

2V0000470

**PROPHYLAXIE DES AFFECTIONS A TREMATODES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX DOMESTIQUES
PAR DESTRUCTION DES MOLLUSQUES
HOTES INTERMEDIAIRES,**

**(Résultats obtenus avec un nouveau molluscocide,
le diméthylldithiocarbamate de zinc),**

par S. GRETILLAT,

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-
-:-:-:-:-:-:-:-:-:-
-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

PROPHYLAXIE DES AFFECTIONS A TREMATODES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX DOMESTIQUES
PAR DESTRUCTION DES MOLLUSQUES
HOTES INTERMEDIAIRES.

(Résultats obtenus avec un nouveau molluscocide,
le diméthylthiocarbamate de zinc) ,

par S. GRETILLAT.

Les affections parasitaires à trématodes de l'homme et des animaux domestiques ont une importance longtemps sous-estimée. Comme la plupart des helminthiases, elles ne présentent que très rarement l'effet spectaculaire des maladies microbiennes ou à virus.

Au point de vue importance, jusqu'à ces dernières années, les deux grandes parasitoses des pays tropicaux étaient, de l'avis unanime des épidémiologistes, le paludisme et les trypanosomiasés;

A l'heure actuelle où chaque pays d'Afrique a besoin de tout son potentiel humain pour mettre en valeur ses ressources naturelles et développer son agriculture et son élevage, on s'aperçoit que les affections parasitaires à trématodes présentent une incidence sociale et économique beaucoup plus grande qu'on ne pouvait le supposer;

Les schistosomiasés humaines, qu'elles soient urinaires ou intestinales, sont rarement mortelles. Cependant, les troubles généraux et les complications viscérales qu'elles provoquent, font que les porteurs de bilharziasés sont souvent des individus anémiés, amaigris, fatigués tant intellectuellement que physiquement;

En ce qui concerne la distomatose bovine, si les adultes résistent mieux à cette affection que les jeunes, il n'en est pas moins vrai que les animaux fortement parasités sont presque toujours des non valeurs.

La bilharziose bovine qui est très fréquente dans beaucoup de régions de l'Afrique a une incidence économique encore méconnue. L'action prédatrice du parasite ne semble pas être seule en cause, et ce sont vraisemblablement les lésions viscérales (pulmonaires et surtout hépatiques), qui abaissent à plus ou moins longue échéance, la valeur économique de l'animal. (Diminution de la précocité chez les jeunes sujets, perte de poids, cachexie, sensibilité aux affections microbiennes, etc ...).

Méthode de lutte à envisager contre ces helminthiases:

A) Destruction du parasite par le traitement des malades.

Pour les schistosomiasés humaines, c'est à première vue la méthode idéale puisqu'elle vise à détruire l'agent causal de la maladie : le "schistosome" .

Malheureusement, à l'échelle de l'Afrique, et dans les conditions de travail rencontrées, cette action médicale ne touche que les malades présentant des manifestations cliniques accompagnées de troubles alarmants qui les ont incités à venir se faire soigner au dispensaire ou à l'hôpital.

Ce procédé de lutte peut difficilement aboutir à une diminution appréciable du taux de l'endémicité bilharzienne.

C'est ce que l'on constate dans beaucoup de régions du Sénégal où le nombre de cas de schistosomiase clinique traités augmente d'année en année. En effet, il reste pour assurer la pérennité de l'espèce parasite tous les porteurs de bilharzies souffrant peu ou prou de la présence de ces helminthes, et qui répugnent ou qui négligent de se faire soigner. Il y a aussi, et ils jouent un rôle important dans l'épidémiologie de la maladie, les porteurs chroniques qui sont souvent des individus guéris cliniquement mais non parasitologiquement.

Au sujet de la bilharziose et de la distomatose bovines, le nombre important de malades ou de porteurs de parasites, les conditions de traitement nécessitant en général plusieurs interventions sur des troupeaux qu'il est difficile ou parfois impossible de rassembler, rendent une telle intervention économiquement et pratiquement impensable;

B) Modifications et perturbations apportées dans le cycle biologique du trématode en vue de l'éradication totale ou partielle du parasitisme dans une région déterminée;

Avant de passer en revue les moyens d'ordre prophylactique que l'on peut envisager et mettre en oeuvre pour enrayer l'évolution du parasite, nous nous permettrons de rappeler en quelques mots les données essentielles du cycle biologique des trématodes digénétiques.

De l'oeuf pondu par l'adulte naît au bout d'un temps d'incubation variable, une forme larvaire ciliée et aquatique, appelée "miracidium", dont la vie est de très courte durée, (quelques heures en général), mais très active. Ce "miracidium" pénètre dans l'organisme du mollusque vecteur hôte intermédiaire, où il se transforme en "sporocyste" qui donne soit des "sporocystes fils" soit des "redies", produisant à leur tour, au bout d'un temps variable suivant les espèces de trématodes et suivant les conditions du milieu où se trouve le mollusque, des "cercaires". Ces "cercaires", éléments mobiles extrêmement actifs, après une évolution plus ou moins longue chez l'hôte intermédiaire, sortent de ce dernier par effraction cutanée si certaines conditions de température et d'ensoleillement sont réalisées;

Dans les cas nous intéressant, ces "cercaires" qui représentent les formes infestantes pour l'hôte définitif, pénètrent chez ce dernier, soit par la peau, soit avec l'eau de boisson, (schistosomiasés en général), ou se transforment en "métacercaires" enkystées, résistantes aux conditions parfois défavorables du milieu extérieur, et fixées sur des feuilles ou des tiges de végétaux broutés par le bétail (distomatose).

A la lumière de ces données essentielles, les mesures prophylactiques à prendre en vue de l'éradication du parasitisme seront envisagées.

Le cycle évolutif du parasite peut être brisé en différents endroits par des moyens appropriés et qui sont en gros les suivants :

1°) Au moment de l'infestation de l'hôte définitif par les cercaires ou les métacercaires :

- Par des mesures d'hygiène appliquées aux eaux de boisson et par le contrôle des baignades, ceci pour les bilharzioses humaines;
- Par abandon des pâturages infestés de métacercaires (distomatose bovine);
- Par contrôle des abreuvoirs (forages), pour la bilharziose bovine.

Toutes ces mesures, pour des raisons d'ordre social et économique semblent être, tout au moins pour l'instant, inapplicables dans des régions où les communications sont difficiles, les troupeaux de bétail dispersés et l'élevage extensif,

2°) Au niveau de l'infestation du mollusque par le miracidium :

Par l'éducation des populations qui devraient se soumettre à une certaine discipline pour éviter la souillure des points d'eau par des excréments ou des urines (péril fécal auquel on pourrait ajouter ici le péril urinaire);

Par l'isolement des mares et des cours d'eau infestés de mollusques vecteurs par des clôtures pour que les animaux ne les souillent pas avec leurs déjections;

Comme dans le cas précédent, et pour des raisons identiques, ces mesures sont difficilement applicables en Afrique.

3°) Au niveau du mollusque, hôte intermédiaire, en évitant ou en limitant sa pullulation dans les points d'eau utilisés par l'homme et les animaux, ou en procédant à sa destruction par des moyens appropriés (molluscicides):

a) Travaux d'assainissement : (drainage, canalisations conçues et installées d'une manière adéquate afin d'empêcher le développement de la faune malacologique):

L'aménagement des canaux d'irrigation, le dessèchement de marais reconnus comme étant des gîtes à mollusques, aboutit en général à des résultats positifs et souvent rentables, malgré les importantes mises de fond qu'ils entraînent.

Pour cette raison, il serait souhaitable, que tout plan de mise en valeur d'une région par un système d'irrigation soit soumis aux critiques d'un écologiste et d'un hygiéniste, dont les avis et les conseils pourraient compléter utilement ceux de l'hydraulicien. Si de telles précautions étaient prises avant le début des travaux, on éviterait bien souvent l'envahissement des plans d'eau et des canaux par des mollusques vecteurs de maladies à Trématodes, comme cela s'est récemment produit dans le Sud Tunisien (COUMBARAS, 1960).

b) Destruction des mollusques par des moyens biologiques ou chimique si

La destruction pure et simple de l'hôte intermédiaire est actuellement le moyen le plus répandu. C'est à notre avis celui

qui peut donner les meilleurs résultats à condition que pour chaque région où on doit entreprendre une action d'envergure, il soit procédé à une ou plusieurs enquêtes préliminaires sur le terrain, portant sur l'épidémiologie de la maladie et sur l'écologie de son hôte intermédiaire.

Ces enquêtes doivent aboutir à la détermination du ou des hôtes intermédiaires, de leurs gîtes permanents et de leurs conditions de survie au cours de la saison sèche. Toutes ces données sont indispensables pour diminuer le coût des opérations d'assainissement et les rendre plus efficaces. En effet, la lutte antimollusques doit être effectuée dans des points déterminés à l'avance, à certaines époques de l'année où il y a le plus de chance d'atteindre les mollusques, et dans un volume d'eau le plus petit possible avant cependant qu'apparaissent les formes de résistance souvent difficiles à détruire.

La lutte antimollusques par déséquilibre biologique du milieu a fait l'objet de très nombreux travaux et observations.

Certains auteurs ont préconisé l'introduction dans les gîtes à mollusques, d'animaux, vertébrés ou invertébrés à moeurs malacophages.

Par exemple : développement de l'élevage des canards et des oies, grands mangeurs de mollusques. Au point de vue pratique il n'y a pas grand chose à attendre de ce procédé.

Bouleversement de la nature du parasitisme larvaire des vecteurs par introduction et protection de nombreux oiseaux aquatiques porteurs de formes adultes d'échinostomes, qui, en infectant par leurs formes larvaires les mollusques vecteurs de bilharziose, rendraient ces derniers non réceptifs aux miracidia de bilharzies (Bayer, 1954).

Malheureusement, au point de vue épidémiologique, et d'après des constatations faites à la dissection des mollusques récoltés dans un gîte, les nombreux Echinostomidae qu'hébergent en particulier les palmipèdes n'ont pas forcément comme hôte intermédiaires les gastéropodes d'eau douce chez lesquels on veut en quelque sorte créer une "pré-occupation".

D'autre part, et pour des raisons non encore élucidées à l'heure actuelle, l'acceptation du "miracidium" d'une espèce de trématode donnée par son hôte intermédiaire normal, n'est pas obligatoire, comme on peut le constater au laboratoire au cours d'infestations expérimentales.

LAGRANGE en 1953 préconise l'introduction de poissons mangeurs de Planorbes. Les conditions d'acclimatement de tels prédateurs limitent les chances de succès de cette méthode.

Chez les invertébrés, le crabe Potamon edule a été reconnu comme ayant des moeurs malacophages. (DESCHIENS, DESCHANGE et VERMEIL, 1955).

De même les écrevisses des genres Astacus et Cambarus seraient, elles aussi, prédatrices de mollusques. (DESCHIENS, 1954, DESCHIENS et LAMY, (1954).

La sangsue Helobdella fusca s'attaquerait aux formes adultes de Planorbes. (CHERNIN, MICHELSON et AUGUSTINE, 1956).

D'autres auteurs ont pensé que l'introduction d'associations zoophytiques étrangères au biotope pourraient peut être faire varier les conditions du milieu au point de les rendre non viables pour les mollusques vecteurs.

C'est ainsi que DIAS, 1953, 1954 : DIAS et DAWOOD, 1954, ont essayé de modifier la faune microbienne des gîtes par introduction du **Bacille B.E.T. (Bacillus pinotti)**, qui, par prolifération intense entraîne la mort de *Australorbis glabratus* (Say).

OLIVIER-GONZALEZ, BAUMAN et BENENSON, 1956, ont constaté que le mollusque *Marisa cornuarietis* est très vorace et arrive à diminuer notablement les populations de Planorbis en raréfiant la nourriture. ALVES en 1956, observe sur le terrain, une disparition temporaire de *Physopsis* concordant avec une prolifération très intense des *Bulinus*.

Comme on peut s'en rendre compte, tous ces travaux n'ont en général pas dépassé le stade expérimental et les quelques observations faites sur le terrain ne sont que des constatations locales difficiles à extrapoler.

Les résultats spectaculaires observés (*in vitro*) et qui ne semblent pas pouvoir être reproduits dans la pratique, sont vraisemblablement dus à ce que l'équilibre biologique d'un biotope de dimensions réduites (aquarium), où la vie est entretenue artificiellement, est tout à fait différent de celui du milieu naturel où interviennent des facteurs dont l'expérimentateur a ignoré ou négligé l'existence.

Il est possible que, dans les années à venir, des moyens de lutte biologique, basés sur des données écologiques précises, soient mis au point et utilisés sur une grande échelle.

Il restera cependant à choisir et à adapter le ou les agents prédateurs ou modificateurs du milieu, après une étude approfondie des conditions présentées par chaque gîte à mollusques.

Actuellement la destruction des mollusques par épandage de produits toxiques est de loin le procédé le plus efficace, à condition cependant que le choix et les conditions d'emploi du molluscicide soient fixés après un examen poussé des constantes bio-physico-chimiques présentées par les gîtes à mollusques,

Jusqu'à présent il n'existe pas de produit antimollusques omnivalent pouvant être employé dans n'importe quelles circonstances;

Les échecs enregistrés parfois dans certaines régions avec un produit ayant donné toute satisfaction ailleurs, viennent très souvent de ce que les conditions locales réduisent ou annulent son activité molluscicide.

La liste des composés chimiques toxiques pour les mollusques d'eau douce est extrêmement longue et depuis quelques années de très nombreuses recherches ont été faites sur ce sujet. Il est inutile de dire que parmi tous ces antimollusques, seul un petit nombre a été retenu pour être éventuellement essayé et utilisé sur le terrain;

Le molluscicide idéal tel que le conçoit le Comité d'Experts de la lutte contre les Bilharzioses (idolluscicides) de l'Organisation Mondiale de la Santé, serait un produit qui réunirait les

- 1°) Actif contre les mollusques vecteurs et contre leurs pontes à des doses inférieures à 10 parties par million. (in vitro : DL 100 au bout de 24 heures de contact suivies d'un temps de réanimation de 48 heures).
- 2°) Très diffusible pour ne pas nécessiter une agitation du milieu et ne pas être dans l'obligation de procéder à un faucardage préalable des plantes aquatiques.
- 3°) Activité conservée ou peu influencée par des pH allant de 5,0 à parfois 8,5 et des températures variant entre + 15° C et + 35° C.
- 4°) Résistant, ou très lentement détruit par la lumière solaire (R.U.V.). (Rémanence d'activité d'au moins 24 heures).
- 5°) Actif même dans des milieux très boueux et fortement chargés en matières organiques.
- 6°) Très peu absorbé par les plantes aquatiques.
- 7°) Non toxique pour l'homme et les animaux domestiques aux doses employées pour la destruction des mollusques.
- 8°) D'utilisation facile et pratique sans présenter de danger pour les utilisateurs.
- 9°) Non toxique pour la faune aquatique (poissons, batraciens, crustacés, etc...). Ceci afin de ne pas bouleverser l'équilibre biologique du milieu et de ne pas priver de protéines les populations riveraines vivant des produits de la pêche.
- 10°) D'un prix de revient abordable de manière à pouvoir être utilisé sur une grande échelle.
- 11°) Stable et de conservation facile dans les conditions de stockage concentrées sous les climats tropicaux.

Aucun des molluscocides utilisés ou en cours d'expérimentation à l'heure actuelle ne remplit toutes ces conditions et le produit antimollusque idéal reste encore à trouver.

Au cours d'essais faits au laboratoire pour la mise au point d'un programme de lutte prophylactique contre les affections à trématodes de l'Homme et des animaux domestiques, nous avons été amené à étudier, parmi un certain nombre d'autres molluscocides classiques, le diméthyléithiocarbamate de zinc.

Essais faits au Laboratoire National de Recherches Vétérinaires
de DAKAR-HANN (Sénégal)
avec le diméthyléithiocarbamate de zinc ou zirame.

C'est en 1955 que NOLAN et BOND signalent pour la première fois la toxicité de ce produit pour les mollusques d'eau douce. Ce "potential molluscicide" tue *Australorbis glabratus* après 24 heures de contact à des concentrations voisines de 1,5 partie par million.

Se référant à ces premiers résultats obtenus au laboratoire avec un sel de zinc, DESCHIENS et MOLINARI, 1956, essayent in vitro l'action oligodynamique de l'oxyde de zinc sur *Planorbis glabratus* et *Bulinus contortus*. Puis, utilisant de la grenaille de zinc, DESCHIENS et MOLINARI, 1957, et ensuite DESCHIENS, MOLINARI et BERTRAND, 1957, démontrent que le zinc est bien responsable des accidents toxiques observés chez les mollusques en expérience. Tout comme le cuivre, ce métal a des propriétés molluscocides remarquables.

En ce qui concerne le diméthyléithiocarbamate de zinc, à notre connaissance il faut attendre le travail de PAULINI, CHAIA et FREITAS en 1960, au Brésil, pour confirmer la valeur de ce produit en tant que molluscicide.

Ces auteurs qui ont employé des comprimés et une poudre renfermant 50 % de zirame et 50 % de carbonate de calcium, ont observé que ce mélange était actif à 100 % contre l'*Australorbis glabratus* à une concentration de 5 ppm au bout de 24 heures de contact,

Le produit expérimenté par nous se présente sous la forme d'une poudre micronisée, dont 100 % des particules ont un diamètre inférieur à 40 µ. Parmi elles, 90 % ont un diamètre inférieur à 10 µ. Cette poudre titre 90 % de diméthylthiocarbamate de zinc* Elle est commercialisée sous cette forme pour être utilisée en suspension aqueuse à 0,5 %, comme bouillie anticryptogamique dans la lutte contre les champignons parasites des végétaux, le zirame étant un excellent fongicide.

Au point de vue chimique, le diméthylthiocarbamate de zinc est un corps dont la formule est la suivante $(CH_3)_2NCS_2Zn$. Son poids moléculaire est de 305,8. Son point de fusion 246 °. Il a une tension de vapeur négligeable et sa densité est de 2,00 à 20-24° C.

Très faiblement soluble dans l'eau, (65mg/litre), il est soluble dans le chloroforme, mais insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

C'est le plus stable des dithiocarbamates métalliques fongicides.

Il se présente sous la forme d'un solide, sans odeur, sans goût et non corrosif.

Légèrement irritant pour les yeux et les muqueuses, il est inflammable, et il y a lieu de ne pas le placer à proximité d'une flamme,

Essais faits au laboratoire :

Matériel ayant servi à l'expérimentation :

Pour travailler avec un matériel homogène ne présentant pas au départ de différences de sensibilité, nous utilisons pour nos tests d'activité in vitro des mollusques d'élevage. Il est en effet bien connu que les spécimens infestés par des formes larvaires de trématodes sont beaucoup plus sensibles aux produits antimollusques que ceux qui sont vierges de toute infestation. Grâce à nos élevages nous disposons de plusieurs milliers d'exemplaires de *Biomphalaria pfeifferi gaudi* Ranson, *Bulinus guernei* Dautzenberg, *Bulinus senegalensis* Müller, et *Lymnaea caillaudi* Bourguignat, qui sont les gastéropodes les plus fréquemment rencontrés dans les points d'eau du Sénégal.

Les essais sont faits sur ces quatre espèces.

Bulinus guernei étant l'hôte intermédiaire de *Shistoasoma haematobium* (Bilharz, 1852), au Sénégal (Gretillat, 1961; c) et *Lymnaea caillaudi* celui de *Fasciola gigantica* Cobbold, 1855, (Gretillat, 1961; d), ces espèces conviennent parfaitement pour les recherches.

Protocole d'expérimentation.

Pour nos tests d'activité in vitro nous utilisons des aquariums en verre de 6 litres de capacité contenant de l'eau servant à nos élevages de mollusques. (4 litres par aquarium). Son pH est environ de 6,5 et nous travaillons à la température du laboratoire qui est en décembre et janvier de 24-25° C.

Nous avons choisi ce milieu naturel (eau filtrée sur bougie poreuse et provenant d'un gîte à Planorbis et à Limnées) contrairement à ce que font beaucoup d'expérimentateurs qui utilisent pour leurs essais antimollusques, de l'eau du robinet.

En effet, la teneur en sels dissous de cette eau est variable et elle est parfois toxique pour les mollusques à la suite des traitements qu'elle a subis pour la rendre potable. L'eau distillée est à notre avis, elle aussi, à déconseiller. Comme nous l'avons plusieurs fois constaté, les mollusques n'y survivent que quelques heures.

Les mollusques (30 spécimens de chaque espèce), sont placés dans chacun des aquariums qui sont aérés pendant toute la durée de l'expérience au moyen d'un oxygénateur à bulles.

Pendant la première période de 24 heures, (temps de contact), ils sont maintenus dans une solution de molluscicide, puis transférés dans un aquarium de lavage ou on les y maintient pendant 60 heures (temps de réanimation). (Des feuilles de laitue bouillie sont mises à leur disposition).

Ce protocole expérimental correspond à peu près à celui préconisé récemment par l'organisation mondiale de la Santé au cours de ses efforts de normalisation des méthodes à employer pour la recherche et l'expérimentation des nouveaux molluscicides.

Pour la préparation des solutions de produit à tester nous faisons tout d'abord une suspension mère à 5/1000, que nous diluons ensuite dans l'eau des aquariums en fonction de la concentration finale à obtenir.

Résultats.

Avec des doses de zirame allant de 0,5 à 5 p.p.m. les résultats obtenus au laboratoire sont consignés dans le tableau n° 1.

Les chiffres indiqués sont des pourcentages moyens de mortalité ; les mollusques sont considérés comme tués quand leur aspect extérieur dénote un début de décomposition des organes, avec coquille éclaircie et diaphane. Dans les cas douteux les spécimens sont disséqués pour contrôle.

TABLEAU I.

Espèces mises en expérience	Zirame à 0,5 ppm	Zirame à 1 ppm	Zirame à 2 ppm	Zirame à 3 ppm	Zirame à 5 ppm
Bulinus guernei	40	90	100	100	100
Bulinus senegalensis	30	50	100	100	100
Lymnaea caillaudi	40	90	100	100	100
Biomphalaria pfeifferi-gaudi	20	90	100	100	100

Le zirame agit beaucoup plus lentement sur les mollusques que ne le font les sels solubles de cuivre, et des doses de 0,5 à 1 p.p.m. de ce produit ne permettent pas d'obtenir une mortalité de 100 %. Pour cette raison nous avons essayé d'augmenter le temps de contact en le portant à 48 heures*

Dans de telles conditions et en nous excusant de la petite entorse que nous faisons au protocole classique d'expérimentation, nous avons obtenu une DL 100 chez Bulinus guernei, Lymnaea caillaudi, Bulinus senegalensis et Biomphalaria pfeifferi gaudi avec seulement 0,5 p.p.m. de zirame.

Comme nous l'avons vu plus haut au cours de l'examen des différents produits antinollusques utilisés à l'heure actuelle sur le terrain, la précipitation ou la fixation du molluscicide par les matières organiques est un grand handicap quand on veut traiter un gîte à mollusques.

Nous avons pensé qu'au laboratoire il nous serait possible de voir dans quelle mesure le zirame, très stable au point de vue chimique, peut conserver son activité molluscicide en présence de telles matières.

Pour faire ces tests de rémanence, nous avons pratiqué des essais dans des aquariums dont le fond était recouvert d'une épaisse couche de matières en décomposition. (Bacs ayant servi à l'élevage de mollusques pendant plusieurs mois).

Les essais faits avec Biomphalaria pfeifferi gaudi et Bulinus guernei à l'aide de concentrations en diméthylthiocarbamate de zinc à 5 et 10 p.p.m., montrent que l'activité molluscicide de ce produit se maintient pendant environ 30 jours, pour devenir nulle vers le 45^e jour.

Pour ces tests, les temps de contact étaient de 24 heures suivi d'un temps de lavage de 60 heures.

Au Laboratoire, le zirame a donc une rémanence de 30 jours minimum, dans une eau fortement chargée en matières organiques,

Un milieu traité à 5 p.p.m. est aussi stable qu'un milieu de 10 p.p.m.

En ce qui concerne les possibilités de destruction du produit par les rayons ultra-violet s, dans un aquarium placé sur l'appui d'une fenêtre exposée pendant l'après-midi aux rayons solaires et traité à 5 p.p.m., le zirame a montré une rémanence d'activité de 30 jours environ.

Il est donc pratiquement stable à la lumière solaire.

Pouvoir ovicide sur les pontes de mollusques.

Il est testé sur pontes de B. pfeifferi gaudi et B. guernei au cours de deux essais consécutifs.

Des aquariums sur les parois desquels sont fixées des pontes, sont remplis avec une solution de zirame à 5 p.p.m.

Après un temps de contact de 24 heures les aquariums sont vidés et remplis avec de l'eau filtrée.

Au cours de la semaine suivante, l'examen quotidien des pontes montre que :

Les oeufs ont leur croissance ralentie, puis stoppée. Les alvéoles qui ont tout d'abord une couleur ambrée ou jaune clair, prennent peu à peu une couleur blanchâtre, plus ou moins opalescente qui correspond à la mort de l'embryon, dont les mouvements se ralentissent au cours des 3 ou 4 premiers jours.

Dans des aausriuma témoins, des pontes du même âge donnent de jeunes mollusques au bout d'une semaine.

En conclusion, et d'après les premiers résultats obtenus au laboratoire, le diméthylthiocarbamate de zinc présenterait donc d'intéressantes propriétés molluscocides.

Les symptômes d'intoxication observés chez les mollusques consistent principalement en des signes de fatigabilité avec diminution d'adhérence du pied au support, et en une insensibilité parfois totale aux excitations mécaniques. Le mollusque intoxiqué se retire à l'intérieur de sa coquille, puis en ressort très lentement pour finalement mourir très souvent le pied en semi-extension.

Les modes d'action et voies de pénétration du ziram chez les mollusques sont encore difficile à définir. Si la voie digestive est en cause, le produit agit aussi par contact, tout au moins pour des concentrations de 5 à 10 p.p.m., car les signes morbides apparaissent quelques minutes après le début de l'expérience.

Au point de vue léthal, le zinc doit avoir une part prépondérante. En effet, nous avons obtenu avec une solution de sulfate de zinc les mêmes symptômes qu'avec le ziram à condition d'utiliser une concentration à 20 p.p.m. Le radical organique favoriserait-il la pénétration du zinc ? Peut-être serait-il lui-même doué d'une certaine toxicité ?

Essais faits sur le terrain;

1°) Marigot de Sangalkam.

Premier test d'activité effectué sur le terrain contre les mollusques d'eau douce Lymnaea caillnudi, Biomphalaria pfeifferi et Bulinus senegalensis.

Il est réalisé dans un marigot traversant la Ferme du Laboratoire, à Sangalkam. (27 kms de Dakar).

Aspect du marigot en décembre : C'est le lit d'un ruisseau coulant pendant la saison des pluies, et dont certains bas-fonds plus ou moins imperméables permettent à l'eau de se conserver pendant une grande partie de la saison sèche.

Le bief du marigot où est fait l'essai, est une portion du lit du ruisseau qui a été approfondi et fermé en aval par un barrage en ciment. Ses dimensions en sont à peu près les suivantes; Longueur 175 mètres, largeur moyenne 4 à 5 mètres.

La partie située en amont s'élargit en une mare de 15 mètres de diamètre et de 3 à 3,50 mètres de profondeur, La partie placée en aval a une profondeur variant entre 1 m et 1,50 mètre;

Le fond de cette réserve d'eau, qui sert à l'irrigation des cultures de la ferme, est plus ou moins vaseux sur une épaisseur

Au moment de l'essai, fin décembre 1960, le pH de cette eau est de 6,2 et sa température varie entre 17° le matin et 25° C, en surface le soir. Son volume est estimé approximativement à 1.100 - 1.200 m³.

La végétation aquatique y est très dense et constituée principalement par des Pistia stratiotes L. recouvrant la surface de l'eau et dont les racines très touffues forment un lacis inextricable sur une épaisseur de 20 à 50 cm.

Pendant toute l'année 1960, des récoltes de mollusques opérées en différentes saisons, avaient démontré que ce biotope était un gîte à B. pfcifferi gaudi, Lymnaea caillaudi et Bulinus senegalensis.

Une telle densité en matières organiques très défavorable à l'activité d'un produit molluscicide, et la proximité de Dakar permettant une grande facilité de contrôle, nous incitent à choisir cet endroit pour y faire un essai avec le zirame.

Le jour même du traitement du marigot il nous est possible de récolter par mètre carré de surface, et fixés soit aux racines des Pistia, soit à des débris végétaux en décomposition, 5 à 6 L. caillaudi et 2 à 3 Bionphalnia adultes.

Pour opérer les contrôles d'efficacité du produit nous n'utilisons pas la technique employée par beaucoup d'auteurs et consistant à laisser en place des tiges de bambous ou des fragments de branches sur lesquels sont fixés des mollusques.

Une telle méthode est un pis-aller car l'absence de mollusques sur ces pièges dans les jours suivants le traitement de l'eau, ne signifie pas qu'ils ont été tués. Ils peuvent en effet avoir fui ou s'être enfouis dans la vase, sans avoir été détruits.

Nous préférons, quand nous pouvons le faire, enfermer une trentaine de mollusques d'élevage dans des petites cages en bois dont les faces sont tapissées de toile moustiquaire en nylon. Nous y ajoutons parfois quelques spécimens récoltés dans le gîte. Ces cages sont placées en différents endroits plus ou moins éloignés des points d'épandage du produit, et les contrôles d'efficacité sont établis d'après les pourcentages de mortalité relevés dans ces cages.

Nous réservons le procédé rapide et pratique des "batons piège s" aux contrôles des essais faits en pleine brousse quant il nous est impossible de transporter et de laisser en place du matériel nécessitant une certaine surveillance.

Le traitement du marigot est opéré le 29/XII/60, le matin entre 9 et 11 heures, par épandage de la poudre à la surface de l'eau en ayant soin de faire écarter les Pistia pour obtenir un petit chenal médian de 40 à 50 cm de large, ceci afin d'éviter de perdre le produit tombant sur les feuilles de ces plantes.

L'eau est traitée à raison de 10 parties par million.

Dans la partie située en amont, très encombrée par les Pistia, nous répandons le zirame à une de ses extrémités de manière à contrôler son pouvoir de diffusion dans un milieu très chargé en matières organiques et encombré par des plantes aquatiques;

Une des cages à mollusques est placée à l'opposé de l'endroit où a été déversé le zirame et deux autres sont échelonnées le long du bief qui a été traité sur toute sa surface.

Des contrôles d'efficacité sont faits deux jours après le traitement en ayant soin de laisser les mollusques dans un bain de In-vage de 60 heures avant de procéder à l'évaluation des pourcentages de mortalité.

L'efficacité est de 100 % malgré une végétation aquatique très dense, sans avoir procédé à un faucardage préalable et dans un milieu très fortement chargé en matières organiques. L'épais feu-trage de racines de Pistia qui recouvre l'eau n'a pas empêché le zirame de diffuser sur une distance de 15 à 20 mètres.

Un molluscocide est d'autant plus intéressant qu'il conserve pendant plus longtemps son activité antimollusques après le trai-tement de l'eau. Il évite ainsi les réinfestations possibles du gîte et surtout permet la destruction des mollusques, qui, après avoir fui sur les bords, réintègrent leur milieu.

Pour opérer ces contrôles de rémanence, une simple visite faite à intervalles réguliers d'une semaine ne peut donner aucun résul-tat valable. Ne possédant pour l'instant aucune technique de dosa-ge nous permettant de calculer la quantité de zirame encore présen-te dans l'eau, nous préférons avoir recours à la pratique des tests biologiques.

Pour ce faire, des prélèvements d'eau sont faits toutes les semaines en différents points du marigot traité;

Leur pouvoir molluscocide est testé au laboratoire sur des mollusques d'élevage suivant la technique classique;

Voici le résultat de ces contrôles :

- Rémanence de 35 jours DL 100 pour *L. caillaudi*.
- Rémanence de 30 jours DL 100
et de 35 jours DL 50 pour *B. pfeifferi gaudi*.

Effet herbicide du diméthylidithiocarbamate de zinc.

Nous ouvrons ici une parenthèse en signalant que cet essai nous a permis de reconnaître que le zirame détruit les plantes aquatiques du genre *Pistia*.

Au cours d'un contrôle fait 5 jours après le traitement du marigot, nous observons un jaunissement très accusé de ces plantes suivi d'un dessèchement rapide de celles se trouvant en pleine eau;

Si on prélève une de ces plantes, qui ne présente au bout d'une semaine qu'un tout petit bouquet de feuilles centrales, on s'aperçoit que seule la collerette subsiste, et que ses racines plus ou moins pourries sont tombées au fond de l'eau.

Dans ce marigot les seuls *Pistia* ayant résisté au traitement sont ceux dont les racines sont implantées dans la vase du bord.

Nous profitons de cette remarque au sujet du pouvoir herbicide du zirame pour signaler qu'au point de vue phytotoxicité il sem-ble n'avoir aucune action nuisible sur la croissance des plantes à racines terrestres.

En effet, cette eau, traitée à raison de 10 p.p.m., a servi pendant plus d'un mois à l'arrosage par aspersion d'une plantation de choux fourragers, sans que l'on observe d'accidents de brûlure ou un retard acnsible dans la croissance de ces plantes.

2°) Mare de Panal (Région du Sénégal Oriental).

En décembre 1960, nous avons fait une enquête épidémiologique sur labilharziose vésicale humaine dans cette région du Sénégal (Gretillat, 1961,c), et y avons repéré quelques gîtes intéressants à Bulinus guernei assurant la perennité de cette espèce, vectrice de Schistosoma haematobiun.

D'un caractère un peu spécial, puisqu'il s'agit de mares ou de bas-fond do marigot permanents, ces points d'eau n' en consti-
tuent pas moins d'excellents endroits pour faire des tests de
produits molluscicides.

La première de ces mares, celle de Panal est un point d'eau très important pour l'économie de la région puisqu'il sert d'abreu-
voir à de très nombreux troupeaux do bétail transhumants.

Ancienne résurgence tarissant presque complètement en saison sèche, d'importants travaux de remblaiements l'ont transformée en une nappe d'eau mesurant en janvier-février, 200 mètres de long sur 140 mètres de large et 4 à 5 mètres de profondeur en son point milieu.

Les bords sont sablo-argileux, mais le fond est particulière-
ment vaseux.

L'eau est trouble parce que continuellement brassée par les troupeaux qui viennent y boire. Son pH est de 6,4 à 6,6 et sa température varie entre 20 ° le matin et 24 ° le soir vers 17 heures, en surface.

C'est un important gîte à Bulinus guernei que l'on trouve sur les bords et sur les quelques pieds de nénuphars qui y poussent;

Le 2/2/61, nous traitons cette mare avec du zirame à raison de 1 à 1,5 partie par million (concentration approximative étant donné les difficultés d'une Evaluation exacte du volume d'eau).

La poudre est lancée avec le vent à l'une des extrêmités qui la fait retomber à environ 30 à 40 mètres en avant de l'opérateur.

14 jours après, le 16-2-61, nous faisons les contrôles d'ac-
tivité en suivant les bords de la mare où nous trouvons d'innom-
brables coquilles de B.guernei morts depuis quelques jours. Sur les "bâtons pièges" que nous avons laissé en place lors du traite-
ment nous ne trouvons aucun mollusque.

3°) Mare de Makile (Sénégal Oriental, située à environ 40 kms de la mare de Panal).

Point d'eau prospecté en décembre 1960, il se résume en fé-
vrier à une simple résurgence représentée par une nappe d'eau
souterraine communiquant à l'extérieur par une fente rocheuse de
5 mètres de long sur 1 mètre de large environ.

L'eau est très boueuse et ce trou fangeux sur une épaisseur
de 50 à 60 cm sert de refuge à des ammodiles

Le 2-2-61, au moment du traitement, cette poche d'eau est traitée avec 1 kilo de ziram (5 p.p.m.). Nous trouvons de très nombreux B. guernei fixés à divers débris végétaux et fragments de bois plus ou moins pourris. Ces pièges sont laissés en place pour faciliter les contrôles qui sont faits 14 jours après.

Le 16-2-61, nous trouvons ces "bâtons pièges" vierges de tout mollusque, alors que de très nombreuses coquilles de B. guernei morts depuis de nombreux jours, sont retrouvées flottant à la surface de l'eau.

Cet essai montre que, même dans les milieux très boueux, le diéthylthiocarbanate de zinc n'est que très lentement absorbé par les matières organiques.

4°) Mare de Rountouko (9 kms du centre de Koussanar, au sud de l'axe routier Kaolack-Tambacounda);

C'est un marigot permanent reconnu en décembre 1960 comme étant un gîte à Bulinus guernei.

Il est placé dans le lit d'un ruisseau affluent de la Gambie en saison des pluies.

L'eau très boueuse n'a que 40 à 50 cm de profondeur et les dimensions de cette collection d'eau sont en février assez restreintes : 60 x 40 mètres.

Le 3-2-61, de nombreux mollusques sont trouvés fixés à des racines de nénuphars plus ou moins pourris. Nous traitons ce marigot avec du ziram à raison de 1 partie par million.

Le 15-2-61, il nous est impossible de retrouver un seul B. guernei ant.

diméthylthiocarbanate de zinc.

Le diméthylthiocarbanate de zinc est pratiquement sans toxicité pour l'homme et les animaux domestiques.

Il ne demande aucune précaution spéciale pour son épandage sous forme de poudre, si ce n'est celle d'éviter son contact direct avec les muqueuses et les yeux.

HODGE, MAYNARD et Coll., 1952, ont montré en effet que la dose létale 50 pour ce produit était voisine de 1250 mg/kilo.

Nous avons donné d'autre part, 25 mg/kilo/jour de ziram per os à un ovin de 30 kilos, pendant une semaine sans observer chez ce dernier aucun signe d'intoxication.

Toxicité du diméthylthiocarbanate de zinc pour les poissons.

En ce qui concerne l'ichthyotoxicité du ziram, nous l'avons testée au laboratoire sur Tilapia melanopleura et Caraussius auratus.

En se basant sur les critères que donne LLOYD en 1960 au sujet de la toxicité de certains sels de zinc sur les poissons (arrêt des mouvements respiratoires après 5 heures de contact).

les doses toxiques que nous avons trouvées pour les poissons adultes de ces deux espèces se situeraient entre 5 et 10 p.p.m.

Propriétés larvicides du diméthyl-dithiocarbamate de zinc pour les formes larvaires de Culicidae.

C'est au cours de ces essais de lutte antimollusques au moyen du ziram que nous avons découvert sa toxicité pour les larves de Culex fatigans Wiedeman, (Gretillat, 1961, (b)). A des doses variant entre 1 et 5 p.p.m., suivant le stade larvaire, le diméthyl-dithiocarbamate de zinc entrave et stoppe l'évolution des larves qu'il tue, ou qu'il empêche de se transformer en nymphes et en imago s.

Résumé et conclusion

D'après les premiers résultats obtenus au laboratoire et sur le terrain, le diméthyl-dithiocarbamate de zinc peut être considéré comme un produit anti-mollusques valable.

En effet, c'est un produit bon marché dont la manipulation ne demande aucune précaution spéciale et qui ne présente pratiquement aucun danger pour l'homme et les animaux domestiques. Les eaux traitées peuvent être utilisées pour la boisson, pour l'abreuvement des animaux et pour l'arrosage des cultures sans crainte d'accidents ni de brûlures.

Très stable et peu hygroscopique il peut se conserver dans de bonnes conditions sous les climats tropicaux.

Son action antimollusque est moins brutale que celle des sels solubles de cuivre ou du Bayer 73, mais comme il n'est pratiquement que très peu absorbé par les matières organiques, une dose de 1 p.p.m. suffit sur le terrain pour tuer tous les mollusques d'eau douce présents dans le gîte.

Très diffusible, il n'exige pas de faucardage préalable dans les points d'eau encombrés par des plantes aquatiques;

Il n'est pratiquement pas influencé par le pH du milieu et il est stable et actif dans les eaux alcalines (Gretillat, 1961, (a)).

Utilisé à raison de 10 p.p.m. même dans un milieu très boueux, son activité antimollusque est conservée pendant une période d'au moins un mois, en rendant le milieu incolonisable par des mollusques adultes.

Il est ovicide.

Sans effet nocif sur les Batraciens, les Insectes aquatiques et les Annélides, il est cependant un peu ichtyotoxique à des doses supérieures à 5 p.p.m.

En plus de ses propriétés molluscocides intéressantes, le ziram détruit les larves de Culicidae et il est herbicide pour les plantes aquatiques du genre Pistia dont les racines servent de support respiratoire aux larves de Taeniorhynchus et de Ficobia.

Dans un tableau général (tableau n° 2) nous avons réuni les avantages et inconvénients des principaux produits molluscicides employés ou à l'essai à l'heure actuelle, le sulfate de cuivre, le pentachlorophénate de sodium, le Bayer 73, l'Acroléine comparés à ceux que nous venons de reconnaître pour le diméthylthiocarbamate de zinc,

(Laboratoire National de Recherches Vétérinaires,
DAKAR-HANN (Sénégal)

TABLEAU II.

Comparaison du dinéthyldithiocarbamate de zinc avec les quatre molluscocides principaux utilisés ou à l'essai à l'heure actuelle,

SO-m.	Sulfate de cuivre	Pentachlorophenate de sodium	Bayer 73	Acroleine (Aquilin-Shell)	Diméthyl-dithiocarbamate de zinc
Solubilité dans l'eau	oui	oui	oui	oui	oui
Emploi sous forme de :	cristaux	comprimés granulés ou poudre	sel	liquide	poudre micronisée
Dose létale (sur le terrain)	20 à 30 ppm	5 à 10 ppm	0,3 à 0,5 ppm	10 ppm	1 ppm
Durée de contact (laboratoire)	24 h. à 2 ppm	8 h. à 10 ppm	résultats variables suivant les auteurs	24 h. à 3 ppm	24 h. à 1,5 ppm
Effet sur les oeufs de mollusques	néant	oui	oui	oui	oui
Effet sur cercaires	néant	oui	oui	oui	non-expérimenté
Résistance à la lumière solaire	oui	Au bout de 8h activité fortement diminuée	détruit par les rayons R. U.V.	aucun renseignement	oui
Rémanence (toxicité conservée) pour les mollusques	24 h. à 2 ppm	"	24h à 0,5 ppm si exposition aux rayons sol	?	30j à 6ppm dans un aquarium avec mat.org. exposé au soleil
sur le terrain	quelques heures	24 h. à 10 ppm	24 h. à 48h à 1 ppm	aucun renseignement	30j à 10ppm ds marigot
Faucardage préalable	oui, en règle générale	conseillé	non, en règle générale	inutile	inutile
Milieu boueux	activité fortement diminuée	activité diminuée	activité conservée	activité diminuée	activité conservée
Influence du pH	activité nulle si pH 7 (flocculation)	peu	optimum d'activité pH 8	aucun renseignement	aucune influence appréciable
Influence de la dureté de l'eau	activité diminuée si pH	légère diminution d'activité	données insuffisantes	aucun renseignement	non testé
Pouvoir de diffusion	faible	du produit à se déposer sur les couches superposées	données insuffisantes	bon	très bon
Toxicité pour les larves de Culicidae	néant	néant	néant	néant	oui
Toxicité pour les plantes aquatiques	non	non	non	oui 5 à 10ppm Pistia 7,5-15 ppm	oui (Pistia) à 10 ppm

Molluscocide	Sulfate de cuivre	Pentachlorophenate de sodium	Bayer 73	Acroleine (Aquilin Shell)	Diméthyl-dithiocarbamate de zinc
Phytotoxicité pour les plantes à racines non flottantes	non	oui	oui	non	non
Toxicité pour les poissons	très faible	très forte	très forte	très forte	forte
Toxicité pour les batraciens	néant	oui	oui	?	non
Toxicité lors de l'emploi, précautions à prendre par les utilisateurs	néant	dangereux	dangereux	très dangereux	aucune
Facilités d'emploi et de dosage	oui	oui	appareil doseurs	?	oui
Prix de revient	bon marché	bon marché	?	?	bon marché
Toxicité pour l'homme aux doses utilisées	néant	néant	néant	néant	néant

Au sujet du nouveau molluscocide ICI 24,223, les quelques renseignements recueillis dans la bibliographie ne permettent pas de l'inclure dans ce tableau. D'après les essais faits au Mozambique il serait actif contre les mollusques à partir de 0,4 p.p.m. dans les eaux calmes. Pour son utilisation sur le terrain les expérimentateurs auraient mis le produit en solution dans le toluène.

BIBLIOGRAPHIE.

- ALVES W. (1956) - Un problème particulier concernant l'écologie des mollusques.
Groupe d'études sur l'écologie des mollusques hôtes intermédiaires de la Bilharziose. O.M.S. Paris, 3-9 octobre, 1956, n° 12.
- BAYER F.A.H. (1954) - Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., XLVIII, 414-418.
- CHERNIN E., MICHELSON E. H. et AUGUSTINE S.L. (1956) - Amer. J. Trop. Med. Hyg., v. (2), 308-314.
- COUMBARAS A. (1960) - Arc. Inst. Past. Tunis, XXXVII, (3), 313-335.
- DESCHIENS R. (1954) - Bull. Soc. Path. exot., XLVII, 399-401.
- DESCHIENS R., DESCHANGE M. et VERMEIL C. (1955) - Bull. Soc. Path. exot., XLVIII, 203-207.
- DESCHIENS R. et LAMY L. (1954) - Bull. soc. Path. exot. XLVII, 809-812.
- DESCHIENS R. et LAMY L. (1955) - Bull. Soc. Path. exot., XLVIII, 201-203.
- DESCHIENS R. et MOLINARI V. (1956) - Bull. Soc. Path. exot. XLIX, 1111, 1113.
- DESCHIENS R. et MOLINARI V. (1957) - Bull. Soc. Path. exot. L, (1), 62-65.
- DESCHIENS R., MOLINARI V. et BERTRAND D. (1957) - Bull. Soc. Path. exot., L, (1) 59-61.
- DIAS E. (1953) - Nova possibilidade de combate aos moluscos transmissores dos esquistosomoses. Emprêso Editoria "O Eco", Bambui; 22 pages.
- DIAS E. (1954) - Mem Inst. Oswaldo Cruz, LII, 315-327.
- DIAS E. et DAWOOD M. M. (1955) - Mem. Inst. Oswaldo Cruz, LIII, 13-29
- GRETILLAT S. (1961, a) - Bull. Org. mond. Santé. (sous presse).
- GRETILLAT S. (1961, b) - Bull. Org. mond. santé, (sous presse)
- GRETILLAT S. (1961, c) - Bull. Org. mond. Santé, (sous presse)
- GRETILLAT S. (1961, d) - Rev. Elev. Med. Vét. Pays trop., (sous presse)
- HODGE H.C., MAYNARD E. A. et coll. (1952) - J. Amer. Pharma. Ass., XLI, (12), 662
- LAGRANGE E. (1953) - Ann. Soc. Belge Med. trop, XXXIII, 227-236
- LLOYD R. (1960) - Ann. Appl. Biol., (1), 84-85.
- NOLAN M. O. et BOND H. (1955) - Amer. J. Trop. Med. Hyg., IV, 135-136.
- OLIVIER-GONZALEZ J., BAUMAN P.M. et BENENSON A.S. (1956) - Amer. J. Trop. Med. Hyg., V, 290-296.
- PAULINI E., CHAIA G. et FREITAS J.R. (1960) - Essais de nouveaux molluscicides (Rhodiocid et Bayer 73) Comité d'Experts de la Bilharziose, Genève, WHO/Bilharz/42, (23-VIII-60) (Document de travail non publié).