de Panal (Sénégal Oriental). Point d'eau permanent servant à l'abreuvement du bétail et à l'alimentation en eau des habitants de la région. De dimensions importantes (200 m × 140 m), cette mare qui est un gîte à *B. guernei* contient environ 25 000 m³ d'eau. Le fond en est vaseux et les abords immédiats sablo-argileux. La flore aquatique n'est représentée que par de très rares pieds de nénuphars. Le pH de l'eau au moment du traitement est de 6,4 et sa température varie entre 20° le matin et 24° le soir.

Elle est traitée le 2 février 1961 avec du zirame en poudre à raison de 1-1,5 p.p.m. (cette approximation étant due à la difficulté de calculer le volume exact de l'eau de la mare).

Lors du traitement, de très nombreux *B. guernei* sont trouvés sur les bords, et surtout sur des fragments de bois pourri, plus ou moins immergés, qui sont laissés en place pour faciliter les contrôles d'efficacité. Le produit est répandu « à la volée » à une des extrémités de la mare en ayant soin d'utiliser le vent dominant pour disperser la poudre qui retombe à la surface de l'eau 10-40 m en avant de l'opérateur.

Les contrôles d'efficacité sont faits 14 jours après, en examinant les fragments de bois pourri (bâtons pièges) situés à l'extrémité opposée de l'endroit où a été répandu le produit. Aucun *B. guernei* n'est retrouvé sur ces débris végétaux, par contre les bords

de la mare sont jonchés de très nombreuses coquilles vides de ce mollusque, qui d'après leur aspect (restes de matières organiques dans leur partie moyenne) laissent supposer que la mort remonte à quelques jours.

Essai 2. Mare de Makile (Sénégal Oriental). Au mois de février, ce n'est qu'une simple résurgence dont l'eau très boueuse est un gîte permanent à *B. guernei*, et un refuge de crocodiles.

Etant donné l'impossibilité où nous nous trouvions de pouvoir faire le calcul exact du volume d'eau à traiter, puisqu'une partie de cette mare est constituée par une nappe souterraine, nous l'avons estimé à 200-250 m³ et y avons déversé le 2 février 1961, un kilo de zirame (environ 5 p.p.m.).

Le fond de cette résurgence est vaseux sur une épaisseur d'au moins 50 cm. Le pH de l'eau est de 6,5 et sa température de 21° à 23°C.

Le jour du traitement, des fragments de branches d'arbres immergés sont recouverts par des centaines de *B. guernei*. Laissés en place pour pouvoir opérer par la suite les contrôles d'activité, nous les trouvons débarrassés de tout mollusque 14 jours après, alors que de très nombreuses coquilles vides de *B. guernei* flottent à la surface de l'eau, ou sont sur les bords fangeux de la mare.

Essai 3. Marigot de Bountoungo (Sénégal Oriental). Point d'eau extrêmement boueux (30 à 40 cm de vase). Au mois de février l'épaisseur de l'eau n'y atteint pas plus de 40 cm et ses dimensions varient entre 100 à 150 m de diamètre.

C'est le bas fond du lit d'un ruisseau affluent de la Gambie qui coule seulement pendant la saison des pluies. La haute teneur en matières organiques de l'eau de ce marigot, qui est un gîte permanent à *B. guernei*, nous a incité à le choisir pour y faire un essai. Le pH de l'eau est de 6,6 et sa température varie de 22° à 27°C.

Il est traité au zirame le 3 février 1961 à raison de 1 p.p.m., par épandage de la poudre à la surface de l'eau. Le 15 février 1961, il nous est impossible de retrouver un seul *B. guernei* vivant sur les fragments de racines de nénuphars sur lesquels on le trouvait pourtant en grand nombre le jour du traitement.

Essai 4. Marigot de Sangalkam (Presqu'île du Cap Vert, à 27 km de Dakar).

Bas fond du lit d'un ruisseau ne coulant que pendant la saison pluvieuse, cette collection d'eau utilisée en saison sèche pour l'irrigation des cultures de la Ferme du Laboratoire National de Recherches

Vétérinaires de Dakar, est un gîte permanent à *L. caillaudi*, *B. pfeifferi gaudi* et *B. senegalensis*. Sa proximité de Dakar, un fond très vaseux et une végétation aquatique très dense, constituée par des *Pistia stratiotes*, nous a incité à choisir ce point d'eau pour faire des essais d'activité et de rémanence sur le terrain.

La partie traitée de ce marigot se présente fin décembre sous la forme d'un bief fermé en amont et en aval, ayant une longueur de 180 m, une largeur variant entre 4 et 5 m et une profondeur de 1-2 m suivant les endroits. Le volume de l'eau est estimé à 1100 à 1200 m³. Au moment du traitement, le pH de l'eau est de 6,4 environ et sa température varie de 17°C le matin, à 25°C le soir à 17 heures.

Le 29 décembre 1960 nous le traitons au zirame à raison de 10 p.p.m., afin de nous rendre compte du pouvoir rémanent de ce produit utilisé à forte concentration.

Pour l'épandage du molluscicide, nous sommes obligés, étant donné la présence des *Pistia* qui recouvrent la surface de l'eau, de faire dégager un petit chenal de 50 cm de largeur, dans la partie axiale du bief, à la surface duquel nous répandons le produit, en tenant compte de la profondeur de l'eau à l'endroit traité. Pour la partie la plus en amont, nous nous contentons de déverser le molluscicide à une vingtaine de mètres de l'extrémité du marigot, pour faire un test sur le pouvoir de diffusion du zirame dans un milieu très chargé en matières orga-

niques, et occupé par une végétation aquatique très dense. Les contrôles d'activité sont faits deux jours après le traitement, non sur bâtons pièges, mais à l'aide de petites cages en treillis de nylon où nous avons enfermé une cinquantaine de mollusques récoltés dans le gîte. Trois cages sont ainsi disposées en des points différents du marigot, l'une d'elles étant placée dans la partie amont du marigot où le produit n'agira que par diffusion.

Les contrôles du pouvoir rémanent du zirame dans le temps sont pratiqués de la manière suivante: trois semaines après le traitement, puis toutes les semaines des prélèvements sont faits et ramenés au laboratoire pour tester en aquarium le pouvoir molluscicide de l'eau traitée sur des mollusques d'élevage, que l'on laisse 48 heures dans ce milieu. Les pourcentages de mortalité sont établis après un temps de réanimation de 60 heures dans de l'eau de gîte filtrée.

Les contrôles de rémanence des 35^e jour et 42^e jour ont été faits avec des temps de contact prolongés (5 jours) la quantité de zirame encore présente dans l'eau ayant considérablement diminué (tableau 4).

Sur le terrain, même en milieu très chargé en matières organiques, et sans qu'il soit nécessaire de procéder au faucardage des plantes aquatiques encombrant le gîte, le diméthylthiocarbamate de zinc diffuse très facilement et le point d'eau traité ne peut être repeuplé par des mollusques adultes pendant une période de 30 à 35 jours.

TABLEAU 4
TESTS DE RÉMANENCE DANS UN MARIGOT TRAITÉ AVEC DU ZIRAME A 10 p.p.m.

Date	Mortalité (%)						Durée de la rémanence (jours)
	Endroit traité directement			Endroit traité par diffusion			
	<i>B. pfeifferi gaudi</i>	<i>B. guernei</i>	<i>L. caillaudi</i>	<i>B. pfeifferi gaudi</i>	<i>B. guernei</i>	<i>L. caillaudi</i>	
Traitement du marigot							
29.12.60	100	100	100	100	100	100	0
19.1.61	100	100	100	100	100	100	21
26.1.61	100	100	100	100	100	100	28
2.2.61	80	90	100	45	55	80	35
	<i>en laissant les mollusques 5 jours en contact avec le milieu</i>						
10.2.61	15	5	30	0	0	5	42
	<i>en laissant les mollusques 5 jours en contact avec le milieu</i>						

TABLEAU 5
TESTS DE TOXICITÉ DU ZIRAME SUR POISSONS EN AQUARIUM

Concentration en zirame (p.p.m.)	Temps de survie (heures)				
	<i>Caraussius auratus</i>		<i>Tilapia melanopleura</i>		
	Poisson 1	Poisson 2	Poisson 1	Poisson 2	Poisson 3
1	pas de mort dans les huit jours		pas de mort dans les huit jours		
2	24		48	72	72
5			26	30	9
10	20	3	8	5	
50	4		10	5	4

Toxicité du diméthylthiocarbamate de zinc pour l'homme, les animaux domestiques et la faune aquatique

Moyennant quelques précautions à prendre lors de l'épandage (éviter le contact du produit avec les muqueuses et les yeux), le zirame ne présente pratiquement aucune toxicité pour l'homme. Les travaux de Hodge, Maynard et al. (1952) ont montré que la DL₅₀ pour ce produit est voisine de 1450 mg/kg.

Nous avons donné à un mouton 25 mg/kg/jour dans sa ration pendant huit jours, sans que cet animal présente de troubles d'intoxication chronique.

Dans la pratique, l'eau des gîtes à mollusques traitées à raison de 10 p.p.m. (10 mg/l), ne présente donc aucun danger pour l'homme et les animaux domestiques qui l'utilisent comme boisson.

Lloyd (1960) a signalé que les sels solubles de zinc ont une action létale sur les poissons par leur action irritante sur la muqueuse branchiale. Il estime que la dose toxique correspond à celle qui provoque, en aquarium, l'arrêt des mouvements respiratoires en 5 heures, chez la moitié des poissons en expérience.

Avec le zirame nous avons obtenu au laboratoire, sur *Caraussius auratus* et *Tilapia melanopleura* (espèce très commune dans les marigots et mares du Sénégal), les résultats consignés dans le tableau 5.

Si l'on s'en tient aux critères de Lloyd, les doses toxiques pour les adultes de ces deux espèces, se situeraient entre 5 et 10 p.p.m. (*Caraussius* serait plus sensible que *Tilapia*).

Sur le terrain, une dose de 10 p.p.m. (constatation

faite dans le marigot de Sangalkam) ne serait pas ou peu toxique pour les adultes de *T. melanopleura*. En ce qui concerne les jeunes alevins, il n'en est pas de même, et une concentration de 1,5 p.p.m. est suffisante pour les détruire (constatation faite à la mare de Panal).

Sur les autres représentants de la faune aquatique (coléoptères, nématodes, batraciens), le zirame ne semble avoir aucune action toxique, même à la concentration de 10 p.p.m.

DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours de ces essais montrent que le diméthylthiocarbamate de zinc a une activité molluscicide très marquée, au laboratoire comme sur le terrain, même à la concentration de 1 p.p.m.

Il agit plus lentement que les sels solubles de cuivre, mais il présente sur eux les avantages suivants: Il ne se combine pas avec les matières organiques, et en conséquence son activité ne diminue que très lentement dans le temps. Il diffuse très facilement, même dans des gîtes très encombrés par de nombreuses plantes aquatiques, et ne nécessite pas de faucardage préalable. Il est stable et actif dans les eaux alcalines.

A la concentration de 10 p.p.m., il a montré sur le terrain, et dans des conditions particulièrement défavorables, un pouvoir rémanent d'au moins un mois, en rendant le milieu incolonisable pour les mollusques adultes.

Il serait hors du sujet de discuter ici des avantages et des inconvénients des principaux produits utilisés

à l'heure actuelle dans la lutte antimollusque, chacun d'eux présentant des propriétés qui justifient son choix suivant les conditions du milieu où l'on travaille. A notre connaissance, aucun d'eux cependant n'est toxique pour les larves de moustiques, tout au moins aux doses actives contre les mollusques. Or, comme nous le signalons dans un autre article (à paraître), le diméthylthiocarbamate de zinc se révèle être toxique pour les larves de *Culex fatigans* et *Anopheles* sp., dans les conditions du laboratoire et de la pratique, à des concentrations de 1-2 p.p.m.

Le produit employé dans un marigot et dans un bassin en ciment à raison de 10 p.p.m. a détruit des larves de *C. fatigans* ou empêché leur pullulation pendant une période de 30 jours.

Nous signalerons d'autre part que le zirame, toujours employé à cette dose, détruit les plantes aquatiques du genre *Pistia*, dont les racines servent de

support respiratoire aux larves de moustiques des genres *Taeniorhynchus* et *Ficalbia*.

En conclusion, le diméthylthiocarbamate de zinc est un molluscicide qui mérite de figurer parmi les produits utilisés dans la lutte prophylactique contre les bilharzioses, et présente en outre l'avantage de détruire les larves de moustiques.

Améliorations à apporter au conditionnement du produit

Pour l'emploi dans les conditions de la pratique courante, la présentation du produit sous forme de poudre micronisée n'offre aucun avantage pour le traitement des gîtes à mollusques.

Comme le diméthylthiocarbamate de zinc est faiblement soluble dans l'eau, et qu'il diffuse facilement, nous pensons que son conditionnement sous forme de comprimés ou de petites briquettes, se dissolvant en 24 heures par exemple, faciliterait son emploi.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Monsieur le Professeur Ranson du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, d'avoir bien voulu déterminer notre matériel malacologique.

Nous sommes reconnaissants au Docteur Orue, Directeur de la Région de Recherches Vétérinaires et Zootechniques de l'Ouest Africain à Dakar, et au Docteur

Lacan, Directeur du Service des Grandes Endémies du Ministère de la Santé et des Affaires Sociales de la République du Sénégal de nous avoir donné toutes facilités pour l'accomplissement de ce travail.

Nous remercions aussi la Société Rhône Poulenc (de Paris) qui nous a fourni le produit nécessaire à ces essais.

SUMMARY

Zinc dimethylthiocarbamate (ziram)—a synthetic chemical compound that has up to the present been used mainly for controlling fungal infections of plants—has recently been shown to have marked molluscicidal as well as fungicidal properties. In both laboratory and field tests this compound has proved extremely effective against the freshwater snails *Biomphalaria pfeifferi gaudi*, *Bulinus guernei*, *Bulinus senegalensis* and *Lymnaea caillaudi*, which are abundant in the ponds, "marigots" and streams of Senegal.

In laboratory tests of the compound, exposure for 24 hours to a concentration of 2 p.p.m. or for 48 hours to a concentration of 0.5 p.p.m. resulted in a 100% kill of all the above-mentioned snail vectors of bilharziasis.

Ziram acts more slowly than copper sulfate, but it has the following advantages over the latter compound:

(a) It is effective even in waters with a very high content of organic matter.

(b) It is highly diffusible, so that clearance of aquatic

vegetation from the snail habitats before treatment is not necessary.

(c) It is stable in alkaline waters.

In a field test carried out in a very muddy "marigot", covered with a dense growth of the water plant *Pistia stratiotes*, it was found that 30 days after the application of ziram at a dosage of 10 p.p.m. the "marigot" was still uninhabitable by adult snails.

With regard to the effect of ziram on the egg-clusters of snails, it was observed in laboratory tests that exposure for 24 hours to a solution containing 5 p.p.m. ziram retarded and, eventually, brought to a stop the development of the eggs, which died in the clusters.

Ziram is practically non-toxic to man and domestic animals. As to its effect on aquatic fauna other than snails, at concentrations below 10 p.p.m. it is not very toxic to adult fish, but it kills the young fry. It has no lethal action either on water beetles and nematodes or on frogs.

In the course of the experiments, it was discovered that, at the dosages used to destroy snails, ziram also killed the larvae of *Culex fatigans* and *Anopheles* sp. This larvicidal property will make it possible to combine in

one operation control measures against bilharziasis and malaria. The molluscicidal and larvicidal effects of the application of ziram to habitats at a dosage of 10 p.p.m. may be expected to last up to 30 days.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Deschiens, R. & Molinari, V. (1956) *Bull. Soc. Path. exot.*, **49**, 1111

Deschiens, R. & Molinari, V. (1957) *Bull. Soc. Path. exot.*, **50**, 62

Deschiens, R., Molinari, V. & Bertrand, D. (1957) *Bull. Soc. Path. exot.*, **50**, 59

Hodge, H. C., Maynard, E. A., Downs, William, Blanchet, Harvey, J., jr & Jones, Chester, K. (1952) *J. Amer. pharm. Ass.*, **41**, 662

Llyod, R. (1960) *Ann. appl. Biol.*, **48**, 84

Nolan, N. O. & Bond, H. W. (1955) *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, **4**, 152