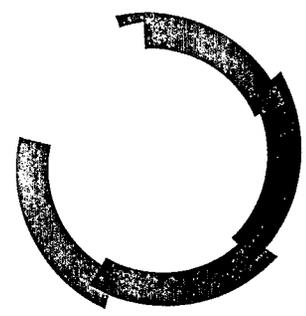


Cahiers



Dossier
« Sida et toxicomanie »

JSSN 157-5999

Éditorial

Marc Gentilini

Dossier

Compte rendu des V^{es} Journées scientifiques de l'Aupelf-Uref « Sida et toxicomanie »
Hô Cho Minh-Ville, Viêt-nam, 11-13 janvier 1996

Études originales

Le riz source de vie et de mort sur les plateaux de Madagascar
S. Laventure et al.

Contrôle d'une épidémie de méningite à méningocoque en Afrique centrale
M. Merlin et al.

Évaluation de mesures antivectorielles contre le paludisme dans le centre du Viêt-nam (1976 à 1991)
NGuyen Tho Vien et al.

Séroprévalence de la toxoplasmose à Dakar en 1993 : étude des femmes en période de procréation
S. Diallo et al.

Option

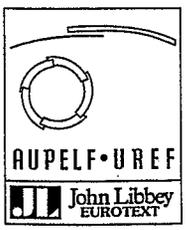
Qualité des services de santé en Afrique : l'exemple du dépistage des grossesses dystociques à Nioki (Zaïre)
P. Fournier et al.

Note de recherche

Élaboration et évaluation d'algorithmes de dépistage des MST chez la femme enceinte à Libreville, Gabon
A. Bourgeois et al.

Note méthodologique

Bases de données bibliographiques internationales étrangères : *Index Medicus*
É. Bloch-Mouillet



A7 203
L.N.T.

MODAC = D_A FRA

Prix au numéro :
120 FF pays du Nord
60 FF pays du Sud

Le riz source de vie et de mort sur les plateaux de Madagascar

Stéphane Laventure, Jean Mouchet, Sixte Blanchy, Laurence Marrama, Patrick Rabarison, Lala Andrianaivolambo, Edmond Rajaonarivelo, Ignace Rakotoarivony, Jean Roux

Les Plateaux ou Hautes Terres de Madagascar occupent quelque 100 000 kilomètres carrés au centre de l'île, dans les provinces d'Imerina et de Fianarantsoa (figure 1). La population est de 4 millions de personnes, soit plus d'un tiers de celle du pays.

L'altitude des Plateaux varie de 1 000 à 1 600 mètres. Ils sont surplombés par une chaîne orientée nord-sud, l'Ankaratra, qui culmine à 2 650 mètres.

Le relief, très érodé, est caractérisé par une succession monotone de croupes enserrant des vallées très ouvertes.

La forêt primitive ne subsiste que sur les escarpements de l'est; ailleurs, elle a été rasée ou bien n'a jamais existé à l'époque historique. Les hauteurs sont, actuellement, dénudées et couvertes d'une prairie claire. Le contraste n'en est que plus saisissant avec les vallées intensément cultivées. Les rizières qui en occupent les fonds s'étagent, en terrasses, sur le bas des pentes. Les villages sont établis au-dessus pour ne pas occuper les terres cultivables (photos 1, 2 et 3).

S. Laventure, L. Marrama, P. Rabarison, L. Andrianaivolambo, E. Rajaonarivelo, I. Rakotoarivony, J. Roux: Institut Pasteur de Madagascar, BP 1274, Antananarivo, Madagascar.

J. Mouchet: Orstom, 213, rue La Fayette, 75010 Paris, France.

S. Blanchy: DRASS, 87 bis, rue de Coulmiers, 45000 Orléans, France.

Tirés à part: S. Laventure

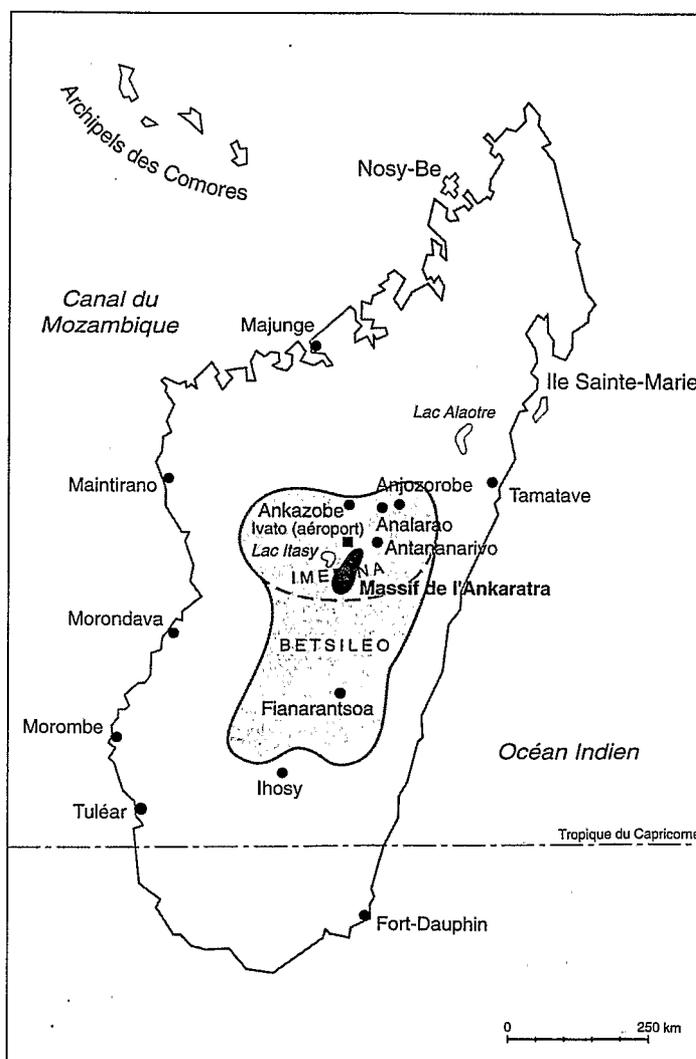


Figure 1. Carte des Plateaux de Madagascar. La zone grisée délimite la région des Hautes Terres.

Figure 1. Map of the Highlands of Madagascar.



La population rurale des Plateaux vit principalement de la monoculture du riz, même si l'élevage lui apporte quelques compléments de ressource. Mais les terres irriguées, à la base de l'économie, offrent des possibilités considérables de développement pour les anophèles vecteurs du paludisme. C'est l'homme qui a créé l'environnement favorable à la maladie qui, depuis 1878, s'est manifestée par des épidémies meurtrières, touchant toutes les classes d'âge.

Historique de la riziculture

Le centre de l'Imerina était caractérisé par une polyculture soignée avant l'extension de la riziculture intensive développée au XVIII^e siècle telle que décrite en 1777 par Nicolas Mayeur [1]: « Pour le riz, les travaux, sont plus considérables car, après le labour, il faut faire passer l'eau dans les champs par des conduits pratiqués à cet effet. [...] L'eau dont on arrose les champs se tire d'un vaste réservoir, soit naturel, soit creusé de main d'homme, qui se trouve toujours dans les environs de chaque village. »

Le roi Andrianampoinimerina (1787-1810) a unifié l'Emyrne (province de l'Imerina) en étendant son royaume vers l'ouest (Imerimandroso) et vers le sud (Mania), où il a fait construire des villages et créé des rizières.

Pour réaliser ses desseins de conquête, il a réorganisé la société: les Andriana représentaient la noblesse, les Hova les hommes libres, les Mainty les domestiques et les Andevo les esclaves. La guerre, l'administration, le commerce et la propriété étaient réservés aux deux premières classes; les deux autres servaient de main-d'œuvre agricole fixée à la terre. Les échanges et le commerce s'organisaient, de même que les collectivités de travail, avec des systèmes de corvées, de primes et d'amendes.

Il a fait construire des digues et des canaux pour étendre la technique du repiquage du riz qui était une tradition séculaire dans la population d'origine indonésienne des Hautes Terres. Le développement de l'irrigation a permis l'introduction de nouvelles variétés culturales qui ont modifié le calendrier agricole.

Deux citations résument son action [2]: « La mer est la limite de ma rizière. »

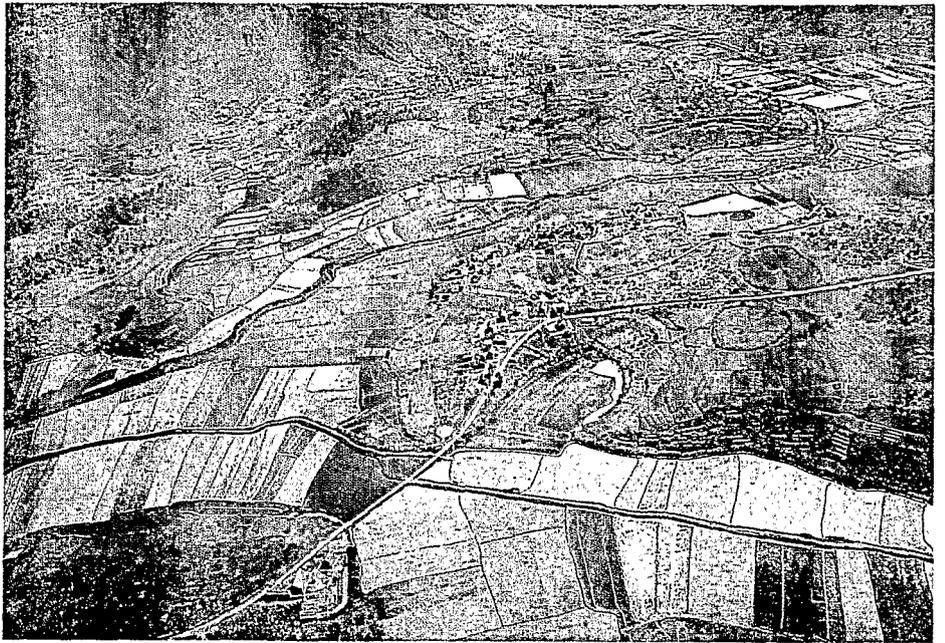


Photo 1. Rizières au nord-est d'Antananarivo (cliché S. Laventure).

Photo 1. Rice field at the North East of Antananarivo.



Photo 2. Andina, district d'Ambositra: le paludisme est dans le fond de la vallée et la peste sur les flancs des collines (cliché J. Mouchet).

Photo 2. Andina, Ambositra district: malaria is in the bottom of the valley and plague on the slopes of the hills.

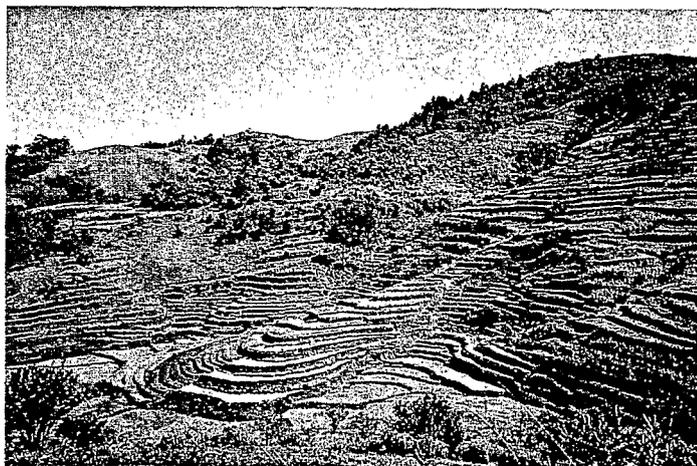


Photo 3. Andina, district d'Ambositra: les terrasses inférieures sont des rizières, celles du haut servent aux cultures maraîchères (cliché S. Laventure).

Photo 3. Andina, Ambositra district: terraces with rice fields and vegetable crops at the top.

« Je vais construire les digues parce qu'elles vous assureront l'abondance en vous permettant d'irriguer les terres à semis et d'augmenter la production de riz. »

Son successeur, Radama I^{er} (1810-1828), a conquis, en quinze ans, les deux tiers de Madagascar avec des soldats de métier, Andriana et Hova, décimés par les fièvres mais bien armés grâce aux Européens. Le butin, constitué d'esclaves provenant des côtes, a permis de continuer le développement agricole des hautes terres. Le but était de tenir les grands ports (Majunga, 1823; Foulpointe, 1824; Fort Dauphin, 1825) pour exporter le riz et le bétail et importer les armes et les tissus. Des courants intenses de migrations intérieures se sont développés et n'ont plus cessé depuis lors [2]. L'irrigation a affranchi l'agriculture du régime des pluies et a permis l'introduction de nouvelles variétés de riz qui ont modulé le calendrier agricole. Actuellement, les plateaux connaissent trois saisons de culture: le « Vary Aloha », précoce dans les dépressions les moins élevées; le « Vakiambiatty », de loin le plus répandu; et le « Vary Sia » intermédiaire et moins important [3]. Les calendriers sont donnés au *tableau 1*.

Historique du paludisme

Tous les voyageurs s'accordent à reconnaître la salubrité des Plateaux jusqu'au début du XIX^e siècle et le capitaine Dupré [4] explique, en 1863: « Il résulte des conditions atmosphériques un climat favorable à la santé des Européens; les fièvres auxquelles ils sont exposés sur les côtes de Madagascar sont inconnues dans le pays des Hovas qui n'y sont pas moins sujets que les Blancs eux-mêmes lorsqu'ils descendent des montagnes de l'intérieur. »

On peut cependant penser qu'il existait des fièvres palustres sur les plateaux, mais peu graves et probablement dues à *Plasmodium vivax*.

Les limites reconnues de la région saine correspondent à celles des pays merina et betsileo, soit 100 000 kilomètres carrés [2]. Une première épidémie a été décrite, en 1878, à Imerimandroso, village défriché par Andrianampoinimerina à sa frontière occidentale que la London Missionary Society avait choisi, en 1875, pour construire un temple et un grand collège théologique à côté des maisons des mis-

Tableau 1

Chronologie des différents cycles de riziculture

Saisons de culture	Vary Aloha	Vary Sia	Vakiambiatty
Semis en pépinière	Avril-mai	Septembre	Octobre
Repiquage	Août-septembre	Novembre	Décembre
Récolte	Janvier	Mars	Avril-mai

Chronology of the different rice growing seasons

sionnaires et des étudiants. Cette construction nécessitait de creuser d'énormes fosses d'emprunt de terre à briques par une main-d'œuvre venue de la côte.

L'extension de l'épidémie a coïncidé avec la levée de troupes (Andriana et Hova) par la reine, en 1879, et s'est effectuée le long des vallées irriguées sur l'ensemble des Hautes Terres. Les vallées orientées vers l'ouest ont été les plus touchées. [2, 5-7] (*photo 4*).

En 1903, Devaux [8] a décrit l'épidémie de Betafo qui faisait suite à des activités de défrichage; son observation était minutieuse, même s'il en concluait que le paludisme n'était pas transmis par des moustiques.

Une deuxième épidémie, qui pourrait être une réactivation de la première, a été décrite dès la conquête française et Gallieni [6] rapporte que, « en 1885, les troupes hovas destinées à combattre l'expédition française furent atteintes de la fièvre de l'Avaradrano et les décès furent nombreux ». Seule la partie orientale des Hautes Terres fut épargnée. L'endémie s'installa alors solidement, entre 900 et 1 500 mètres, et fut peu sensible aux différentes mesures de lutte antilarvaire,

physique et biologique (poissons larvivores) ainsi qu'à la chimioprophylaxie à la quinine.

À partir de 1949 la lutte antipaludique s'organisa sur la base de la chimioprophylaxie des enfants (« nivaquinisation ») [9] et des traitements intradomiciliaires au DDT [10].

En 1962, le paludisme était considéré comme « éradiqué » des plateaux. Il s'agissait, en fait, d'une élimination temporaire puisqu'il subsistait des « foyers résiduels » où persistait une faible transmission, autour du lac Itasy, à Ankazobe et à Anjozorobe [11]. Lorsque les pulvérisations de DDT furent arrêtées en 1961, ces foyers, sous surveillance, continuèrent à être traités, irrégulièrement, en fonction des informations épidémiologiques. Il faut souligner que les résultats de la lutte antipaludique furent nettement moins bons dans les régions côtières à forte endémicité [12].

En 1975, tout traitement insecticide fut arrêté. En 1979, la « nivaquinisation » des enfants n'a plus été assurée et les médicaments antipaludiques sont devenus de moins en moins disponibles.

Dès lors, une augmentation de la morbidité palustre fut constatée [13]. Au dis-

Photo 4. Province de Fianarantsoa: rizières de vallée et en terrasse (cliché J. Mouchet).

Photo 4. Fianarantsoa: rice fields in the valley and in low terraces.



pensaire des Ursulines d'Analaroa, le nombre des patients atteints de paludisme quadruplait en 1980 [Sœur Rossella, comm. pers.] et des traitements au DDT étaient même exécutés par des volontaires locaux.

En 1987, deux missions de l'OMS, intervenant à la suite de rapports alarmistes de l'Institut Pasteur de Madagascar, faisaient connaître l'ampleur de l'épidémie à laquelle elles attribuaient de 70 000 à 100 000 morts par an. Les médias amplifiaient le côté cataclysmique de la situation. *Le Monde* titrait 300 000 morts.

En 1988, Mouchet et Baudon [14] estimaient la surmortalité annuelle due au paludisme dans une fourchette de 15 000 à 30 000 par an, ce qui est déjà considérable.

Le nombre de cas s'est ensuite maintenu à un niveau très élevé dans les zones non protégées par le DDT et 1988 ne marque nullement la fin de l'épidémie. En fait, il serait plus juste de dire que l'on venait d'assister à une recrudescence de l'endémie qui tendait à retrouver son niveau d'avant 1949. L'absence de prémunition de la population et le manque d'accès aux médicaments ont conféré à cette remontée du paludisme un caractère dramatique.

À partir de 1988-1989, la chloroquine a été diffusée largement, non seulement dans les filières médicales, mais aussi par les épiciers, les instituteurs, les volontaires locaux, etc. La population a pu s'«autotrainer» à un prix abordable à défaut d'être prise en charge par des centres de santé. Les traitements insecticides focaux, de 1989 à 1991 [15], puis massifs à partir de 1993 ont très sérieusement fait régresser la maladie [obs. pers. au dispensaire d'Analaroa].

Rizières, anophèles et épidémies

La rizière est, avant tout, un plan d'eau peu profond en constante évolution. Après le repiquage, il est ensoleillé; la végétation y est rare. Il héberge alors des larves d'*Anopheles arabiensis* qui persistent pendant tout l'été, dans les plages dégagées et les collections d'eau temporaires liées aux pluies. À mesure que le riz pousse, la densité de la végétation augmente et l'ensoleillement du plan d'eau diminue. C'est alors que se déve-

Photo 5. Ankazobe : recherche des larves d'*A. funestus* dans les rizières (cliché J. Mouchet).

Photo 5. Ankazobe : harvesting *A. funestus* larvae in rice fields.



loppent les populations d'*An. funestus* qui atteignent leur acmé pendant l'épiaison et la maturation, puis persistent ensuite dans les jachères où la végétation est abondante [16] (photo 5). Dans les récoltes d'anophèles adultes des villages riverains, on retrouve cette dualité. *An. arabiensis*, prédominant d'octobre à janvier, est peu à peu remplacé par *An. funestus* qui atteint ses plus fortes densités de mars à mai [17].

En dehors des rizières, les gîtes à *An. funestus* sont rares, moins de 5 % à Ankazobe [16]. Ceux d'*An. arabiensis* sont plus fréquents mais sont loin d'atteindre la même superficie que ceux des surfaces irriguées.

Les deux espèces sont des vecteurs bien connus du paludisme mais n'ont pas la même compétence vectorielle. *An. arabiensis*, plus zoophile qu'anthropophile, reste peu de temps dans les maisons. Il n'est pas un très bon vecteur à Madagascar où l'indice sporozoïtique, c'est-à-dire le pourcentage de spécimens porteurs de sporozoïtes dans leurs glandes salivaires, est inférieur à 0,3 % [18, 19]. *An. funestus*, au contraire, pique de préférence l'homme et se repose dans les maisons. Son indice sporozoïtique est, généralement, supérieur à 1 %. C'est un excellent vecteur [20, 21]. Dans les villages des Plateaux, la plupart des cas de paludisme à *P. falciparum* s'observent entre février et mai [17, 22, 23], c'est-à-dire lorsque les rizières produisent de fortes quantités d'*An. funestus*. Au dispensaire d'Analaroa, de 1971 à

1993, le paludisme représentait 5 % des consultations de septembre à décembre, et de 25 à 35 % de février à mai [Sœur Rossella, comm. pers.].

Le calendrier de la pathologie palustre suit donc, et c'est logique, la dynamique des populations d'anophèles. Lorsqu'*An. arabiensis* est seul présent, l'incidence de la maladie est à son plus bas niveau. Elle augmente à mesure qu'*An. funestus* devient abondant. Comme ces deux moustiques se développent essentiellement dans les rizières, c'est, en définitive, la superficie et la proximité des surfaces irriguées qui déterminent l'intensité de la transmission du paludisme et le calendrier culturel qui module ses manifestations cliniques sur les Plateaux (photo 6). Au cours de l'histoire, c'est après l'introduction de la riziculture irriguée que le paludisme à *P. falciparum* est apparu sur les plateaux: il y a eu création de gîtes favorables aux vecteurs et apport de parasites par les manœuvres venus des plaines côtières [5].

On a, parfois, relié la première épidémie de 1878 aux grands travaux de construction qui avaient créé de multiples gîtes dans les fosses d'emprunt de terre. Ce point n'est, certes, pas à négliger, mais ces gîtes produisent exclusivement *An. arabiensis*, piètre vecteur. En revanche, il y avait déjà des rizières et on doit tenir compte du rôle probable d'*An. funestus*, attesté par les recrudescences de la maladie en fin de saison des pluies, période de sa pullulation [6, 8].

Les campagnes de lutte insecticides, entre 1949 et 1960, avaient éliminé *An. funestus* de très nombreux villages [1, 24], mais il réapparaissait dans certains foyers dès 1964 [25]. Ce retour a été l'une des causes, mais pas la seule, de la troisième épidémie de 1987. On a, en effet, constaté de fortes poussées dans des villages où cet anophèle était rare [21]. Même si le responsable de l'épidémie a pu être *An. arabiensis* dans certains villages, l'origine des deux espèces reste la même: la rizière.

La prévention du paludisme sur les Plateaux

La prévention collective du paludisme dans les pays d'endémie repose sur la lutte contre les vecteurs, même si le traitement précoce des cas reste l'intervention prioritaire en santé publique, associée à la chimioprophylaxie des groupes à risque.

La lutte antilarvaire par des poissons larvivores (*Gambusia affinis*) et diverses mesures d'aménagement de l'environnement, entreprises dès 1922, n'ont guère eu de résultat tangible. Il faut attendre la fin de la Deuxième Guerre mondiale pour disposer d'un produit efficace, le DDT. Appliqué en pulvérisations intradomiciliaires (2 g/m²), il eut raison du paludisme sur les Plateaux, mais il faut rappeler que les résultats furent nettement moins convaincants dans les régions côtières [2].

Lors de l'épidémie de 1987, les traitements au DDT ont été repris, localement en 1988-1989, puis sur l'ensemble des Plateaux (sauf les villes et les zones au-dessus de 1 500 mètres) en décembre 1993 et 1994; ils devraient être poursuivis en 1995. Les résultats ont été spectaculaires puisque le nombre des malades consultant pour paludisme au dispensaire d'Analaroa (100 km au nord-est d'Antananarivo) a baissé de 80 % en 1994 et pendant le premier semestre de 1995 [Sœur Rosella, comm. pers] par rapport à la même période de l'année précédente; il semble que nombre des malades de 1995 proviennent de villages qui n'ont pu être traités parce qu'inaccessibles par la route (photo 7).

Le traitement revient à environ 1 \$ US par personne protégée et par an, ce qui,

Photo 6. Rizières à différentes étapes d'évolution, 60 kilomètres au sud d'Antananarivo (cliché S. Laventure).

Photo 6. Rice fields at different stages of growth (60 km South of Antananarivo).



Photo 7. Le dispensaire d'Analaroa où ont été recueillies les informations épidémiologiques (cliché J. Mouchet).

Photo 7. Analaroa health center which provided most of the epidemiological data.

en soit, n'est pas cher mais constitue, néanmoins, une lourde charge pour les bailleurs de fonds qui posent la question rituelle: quand pourra-t-on arrêter les traitements? Pour compléter l'argument financier, certains donneurs mettent en cause les effets délétères du DDT sur la santé et l'environnement. Les premiers n'ont jamais été prouvés et les seconds sont négligeables dans les traitements intradomiciliaires où l'insecticide est séquestré dans les murs [26].

L'emploi d'autres insecticides, organophosphorés, carbamates ou pyréthri-noïdes, doublerait pour le moins le prix des traitements.

Les moustiquaires imprégnées de pyr-

thri-noïdes constitueraient une bonne solution de remplacement théorique aux traitements intradomiciliaires. La protection de la communauté pourrait être assurée à moindre prix par ses propres membres avec une petite aide technique. Mais, sur les Plateaux, la plupart des ménages n'utilisent pas de moustiquaires et faire accepter leur usage permanent n'est pas facile en l'absence d'une nuisance culicidienne motivant une demande de protection. De plus, le prix des moustiquaires est trop élevé pour le budget des ménages. Il varie de 15 FF, pour celles importées du Sud-Est asiatique, à plus de 100 FF pour celles disponibles sur le marché local.

Summary

Rice: a source of life and death on the Highlands of Madagascar

S. Laventure, J. Mouchet, S. Blanchy, et al.

Since the 17th century, Europeans travelling in Madagascar described the contrast between the fever-free Plateau and the fever-ridden coasts. The former were inhabited by people of Asiatic origins and the latter by African migrants. At the end of the 18th century, "Merina" kings developed land irrigation and rice cultivation, using manpower from the coasts. Since then, rice has become a monoculture covering most of the arable lands of the Highlands.

The first malaria epidemic occurred in the Tananarive area in 1878, and rapidly spread throughout the Plateau. The mortality rate was high. A second epidemic in 1895 may have been a resurgence of the previous one. Subsequently, malaria became meso-epidemic despite control measures, mainly consisting of larvivorous fishes, quinine treatment and prophylaxis.

In 1949, an eradication program was launched based on DDT house-spraying and chloroquine prophylaxis in children. It was very successful on the Highlands where malaria disappeared, in 1962. Spraying was cancelled and only three small foci remained under surveillance. In 1987 and 1988, a malaria outbreak devastated the plateau. Subsequently, intensive spraying operations brought the situation under control by 1993.

The main malaria vector on the Madagascar Highlands is *An. funestus*. More than 95% of its breeding sites are in the rice fields just before the harvest and afterwards in the fallow lands. The vector peak and the corresponding peak of malaria cases occur between February and May, depending on the farming calendar. The second but less important vector, *An. arabiensis*, breeds in the rice fields just after seeding when the surface water is sunlit. Although rice fields remain the main source of this vector, it also breeds in rainwater pods and borrow-pits.

Malaria vectors on the plateau are products of human activities of rice cultivation, which is the basis of the economy.

The epidemiological importance of rice fields varies greatly from one country to another. In Southeast Asia, the rice fields harbor several anopheline species most of which are only vectors of *P. vivax*. In West Africa where malaria is holoendemic, they produce large populations of *An. gambiae*; however, the malaria pattern is unaltered and remains at peak levels. In the dry areas of southern Madagascar, the vector *An. funestus* and meso-hyperendemic malaria are restricted to areas of cultivated rice. In West and Central Africa, *An. funestus* is never found in rice fields even though it is common in marshes. In Madagascar, this vector breeds in irrigated rice fields.

Because it is practically impossible to control anophelines in rice fields by chemical, biological and ecological methods on the Highlands of Madagascar, house-spraying remains the best method for mass malaria control. Bed-nets impregnated with pesticides may offer an alternative, but their use is resisted by the local population.

Cahiers Santé 1996; 6: 79-86

La lutte antilarvaire est peu raisonnable étant donné l'étendue des gîtes à traiter. L'utilisation de *Bacillus thuringiensis* [27] exigerait un traitement tous les 15 jours, soit 3,5 kilos de Vectobac® par personne et par an, pour un coût de 7 à 10 \$ US per capita. L'emploi d'un organophosphoré comme le téméphos (Abate® à 1 g/m²), bien que moins cher, ne serait

pas compétitif avec les traitements intradomiciliaires. De plus, l'efficacité en termes de réduction du paludisme et de la lutte antilarvaire n'a jamais été démontrée sur les Plateaux et les résultats ont été assez médiocres un peu partout dans le monde [28]. Les poissons larvivores, introduits il y a 70 ans, n'ont pas eu d'effet perceptible.

Reste la lutte écologique par assèchement périodique des rizières à intervalles de quatre à cinq jours. En Chine, cette technique culturale est pratiquée dans certaines régions, pour éviter la formation de tourbe lors de l'utilisation de l'engrais humain. Il s'ensuit une réduction sensible du nombre des moustiques, notamment d'*An. sinensis* et de *Culex tritaeniorhynchus* [29]. La même méthode d'irrigation intermittente a amené une forte réduction d'*An. atroparvus* au Portugal [30]. Mais, nulle part, on n'a mesuré l'impact de cette réduction numérique des vecteurs sur l'incidence du paludisme.

À Madagascar, l'irrigation intermittente a été essayée dans de petites parcelles, avec des résultats intéressants sur le plan de la production. Mais sa généralisation se heurte à l'insuffisance de la maîtrise de l'eau, tant pour son apport que pour son drainage. En tout état de cause, l'aide qu'elle serait susceptible d'apporter à la lutte contre le paludisme reste à évaluer. Il est peu probable qu'elle soit un argument suffisant pour la vulgarisation de cette technique culturale.

Pour l'heure, il n'y a pas de stratégie crédible et immédiatement disponible pour remplacer les traitements intradomiciliaires sur les Plateaux.

Les rizières et le paludisme ailleurs dans le monde

La riziculture irriguée occupe une place considérable dans l'économie des zones tropicales où sévit l'endémie palustre, en particulier en Asie du Sud-Est et en Afrique.

Les conséquences de ce type de culture sur la santé sont très différentes, suivant les zones biogéographiques et l'épidémiologie de la maladie.

En Asie du Sud-Est, les anophèles qui se développent dans les rizières (*An. sinensis*, *An. subpictus*, *An. philippinensis*, *An. aconitus*, etc.) ne sont, en général, pas de bons vecteurs et n'assurent, tout au plus, que la transmission de *P. vivax*. Aussi oppose-t-on les plaines rizicoles «saines» aux forêts de collines très impaludées où vivent *An. minimus* et *An. dirus*, les vecteurs majeurs du paludisme dans la région [31].

En Afrique, dans le delta du fleuve Sénégal, l'eau des rizières, légèrement salée, est surtout favorable à *An. pharoensis*, très médiocre vecteur; le paludisme stagne à un très faible niveau d'endémicité [32]. Au Burkina Faso, les rizières sont les gîtes des anophèles du complexe *An. gambiae*, mais elles hébergent peu ou pas d'*An. funestus*. Sans que l'on s'explique pourquoi, les *An. gambiae* issus des rizières sont moins bon vecteurs que ceux des gîtes naturels de savanes. Les rizières aggravent d'autant moins la situation du paludisme que celui-ci sévit à l'état holoendémique dans toute la région et que les habitants sont déjà en état de superinfection [33-35].

Au Burundi, en moyenne altitude, dans une région de paludisme instable, la riziculture multipliant *An. arabiensis* a amené un net accroissement du paludisme qui s'est stabilisé à niveau mésoendémique [36].

Au Kenya, la présence d'*An. funestus* est très discutable. *An. arabiensis* et, parfois, *An. gambiae* s.s. sont les hôtes des rizières. Mais, dans la région où les études ont été faites, le paludisme est déjà méso ou hyperendémique et les auteurs n'ont pas prouvé une aggravation de la situation [37].

À Madagascar, [38] dans les régions côtières hyperendémiques, la présence de rizières ne change guère la situation et les études actuelles sont insuffisantes pour montrer une détérioration de la situation. Mais, dans l'Androy, au sud du pays où le paludisme est instable et hypoendémique, la présence de rizières augmente considérablement l'endémie. À Behara, par exemple, où *An. gambiae* s.l. et, surtout, *An. funestus* se développent dans les périmètres irrigués, la prévalence parasitaire atteint 50% [Laventure et Marrama, obs. pers.] alors qu'à Tsihombé, dans le « bush » xérophile, elle est inférieure à 15% [Jambou, comm. pers.].

D'une façon générale, les rizières sont sources de moustiques mais pas forcément de paludisme, selon les espèces de culicidés en cause. Il n'y a donc pas de règle générale sur leur incidence en santé publique et chaque cas mérite une évaluation particulière.

Conclusion

Sur les Plateaux de Madagascar, le paludisme est étroitement lié aux rizières qui constituent la principale source d'alimen-

tation pour la population, d'où le titre de notre article. Il s'est implanté avec la riziculture irriguée au XIX^e siècle et se maintient grâce à elle. Il est donc anthropique.

Cette situation est assez exceptionnelle et ne se rencontre nulle part ailleurs dans le monde sauf, peut-être, en quelques points du sud de la Grande Île.

Dans l'immédiat, il n'y a pas d'espoir de modifier les méthodes culturales pour des seuls objectifs de santé. Aussi, ne peut-on compter que sur des mesures spécifiques, comme les pulvérisations intradomiciliaires en opération actuellement, pour assurer à la population une prévention contre le paludisme. Le traitement curatif des malades ainsi que la chimioprophylaxie des groupes à risque restent évidemment prioritaires ■

Remerciements

Nous souhaitons remercier, pour leur aide et les informations qu'ils nous ont communiquées :

- le service antipaludique de la Direction de la lutte contre les maladies transmissibles du ministère de la Santé, particulièrement les docteurs A. Rakotonjanabelo et G. Ranaivoson;
- Sœur Rossella, médecin du dispensaire d'Analaroa (district d'Anjozorobe);
- l'équipe du laboratoire du paludisme de l'Institut Pasteur de Madagascar et le Dr R. Jambou.

Références

1. Mayeur N. Voyages dans le sud et dans l'intérieur des terres (1777). Rédigé par Froberville. *Bull Acad Malgache* 1913; XII, 1^{re} partie.
2. Raison JP. *Les Hautes Terres de Madagascar et leurs confins occidentaux. Enracinement et mobilité des sociétés rurales*. Paris: Orstom/Karthala, 1984. 2 tomes: tome 1, 651 p.; tome 2, 605 p.
3. Le Bourdieu F. *Hommes et paysages du riz à Madagascar. Étude de géographie humaine*. Antananarivo: FTM, 1974; 648 p.
4. Dupré C. *Trois mois de séjour à Madagascar*. Paris, lahure imp., 1863; 281 p.
5. Raison-Jourde F. *Bible et pouvoir à Madagascar au XIX^e siècle*. Paris, Karthala 1991; 840 p.
6. Gallieni J. *Madagascar de 1896 à 1905*. Rapport au ministre des Colonies, 30 avril 1905. Imp. off. Madagascar.
7. Grandidier G. *Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar*. Paris: Hachette, 1928, vol. IV, t. 4.
8. Devaux C. Une épidémie de malaria sans moustiques à Madagascar. *Rev Troupes Coloniales* 1903: 87-8.
9. Joncour G. La lutte contre le paludisme à Madagascar. *Bull OMS* 1956; 15: 711-23.

10. Estrade F. Bilan de dix années de lutte antipalustre: problèmes actuels. 3^e Congrès de la PIOSA Tananarive 1957: 75-6.

11. Lumaret R. *Études sur le paludisme à Madagascar*. Rap. ronéo. SNLP, Antananarivo 1962; 232 p.

12. Hamon J, Mouchet J, Chauvet G, Lumaret R. Bilan de quatorze années de lutte contre le paludisme dans les pays francophones d'Afrique et à Madagascar. *Bull Soc Path Exot* 1963; 56: 933-71.

13. Rakoto B. *La lutte antipaludique sur la haute région de Madagascar*. Thèse Univ. Tananarive, n°75, 1979.

14. Mouchet J, Baudon D. *Mission d'expertise sur le paludisme à Madagascar, 19 octobre-2 novembre 1988*. Rapport au ministère de la Coopération. Paris, 38 p.

15. Randraintsimaniry D. Lutte antivectorielle dans l'épidémie des plateaux de Madagascar. *Cah Santé* 1995; 5: 392-6.

16. Marrama L, Rajaonarivelo E, Rabarison P, Laventure S. *Anopheles funestus* et la riziculture sur les plateaux de Madagascar. *Cah Santé* 1995; 5: 415-9.

17. Rabarinalala L, Rabarison P, Lepers-Rason MD, et al. Surveillance épidémiologique du paludisme dans trois villages des hautes terres malgaches. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1993; 60: 43-9.

18. Fontenille D, Laventure S. Unité de recherche en entomologie médicale. Rapport de fonctionnement 1990. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1991; 59: 148-90.

19. Laventure S. Rapport annuel d'activité. Unité d'entomologie médicale, 1991-1992. *Institut Pasteur de Madagascar*.

20. Fontenille D. Hétérogénéité de la transmission des paludismes à Madagascar. *Mem Soc Roy Belge Entomol* 1992; 35: 129-32.

21. Fontenille D, Lepers JP, Campbell GH, Coluzzi M, Rakotoarivony I, Coulanges P. Malaria transmission and vector biology in Manarintsoa, high plateaux of Madagascar. *Am J Trop Med Hyg* 1990; 43: 107-15.

22. Blanchy S, Rakotonjanabelo A, Ranaivoson G, Rajaonarivelo E. Épidémiologie du paludisme sur les hautes terres malgaches. *Cah Santé* 1993; 3: 155-60.

23. Lepers JP, Fontenille D, Andriamangataiana-Rason MD, Deloron P, Coulanges P. Facteurs écologiques de la recrudescence du paludisme à Madagascar. *Bull Soc Path Exot* 1990; 83: 330-41.

24. Lacan R. L'anophélisme des plateaux de Madagascar en 1952. *Mem Inst Sc Madagascar, Série E* 1953; 4: 503-18.

25. Fontenille D, Rakotoarivony I. Reappearance of *Anopheles funestus* as a malaria vector in the Antananarivo region in Madagascar. *Trans Roy Soc Trop Med Hyg* 1988; 82: 644-5.

26. Mouchet J. Le DDT en santé publique. *Cah Santé* 1994; 4: 257-62.

27. Romi R, Ravoniharimelina B, Ramiakajata M, Majori G. Field trials of *Bacillus thuringiensis* H14 an *B. sphaericus* formulations against *Anopheles arabiensis* in the Central Highlands of Madagascar. *J Am Mosq Control Assoc* 1993; 3: 325-9.

28. Mouchet J, Robert V, Carnevale P, et al. Le défi de la lutte antipaludique en Afrique tropicale: place et limite de la lutte antivectorielle. *Cah Santé* 1991; 1: 277-88.

29. Lu Bao Lin. The wett irrigation method of mosquito control in rice fields. An experience of intermittent irrigation in China. *Environmental Management for Vector Control in Rice Fields. FAO Irrigation and Drainage* 1984; paper 41: 130-2.

30. Hill RB, Cambournac FJC. Intermittent irrigation in rice cultivation and its effects on field, water consumption and anopheles production. *Am J Trop Med* 1941; 21: 123-44.

31. Mouchet J. Le paludisme en Afrique et dans la péninsule indochinoise. *Symposium intern. Paludisme (en langue française) AUPELF-UREF*, 24-26 novembre 1992. Hô Chi Minh-Ville 1992: 24.

32. Faye O, Fontenille D, Gaye O, et al. Paludisme et riziculture dans le delta du fleuve Sénégal. *Ann Soc Belge Med Trop* 1995; 75: 179-89.

33. Faye O, Fontenille D, Hervé JP, Diack PA, Diallo S, Mouchet J. Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal. 1. Données entomologiques sur la transmission. *Ann Soc Belge Med Trop* 1993; 73: 21-30.

34. Mouchet J, Carnevale P, Coosemans M, et al. Typologie du paludisme en Afrique. *Cah Santé* 1993; 3: 220-38.

35. Robert V, Ouedraogo V, Carnevale P. La transmission du paludisme dans un village au centre de la rizière de la vallée du Kou, Burkina Faso. *Le paludisme en Afrique de l'Ouest*. Paris, Orstom, 1991: 5-15.

36. Coosemans M, Wery M, Storne B, Hendrix L, Mfisi B. Épidémiologie du paludisme dans la plaine de la Ruzizi, Burundi. *Ann Soc Belge Med Trop* 1984; 64: 135-58.

37. Grainger WE. The experimental control of mosquito breeding in rice fields in Nyanza Province, Kenya, by intermittent irrigation and other methods. *East Afr Med J* 1947; 24: 16-24.

38. Mouchet J, Blanchy S, Ranaivoson G, et al. Stratification épidémiologique du paludisme à Madagascar. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1993; 60: 50-9.

Résumé

Dès le XVII^e siècle, les chroniqueurs de Madagascar signalaient la dualité entre les Plateaux «salubres» et des côtes où sévissaient des fièvres pernicieuses. Les premiers étaient habités par une population d'origine asiatique, les secondes par des migrants africains. Dès le XVIII^e siècle, les rois «merina» développèrent la culture du riz irrigué sur les plateaux avec l'aide d'une main-d'œuvre côtière. Actuellement, cette céréale y est devenue une monoculture qui occupe la plupart des terres arables.

La première épidémie de paludisme se manifesta aux environs de Tananarive, en 1878, et gagna toutes les Hautes Terres en provoquant une mortalité considérable. Une deuxième épidémie, peut-être simple résurgence de la première, se manifesta en 1895. Tout aussi meurtrière, elle touchait à la fois le corps expéditionnaire français et les troupes «hova» qui lui étaient opposées. Puis, le paludisme s'endémisa à un niveau mésoendémique jusqu'en 1949.

Les mesures de lutte, traitements intradomiciliaires au DDT et chimioprophylaxie à la chloroquine, éliminèrent le paludisme des Plateaux qui, en 1962, étaient considérés comme assainis; les pulvérisations furent arrêtées. Seuls trois foyers, fonctionnant à bas bruit, étaient placés sous surveillance. En 1987, le paludisme se manifestait à nouveau bruyamment avec son cortège de morts. La reprise des mêmes méthodes de lutte jugulèrent d'abord la mortalité puis la maladie elle-même.

Le principal vecteur sur les Plateaux est *An. funestus*. Plus de 95 % de ses gîtes larvaires sont constitués par les rizières, aux stades avancés de l'épiaison, de la maturation puis de la jachère. Sa période d'abondance de février à mai, qui est aussi celle où se manifestent la plupart des accès palustres, est déterminée par le calendrier cultural. Le deuxième vecteur, *An. arabiensis*, se développe lui aussi dans les rizières, après le labour et le repiquage, lorsque le plan d'eau est ensoleillé; il prolifère aussi dans des collections d'eau de pluie ou des fosses d'emprunt de terre, mais la rizière reste son site de prédilection.

Les vecteurs du paludisme, sur les Plateaux, sont le produit des activités de l'homme étroitement liées à la riziculture, base de l'économie, d'où le titre de cet article. Cette situation est tout à fait particulière.

Le rôle épidémiologique des rizières est éminemment variable. En Asie du Sud-Est, elles hébergent des espèces d'anophèles qui ne sont pas vecteurs, ou tout au plus de *P. vivax*, et elles constituent des zones saines. En Afrique de l'Ouest, où le paludisme est holoendémique, elles produisent d'énormes quantités d'*An. gambiae*, sans modifier la situation d'un paludisme déjà à saturation. Au Burundi, les rizières productrices d'*An. arabiensis* sont à l'origine d'une endémo-épidémie. Dans le sud de Madagascar, les zones rizicoles contrastent avec le «bush» xérophile par la présence d'*An. funestus* et d'une forte endémie palustre.

Il faut souligner qu'en Afrique de l'Ouest et du Centre, il n'y a pas d'*An. funestus* dans les rizières, bien que l'espèce soit abondante dans les marais environnants. Au contraire, à Madagascar, on trouve cette espèce dans toutes les rizières.

La quasi-impossibilité de contrôler le développement des larves d'anophèles dans les rizières par des méthodes chimiques, biologiques ou écologiques ne permet pas de trouver des solutions de remplacement efficaces au traitement intradomiciliaire avec des insecticides rémanents, qui donnent toujours d'excellents résultats sur les Plateaux de Madagascar. Les moustiquaires imprégnées pourraient constituer une méthode de remplacement valable, mais elles ne sont pas utilisées spontanément par la population.