

Zeitschrift:	Acta Tropica
Herausgeber:	Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band:	29 (1972)
Heft:	2
Artikel:	Résultats préliminaires du projet de lutte et de prévention contre les schistosomiases dans le Bas-Mangoky (République Malagasy)
Autor:	Degrémont, A.A. / Geigy, R. / Perret, P.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-311793

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Résultats préliminaires du Projet de lutte et de prévention contre les schistosomiases dans le Bas-Mangoky (République Malagasy)

A. A. DEGRÉMONT *, R. GEIGY ** et P. PERRET ***

Table des matières

I. Introduction	101
II. Organisation des travaux des phases d'attaque et de contrôle	102
II.1. Situation et organisation de la zone choisie	102
II.2. Organisation des examens systématiques de population	106
II.3. Organisation de l'examen clinique et du traitement des bilharziens dépistés	107
II.4. Organisation des contrôles post-thérapeutiques	108
II.5. Organisation de l'éducation sanitaire	109
II.6. Organisation des enquêtes et des études malacologiques	109
II.7. Organisation de la lutte anti-mollusque	110
III. Résultats préliminaires des phases d'attaque et de contrôle	111
III.1. Recensements	111
III.2. Résultats des examens systématiques de population	112
III.3. Résultats des traitements chimiothérapiques de masse à l'Ambilhar et des contrôles post-thérapeutiques	115
III.4. Résultats de l'éducation sanitaire des populations	118
III.5. Résultats des enquêtes et des études malacologiques	119
III.6. Toxicité du Frescon sur les plantes et les poissons	125
III.7. Résultats des traitements molluscicides	125
IV. Situation épidémiologique des schistosomiases dans le Bas-Mangoky au terme du Projet Mangoky	128
IV.1. L'élément humain	128
IV.2. L'élément hôte intermédiaire	130
IV.3. L'élément topographique	130
V. Poursuite de la lutte anti-bilharzienne dans le Bas-Mangoky	131
VI. Coût et rentabilité du Projet Mangoky	131
VII. Conclusions	133

I. Introduction

Le Projet de lutte et de prévention contre les bilharzioses dans le Bas-Mangoky, né de la Convention Suisse-Malgache du 19 novembre 1966 et désigné sous le nom de «Projet Mangoky», avait pour objectifs:

- de contrôler aussi rigoureusement que possible l'endémie de schistosomiasis sur le périmètre irrigué de la Samangoky en combinant simultanément toutes les méthodes de lutte anti-bilharzienne, soit:

* Médecin-chef du Projet Mangoky.

** Directeur du Projet Mangoky.

*** Biogiste-assistant du Projet Mangoky.

- traitement chimiothérapique au niridazole (Ambilhar®) de tous les sujets infectés,
- traitement chimique au N-tritylmorpholine (Frescon®) de toutes les collections d'eau du périmètre hébergeant des hôtes intermédiaires de la bilharziose,
- éducation sanitaire des populations,
- contrôle des installations d'irrigation et de l'aménagement des nouvelles terres.
- d'essayer de définir les modalités de lutte et de prévention des bilharzioses dans un périmètre irrigué en voie d'aménagement, de calculer la rentabilité de tels projets et de planifier leur organisation.

Ce projet a été exécuté avec la participation:

- du Ministère de la Santé Publique et de la Population du Gouvernement de la République Malagasy et de son Service de Lutte contre les Grandes Endémies,
- du Département Politique Fédéral Suisse (Coopération Technique) et de l'Institut Tropical Suisse à Bâle,
- des firmes CIBA-GEIGY S.A. pour l'Ambilhar® et SHELL INTERNATIONAL CHEMICAL CO. pour le Frescon®.

Le personnel exécutant, travaillant à partir du Centre Epidémiologique de Tananarive, était composé:

- d'une équipe suisse comprenant:
 - le Médecin-chef du Projet Mangoky,
 - un Biographe, assistant du médecin-chef,
 - deux Laborantines,
- d'une équipe malgache comprenant:
 - le Médecin-chef du Centre Epidémiologique,
 - trois Assistants d'hygiène et d'assainissement,
 - un Secrétaire, un Chauffeur et six Manœuvres.

Il était prévu dans une première phase de trois années:

- d'examiner tous les habitants du périmètre, soit environ 10.000 personnes, puis de traiter en masse à l'Ambilhar tous les bilharziens dépistés,
- d'étudier la répartition et l'écologie des mollusques dans toutes les collections d'eau du périmètre, puis de traiter au Frescon tous les gîtes hébergeant des hôtes intermédiaires.

Cette phase d'attaque devait être suivie d'une phase de contrôle de deux années au cours de laquelle on pensait uniquement contrôler l'efficacité des traitements chimiothérapeutiques de masse et celle de la lutte chimique anti-mollusques.

Les objectifs de ce programme ont finalement été atteints mais la phase de contrôle a été réduite à une seule année.

II. Organisation des travaux des phases d'attaque et de contrôle

II.1. Situation et organisation de la zone choisie

II.1.1. Situation géographique, économique et démographique du Projet

La zone choisie correspond à la partie en voie d'aménagement de la basse vallée du Mangoky.

Le fleuve Mangoky prend sa source sur les Haut Plateaux et parcourt le Sud-Ouest de Madagascar. Il se jette dans la mer par un vaste delta situé à la limite des sous-préfectures de Morombé et de Manja.

REGION DU BAS MANGOKY

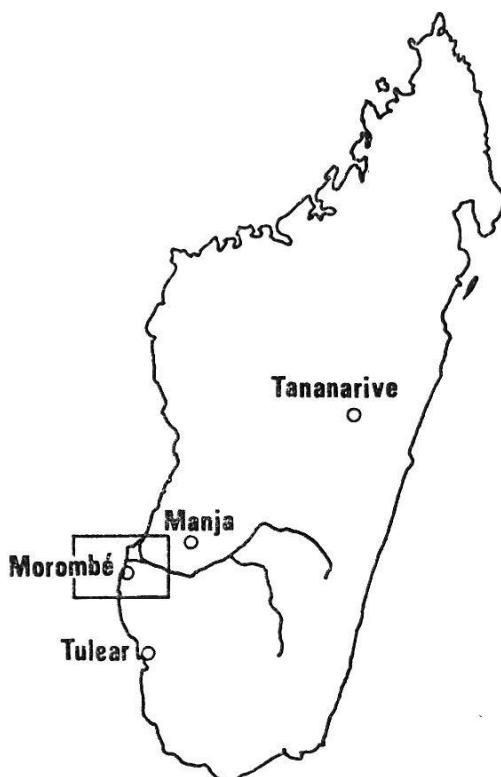


Fig. 1. Madagascar, région du Bas-Mangoky.

Les conditions agronomiques des sols de cette région permettent d'envisager la mise en valeur de 100.000 hectares en culture irriguée.

Environ 2.500 ha de terres irriguées sont actuellement aménagés et cultivés en riz-coton (fig. 2). Le système d'irrigation fonctionne uniquement par gravité. Tous les canaux d'irrigation, du principal aux parcellaires, ont été réalisés en béton selon les techniques les plus modernes. Le canal principal, dont la prise d'eau dans le Mangoky est située à Bevoay, est prévu pour irriguer 10.000 ha sur la rive gauche du fleuve. Il comprend une tête morte d'environ 20 km de long (Bevoay-Tanandava) et un canal principal d'irrigation de 16 km de long (Tanandava-Ambahikily). Sur cette dernière section sont situées les prises d'eau de 8 canaux secondaires irriguant chacun 300 à 500 ha. Le drainage des terres s'effectue par un réseau de collecteurs dont les plus importants, les cinq collecteurs principaux, se déversent dans le Mangoky ou dans son bras-mort, le Kitombo.

L'ensemble des travaux d'aménagement est financé par le Fonds Européen de Développement. Une Société Mixte, la SAMANGOKY, se charge depuis 1961 de l'aménagement des terres et de la surveillance des travaux agricoles exécutés par des cultivateurs associés.

Cette région, au climat semi-désertique, était auparavant occupée par la forêt et le bush xérophile. Son peuplement était assez homogène, formé principalement d'ethnies Vezo et Masikoro, appartenant toutes deux au groupe Sakalava. Ces populations tiraient leurs revenus de l'agriculture – cultures sur terres hautes de maïs, patates, manioc et cultures de décrues effectuées dans le lit majeur du fleuve (pois du cap) – et de l'élevage du zébu.

Actuellement, les cultures du riz, du coton et des plantes fourragères d'assolement ont repoussé à la périphérie du périmètre irrigué ces cultures traditionnelles.

Les populations locales étant peu nombreuses et disséminées, l'aménagement du périmètre a nécessité, et nécessitera encore, un apport considérable de tra-

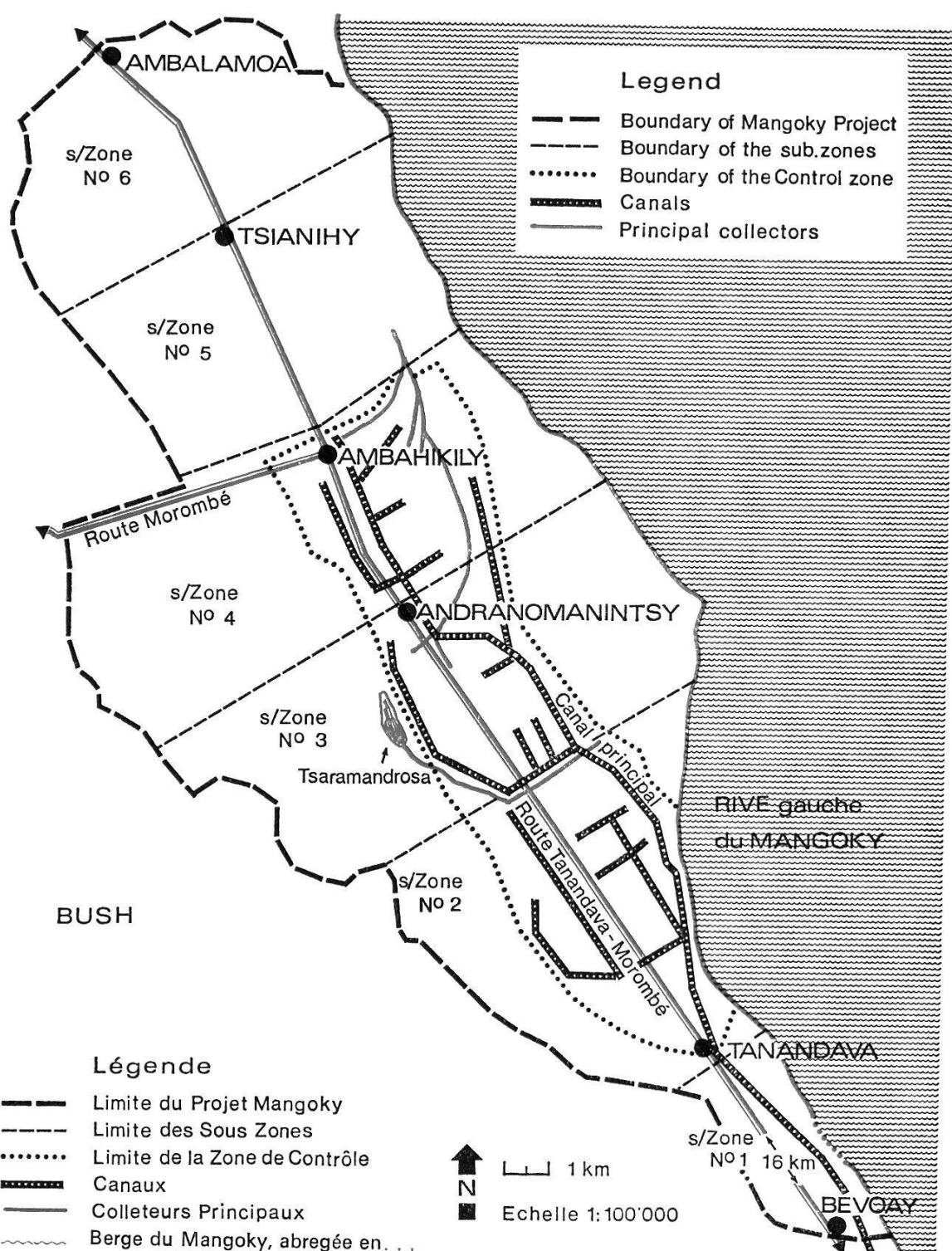


Fig. 2. Schéma de la zone du Projet Mangoky.

vailleurs. Cet apport a été fourni par les populations des régions avoisinantes mais surtout par de forts contingents d'émigrants venus principalement des Hauts Plateaux: Betsileo, du Sud: Antandroy, Mahafaly, et de la côte Sud-Est de Madagascar: Antaisaka, Antanosy.

II.1.2. Délimitation de la zone du Projet Mangoky (voir fig. 2)

Du fait de sa situation géographique, la région se prête aisément à la délimitation d'une zone de traitement comprenant:

II.1.2a. Une zone de Contrôle proprement dite qui correspond aux 2.500 ha actuellement cultivés. Du village de Tanandava à celui d'Ambahikily, elle représente une bande de terrain de 16 km de long sur 2 à 3 km de large.

Sa population groupe le personnel de la Société Mixte Samangoky et les cultivateurs associés.

Pour des raisons pratiques, cette zone de Contrôle a été scindée en trois sous-zones:

- Sous-zone № 2 de Tanandava, correspondant aux 1.000 premiers hectares de l'Unité Pilote (U.P.B.M.).
- Sous-zone № 3 d'Andranomanintsy, correspondant au secteur d'Andranomanintsy-Sud (800 ha).
- Sous-zone № 4 d'Ambahikily, correspondant au secteur Andranomanintsy-Nord (700 ha).

Une cinquième sous-zone, celle de Tsianihy, avait été prévue, mais les crues du Mangoky de 1969 et 1970 et les travaux de protection qu'elles ont entraîné ont retardé son aménagement.

II.1.2b. Une zone dite de Protection qui encadre complètement la zone de Contrôle en se reposant sur des limites naturelles:

- au Nord-Est, le Mangoky qui ne représente qu'une voie de pénétration minime en dehors du bac de Bevoay. Sa rive droite semble d'ailleurs peu touchée par la bilharziose;
- au Sud-Ouest, le Kitombo, bras mort du Mangoky, et la route Tuléar-Morombé. au-delà desquels s'étend un bush xérophile particulièrement inhospitalier et difficilement pénétrable;
- au Sud, le village de Bevoay, où l'on peut contrôler les mouvements de population venant de Manja par le bac et du Sud de Madagascar par la route;
- au Nord, le village d'Ambalamoa, au-delà duquel la salinité des sols et de l'eau rend la région inapte à la culture et peu favorable à l'installation des hôtes intermédiaires de la bilharziose.

Les mouvements de population se faisant principalement par la route Tuléar-Morombé qui traverse la zone du Projet Mangoky selon un axe Sud-Est Nord-Ouest, un effet tampon a été recherché par la création de trois sous-zones de Protection:

- au Sud, la sous-zone № 1 qui s'étend de Bevoay à Tanandava sur 16 km.
- au Nord, les sous-zones № 5 de Tsianihy et № 6 d'Ambalamoa qui s'étendent également sur 16 km.

II.1.3. Infrastructures sanitaires

En dépit d'une certaine amélioration, les centres de Médecine de Soins étaient et sont encore insuffisants pour une population de 10.000 personnes:

- Un service médical inter-entreprise dans la sous-zone № 2.
- Une infirmerie du Service Civique dans la sous-zone № 3.
- Une consultation de médecine de soins et un hôpital de 40 lits dans la sous-zone № 2.

Le Centre Epidémiologique de lutte contre les Grandes Endémies à Tanandava avait par contre dans son domaine, les moyens de mener une action efficace. Il a hébergé l'équipe du Projet Mangoky de 1967 à 1971 et a pris maintenant à sa charge la continuation de la lutte antibilharzienne. La disproportion de moyens existant entre la Médecine de Soins et le Service de lutte antibilharzienne, ainsi que l'absence d'intégration et d'harmonisation entre ces services, n'ont pas facilité la tâche du Projet Mangoky et n'ont pas permis de tirer le maximum de profits des examens systématiques de population.

II.1.4. Situation épidémiologique de la bilharziose avant le Projet Mangoky

Les enquêtes épidémiologiques exécutées par les Groupes Mobiles d'Hygiène (GMH) en 1952, 1956, 1958 sur la rive gauche du Mangoky ont donné des taux d'infection très discordants oscillant entre 6 et 55 % (BRYGOO, 1968). On ne possède en outre aucun renseignement sur l'existence ou non de transmission de *Schistosoma haematobium* dans cette région avant 1967. Le foyer de Basibasy, situé à 60 km de Tanandava et très fréquenté par les populations du Bas Mangoky, existe par contre depuis très longtemps. Il y a tout lieu de penser qu'en 1966 la prévalence de la bilharziose vésicale à la Samangoky oscillait entre 10 et 15 % (constitué essentiellement de cas importés), à l'exception de la région d'Ambahikily (20 à 25 % 1958 Faidherbe GMH 3) (BRYGOO, 1968) où il existait peut-être un foyer intermittent de transmission.

En ce qui concerne la schistosomiase intestinale à *Schistosoma mansoni*, nous ne possédons aucun résultat antérieur à ceux du Projet Mangoky. Le foyer endémique le plus proche est celui de Manja situé à une centaine de kilomètres au Nord-Est du périmètre de la Samangoky.

Au total le Projet Mangoky a été réalisé dans une région peu touchée par la schistosomiase avant sa mise en valeur agricole, mais où étaient réunies toutes les conditions – irrigation et migration de populations – pour que l'endémie y devienne explosive.

II.2. Organisation des examens systématiques de population

Un recensement systématique des populations a d'abord dû être entrepris (numérotation des cases et enregistrement case par case de tous les habitants), puis des mises à jour trimestrielles dans les villages de cultivateurs associés et semestrielles dans les villages traditionnels. Ces recensements ont nécessité un travail colossal mais indispensable, car il n'était jamais possible de trouver au même moment tous les habitants réunis dans leur village et, entre chaque passage de nos équipes, 10 à 30 % de la population avait changé de place temporairement ou définitivement.

Dans l'établissement de nos programmes de dépistage nous avons dû continuellement tenir compte de l'état des routes et des traditions culturelles des habitants de chaque village. C'est ainsi par exemple que les villages de cultivateurs associés sont pratiquement désertés au moment du repiquage du riz et de la récolte du coton; alors que les villages traditionnels le sont au moment des semis et de la récolte du pois du cap.

L'examen systématique des populations comportait:

- l'enregistrement de l'individu sur une fiche signalétique (nom, âge, adresse, occupation etc.);
- le prélèvement d'échantillons de selle et d'urine pour examens parasitologiques;
- la remise d'une carte de santé portant mention de son nom, adresse et numéro de dossier, lorsque les examens parasitologiques s'étaient révélés négatifs.

Jusqu'en 1968 ces visites de dépistage se sont déroulées dans la journée, soit au Centre Épidémiologique de Tanandava, soit directement dans les villages. Notre programme initial était de dépister tous les habitants des villages, un par un, en commençant par ceux de la sous-zone N° 2, et en s'étendant ensuite en tâche d'huile. Les premiers bilans établis ont montré la faillite complète de cette méthode:

- moins de 60 % de la population des villages considérés comme dépistés avait été examinée. Le reste, quittant le village dès le lever du soleil et n'y rentrant que le soir pour le repas, n'avait pu être touché par nos équipes;

- 10 à 25 % de la population des villages considérés comme dépistés avait changé de place trois mois après la fin du dépistage;
- enfin, pendant que nous nous occupions des sous-zones N° 1, 2, 3, un foyer de bilharziose vésicale apparaissait et se développait très rapidement dans la sous-zone N° 4.

Grâce à une augmentation très sensible de notre personnel et à la parution d'un décret de zone pilote réglementant la circulation dans le périmètre de la Samangoky, nous avons pu, en 1969, réorganiser le programme de dépistage de la façon suivante:

- constitution de deux équipes mobiles de dépistage sillonnant sans arrêt le périmètre pour recenser et dépister ses habitants;
- maintien d'une équipe fixe de dépistage au Centre Epidémiologique de Tanan-dava;
- contrôle des cartes de santé dans les villages et surtout lors de la paie des employés des entreprises (cette méthode nous a permis d'examiner près de 3.000 personnes en 3 mois);
- renforcement de l'éducation sanitaire dans les villages avec projections de films instructifs ou divertissants. Ce procédé a eu un succès étonnant et nous a permis de compléter le dépistage des villages; bien que les urines récoltées dans la soirée soient moins favorables au diagnostic de la schistosomiase vésicale. Nous pouvons cependant assurer que, sans ces séances de cinéma, plus de 15 % de la population n'aurait jamais été examiné et que les contrôles d'urines auraient abouti à une faillite complète.

Les méthodes d'examens parasitologiques utilisées ont volontairement été d'une extrême simplicité:

- Sédimentation des urines en ampoule à décanter, puis examen à la loupe binoculaire du sédiment recueilli dans un couvercle de boîte de pétri. Les hématuries isolées, sans œufs de schistosomes, ont fait l'objet d'un ou deux contrôles supplémentaires d'urines, puis dans certains cas d'une rectobiopsie. Etant donné le caractère de notre travail, tous les positifs devant être traités jusqu'à négativation, des numérations d'œufs de schistosomes n'ont été effectuées que pour les contrôles post-thérapeutiques positifs et en association alors avec un test d'éclosion.
- Sédimentations successives en eau glycérolée 0,5 % pour les examens de selles, puis examen microscopique de deux à trois gouttes du sédiment final.

Du fait de la lenteur et des difficultés rencontrées dans l'organisation des examens systématiques de population, nous avons été dans l'obligation de refaire un contrôle systématique des urines de tous les habitants avant de commencer les traitements de masse à l'Ambilhar. Ce contrôle s'est effectué village pas village, parallèlement au traitement de masse, du 1^{er} juillet 1969 au 30 septembre 1970. Un deuxième contrôle systématique des urines a été organisé, toujours selon le même principe, du 1^{er} octobre 1970 au 30 septembre 1971. Ce dernier étant destiné à vérifier l'efficacité de nos méthodes de lutte antibilharzienne.

Parallèlement, le dépistage et le traitement des nouveaux immigrants et éventuellement des retardataires, s'est poursuivi sans interruption jusqu'au 30 septembre 1971.

II.3. Organisation de l'examen clinique et du traitement des bilharziens dépistés

Les bilharziens dépistés devaient en principe suivre la filière suivante:

- une photographie d'identité tirée au Polaroid et agrafée immédiatement sur la fiche signalétique d'identification;

- un examen clinique sommaire par l'un des Médecins du Centre Epidémiologique. Cet examen cherchait à apprécier le retentissement de la maladie sur l'individu et à fixer la conduite thérapeutique; un nouveau dossier médical étant constitué pour chaque bilharzien;
- un traitement Ambilhar qui leur était donné soit au Centre Epidémiologique soit directement dans leurs villages.

Afin de tester la susceptibilité des habitants du périmètre à l'Ambilhar, environ 400 bilharziens ont été traités en 1968, soit au Centre Epidémiologique, soit à l'hôpital de Tanandava.

Les traitements de masse ont commencé en octobre 1969 pour ne s'achever réellement qu'en septembre 1970, à l'exception du foyer de Tsaramandroso. Tous les bilharziens ont été traités ambulatoirement à la posologie de 25 mg/kg/jour; la distribution des comprimés d'Ambilhar se faisant deux fois par jour pendant sept jours, le matin et le soir, avec contrôle de l'absorption.

Une fiche spéciale était remplie pour chaque traitement et pour chaque bilharzien.

Pour combattre les effets secondaires de l'Ambilhar, différents adjuvants ont été utilisés: antispasmodiques, antihistaminiques, barbituriques, tranquillisants et vitamines:

- les enfants de moins de 16 ans, à l'exception des épileptiques, n'ont jamais reçu d'adjuvants à titre systématique;
- les adultes de 16 à 40 ans ont été divisés, par tirage au sort, en cinq groupes; un des groupes ne recevant aucun adjuvant;
- les adultes de plus de 40 ans ont été divisés, par tirage au sort, en quatre groupes recevant tous systématiquement une ou deux médications adjuvantes.

A l'exception des hépato-splénomégalies sévères, tous les bilharziens ont été soumis au même protocole de traitement de masse. Ils n'étaient jamais mis en garde, à aucun moment du traitement, contre les phénomènes secondaires liés à la chimiothérapie. Lorsque ceux-là survenaient, ils étaient simplement mentionnés sur la fiche de traitement, sans autres détails que les renseignements fournis par le malade.

La réalisation des traitements Ambilhar a été une des étapes les plus difficiles du Projet Mangoky, non pas en raison des effets secondaires, mais encore du fait de l'extrême mobilité des populations. La participation au traitement que nous avons obtenu, n'a été possible que grâce à une véritable « chasse aux bilharziens » sur tout le périmètre. Signalons cependant l'aide précieuse que nous a valu en ce domaine l'organisation de séances de cinéma et les dispositifs de contrôle de carte de santé; sur cette dernière étant également inscrit les différentes phases du contrôle des bilharziens.

II.4. Organisation des contrôles post-thérapeutiques

- Le programme des contrôles post-thérapeutiques était au départ le suivant:
- contrôle parasitologique des urines ou des selles un an et deux ans après les traitements de masse,
 - test d'éclosion pour toutes les urines positives,
 - interrogatoire et examen clinique sommaire des patients pour apprécier l'amélioration ou non de leur état.

Les 400 bilharziens traités en 1968 ont été très convenablement contrôlés: un grand nombre tous les 3 mois pendant un an, puis tous les ans jusqu'en 1971. Cependant, comme pour les examens systématiques et les traitements, nous nous sommes heurtés à un grand nombre de difficultés pour réaliser ce programme chez les bilharziens traités au cours des traitements de masse. Leur participation

aux différents contrôles a été variable d'une sous-zone à l'autre et d'un village à l'autre, et faute d'un personnel suffisant les tests d'éclosion et les examens cliniques de contrôle n'ont pas toujours été réalisés.

II.5. Organisation de l'éducation sanitaire des populations

Toutes tentatives sérieuses d'éducation sanitaire étant condamnées d'avance à l'échec en raison des mouvements incessants de population à l'intérieur comme à l'extérieur du périmètre, notre travail en ce domaine a consisté à:

- disposer un certain nombre de panneaux pour recommander aux habitants de venir se faire examiner et traiter au Centre Épidémiologique, et d'éviter tous contacts avec les collections d'eau interdites par d'autres panneaux,
- présenter un film sur la bilharziose et le Projet Mangoky, réalisé sur place par CIBA-GEIGY,
- réaliser des séances éducatives dans les villages, les écoles et les différents Services de la Samangoky, autour de panneaux expliquant le cycle et les méfaits de la bilharziose ainsi que les méthodes employées pour la combattre.

II.6. Organisation des enquêtes et des études malacologiques

L'hydrologie du périmètre est dominée par le fleuve Mangoky, son bras-mort le Kitombo, et le réseau d'irrigation de la Samangoky.

Les crues du Mangoky submergent chaque année la partie Nord-Est de la zone du Projet Mangoky formée par des terres de décrues, dites baiboho, comblant ou créant sans arrêt des collections d'eau.

Le système d'irrigation comprend:

- un canal principal d'amener, puis tout un réseau de canaux d'irrigation en béton allant des canaux secondaires aux canaux quaternaires ou parcellaires. Ces canaux traversent les pistes grâce à des siphons qui constituent de très bons gîtes pour certains *Bulinus*;
- un système de drainage allant des collecteurs parcellaires ou quaternaires aux drains primaires qui se déversent dans le Mangoky ou dans le Kitombo, créant alors d'immenses réservoirs.

Les collections d'eau stagnante ou semi-stagnante comprennent:

- des étangs ou réservoirs créés par les déversoirs de trop plein des canaux d'irrigation;
- des emprunts, ou mares artificielles, créés au moment de la construction des digues ou des routes;
- des mares naturelles, principalement dans la zone dite de Protection;
- et quelques marais plus ou moins temporaires, également dans la zone de Protection.

Notre première tâche a été de répertorier et cartographier toutes ces collections d'eau; puis de tenir à jour nos cartes de répartition au fur et à mesure de l'aménagement du périmètre.

La détermination des gîtes de prospection a été faite en fonction des différents types d'habitat et de leur indice de fréquentation.

Les prospections malacologiques proprement dites comprenaient

- un relevé topographique du gîte: dimensions, vitesse du courant, végétations, etc.;

- un prélèvement d'eau pour les mesures physico-chimiques: turbidité, conductivité, dosage des anions et des cathions, mesure du pH;
- une prospection de 10 à 30 minutes par un manœuvre entraîné. Ce dernier draguait, à l'aide d'une nasse spéciale et sur différents niveaux, une surface d'environ 100 m², et rejetait dans un bac en plastique le produit de son dragueage.

Un Assistant d'Hygiène, responsable des prospections malacologiques, avait pour tâche de trier, de compter, d'identifier et éventuellement de tester sur place ou au laboratoire tous les mollusques recoltés. Par la même occasion il appréciait la densité des pontes et des très jeunes mollusques.

Compte tenu du fait que notre objectif était de contrôler aussi complètement que possible les populations d'hôtes intermédiaires de la bilharziose, notre programme et nos méthodes ont été choisis de façon à connaître:

- tous les habitats à hôtes intermédiaires, en essayant de ne pas en omettre un seul, même si son rôle épidémiologique était négligeable;
- les dates d'hibernation et de pontes de façon à prévoir le moment le plus favorable aux traitements molluscicides.

Toute étude sérieuse sur la densité des populations de mollusques et sur ses variations était donc exclue.

L'absence ou non de transmission était contrôlée chaque année, dans les collections d'eau à grand indice de fréquentation, par l'exposition à l'infestation d'un couple de souris pendant une journée, et leur dissection 8 semaines plus tard.

Les études malacologiques entreprises au cours de ces cinq années ont porté essentiellement sur:

- l'identification des *Bulinus obtusispira* et des *Bulinus liratus*, très difficile morphologiquement, mais d'un grand intérêt puisque seul le premier est considéré jusqu'à présent comme un hôte intermédiaire de *S. haematobium*;
- l'étude de la susceptibilité des différents *Bulinus obtusispira* – *liratus* – *bavayi* – et *forskali* à l'infestation par les miracidies de *S. haematobium*;
- les possibilités d'adaptation des *Biomphalaria pfeifferi* dans les collections d'eau de la région;
- et l'étude des différents facteurs conditionnant la répartition et la multiplication des *B. obtusispira* et des *B. liratus* dans les collections d'eau du périmètre: température, pH, salinité, microflore et microfaune.

II.7. Organisation de la lutte anti-mollusque

Après avoir vérifié l'absence de toxicité du Frescon sur les différentes plantes cultivées par irrigation (riz – coton) et recherché la concentration optimale de Frescon pour détruire les différents *Bulinus*, la lutte anti-mollusque a été entreprise au cours de deux campagnes de traitement molluscicide.

La première campagne (1969–1970) visait seulement à contrôler les populations de *B. obtusispira* dans les zones de transmission de la schistosomiase vésicale; les collections d'eau hébergeant des *B. obtusispira* non infectés étant seulement placées en observation. L'apparition du foyer de bilharziose vésicale de Tsaramandroso, sanctionnant l'échec de cette campagne, détermina la réalisation en 1970–1971 d'une nouvelle campagne de lutte anti-mollusque à large échelle comprenant le traitement molluscicide:

- de toutes les collections d'eau du périmètre hébergeant des *B. obtusispira*, y compris les rizières;
- en également celui des collections d'eau hébergeant des *B. liratus*; ces derniers

s'étant révélés pouvoir être occasionnellement des hôtes intermédiaires de *S. haematobium*.

Pour épandre le Frescon sur les collections d'eau infectées nous avons utilisé:

- les pulvérisations aériennes pour les rizières et les grandes surfaces d'eau,
- les pulvérisations manuelles pour les petites surfaces d'eau stagnante ou semi-stagnante;
- et des épandeurs gravitaires pour les eaux courantes.

Ces épandages étaient précédés d'un défrichage et d'un désherbage soigneux destinés à rendre accessible toute la surface des collections d'eau traitées.

III. Résultats préliminaires des phases d'attaque et de contrôle

III.1. Recensements

Nous donnons ci-dessous les principaux résultats des recensements complets de population effectués au cours du 4^e trimestre 1969 et du 3^e trimestre 1971.

	1969	1971
Population recensée depuis 1967		22.224
Population recensée par sous-zone		
sous-zone N° 1 (9 villages)	647	905
sous-zone N° 2 (18 villages)	4.195	6.010
sous-zone N° 3 (7 villages)	1.658	1.951
sous-zone N° 4 (10 villages)	1.222	1.849
sous-zone N° 5 (4 villages)	620	765
sous-zone N° 6 (4 villages)	650	793
Total	8.992	12.273
Nombre total de cases occupées		4.124
Nombre total de cases inoccupées		679
Nombre moyen d'habitants par case		2,97
Migrations annuelles à l'intérieur du périmètre	2.262	-
Immigrations annuelles	2.362	-
Emigrations annuelles	2.022	-
Nombre total des émigrations depuis 1967		10.551
moyenne annuelle		2.111
Nombre de cultivateurs associés (Samangoky)	2.800	3.100

On doit estimer la population de la zone à environ 10.000 personnes car, en 1971, nous avons inclus dans nos recensements les ouvriers et leurs familles de deux grandes entreprises de travaux publics travaillant temporairement dans la région.

Ces chiffres soulignent clairement l'importance des migrations de population tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du périmètre de la Samangoky.

III.2. Résultats des examens systématiques de population

Les données cliniques, parasitologiques et thérapeutiques de nos dossiers médicaux sont encore en cours d'exploitation par ordinateur. Les résultats mentionnés ici proviennent d'une première exploitation partielle. Il ne sont donc ni complets ni définitifs:

- Nombre total de personnes examinées: 19.450.
 - Pourcentage de participation: 85 %.
 - Pourcentage de personnes non examinées en 1971: 14 %.
- Parmi les personnes non examinées sont inclus les nourrissons de moins de 3 mois et les vieillards aveugles ou impotents qui jouent un rôle négligeable dans l'épidémiologie de la bilharziose. Les autres retardataires correspondent en général à des immigrants récents ou à des visiteurs temporaires. Les vrais récalcitrants au dépistage sont en effet exceptionnels et nous estimons qu'en réalité la participation à ces examens systématiques doit être proche de 95 %.
- Nombre total de dossiers médicaux exploitables: 18.788.
 - 1967: 1.076, 1968: 5.951, 1969: 6.815, 1970: 2.690, 1971: 2.256.
- Nombre de *bilharzioses intestinales* à *S. mansoni* (B. i.) dépistées au cours de l'examen systématique: 698 (3,7 %). La bilharziose à *S. mansoni* ne se transmettant pas dans le périmètre de la Samangoky la majorité des cas diagnostiqués provient des sous-zones N° 2 et 3 (669 cas) où sont concentrés les immigrants venus des zones d'endémie des Hauts Plateaux, ou du Sud et de l'Est de Madagascar.
- Nombre de *bilharzioses vésicales* à *S. haematobium* (B. v.) diagnostiquées au cours des différentes étapes du Projet Mangoky:
 - Examen systématique des populations (dépistage): 1.847 (10 %) B. v.
 - Contrôle d'urine effectué en présence d'une hématurie sans œufs de schistosomes: 116 (9 %) B. v. (1.341 personnes examinées; taux de participation parmi les personnes assujetties à ce contrôle: 71%).
 - Rectobiopsie effectuée en présence d'une hématurie sans œufs de schistosomes: 13 (11%) B. v. (155 personnes examinées; taux de participation parmi les personnes assujetties à ce contrôle: 12,6%).
 - Premier contrôle systématique des urines (1969–1970): 612 (9 %) B. v. (6.836 personnes examinées; taux de participation parmi les personnes assujetties à ce contrôle: 92%).
 - Deuxième contrôle systématique des urines (1970–1971): 256 (6 %) B. v. (4.057 personnes examinées; taux de participation parmi les personnes assujetties à ce contrôle: 81%).

- Nombre total de bilharzioses vésicales dépistées de 1967 à 1971: 2.844 (15,1%).
- Prévalence de la bilharziose vésicale dans le périmètre de la Samangoky avant les traitements chimiothérapeutiques de masse: 13,7%.
- Répartition des bilharzioses vésicales:
 - par sexe: masculin 1.622 (15,8%)
féminin 1.222 (14,3%)
 - par âge 0–1 an 32 (3,2%)
1 à 5 ans 251 (11,7%)
6 à 15 ans 947 (26,1%)
16 à 30 ans 1.156 (14,5%)
plus de 30 ans 458 (11,3%)
- par ethnies: l'ethnie dominante, Masikoro (36%), a le taux d'infection le plus élevé: 22,2%. Les autres ethnies principales, Antandroy, Vezo, Mahafaly et Antaisaka dans l'ordre, ont des taux d'infection oscillant entre 8,6% (Vezo) et 14,9% (Antandroy). Les ethnies minoritaires ont des taux d'infection oscillant entre 1,5% (Antaimoro) et 17,2% (Antaifasy).
- Par sous-zones:

Sous-zone N° 1	108 (9,8%)
Sous-zone N° 2	1.420 (13,3%)
Tanandava-Angarazy	395 (11,8%)
Mahampanarivo	101 (26,6%)
Béreniala	58 (24,7%)
Sous-zone N° 3	705 (23,3%)
Tsaramandroso	456 (27,2%)
Mahavory	27 (15,1%)
Service Civique	48 (11,8%)
Sous-zone N° 4	749 (35,3%)
Ambahikily	538 (34,6%)
Betakona-Ambahikily	100 (40,6%)
Sous-zone N° 5	185 (22,2%)
Tsianihy	147 (23,5%)
Sous-zone N° 6	158 (16,2%)

Remarque: Dans ces statistiques obtenues par ordinateur les bilharziens sont classés d'après leur adresse de dépistage. Ce qui veut dire que les personnes dépistées à Tanandava-Angarazy par exemple et venues habiter et s'infecter à Ambahikily sont classées dans leur village d'origine. Dans l'exploitation manuelle nous avons tenu compte de l'adresse de diagnostic, ce qui explique les différences de taux d'infection données dans l'analyse qui suit ces résultats.

- Par année de dépistage:

1967:	144	(13,4 %)
1968:	758	(12,7 %)
1969:	663	(10,0 %)
1970:	231	(8,6 %)
1971:	160	(7,1 %)
- Analyse de la répartition des bilharzioses vésicales:
 - La différence de prévalence entre les sexes est significative pour la probabilité 0,01 sans qu'il soit possible actuellement de l'expliquer.
 - La courbe des taux d'infection en fonction de l'âge correspond à ce que l'on a l'habitude de voir en zone d'endémie.
 - La sous-zone N° 1 est peut touchée par la bilharziose. Les 9,8 % de positifs se sont probablement tous infectés sur la route de Tuléar ou dans la région de Basibasy. L'incidence annuelle doit se situer au alentour de 0,4 %.
 - Dans la sous-zone N° 2 la prévalence (13,3 %) est assez faible mais variable d'un village à l'autre. On doit distinguer ceux comme Tanandava-Angarazy dont les habitants se sont infectés en grande partie à l'extérieur du périmètre et plus rarement à Ambahikily et ceux comme Mahampanarivo dont les habitants se sont surtout infectés dans le marais de Tsaramandroso en 1970. L'incidence annuelle est d'environ 0,8 % mais à Mahampanarivo elle était de 13,4 % en 1970 et à Bereniala de 12,8 %.
 - Du fait des incessantes migrations des Antandroy qui la compose en majorité, le taux d'infection de la sous-zone N° 3 semble assez bas (23,3 %) malgré le foyer de transmission de Tsaramandroso. Cependant, avant l'apparition de ce foyer (1969) nous trouvions une prévalence de 16,4 % et, en 1970 sur un lot de 580 personnes, un taux d'infection de 41,2 %. Une analyse plus précise montrera sans doute une incidence encore plus importante.
 - La sous-zone N° 4 correspond au premier foyer de transmission de *S. haematobium* qui ait été prouvé avec certitude dans le périmètre de la Samangoky. La seule collection d'eau infectante était située autour du chef lieu de canton, Ambahikily, et datait de la mise en eau du canal principal d'amener en 1966. La transmission de la schistosomiase vésicale a probablement commencé en 1967 mais ce n'est qu'en 1968 qu'elle a été mise en évidence. Il n'y a plus eu de transmission à partir du mois de mai 1969. La prévalence trouvée par Faidherbe en 1958 (25 %) (BRYGOO, 1968) laisse toutefois supposer qu'il y avait auparavant un foyer intermittent de transmission à proximité de ce village.

Le taux d'infection de 35,3 % ne correspond pas à la réalité pour la raison déjà mentionnée plus haut et par le fait d'un apport

assez important de main d'œuvre originaire des Hauts Plateaux en 1970–1971. L'exploitation manuelle nous a montré en effet qu'en 1969, juste avant les traitements de masse, la prévalence était de 99 % pour les écoliers d'Ambahikily et de 53,2 % pour la totalité de la population de ce village où elle n'était que de 26 % en 1968. Notons également au passage que les 40 % d'infectés du village de Betakona-Ambahikily viennent en fait du village de Tsaramandrosy qu'ils ont quitté en 1970–1971.

- Les sous-zones N° 5 et 6 avec un taux d'infection de 22,2 % et de 16,2 % ont été beaucoup moins touchées. En 1968 la prévalence était respectivement de 15,3 % et 9,3 % soit une incidence annuelle identique de 6,9 %. Les habitants de ces sous-zones se sont infectés soit dans la région de Basibasy, soit surtout à Ambahikily dont le marché hebdomadaire attire les populations avoisinantes.

III.3. Résultats des traitements chimiothérapeutiques de masse à l'Ambilhar et des contrôles post-thérapeutiques

Sur les 698 bilharzioses intestinales (B.i.) dépistées, 475 (68 %) ont reçu un traitement Ambilhar. Les contrôles post-thérapeutiques, six mois ou plus après la cure, ont montré un taux d'échec de 4,8 % (22 cas). Pour l'instant, l'analyse des résultats n'a pas été poussée plus loin.

Sur les 2.844 bilharzioses vésicales (B.v.) dépistées, 2.488 soit 93,8 % ont subi un examen clinique pré-thérapeutique (le pourcentage indiqué ne tient pas compte des patients ayant quitté la région avant d'avoir pu être examinés). La fréquence des hématuries est la suivante:

• hématurie intermittente récente (moins d'un an)	326	13,1 %
• hématurie intermittente ancienne	327	13,1 %
• hématurie permanente récente (moins d'un an)	431	17,3 %
• hématurie permanente ancienne	172	6,9 %
Total	1.256	50,4 %

Lors des examens systématiques d'urine la fréquence des hématuries micro- ou macroscopiques était de 25 % (4.728 cas dont 1.882 [38,8 %] hématuries non bilharziennes [?]).

2.188 bilharzioses vésicales ont été traitées à l'Ambilhar dont 1.949 au cours de la chimiothérapie de masse. Le taux de participation a été de 94,8 %, si l'on exclut les patients ayant quitté la région avant de subir le traitement. Les traitements de masse se sont déroulés village par village par lot de 10 à 100 bilharziens par semaine. A Ambahikily ils ont été effectués en deux lots de 250 à 300 bilharziens par semaine.

La tolérance au médicament a dans l'ensemble été assez bonne. On note des effets secondaires mineurs (nausées, vomissements, crampes musculaires etc.) dans 335 cas (15,3 %), des phénomènes allergiques

post-thérapeutiques dans 10 cas (0,4 %), des troubles neuro-psychiatriques dans 9 cas (0,4 %), dont sept mineurs (obnubilation) et deux majeurs (hallucinations, délire etc.).

Les contrôles post-thérapeutiques ont pu être effectués sur 1.730 bilharziens traités. Plus de six mois après la cure on comptait 137 positifs (7,9 %) dont 90 recontaminations (5,2 %) et 47 échecs vraisemblables (2,7 %) parmi lesquels on notait encore 25 cures insuffisantes (1,4 %).

Un deuxième traitement Ambilhar a été entrepris sur 132 des 137 contrôles positifs. Parmi ceux-ci on a encore noté 4 échecs (3 %) dont 3 ont subi une troisième cure d'Ambilhar.

Après l'analyse de ces résultats on est en droit de faire les remarques suivantes:

III.3.1.

L'application de l'Ambilhar en traitement chimiothérapique de masse est parfaitement réalisable, au moins dans la forme à *S. haematobium*. L'analyse des phénomènes secondaires à son absorption montre que:

- les effets secondaires sont pratiquement nuls chez les enfants de moins de 16 ans.
- Les effets secondaires mineurs – nausées, vomissements, vertiges, crampes musculaires – sont relativement peu courants bien qu'augmentant de fréquence avec l'âge. Ils sont exceptionnellement à l'origine d'une interruption de traitement.
- Les effets secondaires majeurs – troubles neuro-psychiatriques – sont extrêmement rares lorsque le traitement est conduit correctement. Contrairement aux autres auteurs nous n'avons observé aucune crise d'épilepsie déclenchée par l'Ambilhar et seulement 5 cas (2 B.v. et 3 B.i.) de troubles neuro-psychiatriques majeurs, avec délire et hallucination, sur 2.799 traitements. Encore convient-il de noter que quatre de ces intolérances neuro-psychiatriques sont survenues au cours des 400 premiers traitements et que la seule qui soit apparue au cours des traitements de masse aurait, à notre avis, pu être évitée (voir page 117).
- Les médications adjuvantes, à l'exception peut-être du phénobarbital, semblent avoir peu d'effet sur les phénomènes secondaires.
- Les suites thérapeutiques ont été assez fréquemment marquées par une perte de poids accompagnant une inappétence passagère et dans certains cas, par des réactions allergiques de types urticariennes.
- Les guérisons parasitologiques s'accompagnent d'une guérison clinique spectaculaire (disparition de l'hématurie et reprise de poids) qui assure une bonne réputation au médicament et fait mieux accepter les phénomènes secondaires inévitables.

Il n'en demeure pas moins que la distribution matin et soir pendant 7 jours des comprimés nécessite une organisation et un contrôle rigoureux des patients, et que la surveillance des traitements et des suites thérapeutiques doit rester exclusivement sous la dépendance des médecins.

Les traitements chimiothérapeutique de masse à l'Ambilhar doivent respecter un protocole rigoureux tenant compte des considérations suivantes acquises de notre expérience dans le Bas-Mangoky:

- Les traitements ambulatoires sont dans la grande majorité des cas mieux supportés que les traitements à l'hôpital.
- Les seules contre-indications définitives du traitement ambulatoire sont:
 - les hépato-splénomégalias sévères,
 - les vieillards en très mauvais état général,
 - les troubles neuro-psychiatriques graves et récents.
- Les contre-indications temporaires du traitement ambulatoire n'intéressent que les maladies évolutives aigues et les tuberculoses sous traitement à l'isoniazide.
- Les crises comitiales et les splénomégalias ne contre-indiquent pas le traitement ambulatoire.

En fait, rien ne permet de préjuger de la survenue d'effets secondaires et principalement de troubles neuro-psychiatriques.

- La posologie optimale est de 25 mg/kg/jour chez l'adulte et de 30 mg/kg/jour chez l'enfant, en deux prises quotidiennes et pendant une durée de 7 jours. Les traitements de 5 journées consécutives semblent toutefois suffisants pour curer la grande majorité des bilharzioses vésicales.
- Aucune médication adjuvante ne mérite d'être prescrite systématiquement, sauf le phénobarbital chez les comitiaux connus et les sujets de plus de 50 ans.
- Les patients ne doivent pas être informés, ni avant ni pendant le traitement, de la survenue possible d'effets secondaires; car le facteur psychique semble jouer un rôle considérable dans leur déclenchement.
- La plupart des troubles neuro-psychiatriques peuvent être évités par une surveillance soigneuse des bilharziens au cours du traitement, et notamment des deuxième et troisième jours de celui-ci. Toute modification même légère du comportement du sujet – principalement logorrhée et propos légèrement incompréhensibles – doit entraîner un arrêt immédiat du traitement pendant 24 heures, la prescription à forte dose de phénobarbital, et ensuite la reprise du traitement avec une posologie diminuée de moitié pendant sept nouvelles journées. Le malade ayant alors apparemment les mêmes chances de guérison que s'il avait reçu la posologie normale.

- L'apparition de troubles neuro-psychiatriques graves doit entraîner l'arrêt complet et définitif du traitement ambulatoire, et la prescription de phénobarbital et de tranquillisants à haute dose, sous forme injectable, pendant une durée maximum de trois jours. Après quoi, les symptômes disparaissent totalement et définitivement.
- Les contrôles post-thérapeutiques ne doivent être exécutés que 6 à 12 mois après la fin du traitement, et une nouvelle cure ne sera prescrite qu'en présence d'œufs vivants de schistosomes.

III.3.2.

Les traitements chimiothérapeutiques de masse à l'Ambilhar peuvent jouer un rôle important dans la lutte contre la schistosomiase vésicale. Une démonstration particulièrement nette a été faite dans le foyer d'Ambahikily où, 12 mois après les traitements de masse et les applications de molluscicides, la prévalence de la bilharziose à *S. haematobium* était passée de 99 % à 1% chez les écoliers de ce village.

Le contrôle des bilharzioses uniquement par la chimiothérapie de masse ne semble toutefois pas réalisable en raison de l'inactivité de l'Ambilhar sur les formes immatures de schistosomes, et du risque de réinfection au contact des mollusques infectés.

Il en découle que les traitements de masse ne doivent être démarrés que trois mois après la suppression de toutes possibilités d'infestation. Faute d'avoir observé cette règle, un bon nombre des bilharziens du foyer de Tsaramandroso ont dû subir un deuxième traitement Ambilhar. Il convient aussi de noter que la chimiothérapie de masse doit être conçue dans le cadre d'un programme prolongé et correctement planifié de lutte anti-bilharzienne, car la suppression de prémunition qu'elle doit pouvoir conférer pourrait causer de graves préjudices aux bilharziens asymptomatiques qui y auraient été soumis et feraient ultérieurement l'objet de nouvelles infestations.

III.4. Résultats de l'éducation sanitaire des populations

Nos efforts en ce sens ont abouti à une sensibilisation certaine des populations vis-à-vis de la bilharziose et des moyens de la combattre. Les meilleurs résultats ont été obtenus dans la participation aux dépistages et aux traitements Ambilhar. Par la suite, nous ne sommes pas arrivés à convaincre totalement les habitants de la nécessité de poursuivre les contrôles d'urines même en l'absence de symptômes. La cause de ce semi-échec est liée à notre avis à la disproportion de moyens existant entre le Service de lutte antibilharzienne et les autres Services de Médecine de Soins et de Lutte contre les Grandes Endémies. Les habitants se sont en effet lassés de l'importance donnée aux prélèvements d'urines alors qu'ils attendaient des sanctions thérapeutiques propres à soulager leurs maux présents.

Les efforts entrepris pour réduire les contacts des populations avec les collections d'eau infectantes et la contamination par les urines des collections d'eau hébergeant des hôtes intermédiaires ont échoué du fait, entre autres, de l'importance des migrations à l'intérieur même du périmètre.

III.5. Résultats des enquêtes et des études malacologiques

Les enquêtes malacologiques mensuelles ou trimestrielles portant sur près de 400 gîtes ont montré l'existence de neuf mollusques aquatiques (identification E. R. Brygoo et G. Mandall-Barth):

- Mollusques non operculés:

<i>Bulinus obtusispira</i> (Smith)	groupe <i>africanus</i> (?)
<i>Bulinus liratus</i> (Tristram)	groupe <i>tropicus</i>
<i>Bulinus bavayi</i> (Dantzenberg)	groupe <i>forskalii</i>
<i>Bulinus forskalii</i> (Ehrenberg)	groupe <i>forskalii</i>
<i>Limnea natalensis hovarum</i> (Tristram)	

<i>Anisus trivialis</i> (Morelet)	
-----------------------------------	--

- Mollusques operculés:

<i>Cleopatra carinulata</i> (Dantzenberg)	
<i>Melanoides tuberculata</i>	
<i>Lanistes</i> sp.	

Bulinus obtusispira

Ces mollusques doivent être considérés comme les principaux hôtes intermédiaires de *S. haematobium* dans le Bas-Mangoky et probablement à Madagascar.

Expérimentalement, leur infestation s'effectue avec un taux de réussite proche de 100%, mais leur mortalité avant la fin du développement du parasite devient très importante si on les infecte avec plus de 5 miracidies. L'émission de cercaires et la survie des *B. obtusispira* infectés est remarquablement longue (plus de 6 mois dans nos laboratoires). Dans la nature, leur taux d'infection semble varier d'un foyer à l'autre: 10% à Tsaramandroso, 15% à Basibasy, 100% à Ambahikily. Les taux les plus élevés ont été observés parmi les plus faibles densités de populations de *Bulinus*.

Leur répartition dans le Bas-Mangoky a toujours été extrêmement restreinte et parfois variable d'une année à l'autre:

- Portions de drains:¹

CT 41, CT 42, CT 45	1967, 1968
CS ₄ , CP ₂	1967, 1968, 1970
CS ₂ , CP ₁	1970, 1971
CP ₃	1967, 1968

¹ CP = collecteur principal, CS = collecteur secondaire, CT = collecteur tertiaire.

- Emprunt artificiel: EZ₃, G₈ 1968, 1969, 1970
- Réservoirs alimentés par des eaux de faible salinité:
M. Ts. G₅ Ambahikily 1967, 1968, 1969
CP₂, G₁₃ Tsaramandroso 1970, 1971
- Certaines parcelles de rizières 1967 à 1970

Les *B. obtusispira* récoltés dans les rizières ne présentent pas exactement la même morphologie que les précédents. Leur coquille est totalement dépourvue de micro-stries et leur élevage n'a jamais pu être maintenu au laboratoire.

- On trouve également des *B. obtusispira* dans le grand marais d'Andranolava (4 km de long) situé en bordure de la zone du Projet Mangoky, puis à Basibasy au sud de la zone, à environ 30 km à vol d'oiseau.

Les traits écologiques essentiels de *B. obtusispira* sont les suivants:

- *Habitats*
 - eaux stagnantes (à l'exception du CS₂);
 - faible salinité de l'eau (moyenne décembre – avril inférieure à 600 µmhos de conductivité);
 - assèchement périodique entraînant une hibernation de 2 à 8 mois (à l'exception des CP₂ G₁₃ Tsaramandroso, CS₂ et CP₁; la même exception a été retrouvée dans la région de Morondava);
 - végétation aquatique abondante d'Hydrocharitacées et de Nymphaées (à l'exception de EZ₃ G₈);
 - faible pollution de l'eau.
- *Reproduction*
 - La remise en eau à pleine charge du système d'irrigation et les premières chutes de pluies importantes mettent fin à la diapause de *B. obtusispira* et sont suivies d'une période très active de reproduction. A la fin de la saison des pluies le taux de reproduction décroît rapidement et s'annule avant la phase d'hibernation dans les collections d'eau temporaires. Dans les collections d'eau permanentes un taux de reproduction réduit persiste jusqu'aux nouvelles pluies.
 - Schématiquement on peut considérer les périodes suivantes:
 - décembre: fin de l'hibernation;
 - janvier à avril: période de reproduction intense;
 - mai à novembre: période de reproduction réduite dans les collections d'eau permanentes;
 - mai à juillet-août: diminution et annulation de la reproduction dans les collections d'eau temporaires;

- juillet-août à novembre: période d'hibernation dans les collections d'eau temporaires;
- mars à novembre: période d'hibernation dans les rizières.

– *Transmission*

- Dans les collections d'eau temporaires (i. e. Ambahikily) la transmission de *S. haematobium* intervient de janvier à avril.
- Dans les collections d'eau permanentes (i. e. Tsaramandroso) nous avons également pu prouver la transmission de janvier à avril, mais nous avons été obligés ensuite d'intervenir avec les molluscicides pour couper le cycle de transmission. Il n'est nullement certain que celle-ci se poursuive toute l'année car à Morondava, en plein foyer d'endémie, nous avons trouvé une collection d'eau permanente hébergeant de nombreux *B. obtusispira* au mois de novembre sans qu'aucun des 200 mollusques testés ne présente d'infection.
- La faible densité des populations de *B. obtusispira*, voir leur absence, ne permet pas de préjuger de l'importance de la transmission. A Ambahikily, des populations de *Bulinus* extrêmement réduites (20 mollusques homme/heure) et localisées ont fait passer en deux années la prévalence de la schistosomiase vésicale de 25 % à 99 % chez les écoliers de ce village. Des souris ont également été infectées dans des zones apparemment vierges de *Bulinus* situées à plus de 200 mètres de gîtes connus de *B. obtusispira* infectés.
- Dans les deux foyers de bilharziose vésicale apparus dans le périmètre au cours du Projet Mangoky (Ambahikily et Tsaramandroso) la maladie, contrairement à son habitude, a évolué sur un mode que l'on pourrait presque qualifier d'épidémique. A Tsaramandroso par exemple: en 1969, apparition de *B. obtusispira* à la suite des inondations du mois de janvier. La prévalence de *S. haematobium* est alors de 11% parmi une population originaire du sud de Madagascar (exempte de schistosomiase vésicale). En 1970, période de transmission de janvier à avril; la prévalence passe immédiatement à plus de 40 % dès le mois de mai.

Le Projet Mangoky a été réalisé dans une zone où l'écologie des hôtes intermédiaires semble encore instable et mouvante. Si seuls les marais-réservoirs de Tsaramandroso et Ambahikily ont formé des foyers de transmission, on peut se demander si les autres habitats constituent seulement des réservoirs de mollusques ou si une transmission sporadique y est possible. Comme nous avons pu l'observer, certains facteurs: modification du plan d'irrigation, ouverture de déversoirs, inondation ou création de nouveaux villages, peuvent non seule-

ment créer de nouveaux habitats mais aussi transformer un simple réservoir de *B. obtusispira* en foyer de transmission.

Bulinus liratus

Longtemps confondu en une seule et même espèce avec *B. obtusispira* (BRYGOO & MOREAU, 1967), ce *Bulinus* du groupe *tropicus* présente quelques traits écologiques particuliers:

Identification

- Morphologiquement, *B. liratus* se distingue de *B. obtusispira* par les micro-stries de sa coquille et les dents de sa radula. Cette différentiation nécessite toutefois l'étude d'un nombre suffisant de spécimens. Sur le terrain leur identification est possible, avec une bonne expérience, uniquement sur la forme et les micro-stries de la coquille des mollusques adultes typiques.
- Par diffusion de gélose selon la technique de BURCH & LINDSAY (1970) *B. liratus* se distingue de *B. obtusispira* par un trait de précipitation spécifique (MAURER, 1971). Ce dernier correspond peut-être à l'hémolysine qui été mise en évidence chez celui-ci (DEGRÉ-MONT et al., 1970) et dont par la suite on a pu faire la preuve de l'origine bactérienne.

Habitats

- A partir des siphons de pistes des canaux d'irrigation les *B. liratus* ont progressivement et régulièrement élargi leur aire de distribution.
- On les trouve d'abord uniquement dans certains siphons de la sous-zone N° 2 (UPBM) en 1967; puis dans les principaux drains de l'UPBM à partir de 1969; enfin dans les siphons d'un canal secondaire de la sous-zone N° 3 en 1970. Ils se sont probablement introduits dans le périmètre par le système d'irrigation à partir de la prise d'eau dans le Mangoky. Par la suite, leur dissémination se fait soit à l'occasion de débordements de canaux, soit très vraisemblablement par des oiseaux.
- Contrairement aux *B. obtusispira* ils semblent préférer les eaux permanentes et en tous les cas redouter de longues périodes d'hibernation. Dans les collections d'eau temporaires où nous les avons trouvés (Ambahikily, emprunts artificiels) ils ne semblent pas en effet survivre d'une année à l'autre. Nous avons toutefois pu constater une exception dans une mare de la région de Basibasy.
- Ils supportent une plus grande pollution et surtout une plus grande salinité que *B. obtusispira*, et semblent moins dépendre de la végétation aquatique.
- Jusqu'en 1970 nous n'avons jamais trouvé ce deux *Bulinus* co-

habitant dans les mêmes gîtes pendant la même période; à l'exception de certaines parcelles de rizières où *B. liratus* semblait d'ailleurs introduit artificiellement par l'eau d'irrigation. Par la suite une excellente cohabitation a été constatée dans trois drains de l'UPBM (CS_2 , CP_1 , CP_2) et surtout dans le marais de Tsaramandroso.

Reproduction

- Il n'a pas été possible de mettre en évidence une activité reproductive particulière à une période donnée de l'année et notamment au cours de la saison des pluies.

Transmission

- La preuve de la transmission de *S. haematobium* par *B. liratus* n'a jamais pu auparavant être faite sur le terrain à Madagascar.
- Artificiellement nous avons toutefois pu infecter au Centre Epidémiologique de Tanandava une souche de *Bulinus liratus* de nos élevages. Les tentatives d'infestation avec la souche locale de *S. haematobium* (Ambahikily) ont porté sur plus de 1.500 spécimens. Tous les *B. liratus* positifs (50) provenaient d'un même aquarium en élevage depuis deux années, et le taux d'infestation oscillait entre 2 et 14%.
- Dans la nature nous avons testé plus de 3.000 *B. liratus* provenant de différents gîtes. Neuf spécimens seulement, récoltés dans un drain de l'UPBM en 1970 (CP_1), ont été trouvés porteurs de cercaires de *S. haematobium* (la réalisation du cycle a été menée à terme chez la souris). Parmi ceux-ci, un au moins présentait toutes les caractéristiques de *B. liratus* et a été identifié comme tel par G. Mandall-Barth. Les autres pouvaient être plus ou moins facilement identifiés mais aucun n'avait vraiment les caractéristiques morphologiques de *B. obtusispira*.
- Si *B. liratus* ne semble pas intervenir actuellement dans la transmission de *S. haematobium* dans le Bas-Mangoky, on peut se demander s'il en sera toujours ainsi, malgré l'accroissement de sa distribution, et en conséquence si l'on doit ou non essayer de la combattre par des molluscicides. Il est toujours possible en effet qu'une souche de schistosome s'adapte à ce *Bulinus* pour en faire un hôte intermédiaire valable, ou qu'au contraire certains facteurs sélectionnent une souche de *B. liratus* sensible à la souche locale de *S. haematobium*, comme cela semble s'être produit dans nos élevages.

En raison de son appartenance au groupe *tropicus*, le risque de transmission par *B. liratus* semble toutefois minime sans être pour autant totalement négligeable.

Bulinus bavayi

Ce *Bulinus* est considéré par certain comme un hôte intermédiaire possible de *S. haematobium* car il est très voisin de *B. cernicus* récolté à l'île Maurice. Expérimentalement son infestation n'a jamais pu être réalisée à Madagascar avec des souches locales de schistosomes. Son infestation par d'autres souches serait toutefois possible d'après C. A. WRIGHT (1971).

Dans le Bas Mangoky, les tentatives entreprises sur plus de 1.000 *B. bavayi* ont toutes abouti à des échecs complets; mais il faut noter que la mortalité est très importante et parfois totale dans les premières semaines suivant l'infestation. Dans la nature nous avons également testé plus de 5.000 *B. bavayi* provenant de différentes gîtes sans en trouver un seul positif.

L'extraordinaire diffusion de ce mollusque dans le Bas-Mangoky, tant dans les canaux et les drains que dans les mares, et l'absence totale de transmission en dehors des foyers de Tsaramandroso et d'Ambahikily semblent indiquer clairement qu'au moins pour l'instant *B. bavayi* n'est pas un hôte intermédiaire de *S. haematobium* dans la région.

Bulinus forskalii

Ne joue aucun rôle dans le périmètre de la Samangoky, tant par sa faible diffusion (quelques parcelles de rizières) que par son absence d'infectivité.

Biomphalaria pfeifferi, hôte intermédiaire de *S. mansoni* à Madagascar, n'a jamais été trouvé dans le Bas-Mangoky. Un élevage dans des bacs en ciment à l'extérieur du Centre Epidémiologique de Tanandava, mais à l'abri de soleil et avec une eau renouvelée deux fois par semaine, a cependant pu être mené avec succès pendant près de trois années. Les *B. pfeifferi* se multipliaient pendant la saison sèche et entraient en diapause pendant la saison chaude. La température est certainement à Madagascar (BRYGOO, 1967) comme en Afrique (STURROCK, 1966), un facteur limitant la dispersion des *Biomphalaria*.

Bien que peu probable, l'introduction de ces mollusques dans le système d'irrigation de la Samangoky n'est pas totalement impossible compte tenu du fait que leur répartition à Madagascar, comme d'ailleurs celle des *Bulinus*, ne semble pas être encore définitivement fixée.

Les autres mollusques aquatiques rencontrés dans la région ne peuvent jouer aucun rôle dans la transmission de la schistosomiase vésicale.

Les résultats de l'étude des différents facteurs pouvant conditionner la répartition et la multiplication des *Bulinus* dans les collections d'eau

du périmètre ne sont pas encore complètement exploités. Certains éléments cependant permettent déjà de sélectionner les bons et les mauvais habitats à *B. obtusispira*:

- la salinité, lorsque la conductivité moyenne de décembre à avril dépasse $600 \mu\text{mhos}$. Ce qui exclut toutes les collections d'eau des sous-zones N° 3, 4, 5 et 6, sauf les réservoirs alimentés par l'eau du Mangoky.
- La pollution des emprunts artificiels par des débris organiques qui entraîne une prolifération des micro-algues et rend le biotope anaérobie et inhospitalier à toutes formes de mollusques.

Cette étude a déjà eu pour conséquence de réduire considérablement le nombre et la fréquence des prospections malacologiques; et à l'avenir elle pourra rendre de grands services dans l'aménagement des futures installations d'irrigation. Dans ce cadre, nous devons signaler que les populations de *B. obtusispira* d'un emprunt artificiel de la sous-zone N° 3 ont été annihilées par le détournement temporaire d'un drain à haute salinité dans cette collection d'eau.

III.6. Toxicité du Frescon sur les plantes et les poissons

Le N-tritylmorpholine (Frescon) c'est montré totalement dépourvu de toxicité sur le coton (variété Acala 15–17 BR) et sur le riz (variété Alicombo) cultivés sur le périmètre de la Samangoky.

L'étude expérimentale de l'activité du Frescon a mis en évidence une différence assez nette de sensibilité entre *B. obtusispira* ($\text{DL } 90 = 0,075 \text{ ppm}^2$) et *B. liratus* ($\text{DL } 90 = 0,20 \text{ ppm}$) pour une exposition de 24 heures. Mais en général nous l'avons appliqué sur le terrain à une concentration de 0,10 à 0,15 ppm en présence de *B. obtusispira* et de 0,20 ppm en présence de *B. liratus*. À ces concentrations, pratiquement tous les poissons sont tués par le produit chimique; mais dans les drains et les réservoirs toujours alimentés en eau du Mangoky le réempoissonnement se fait en une quinzaine de jours. Nous n'avons d'ailleurs jamais eu à subir de plaintes de la part de la population pour leur destruction massive, et la consommation parfois importante de poissons tués par le Frescon n'a semble-t-il occasionné aucune gêne.

III.7. Résultats des traitements molluscicides

La campagne 1969–1970 n'a intéressé que le marais-réservoir d'Ambahikily. Ce dernier étant alimenté par le trop plein du canal principal d'amener son traitement molluscicide n'a pratiquement pas posé de problèmes: épandage gravitaire au niveau du canal principal et pulvérisations manuelles sur l'extrémité sud du réservoir dont les courants d'alimentation étaient trop lents.

² ppm = part par million.

Les résultats de ce traitement ont été spectaculaires, aucun *B. obtusispira* n'ayant été trouvé jusqu'au mois de mai 1970, soit 5 mois après les épandages de Frescon. Par la suite, du fait des dégâts occasionnés au canal principal par les inondations de 1970, le réservoir d'Ambahikily n'a jamais plus été remis en eau. Lorsque le canal principal a été réparé, son extrémité avale avait été aménagée de façon à ce que son trop plein d'eau se déverse dans le drain primaire CP 5.

La campagne 1970–1971 a eu lieu sur une beaucoup plus grande échelle dans le but de contrôler complètement les populations de *B. obtusispira* et de *B. liratus*.

Au cours de cette campagne nous avons effectué les travaux suivants (fig. N° 3):

- Défrichage et désherbage mécanique complet du marais-réservoir de Tsaramandroso, des drains primaires CP 1, CP 2 et des drains secondaires CS 2, CS 3, CS 4, CS 4 A. Des traitements herbicides (Domatol, Gramotox, Weedazol) ont été essayés, sur le CP 1 notamment, mais leurs résultats n'ont pas été aussi probants que prévu, surtout sur les graminés semi-aquatiques.
- Pulvérisation aérienne de Frescon sur les rizières de l'UPBM. Ce traitement a été effectué le 11 décembre 1970 lorsque le riz ne couvrait pas totalement la lame d'eau; mais à cette époque les derniers *B. obtusispira* n'ayant pas encore eut le temps d'émerger de terre, le traitement a été un échec.

La seule possibilité de traitement chimique des rizières reste donc l'épandage gravitaire de molluscicide dans les canaux d'irrigation au moment de la remise en eau des rizières, après la mise à sec du

- mois de janvier; ce qui a été fait en 1971.
- Epandage gravitaire de molluscicide dans le canal secondaire S. 2 et dans tous les tertiaires qui en dépendent pour détruire les gîtes de *B. liratus* dans les siphons.
- Epandage gravitaire et pulvérisations manuelles de Frescon dans les drains primaires CP 1, CP 2 et les drains secondaires CS 2, CS 3, CS 4, CS 4 A.

Ces traitements ont été répétés à quatre reprises: en décembre 1970, janvier, mars et mai 1971.

- Epandage gravitaire, pulvérisations aériennes et manuelles de Frescon dans le marais-réservoir de Tsaramandroso. Ces traitements ont été répétés à 6 reprises: en novembre et décembre 1970; janvier, mars, mai et août 1971.

Dans les collections d'eau peu profonde le mixage du Frescon par piétinage d'un troupeau de zébus paraît avoir donné d'excellents résultats. Ailleurs il est indispensable de défricher et de désherber très soigneusement toute la surface de la collection d'eau avant d'appliquer le molluscicide en pulvérisation. Dans les collections d'eau à

Fig. 3. Traitements molluscicides au N. tritylmorpholine (Frescon)

Collections d'eau traitées	Dates et modes d'épandage: Epandage gravitaire (EG) Pulvérisations manuelles (PM) Pulvérisations aériennes (PA)	Volume d'eau traité, m ³	Concen- tration théorique, p.p.m.	Volume théorique, Frescon 16,5 %, litres	Volume Frescon 16,5 %, utilisé, litres
Marais-Réservoir d'Ambahikily MTsZ ₅ G ₁ à G ₇	EG: 7.1. 1970 PM: 7.1. 1970 / 10.3. 1970 PM partielles: 16.4. 1970 / 20.5. 1970 / 20.7. 1970 / 14.11. 1970 EG + PA + PM: 17.12. 1970 / 25.1. 1971 / 8.4. 1971 / 28.5. 1971 / 3.8. 1971 PM: 21.5. 1970. EG: 17.12. 1970 / 20.1. 1971 / 7.4. 1971 / 25.5. 1971. PM: 8.4. 1971 PM: 23.5. 1970 / 13.12. 1970 / 15.1. 1971 / 5.4. 1971 / 17.5. 1971. EG: 14.12. 1970 / 14.1. 1971 PA: 11.12. 1970. EG: 18.1. 1971. PM: 18.1. 1971 EG + PM: 11.12. 1970 / 21.1. 1971 / 31.3. 1971 / 24.5. 1971 EG: 11.12. 1970 / 21.1. 1971. PA: 28.5. 1971. PM: 29.5. 1971 / 9.8. 1971 PA totale: 11.12. 1970.	119.133	0,10	72,20	66,50
Marais-Réservoir de Tsaramandroso CP ₂ G ₁₁ à G ₁₄		820.198	0,15/0,25	776,05	900,00
Drain primaire CP 2		275.869	0,15	244,69	256,00
Drains CS ₄ , CS ₄ A, CT 44, CT 45		213.907	0,15	194,37	246,00
Drain CS ₃		41.666	0,15	37,56	47,00
Drain CS ₂		326.321	0,15	296,56	295,00
Drain primaire CP ₁		114.138	0,15/0,30	114,64	148,00
Rizières UPBM (266 ha)		744.404	0,15	676,69	732,00
Canaux d'irrigation et siphons	EG partiel: 13.1. 1971 EG: 3.12. 1970 / 23.1. 1971. PM: 24.5. 1971 PM: 23.4. 1970 / 25.1. 1971 / 8.4. 1971	65.664	0,15	59,69	75,00
Emprunts artificial EZ ₃ G ₁₅		45.000	0,15	49,89	31,00
Total	2.766.300			2.513,34	2.796,50

courant lent et à pH neutre, l'épandage gravitaire doit s'effectuer uniquement sur de courtes sections en raison de la dégradation rapide du Frescon et de l'inactivité de ses métabolites.

Les résultats de cette campagne sont dans l'ensemble assez satisfaisants. En novembre 1971, on ne trouvait plus de *B. liratus* que dans quatre gîtes des drains secondaires CS 2 et CS 4, et de *B. obtusispira* que dans deux gîtes des drains CS 2 et CP 1. Ces derniers se sont en effet refugiés dans la partie terminale, pratiquement inaccessible, du drain principal CP 1; par la suite ils ont réenvahi le CP 1 et le CS 2 pour ne se fixer que dans les biotopes leur convenant. Cette progression a été parfaitement suivie au cours des différentes enquêtes malacologiques.

En raison de ses dimensions, de sa profondeur, et de l'abondance de sa végétation aquatique, le marais-réservoir de Tsaramandroso a posé jusqu'en août 1971 un problème d'épandage pratiquement insoluble. Depuis avril 1970 en effet, les applications de Frescon ont dû être régulièrement répétées tous les deux mois pour couper le cycle de transmission de la bilharziose vésicale. Les *B. obtusispira* qui semblaient avoir disparu après chaque traitement réapparaissaient en grand nombre trois semaines à un mois environ après l'épandage.

La dernière application d'août 1971 a été effectuée en associant le Frescon à une quantité importante d'urée. Le but de cette tentative, développée dans une autre publication (PERRET et al., 1972), était de créer des mouvements de convection par la réaction endothermique de dilution de l'urée et plus tard de modifier la biomasse planctonique pour rendre le milieu inhospitalier aux mollusques. Les résultats de cette application sont particulièrement intéressants puisque 5 mois après il était toujours impossible de trouver un seul mollusque dans cette collection d'eau.

Si les traitements molluscicides de la campagne 1970–1971 semblent être un succès, il convient néanmoins de souligner les difficultés d'application que l'on doit surmonter pour épandre le produit chimique dans les drains ou les mares plus ou moins envahis de végétation aquatique.

IV. Situation épidémiologique des schistosomiases dans le Bas-Mangoky au terme du Projet Mangoky

IV.1. L'élément humain

L'appréciation de la prévalence et de l'incidence des schistosomiases à la fin du Projet Mangoky ne peut être qu'approximative tant que nos résultats n'auront pas été entièrement analysés.

La prévalence de la schistosomiase intestinale à *S. mansoni* doit

être inférieure à 1,7 % et sa croissance annuelle uniquement constituée de cas importés, d'environ 0,6 %.

Le deuxième contrôle systématique d'urine exécuté en 1970–1971 aurait du indiquer la prévalence de la schistosomiase vésicale à *S. haematobium* après la chimiothérapie de masse. Or on doit faire remarquer que le foyer de Tsaramandroso s'étant développé en plein milieu des traitements de masse, pour n'être éteint qu'en fin d'année 1970, le pourcentage d'infection trouvé au cours de ce deuxième contrôle (6,3 %) comprend 3,2 % de bilharziens originaires de la région de Tsaramandroso. Par ailleurs, pratiquement tous les bilharziens dépistés au cours de ce deuxième contrôle systématique d'urine ont pu être traités à l'Ambilhar avant la fin du Projet Mangoky.

On est donc amené à donner une approximation de la prévalence pour une population de 10.000 habitants en appréciant, d'après les taux d'infection donnés plus haut, le nombre des bilharziens présents dans le périmètre en 1971 mais qui se sont soustraits aux différents dépistages, contrôles et traitements soit:

- Nombre de positifs parmi les habitants n'ayant jamais subi de visite systématique de dépistage (10 %) = 100.
- Nombre de positif parmi les habitants n'ayant pas subi de premier contrôle d'urine alors qu'ils auraient dû y être soumis: 51.
- Nombre de positifs parmi les habitants n'ayant pas subi de deuxième contrôle d'urine alors qu'ils auraient dû y être soumis: 40.
- Nombre de bilharziens dépistés présents sur le périmètre et n'ayant pas été traités: 85.

Soit au total 276 bilharzioses vésicales et une prévalence de 2,76 %. Un taux d'infection de 3 % est à notre avis très proche de la réalité. En ce qui concerne l'incidence annuelle de la bilharziose vésicale on peut considérer que le foyer d'Ambahikily est définitivement éteint et que dans celui de Tsaramandroso la transmission est stoppée depuis mai 1970. Les nouveaux cas proviennent donc uniquement des immigrations (160 cas [7,1 %] de janvier à octobre 1971) et des contaminations à l'extérieur du périmètre (3,4 % à Ambahikily, 3,5 % à Tanandava-Angarazy et 4,8 % dans la sous-zone N° 2). Ce qui donne quand même environ 560 nouveaux bilharziens par an et une incidence annuelle de 3,6 %.

L'analyse de ces chiffres montre clairement que:

- La lutte anti-bilharzienne menée au cours de ces cinq années a été d'une grande efficacité: le taux d'infection est passé de 13 % à 3 % dans l'ensemble du périmètre et de 59,1 % à 3,4 % dans le foyer d'Ambahikily.

- En raison de l'importance des migrations de population les dépistages systématiques et les traitements de bilharziens doivent se poursuivre avec une grande rigueur.

IV.2. L'élément hôte intermédiaire

Au terme du Projet, la situation malacologique dans le périmètre de la Samangoky apparaît assez favorable sans être toutefois définitivement stabilisée.

Les hôtes intermédiaires de la schistosomiase vésicale ne subsistent plus que dans deux drains, d'ailleurs peu fréquentés, de l'UPBM (sous-zone N° 2). Ces derniers ne pourront être correctement traités qu'après avoir été soigneusement curés. La stérilisation des rizières de l'UPBM après la campagne 1970–1971 n'est pas assurée et ne pourra l'être avant la réalisation des enquêtes malacologiques 1971–1972. Seul le marais-réservoir de Tsaramandroso conserve la potentialité d'un foyer important de transmission. Il devra donc être régulièrement surveillé, si possible réduit au maximum, et traité par des molluscicides au mieux 2 ou 3 fois par an.

Des inondations aussi catastrophiques que celles de 1969 et 1970 pourraient encore entraîner une dissémination des *B. obtusispira*, mais il faut surtout craindre la réintroduction de ce mollusque dans le périmètre à partir du marais d'Andranolava, situé en bordure de la zone du Projet, et des mares de Basibasy.

Malgré la réussite des traitements molluscicides, les *B. liratus* ne manqueront pas de se redisséminer rapidement. Leur potentialité d'infection et la rôle qu'ils pourraient éventuellement jouer dans la transmission de *S. haematobium* méritent encore une étude plus poussée mais en attendant, nous estimons plus prudent de limiter autant que possible leur dissémination.

La poursuite des enquêtes malacologiques est donc un élément essentiel de la prévention de la schistosomiase dans le Bas-Mangoky. Une surveillance particulière doit être accordée aux nouveaux gîtes et aux collections d'eau qui pour une raison ou pour une autre subiraient une transformation de biotope ou de fréquentation.

IV.3. L'élément topographique

En raison des inondations catastrophiques de 1969 et 1970 et des travaux de protection qu'elles ont entraîné, l'aménagement de nouvelles terres par la Samangoky subit une pause dont la durée n'est pas encore connue. Il y a peu de chance actuellement pour que de nouveaux foyers de transmission soient créés. Le moment est donc tout à fait

favorable pour consolider les résultats acquis au cours du Projet Mangoky.

Dans le futur, l'aménagement de nouvelles terres au Nord et au Nord-Ouest d'Ambahikily présente peu de danger en raison de la salinité des sols. Il n'en sera par contre pas de même sur la rive gauche du Kitombo qui avec le marais d'Andranolava offre déjà un excellent gîte à *B. obtusispira*. En conséquence il sera nécessaire d'éviter la formation de réservoirs et de surveiller l'installation des nouveaux villages.

V. Poursuite de la lutte antibilharzienne dans le Bas-Mangoky

Malgré une situation épidémiologique considérablement améliorée, il est évident que la lutte antibilharzienne dans le Bas-Mangoky doit se poursuivre encore pendant de nombreuses années.

Le programme de cette phase de consolidation doit comprendre:

- le dépistage et le traitement des retardataires et de tous les nouveaux immigrants;
- le contrôle post-thérapeutique des bilharziens traités;
- le renforcement de l'éducation sanitaire des populations, parallèlement à des tentatives de stabilisation des paysans;
- la poursuite régulière des prospections malacologiques dans toutes les collections d'eau dangereuses et dans celles qui seront créées dans le périmètre par les nouveaux travaux d'aménagement;
- la destruction chimique des populations d'hôtes intermédiaires réapparus ou réintroduits dans la région;
- le contrôle enfin des nouvelles installations d'irrigation en cours d'étude.

Ces travaux doivent être exécutés par une équipe de techniciens malagasy formée et mise en place par le Projet Mangoky. Elle dispose de l'équipement, du matériel, des produits chimiques et d'un programme précis de travail laissés au Centre Epidémiologique de Tanandava par la Coopération Technique Suisse. Soutenu efficacement par le Ministère de la Santé Publique Malagasy et par la Société Mixte Samangoky elle devraient pouvoir consolider définitivement les résultats acquis au cours de la phase d'attaque. Le paragraphe suivant donne un indication des conséquences économiques et sociales d'un échec qui doit être évité à tous prix.

VI. Coût et rentabilité du Projet Mangoky

Le coût total des opérations de lutte antibilharzienne menées dans le Bas-Mangoky par les équipes Malagasy et Suisse s'élève à 83.000.000 FMG (1,27 Mio. sFr. et 320.000 US\$) se décomposant comme suit:

	FMG	%
Ambilhar et adjuvants	550.000	0,66
Application de la chimiothérapie	6.355.000	5,25
Frescon	2.800.000	3,37
Application du molluscicide	1.920.000	2,31
Véhicules	10.150.000	12,23
Personnel technique suisse	38.350.000	46,20
Personnel technique malagasy (env.)	5.700.000	6,88
Infrastructure et frais de fonctionnement	6.180.000	7,44
Frais de recherche	2.660.000	3,20
Frais d'exploitation des résultats	4.435.000	5,34
Organisation et experts	5.900.000	7,11
Total	83.000.000	99,99

soit:

- coût par année FMG 16.600.000 (sFr. 254.000)
 - coût par personne protégée FMG 1.660 par an (sFr. 25,40)
 - coût par hectare irrigué FMG 6.640 par an (sFr. 101,60)

Il convient de noter que le coût des opérations aurait pu être réduit de moitié si l'on n'avait pas été obligé de faire appel à des experts et à des techniciens expatriés pour exécuter une partie des travaux.

Compte tenu de l'expérience acquise, et dans le cadre d'un projet similaire à Madagascar, nous estimons que le coût des opérations devrait être fixé autour de FMG 1.000/an (sFr. 15,30) par personne protégée et de FMG 4.000/an par hectare irrigué (sFr. 61,20).

Le coût de la phase de consolidation a été estimé à FMG 8.210.000 (sFr. 125.600 ou US\$31.600) par année, se décomposant comme suit:

– personnel technique	FMG	3.000.000
– véhicules	FMG	1.700.000
– frais de fonctionnement	FMG	800.000
– Ambilhar et adjuvants	FMG	110.000
– Frescon	FMG	2.600.000
<hr/>		
Total	FMG	8.210.000

soit:

- coût par personne protégée FMG 821,- (sFr. 12,60)
 - coût par hectare irrigué FMG 3.284,- (sFr. 50,30)

On peut également se demander quelle serait la situation épidémiologique de la schistosomiase vésicale dans le Bas-Mangoky si le Projet n'avait pas eu lieu.

L'extrapolation des résultats de nos examens systématiques donne la situation suivante en 1972:

	Nombre habitants	% infection	Nombre de personnes infectées
Sous-zone N° 1	905	11,7	105
Sous-zone N° 2	6.010	30,0	1.803
Sous-zone N° 3	1.951	52,7	1.028
Sous-zone N° 4	1.849	68,2	1.261
Sous-zone N° 5	765	53,9	412
Sous-zone N° 6	793	33,2	263
	12.273	39,7	4.872

De 1966 à 1972, compte tenu du développement des foyers d'Ambahikily et de Tsaramandroso, la prévalence de la bilharziose à *S. haematobium* dans le périmètre de la Samangoky aurait donc très vraisemblablement triplé de valeur.

Une extrapolation identique portant sur les 10.551 émigrants de ces cinq années donne un chiffre de 1.498 bilharziens ayant quitté la région après s'y être infectés.

L'analyse par computer de nos résultats médicaux n'étant pas encore achevée, il est difficile de donner une approximation du déficit économique lié à la présence de ces bilharziens. A titre indicatif cependant on notera que pour 35 % de travailleurs gagnant FMG 130 par jour et s'absentant 50 jours par an à cause de leur maladie, les pertes seraient de FMG 11.245.000 par an (sFr. 172.000), soit environ FMG 6.500 par travailleur (sFr. 99). D'un autre côté, en admettant que la moitié des frais occasionnés par le Projet Mangoky corresponde au traitement chimiothérapeutique des 2.799 bilharziens traités, on obtient un coût de FMG 14.826 (sFr. 227) par traitement. Dans ces conditions, la même opération commencée en 1972 aurait couté 31 % de plus.

Enfin, pour mettre en valeur l'importance du contrôle de l'aménagement des installations d'irrigation dans la lutte antibilharzienne on doit faire remarquer que la formation des foyers de transmission d'Ambahikily et de Tsaramandroso aurait pu être facilement évitée, ce qui aurait permis une économie d'environ 15 millions FMG sur le seul traitement des bilharziens.

VII. Conclusions

La lutte contre les schistosomiases menée par l'équipe suisse-malgache pendant 5 années dans le périmètre irrigué de la Samangoky a mis en valeur les points essentiels suivants:

Le rôle primordial de l'irrigation de nouvelles terres dans l'extension de la schistosomiase vésicale à *S. haematobium*: création de foyer de transmission où la maladie évolue sur un mode que l'on peut qualifier d'épidémique et accroissement rapide de la prévalence de cette parasitose dans les zones ainsi aménagées.

La prévention et le contrôle des schistosomiases dans les périmètres irrigués en cours d'aménagement est actuellement entré dans le domaine du possible en associant simultanément les différents méthodes de lutte antibilharzienne: chimiothérapie de masse, destruction des hôtes intermédiaires par des molluscicides, éducation sanitaire des populations et contrôle de l'aménagement du système d'irrigation.

Malgré le spectre des phénomènes majeurs d'intolérance, les traitements chimiothérapeutiques de masse à l'Ambilhar sont parfaitement réalisables et efficaces. Les effets secondaires sont moins fréquents que prévus et les troubles neuro-psychiatriques peuvent être pratiquement éliminés par une conduite thérapeutique soigneusement codifiée et une surveillance correcte des patients. Sous réserve d'une application stricte des règles thérapeutiques les médecins doivent se débarasser de leur psychose des accidents neuro-psychiatriques et des troubles de la repolarisation cardiaque; et en tous les cas essayer de ne pas la communiquer à leurs patients.

La distribution des comprimés d'Ambilhar matin et soir pendant 5 à 7 jours demande certes une bonne organisation et une certaine discipline de la part des malades, mais avant tout une atmosphère de confiance entre les populations et les équipes de traitement. Cette confiance ne s'établit pas par de grands discours éducatifs mais par un contact étroit et permanent entre les habitants des villages et les membres du Service de Santé.

Conformément aux autres essais entrepris un peu partout dans le monde l'Ambilhar a confirmé sa grande efficacité avec un taux de guérison supérieur à 97 % en une seule cure.

L'utilisation de Frescon pour détruire les hôtes intermédiaires de la schistosomiase vésicale s'est révélée extrêmement valable dans la mesure où l'on a la possibilité d'adapter les méthodes d'épandage à chaque type de collection d'eau.

Si une réduction des contacts avec les eaux infectées et de la contamination des eaux par les excréta n'a pu être réalisée au cours du Projet Mangoky, les taux de participation aux différents contrôles et traitements montrent clairement ce que l'on peut obtenir en éduquant

et en mettant en confiance la population, et laisse entrevoir ce que l'on aurait pu obtenir si les migrations avaient été moins importantes.

Le contrôle de l'aménagement des installations d'irrigation est un des éléments les plus sûrs et les plus rentables de la lutte antibilharzienne. Il doit s'exercer aussi précocement que possible dans le planning d'aménagement; à un stade où il est encore permis d'apporter des modifications qui n'interfèrent pas ou peu dans le coût du Projet. Nous sommes convaincus que le respect des recommandations découlant de l'expérience acquise au cours du Projet Mangoky devraient permettre à la Samangoky de limiter les chances de réintroduction et de dissémination de la bilharziose vésicale dans les secteurs irrigués en voie d'aménagement.

Si la réalisation des traitements chimiothérapeutiques de masse et des applications de molluscicides est encore assez onéreuse, le coût d'une campagne de lutte antibilharzienne sur un périmètre irrigué peut être sensiblement réduit par une bonne organisation.

La mise en place de cette organisation repose d'abord sur l'exécution d'une enquête épidémiologique complète précédant le début des travaux d'aménagement. C'est seulement en effet après avoir pris connaissance des résultats de cette enquête: prévalence de la maladie, répartition des hôtes intermédiaires, localisation des foyers de transmission existants ou seulement potentiels, étude des migrations des habitants et de leurs coutumes, étude des plans d'irrigation et de l'infrastructure administrative et sanitaire etc. que l'on pourra dresser un planning satisfaisant de la campagne. Ce dernier doit tenir compte d'un grand nombre de facteurs dont les plus importants sont à notre avis:

- L'existence d'une grande compréhension et d'une bonne collaboration entre d'une part les autorités administratives et les cadres techniques de la région et d'autre part le Service de Santé.
- La mise en œuvre de moyens en matériels et en personnels techniques suffisants pour réaliser une phase d'attaque (dépistages et traitements) aussi brève que possible.
- La mise en confiance et l'éducation des populations par des moyens intégrés à l'animation rurale du paysanat. Ceci dans la mesure où les structures d'accueil ne sont pas fictives et la fixation des habitants favorisées par la Société d'Aménagement.
- L'utilisation du personnel local; en comblant le manque d'expérience par une grande spécialisation dans les travaux. En raison du prix de la main d'œuvre dans ces zones d'endémies il est plus rentable d'utiliser un grand nombre de travailleurs avec des tâches précises et limitées plutôt que des techniciens hautement

qualifiés en nombre restreint dont les salaires très élevés augmentent considérablement le coût de l'opération. Au stade de la phase d'attaque d'une campagne de lutte antibilharzienne, un chef de projet polyvalent vivant en permanence sur le terrain est à notre avis plus efficace qu'un grand nombre d'experts temporaires.

- La mise en place d'une infrastructure sanitaire adaptée au développement économique escompté par l'aménagement d'une culture irriguée moderne, et l'intégration du service de lutte antibilharzienne dans un programme de santé publique également adaptée aux conditions locales.

Le projet Mangoky ayant été réalisé dans des conditions extrêmement difficiles: absence d'enquête épidémiologique préliminaire, planning d'organisation mise en place sur le terrain au fur et à mesure de l'exécution des travaux, infrastructures sanitaires et routières réduites au minimum, inondations catastrophiques en 1969 et 1970 etc., il est légitime de penser qu'une campagne de lutte antibilharzienne exécutée dans une région similaire pourrait aboutir à de meilleurs résultats et à une rentabilité encore plus satisfaisante.

La lutte antibilharzienne est une entreprise de longue haleine. Si le contrôle des installations d'irrigation, l'éducation et l'amélioration du niveau de vie des habitants, et l'élargissement en tâche d'huile de la campagne de lutte antibilharzienne doivent à la longue réduire et même annuler les mesures de contrôle, il n'en demeure pas moins qu'une phase de consolidation et d'entretien prolongée doit faire suite à la phase d'attaque. Pour éviter les déceptions, voir les catastrophes, il convient d'en tenir compte et de s'en imprégner fortement avant d'organiser une campagne.

Même après une analyse complète de nos résultats, il sera difficile de prouver par des chiffres encore plus précis la rentabilité d'un projet de lutte antibilharzienne. Nous ne sommes pas les seuls à être fermement convaincus de l'intérêt économique autant qu'humanitaire de limiter l'extension des schistosomiases dans le monde. Avec les nouvelles méthodes de lutte les arguments des sceptiques s'effritent toutefois de plus en plus, même s'il en reste encore un, redoutable bien que dénué de sentiments humains: l'abondance de la main d'œuvre en zone d'endémie qui permet aux sociétés d'aménagement d'éviter une baisse de rendement dans l'exploitation de leurs cultures.

Malgré cela, nul de disconviendra qu'à long terme le rôle de la schistosomiase en tant que frein de l'économie et en conséquence la rentabilité de sa lutte prendront de plus en plus d'importance. Nous n'avons nullement la prétention de penser que notre projet a ouvert

la voie à l'éradication de la bilharziose. Il vise simplement à prouver que sa prévention et le contrôle de son extension sont possibles. Sa méthodologie est maintenant directement applicable à certaines régions de Madagascar et d'Afrique où elle peut servir de modèle.

Ailleurs, si certains de ses éléments peuvent servir de bases de travail il reste encore à trouver d'autres méthodes, d'autres solutions et d'autres organisations.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements au Dr C. R. Lambert à qui revient l'initiative de ce Projet; au Ministère de la Santé Publique et de la Population du Gouvernement Malagasy et plus particulièrement à son Excellence le Vice-Président du Gouvernement A. Ramangosoavina, au Dr H. Ramamonjy-Ratrimo, directeur des Services Techniques, et aux chefs du Service de Lutte contre les Grandes Endémies pour leur compréhension et leur collaboration; au Département Politique Fédéral Suisse, Monsieur l'Ambassadeur S. Marcuard, délégué à la Coopération Technique, et Monsieur Cl. Ochsenbein, chargé d'affaires de Suisse à Madagascar pour le soutien qu'ils n'ont cessé de nous accorder; d'affaires de Suisse à Madagascar pour le soutien qu'ils n'ont cessé de nous accorder; au Dr E.-R. Brygoo, directeur de l'Institut Pasteur de Madagascar, pour son accueil et pour les conseils qu'il nous a prodigués; au Dr H. Schellenberg pour son assistance dans l'administration du Projet; au firmes CIBA-GEIGY et SHELL CHEMICAL pour leur assistance; et à tous nos collaborateurs malgaches et suisses du Centre Epidémiologique de Tanandava.

Références

- BRYGOO, E.-R. (1968). Les bilharzioses humaines à Madagascar. – Extrait de la Santé et Développement, Ier Congrès des Sciences Médicales de Madagascar.
- BRYGOO, E.-R. & MOREAU, J. P. (1967). *Bulinus obtusispira* (E. A. Smith 1886) hôte intermédiaire de la bilharziose à *Schistosoma haematobium* dans le Nord-Ouest de Madagascar. – Bull. Soc. Path. exot. 59, 835–839.
- BRYGOO, E.-R. (1967). La température et la répartition des bilharzioses humaines à Madagascar. – Bull. Soc. Path. exot. 60, 433–441.
- BURCH, J. B. & LINDSAY, G. K. (1970). An immunocytological study of *Bulinus* s.s. (Basommatophora, Planorbidae). – Malagological Rev. 3, 1–18.
- DEGRÉMONT, A. A., PEDRAZZI, M. & RÉAL, A. (1970). Note préliminaire sur l'hémolyse des hématies de lapin par l'hépato-pancréas de *Bulinus liratus* et son application dans la taxonomie des *Bulinus* de Madagascar. – Acta trop. 27, 266–267.
- MAURER, T. (1971). Travail de diplôme de Zoologie, Université de Bâle.
- PERRET, P., EGGER, M. & DEGRÉMONT, A. A. (1972). Essai de lutte anti-mollusque par augmentation artificielle de la biomasse planctonique et traitement molluscicide. Association Urée-N-tritylmorpholine. – Acta trop. 29, 175–181.
- STURROCK, R. F. (1966): The influence of temperature on the biology of *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss), an intermediate host of *Schistosoma mansoni*. – Ann. trop. Med. Parasit. 60, 100–105.
- WRIGHT, C. A. (1971). Bulinus on Aldabra and the subfamily Bulininae in the Indian Ocean Area. – Phil. Trans. roy. Soc., London, B 260 (836), 299–313.