

Chapitre 8

Pascal HANDSCHUMACHER, Jean-Marc DUPLANTIER

Géographie de la santé



Introduction

L'histoire de la géographie de la santé à l'IRD de Madagascar ne peut être abordée *ex abrupto* sans la resituer dans le champ plus vaste qui est celui des relations entre les maladies et leur environnement. Derrière le terme « environnement » qui constitue une véritable boîte noire porteuse de sens multiples au gré des disciplines, voire des individus qui l'utilisent, se cache pourtant une véritable préoccupation de définir le contexte dans lequel se développent les maladies et d'en comprendre les processus constitutifs et évolutifs. Si la géographie, de par sa mission d'inscrire les phénomènes dans l'espace et d'en comprendre les processus générateurs de disparités, s'inscrit dans cette vision, elle n'est pas la seule, se nourrissant alors de multiples autres démarches disciplinaires et résultats antérieurs ou parallèles. L'histoire de la géographie de la santé à Madagascar sous l'égide de l'Orstom puis de l'IRD est donc faite d'une démarche originale en étroite synergie avec les travaux qui la précèdent et les disciplines qui l'accompagnent. C'est cette histoire, essentiellement récente mais sans renier ce qu'elle doit au passé, qui est relatée ici à travers quelques résultats marquants autour de ces trois grandes questions qui guident les études en géographie et donc en géographie de la santé : où, quand, comment ?

Une histoire à multiples entrées

De nombreuses maladies sont sources de problèmes de santé publique majeurs dans la zone intertropicale et font l'objet de traitements curatifs performants. Pour ne citer que quelques pathologies à transmission vectorielle comme le paludisme, la peste ou les schistosomoses qui font ou ont fait l'objet d'une attention particulière à Madagascar, il existe des moyens thérapeutiques de

prendre en charge, la plupart du temps efficacement, les malades. Pourtant, ces pathologies continuent de provoquer de nombreux décès ou au moins de se révéler gravement invalidantes. À Madagascar, l'épidémie de paludisme qui a sévi sur les Hautes Terres entre 1986 et 1988 (LEPERS *et al.*, 1988), la peste qui sévit de manière endémique en zone rurale depuis les années 1920 ou épidémique dans la ville de Mahajanga en 1991 puis en 1995-1996 (voir CHANTEAU *et al.*, 1998 ou MIGLIANI *et al.*, 2006 pour des revues récentes), et les schistosomoses intestinale et urinaire (ROUX *et al.*, 1994) sont là pour rappeler que malgré les avancées scientifiques, ces pathologies n'appartiennent pas au passé. Si les thérapies pourtant médicalement efficaces ne sont pas suffisantes pour répondre à ces problèmes de santé publique, il convient alors de s'interroger à d'autres niveaux sur les mesures à prendre pour lutter contre la maladie ou la prévenir.

À l'échelle historique, l'approche des maladies de l'homme a évolué au gré des époques, des connaissances, et des fondements culturels des sociétés (PROST, 1995). Pendant longtemps, a été privilégiée la perception des tableaux cliniques entraînant une attitude thérapeutique fondée sur la volonté de résorber les symptômes. En effet, si l'on trouve depuis l'antiquité de nombreux exemples de médecins et de savants conscients du poids des facteurs extérieurs à l'homme dans l'existence de la maladie, il faut attendre le XIX^e siècle pour voir se développer par ceux que l'on appelle alors les hygiénistes, les véritables premiers programmes de santé publique. Puis les avancées scientifiques, notamment liées aux découvertes pastoriennes, ont permis d'identifier de plus en plus d'agents responsables des maladies et partant, de démonter les chaînes de la transmission et/ou les mécanismes de la contagion. Ces avancées permettaient d'avoir, en plus d'une attitude strictement curative, les moyens de développer la prévention en s'attaquant à l'agent causal. Dans la zone intertropicale, la recherche de la cause des maladies dans le milieu environnant apparaît à partir de la fin du XIX^e siècle et de la première moitié du XX^e siècle dans de nombreux écrits dus notamment aux médecins militaires et missionnaires qui sont au contact direct de la maladie.

L'avancée des connaissances des modes de transmission et des phénomènes de contagion transforme une perception intuitive des causes, fondée sur des observations pour lesquelles on ne dispose d'aucune donnée scientifique prouvée, en des relations de cause à effet où la place de chaque élément de la chaîne épidémiologique est démontrée (voir GIRARD, 1964, pour un état des lieux à Madagascar entre les deux guerres mondiales). On passe ainsi des miasmes comme cause perçue de la malaria à la réalité de la chaîne épidémiologique du paludisme. D'un point de vue pratique, les pouvoirs publics ont su en tirer certaines conclusions dans le domaine de la lutte. On constate que ces mesures ne peuvent être appliquées que dans le cadre d'un contrôle territorial et social fort, allant parfois jusqu'à les imposer contre la volonté de la population. Mais il ne faut pas voir dans cette difficulté de passer du stade de la connaissance à celui de l'action, la désaffection progressive qu'a connue ce type d'approche intégrée. Plus que des contraintes sociales et politiques, cette approche systémique des maladies a surtout été victime des progrès même de la médecine et de la biologie. Si la connaissance de la transmission des principaux problèmes de santé publique a largement

bénéficié de ces progrès, de nouvelles interrogations scientifiques ont été mises en lumière par ce fait même. L'évolution dans l'approche des problèmes de santé publique s'est donc faite au profit d'une plus grande spécialisation rendue nécessaire à la fois par l'obligation de maîtriser des outils sans cesse plus sophistiqués, et par celle d'assimiler une masse de connaissances sans cesse grandissante.

Cette évolution, liée à celle de l'approche scientifique elle-même, a ainsi conduit à une dérive éloignant pour des raisons bien légitimes chaque domaine d'intervention et de compréhension de son voisin. Les résultats des stratégies de lutte vont s'en ressentir alors que les résultats en matière de soins ne font que progresser. Ainsi, le niveau de « performance » qui est atteint dans le domaine curatif est encore trop souvent grevé par méconnaissance de l'ensemble des systèmes de santé.

L'étude de la diversité humaine et biologique de la Grande Île qui a fasciné et continue de fasciner de nombreuses générations de chercheurs (depuis DE FLACOURT 1658 [réédition 2007] jusqu'à GOODMAN et BENSTEAD, 2003) et ses impacts en termes de santé humaine n'ont pas échappé à cette tendance historique globale. L'articulation entre milieux et sociétés comme tenants d'un même système dont les protagonistes interagissent en permanence, n'a que très peu fait l'objet d'approches intégrées dans le domaine de la santé humaine, domaine pourtant largement investigué par des générations de chercheurs de toutes nationalités (voir la synthèse de CHANTEAU *et al.*, 2006 dans le cas de la peste). Les relations entre ces environnements multiples et les maladies qui frappent les populations malgaches, non qu'elles aient été négligées, ont durant les trente dernières années, essentiellement été l'objet de recherches biologiques dans lesquelles la construction sociale des environnements à risque a plus fait l'objet de descriptions que d'analyses. Mais une approche systémique des problèmes de santé humaine est à Madagascar, comme dans le reste du monde scientifique, une préoccupation renaissante.

À Madagascar, l'âge d'or de l'étude des relations environnement et santé qui apparaît au début du XX^e siècle lorsque les processus générateurs de la transmission des maladies faisaient l'objet de connaissances nouvelles à un rythme accéléré, a vu se développer nombre de travaux de terrain (LHUERRE, 1937) par des chercheurs dont les connaissances dépassaient bien souvent le strict champ disciplinaire tel qu'il est défini actuellement (voir BRYGOO, 1966 pour une synthèse des travaux historiques sur la peste à Madagascar, par exemple). Puis est venue l'heure des progrès sectoriels de plus en plus précis grâce à une technologie sans cesse améliorée, le temps des spécialistes, et avec lui l'absence de temps pour resituer les maladies dans leur contexte global, hormis quelques médecins autant écologues que disciples d'Hippocrate (BRYGOO, 1967 a, b, 1972). BUCK et COURDURIER (1962), ainsi que RIBOT et COULANGES (1982) ont aussi établi des listes des principales zoonoses à Madagascar avec leurs caractéristiques environnementales.

Cette spécialisation des recherches dans le domaine biomédical a dès lors laissé un champ libre à quelques disciplines dont la géographie qui, dans sa volonté de comprendre les spécificités et hétérogénéités spatiales, a commencé à investir à

Madagascar un domaine, celui de la santé, dont elle s'était longuement absentée. Le premier article de géographie médicale à Madagascar est un article relatif aux schistosomoses (ROZE, 1978) suivi par celui d'un géomorphologue, M. Petit, publié dans les *Cahiers de géographie de Madagascar* en 1982 et relatif à l'explication de la dichotomie frappant la répartition des deux schistosomoses humaines sévissant sur la Grande Île (PETIT *et al.*, 1982). Largement ancré dans la géographie physique, cet article ne laisse encore que peu de place à l'homme. Il contribue à donner de la matière aux malacologistes qui étudient l'écologie des hôtes intermédiaires mais sans véritablement développer une méthodologie propre à l'approche géographique des questions de santé ni développer des concepts spécifiques. Les schistosomoses humaines ont décidément eu un rôle initiateur puisque DOUMENGE *et al.*, en 1987, consacraient une planche très détaillée aux hétérogénéités spatiales de cette pathologie dans leur atlas mondial.

Puis très vite, géographes, biologistes, médecins ont compris qu'en interagissant, ils étaient plus à même de répondre à leurs questions spécifiques. L'approche globalisante est donc devenue approche pluridisciplinaire (avec le vœu souvent pieux d'aboutir à une approche transdisciplinaire) dans une histoire marquée de nombreux aléas au gré des politiques publiques de la recherche. C'est à ce moment que les recherches en géographie de la santé se sont véritablement développées autour d'un programme de l'Orstom qui a trouvé en l'université d'Antananarivo, le ministère de la Santé malgache (*via* la DLMT : Division de la lutte contre les maladies transmissibles) ainsi que l'Institut Pasteur de Madagascar des alliés objectifs... et scientifiquement intéressés.

Cette histoire d'une géographie médicale d'abord sans géographe, réduite à un long silence puis ré-émergeant sous forme de géographie de la santé dans un contexte de pluridisciplinarité a donc été à Madagascar, comme dans le reste du monde francophone, un chemin long et compliqué. Dans cette histoire, l'IRD, et avant lui l'Orstom, a joué un rôle spécifique par le poids du nombre des recherches menées dans le champ de la santé avant les années 1970, puis par sa capacité à mobiliser des recherches pluridisciplinaires après les années 1990. Mais durant cette seconde époque, le domaine de la santé qui n'avait jamais été abandonné par l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM) et l'université d'Antananarivo a fait de ces deux acteurs de la recherche malgache des alliés et parfois des moteurs dans la reprise des recherches de l'Orstom. Pluridisciplinaire, l'étude des relations environnement et santé devient aussi pluri-institutionnelle modifiant alors le contexte global de la recherche scientifique.

Un moteur, le programme Ramse

S'appuyant sur les résultats et expériences apportés par des programmes pluridisciplinaires menés notamment en Afrique de l'Ouest par l'Orstom (Programmes « Eau et Santé » Cameroun et Sénégal), le programme Ramse

(Recherche appliquée à Madagascar sur la santé et l'environnement) de l'Orstom a été mis en place dans le but d'identifier les maillons faibles des chaînes épidémiologiques des principaux problèmes de santé publique d'une région rurale de Madagascar et de tenter d'établir des stratégies de prévention et de lutte globales contre la maladie. En 1995, dans un cadre institutionnel et scientifique binational, une convention a donc instauré une collaboration tripartite entre la Direction de la lutte contre les maladies transmissibles (DLMT) du ministère malgache de la Santé, l'Orstom et l'Institut Pasteur de Madagascar à titre de collaborateur privilégié.

Ce programme de recherche Ramse s'inscrit dans la volonté de disposer d'indicateurs amonts (médicaux et non médicaux) des problèmes de santé publique afin de fournir des instruments destinés à l'élaboration de stratégies préventives de lutte adaptées aux spécificités des lieux (HANDSCHUMACHER *et al.*, 1998 a, b). La volonté de développer ce programme de recherche à but opérationnel a conduit à constituer un groupe de recherche alliant de nombreuses compétences complémentaires.

La construction même du programme de recherche a initié une première interrogation géographique : en effet, se situer dans une perspective de santé publique en termes de prévention et de lutte suppose la prise en compte d'une échelle d'application large tant d'un point de vue social que spatial. Par contre, vouloir adapter les stratégies qui en découlent à la spécificité des lieux dans le but d'une meilleure réussite, et en prenant en compte les particularités locales, suppose une multiplication de connaissances ponctuelles en fonction des variations de chaque système épidémiologique. De même, aboutir à une vision systémique des problèmes de santé publique suppose une connaissance précise des modalités de variation des phénomènes de transmission, la difficulté se trouvant alors dans la possibilité de réaffecter l'information collectée sur des points spécifiques (les facteurs de risque, les espaces à risque) aux ensembles dont elle dépend. La notion de représentativité des points spécifiques par rapport aux ensembles auxquels on les rattache est alors primordiale.

Pour tenir compte de cette contradiction méthodologique apparente et de la nécessité de confronter en permanence les phénomènes et leurs interactions à différentes échelles, la démarche, illustrée par l'exemple de ce programme mené dans le Moyen-Ouest, a été décomposée en deux phases successives, l'ensemble du programme pluridisciplinaire se pliant à ces contraintes méthodologiques géographiques.

La première phase fut obligatoirement de type exploratoire et descriptif afin de permettre la mise en évidence des systèmes épidémiologiques représentatifs des problèmes de santé publique du Moyen-Ouest et l'identification des indicateurs pertinents. L'objectif de cette phase initiale était double. D'une part, en permettant de localiser les variables collectées et de préciser leurs limites, il a été possible d'élaborer un certain nombre de matrices spatiales propres à chaque variable dont la superposition permet d'identifier les systèmes et leurs limites. Démonter les mécanismes des systèmes pathogènes dans le but de lutter contre

la ou les maladies à partir des maillons faibles de la chaîne de transmission put alors se faire à partir d'études fines sur des sites représentatifs de chacun des systèmes identifiés autour des maladies cibles : la peste, le paludisme, les schistosomoses humaines et, dans une moindre mesure, les parasitoses intestinales et la malnutrition (HANDSCHUMACHER *et al.*, 1996).

La seconde phase a alors permis un suivi des facteurs de risque afin d'expliquer les dynamiques de transmission des problèmes de santé retenus, et leurs variations dans l'espace mais également dans le temps, sur la base d'espaces illustratifs des disparités identifiées lors de la phase précédente. Outre l'apport de connaissances nouvelles, cette phase a rendu possible la définition de mesures de prévention et de lutte dans le but de réduire les risques sanitaires.

Dans ce cadre pluridisciplinaire, la géographie eut donc à jouer d'entrée un rôle méthodologique important, qui bien que non spécifique à notre discipline, lui a permis de s'exprimer autour de concepts et de méthodes qui lui sont familiers. Des approches autour d'une tentative de définition des pathocénoses ont été entreprises (ANDRIANTSEHENO, 1996 ; RAVELoarinkaja, 1997) mais ce sont finalement les études centrées autour de modèles de maladies qui ont été les plus abouties.

De tous les modèles pathologiques retenus au sein du programme, tous n'ont pas fait l'objet d'études approfondies. Ainsi le paludisme, enjeu de santé primordial, a essentiellement été traité d'un point de vue épidémiologique (BRUTUS *et al.*, 1997) et seule une publication (hors littérature grise) a vu une contribution géographique notoire sous la forme d'une tentative de mesure multi-échelle des facteurs de risque. Encore a-t-elle eu comme auteur principal un épidémiologiste spécialisé dans les analyses multi-échelles (MAUNY *et al.*, 2004).

Pourtant la diversité écologique du paludisme, tant dans le Moyen-Ouest que sur les Hautes Terres, a fait l'objet d'études nombreuses de la part des épidémiologistes et des entomologistes médicaux de l'Orstom et de l'IPM (voir BLANCHY *et al.*, 1993 pour une synthèse) à l'image de travaux menés à l'échelle de l'ensemble du continent africain (MOUCHET *et al.*, 1998). Le schéma général de la répartition du paludisme est classique pour la région (MOUCHET *et al.*, 1993). Le paludisme à *Plasmodium falciparum* prédomine et apparaît hyper-endémique vers l'ouest (altitude < 1 000 m ; indices plasmodiques des enfants de 2 à 9 ans supérieurs à 50 %). Entre 1 000 et 1 500 m d'altitude, l'ensemble des villages de la région ont fait l'objet d'aspersions intra-domiciliaires de DDT depuis 1992 dans le cadre du programme national de lutte contre le paludisme. Pourtant, entre 1 000 et 1 500 m, la transmission semble se maintenir (Indices plasmodiques des enfants de 2 à 9 ans entre 10 et 50 % et présence du principal vecteur anthropophile et endophile, *Anopheles funestus*) malgré les pulvérisations. Au-delà de 1 500 m, les mouvements migratoires vers l'ouest et le retour de porteurs de gamétocytes dans ces villages semblent assurer la circulation des parasites. Cependant, les indices plasmodiques sont inférieurs à 3 % dans les villages de cette strate, témoignant de l'absence probable de transmission (seul *A. arabiensis* y a été récolté).

On constate une imbrication de paramètres qui suppose la poursuite d'études fines sur différents sites, chacun correspondant aux situations qui viennent d'être individualisées, afin de réadapter les stratégies en vigueur à la réalité de la transmission. Ainsi, la mobilité spatiale de la population des Hautes Terres pourrait constituer un risque important dans la zone comprise entre 1 000 et 1 500 m et actuellement sous contrôle antivectoriel. Selon LAVENTURE *et al.* (1996), c'est la rizière qui constitue le point nodal de la pérennisation du paludisme sur les Hautes Terres et donne ainsi au problème toute sa complexité car elle représente la principale ressource et enjeu des populations paysannes de cette région rurale. Les stratégies de prévention et de lutte contre le paludisme devraient prendre en compte ces phénomènes pour réorienter les pratiques de lutte anti-anophélienne. Malgré l'importance majeure de cette pathologie en santé publique, elle n'a généré que de faibles opportunités d'analyses géographiques à l'image des études menées sur le continent africain. Faut-il voir là des processus épidémiologiques qui se prêtent mal à une analyse géographique ? Une tradition de recherche en santé publique ? Autant de questions à soulever avant de vouloir développer l'étude en géographie de la santé de cette pathologie à Madagascar.

Un mémoire a alors été soutenu sur la question de la gestion des systèmes de culture et le risque induit sur la transmission du paludisme, une relation étant établie avec la malnutrition. En effet, l'irrigation est indispensable à l'obtention de rendements satisfaisants de riz mais crée des gîtes favorables à la reproduction des anophèles, d'où la nécessité de confronter ces deux risques sanitaires autour de la question de l'irrigation (RAHERITINA, 2000) et des déterminants des diversités des systèmes de production.

Dans le contexte de malnutrition chronique qui affecte Madagascar de façon dramatique, seule une étude de géographie nutritionnelle s'est appuyée sur les données biologiques et anthropométriques des médecins du programme citées dans les lignes suivantes (BRUTUS *et al.*, 1996) pour analyser l'étonnante variabilité constatée à l'échelle des hameaux du Moyen-Ouest. Ce travail a fait l'objet d'un mémoire de maîtrise du département de géographie d'Antananarivo (RAHARILANTOSOA, 2000). L'analyse de la situation nutritionnelle des enfants de 6 à 59 mois a montré qu'elle était globalement particulièrement dégradée (54 % de malnutrition chronique et d'insuffisance pondérale et 9 % de malnutrition aiguë) sur l'ensemble de la région étudiée. De tels taux de malnutrition pourraient être responsables d'une mortalité infantile importante (PELLETIER *et al.*, 1995).

Il est apparu rapidement que les villages des marges occidentales des Hautes Terres connaissaient des taux de malnutrition infantile plus importants que les villages du Moyen-Ouest, chacun de ces espaces étant par ailleurs caractérisé par une disparité interne importante. Ces résultats sont spatialement concordants avec les durées de « soudure¹ » propres à chaque village. Pour comprendre la

1. Période de plus ou moins grande vulnérabilité alimentaire correspondant à la fin des stocks issus de la récolte précédente et durant jusqu'à la récolte suivante. À Madagascar, les paysans parlent essentiellement de soudure à partir du moment où les stocks de riz sont épuisés et ce, même s'il reste des pois ou du manioc.

répartition et la variation de l'importance de la malnutrition, il importait donc d'analyser les facteurs responsables de la durée de soudure afin de pouvoir comprendre les déterminants de la malnutrition et agir à la base du problème.

L'analyse croisée des variables géographiques et médicales a montré que sur les Hautes Terres, la variabilité intervillageoise des taux de malnutrition était en partie liée à la variabilité des systèmes de production et notamment à la part prise par les cultures vivrières dans la balance de la production et l'intégration dans des circuits économiques et/ou agro-économiques. La pénétration des cultures agro-industrielles est trop faible pour assurer un revenu monétaire conséquent et semble jouer comme un facteur limitant en conduisant à la réduction des parcelles consacrées au vivrier. Est-ce là le signe d'une demi-mesure réduisant un potentiel de développement important à partir des agro-industries ? Est-ce le signe d'une insuffisance des échanges marchands ? Est-ce l'expression d'une mauvaise gestion des revenus monétaires en conjonction avec les fluctuations du prix du riz sur les marchés ?

Si les résultats ont été riches de nouveaux questionnements dans le domaine de la géographie nutritionnelle, ce mémoire de maîtrise n'a pas vu de développement ultérieur en raison de l'absence de nutritionnistes au sein du programme de recherche Ramse. La permanence du risque lié à la malnutrition conserve cependant à ces questions toute leur actualité. Les importants travaux menés actuellement par S. Trèche et ses collaborateurs dans le champ de l'alimentation peuvent constituer des opportunités de développements futurs de travaux de géographes de la santé (LANDAIS *et al.*, 2007). Des travaux menés dans le cadre d'autres programmes abordent la question de la vulnérabilité alimentaire par une entrée micro-économique et sont porteurs d'informations essentielles pour cette question de santé publique majeure à Madagascar (BIDOU et DROY, 2007). Ce problème n'a pas été rencontré pour deux pathologies, la peste et les schistosomoses humaines qui ont été le véritable champ d'exercice, et de réussite des études en géographie de la santé grâce à des relations fortes et soutenues avec les partenaires tant institutionnels que disciplinaires dans les domaines biologiques et médicaux.

Les schistosomoses humaines et la peste, deux modèles riches de résultats

Dans le cadre du programme Ramse, deux pathologies sont devenues des exemples d'intégration pluridisciplinaire et se sont révélées être d'excellents modèles propices à une plus-value de l'approche géographique. Les analyses se sont faites sur la base de données obtenues suite à la mise en place en 1995 d'un protocole d'échantillonnage à l'échelle des hameaux dans le Moyen-Ouest et les

contreforts du Vakinkankaratra. Dans cette région, s'étendant sur 5 600 km² et représentant une population d'environ 230 000 personnes, 61 hameaux comprenant 5 498 personnes ont été tirés au sort. La répartition des hameaux enquêtés rend ainsi compte à la fois de la diversité des paysages et du peuplement tout au long de ce transect (HANDSCHUMACHER *et al.*, 1996).

Schistosomoses humaines et paysages de l'eau dans l'Ouest malgache

Les schistosomoses humaines (autrefois appelées bilharzioses) ont fait l'objet d'investigations malacologiques et parasitologiques tout au long du transect construit par le programme Ramse.

Par rapport aux problèmes de santé précédents, les schistosomoses humaines constituent un risque d'une autre nature. Les deux schistosomoses (intestinale et urinaire) sont présentes dans la région (COULANGES, 1978). La schistosomose intestinale à *Schistosoma mansoni* est endémique sur les Hautes Terres et les versants occidentaux des plateaux alors que la forme urinaire à *S. haematobium* n'existe qu'à l'ouest. La transmission apparaît très focalisée et semble presque exclusivement affecter les sujets de 15 ans et plus pour la bilharziose à *S. mansoni*. L'exposition au risque bilharzien semble alors liée aux activités agricoles dans les rizières et les canaux d'irrigation. La rizière, de même que pour le paludisme, apparaît donc à nouveau comme le centre du risque. Mais contrairement au problème posé par le paludisme, la focalisation de la transmission des bilharzioses limite considérablement la possibilité de développer des plans d'action à l'échelle régionale, aucun facteur discriminant n'ayant émergé. La bilharziose à *S. haematobium* présente un tableau plus classique où les enfants sont les plus touchés, semblant témoigner d'une contamination péri-domiciliaire.

En raison de cette impossibilité de trouver les facteurs discriminant le risque de manière nette, le projet de recherche s'est alors intéressé à une situation en pleine évolution aux confins occidentaux de sa zone d'intérêt. Dans la plaine du Menabe central, sur la côte ouest de Madagascar, les sociétés autochtones Sakalava et immigrantes ont aménagé l'espace agricole autour de la ressource eau. Dès 1904, à l'époque coloniale, un barrage a permis de développer un périmètre irrigué de 8 000 ha à Dabara, dans la vallée de la Morondava. Aménagement ancien, ce périmètre irrigué a subi les foudres des éléments naturels et fut totalement détruit par un cyclone en 1991. Connu pour être un site favorable à la circulation et à la transmission de *S. mansoni*, cet aménagement hydro-agricole a vu considérablement décroître les prévalences de la maladie chez les populations riveraines après sa destruction. Suite à sa remise en service en 1995, les services de la Division de la lutte contre les maladies transmissibles se sont inquiétés d'un risque de reprise de la maladie dans la région.

Un projet de recherche a alors été construit dans le cadre d'un doctorat en géographie de la santé de Paris I et le travail a été conduit par C. HENRY-CHARTIER qui a soutenu sa thèse de doctorat en 2000 à la Sorbonne sous le titre suivant : *Au fil de l'eau... Espace et santé dans le Menabe central. Contribution géogra-*

phique à l'étude du risque bilharzien à Madagascar. Par son travail sur la multiplicité des espaces en eau qui s'inscrivent dans les campagnes et la diversité des activités qui les entourent, elle a montré que le maintien de l'endémie bilharzienne à *S. mansoni* devait autant aux usages sociaux qu'à la biologie. Par ailleurs, elle a identifié les espaces à l'origine des recontaminations du périmètre hydro-agricole et qui, loin d'être des espaces artificialisés, sont les mares permanentes de la périphérie utilisées notamment pour les activités de pêche et les pratiques pastorales. Par la variabilité de l'exposition au risque bilharzien, l'auteur a ainsi fait de la maladie un marqueur de la diversité d'occupation et de gestion d'un espace aménagé.

Ce travail a initié une collaboration entre géographes et biologistes autour de ce thème des bilharzioses (GRISORIO *et al.*, 2005). Ainsi deux thèses (et avant elles deux mémoires de maîtrise : GRISORIO et SCHAFFNER, 1999 (mémoire commun) et deux DEA : FORTMANN, 1999 ; GRISORIO, 2000) ont alors été entrepris sous l'égide de la faculté de géographie de Strasbourg (professeur M. Mietton) et de l'équipe bilharziose du programme Ramse (Ph. Brémond). Essentiellement cantonnées à l'Ouest malgache, elles ont été soutenues par E. GRISORIO (2004) sur le thème « Approche éco-géographique du système de transmission de la schistosomose urinaire de l'homme dans le Menabe (centre-ouest de Madagascar) » et par M. FORTMANN-RAVONIARILALA (2005) sur le thème « Approche éco-géographique de l'environnement de la transmission de la schistosomose intestinale de l'homme au sud des Hautes Terres de Madagascar ». Ces travaux ont mis l'accent sur une approche de l'environnement donnant un poids plus élevé que dans la thèse précédente aux milieux physiques rejoignant ainsi vingt ans après, l'orientation donnée à l'étude géographique des schistosomoses humaines par PETIT *et al.* (1982). En parallèle, l'application de la télédétection à l'étude des espaces à risques de paludisme et de schistosomoses (JEANNE, 2000) a été expérimentée sous l'égide de l'Institut Pasteur de Madagascar.

Depuis, à l'IRD comme dans d'autres institutions, les schistosomoses sont devenues des préoccupations annexes, voire négligeables de la recherche. Maladie qui ne tue pas, ou si peu, maladie pour laquelle on dispose de thérapies efficaces (mais dont on oublie que la recontamination permanente finit par coûter cher d'un point de vue économique et humain), la schistosomose ne constitue plus une unité de recherche à l'IRD, ne dispose plus que de financements négligeables au niveau local (IPM-MinSan) comme international : ainsi a-t-elle rejoint le cortège des maladies négligées à l'OMS.

La peste sur les Hautes Terres et à Mahajanga

Le modèle dans lequel la géographie de la santé a finalement eu le plus de succès et le plus d'avenir est finalement celui de cette maladie historique qu'est la peste (HANDSCHUMACHER *et al.*, 2000). Arrivée à Madagascar à la toute fin du XIX^e siècle, elle a été l'objet de nombreuses préoccupations tant de la part des médecins que des biologistes (voir BRYGOO, 1966 ; CHANTEAU *et al.*, 2006 pour une synthèse). Ainsi, le premier vaccin contre la peste a été développé à

Madagascar (GIRARD et ROBIC, 1934) et les entomologistes ont longuement étudié les puces pestigènes responsables de la transmission (depuis GIRARD et LEGENDRE, 1925 jusqu'à DUCHEMIN, 2005 : voir ce dernier pour une liste et une synthèse de ses prédécesseurs entomologistes). Ces études très diversifiées ont concerné aussi bien l'identification des puces potentiellement vectrices, avec la description de nombreuses espèces endémiques, que leur écologie, leur reproduction et leur sensibilité aux insecticides utilisés par les services de santé dans des campagnes préventives ou pour éviter la propagation de la maladie autour de cas humains déclarés.

Les rongeurs réservoirs ont par contre eux été peu étudiés. LÉGER (1934) mentionne des mortalités importantes de rongeurs endémiques lors de la diffusion de la peste depuis le port de Tamatave vers les Hautes Terres, le long de la voie de chemin de fer, mais c'est à peu près tout. Il faut dire que dès les débuts du xx^e siècle le rat noir (*Rattus rattus*), espèce introduite, avait déjà envahi les milieux anthropisés : villages et cultures. Il était connu comme le principal propagateur de la peste partout dans le monde lors de la troisième pandémie et ne suscitait donc pas un intérêt particulier à Madagascar. Certes, de nombreux rats ont été capturés et analysés au cours des années, mais pas de façon systématique et souvent à la suite d'épidémies humaines ; des expérimentations sur la sensibilité des rats à la peste ont également été réalisées occasionnellement : ces données sont consignées dans les rapports annuels de l'Institut Pasteur de Madagascar. Il a fallu attendre le début des années 1960 pour que soient mis en place des suivis réguliers de l'abondance des réservoirs et vecteurs en milieu rural (BRYGOO et RAJENISON, 1960 et 1963) et même le milieu des années 1990 pour le premier suivi complet (bactériologie, sérologie et abondance des vecteurs et des réservoirs) en milieu urbain (RASOAMANANA *et al.*, 1998). Ainsi, le remplacement du rat noir (*R. rattus*) par le rat d'égout (*R. norvegicus*) dans la ville d'Antananarivo, qui est probablement une des causes de la disparition de la peste dans la capitale dans les années 1950, n'a été mis en évidence que dans les années 1990 (RAKOTONDRAVONY, 1992).

Les souches de la bactérie *Y. pestis*, responsable de la maladie n'ont jamais cessé de faire l'objet d'études jusqu'à nos jours : recherche et description du biovar connu à Madagascar (*Orientalis*) ; suivi de la virulence des souches ; plus récemment de nouveaux rybotypes ont été décrits (GUIYOULE *et al.*, 1997), ainsi que des souches résistantes aux principaux antibiotiques utilisés pour soigner la peste (GALIMAND *et al.*, 1997).

Les connaissances relatives à la peste à Madagascar avant la fin du xx^e siècle sont toutes dues à des biologistes et des médecins et notamment aux Pastoriers de l'IPM. Ainsi, ont été précisés les espaces d'endémicité de la maladie, les rythmes d'émergence épidémique, l'histoire de sa diffusion, les caractéristiques des bactéries, vecteurs et réservoirs, et même si de nombreuses questions restaient ouvertes, on disposait dans la Grande Île d'une connaissance de la maladie sans beaucoup d'exemples équivalents ailleurs dans le monde.

L'histoire de la peste comme objet géographique est, là encore, née du programme Ramse. Visant à approcher une image de la pathocénose du Moyen-

Ouest et des contreforts occidentaux du Vakinankaratra, ce programme pluridisciplinaire a recueilli des prélèvements biologiques auprès des habitants des hameaux échantillonnés avant de les confier à l'Institut Pasteur pour analyses. Parmi l'ensemble des analyses effectuées, le laboratoire central de la peste du ministère de la Santé de Madagascar et le laboratoire de bactériologie de l'IPM ont effectué un diagnostic de sérologie peste.

La surprise est venue du résultat exceptionnellement élevé obtenu. Près de 8 % de la population concernée avait été en contact avec le bacille dans l'ensemble de la zone (LEROY, 1996). Par ailleurs, il est très vite apparu, après spatialisation de ces résultats à l'échelle des hameaux, que les faciès épidémiologiques différaient fortement. Tous les ingrédients étaient réunis pour faire de la peste à la fois un objet porteur de questionnement géographique et un enjeu majeur de santé publique. En effet, de par son taux de létalité extrêmement élevé en l'absence de traitement et son pouvoir de diffusion, la peste, malgré le faible nombre de cas confirmés identifiés sur la zone durant les quarante dernières années (201 cas), représente un risque potentiel majeur.

Cette distribution hétérogène à l'échelle des contreforts du Vakinankaratra et du Moyen-Ouest a conduit à s'interroger sur les déterminants d'une telle dimension spatiale. Peste « en pointillé », peste en nappe apparaissaient comme calquées sur la construction sociale des milieux de cet espace d'étude. La peste a alors été un modèle étudié à divers niveaux. Sans développer toute la complexité des résultats, il a été montré le lien extrêmement fort entre la structuration physique et sociale de l'espace et la distribution de la maladie. Ainsi, à l'échelle régionale, la maladie, dans l'espace densément peuplé (100 à 130 hab./km²) mais cloisonné des contreforts du Vakinankaratra, rend compte de ces caractéristiques environnementales et spatiales. En effet, la faible taille des bas-fonds ne permet de disposer que d'une superficie utilisable en culture irriguée, limitant ainsi la taille de la population susceptible de vivre décemment en un lieu donné et conduisant à une occupation de l'espace éclatée et cloisonnée. Au contraire, le Moyen-Ouest est une pénéplaine, terre de colonisation et de pastoralisme à population très peu dense mais occupée par de gros villages fortement interconnectés, situation renforcée par l'insécurité que font régner les *dahalos* (bandits de grand chemin). Ceci induit une structuration sociale ouverte de l'espace avec comme corollaire une bonne circulation de la maladie. La circulation du bacille de Yersin au sein des communautés villageoises devient ainsi le reflet de ces structururations physiques et sociales de l'espace. Dans le premier cas, nous observons une hétérogénéité forte à grande échelle, un village hyperprévalent pouvant voisiner à faible distance avec un village hypoprévalent, voire négatif alors que dans le second cas, tous les villages correspondent à une situation mésoprévalente.

Un mémoire de maîtrise de géographie a été soutenu en 2000 sur la question par H. ANDRIANANTENAINA qui a résitué la peste dans son environnement sanitaire et géographique global à différentes échelles. En effet, si la maladie est caractérisée par des modes de circulation hétérogènes dans cet espace régional aux caractéristiques multiples, elle se manifeste également selon des particularités au sein de l'espace villageois, induisant une inégalité face au risque pour les

habitants d'une même communauté. Présence de haies de sisal à proximité des habitations, maisons basses à toits de chaume, faible niveau socio-économique, réserves alimentaires dans les chambres à coucher, sont autant de facteurs de risques qui ont alors pu être mis en relation avec l'histoire individuelle des familles et celle, collective, du village.

Pourtant ces résultats, vus sous l'angle de la géographie comme science sociale de l'espace, souffraient de nombreuses incertitudes. Le cloisonnement ou l'ouverture de l'espace jouent-ils sur les possibilités de circulation du bacille à partir des rongeurs ou des humains ? Si la diversité intra-villageoise est due à la possibilité du contact homme/réservoir, comment ce rapprochement entre le rat et l'homme fonctionne-t-il ? L'apport à la santé publique de ces résultats est-il suffisant ou faut-il trouver de nouveaux outils et méthodes pour permettre leur intégration dans des stratégies de prévention et de lutte en santé publique ?

Toutes ces questions seraient restées ouvertes s'il n'y avait eu dialogue à la fois avec les biologistes spécialistes des rongeurs réservoirs, des puces vectrices, de l'agent pathogène, et des spécialistes de la télédétection et des SIG pour les transferts d'échelles de nos résultats ponctuels. Si l'interrogation initiale est née du constat d'une diversité géographique et de ses déterminants, la question s'est très rapidement ouverte et celle du couple puces/rongeurs est devenue centrale (écologie, éthologie, biologie cellulaire) (DUPLANTIER *et al.*, 2005).

Description des travaux en biologie animale

À Madagascar, il existe une saison pesteuse humaine bien marquée intervenant entre novembre et avril (BRYGOO, 1966). En dépit de ce caractère saisonnier, on sait peu de choses sur le cycle d'abondance annuel de son réservoir et des vecteurs, les puces de rats. Trois études seulement ont été consacrées à la dynamique des populations de rats sur les Hauts Plateaux et toutes sur de faibles effectifs (DUPLANTIER et RAKOTONDRAVONY, 1999). Concernant les variations d'abondance des puces, seuls un suivi mensuel des terriers de rats dans les environs immédiats de la capitale, Antananarivo (KLEIN, 1966) et deux suivis bimestriels assez limités, ont été réalisés en milieu rural (BRYGOO et RAJENISON, 1960, 1963). L'insuffisance des informations nous a donc incités à mettre en place un suivi mensuel des populations de rongeurs dans la région du Moyen-Ouest, zone principale de travail du programme Ramse, durant deux années consécutives, de juillet 1996 à juillet 1998. Nous avons sélectionné douze hameaux ayant des caractéristiques humaines et écologiques comparables, selon les enquêtes effectuées en 1995 par le programme Ramse (BRUTUS *et al.*, 1996, et HANDSCHUMACHER *et al.*, 1996). Chacun d'eux a été échantillonné deux fois et à un an d'intervalle. Dans chaque localité, quatre milieux ont été échantillonnés : les maisons, les haies de sisal autour des enclos à bétail, les cultures pluviales sur les collines et les cultures irriguées de bas-fond. Ce travail a été réalisé par une équipe pluridisciplinaire d'entomologistes, rodentologues et bactériologistes du Laboratoire central de la peste (MinSan), de l'IPM et de l'Orstom. Une étudiante de l'université d'Antananarivo a effectué son mémoire de DEA sur la dynamique des populations du rat noir dans le cadre de ce projet (RAHELINTRINA, 1998).

Ce suivi mensuel a permis de montrer une relation entre saisonnalité de cas humains et abondances des réservoirs et des vecteurs de la peste dans les cultures : l'abondance des rats noirs diminue de août à septembre, or les effectifs des puces sont à leur maximum de septembre à novembre au moment où débute la saison pesteuse humaine (RAHELINIRINA et DUPLANTIER, 1997). Il semble que manquant d'hôtes rongeurs, les puces tentent alors de trouver un autre mammifère pour se nourrir et peuvent contaminer à cette occasion les êtres humains.

Un autre résultat important mis en évidence par ce suivi est le rôle majeur d'un habitat particulier : les haies de sisal où se rencontrent les plus grandes abondances de rongeurs et de puces, ainsi que des séroprévalences très élevées chez les rats. Les enquêtes de séroprévalence humaine et en géographie ont montré que les taux les plus élevés se rencontraient plutôt en périphérie des villages dans les maisons les plus pauvres, les plus proches également de ces haies, utilisées pour clôturer les enclos à bestiaux ou protéger les cultures péri-villageoises.

Aire de répartition de la peste humaine à Madagascar

Selon la synthèse de BRYGOO (1966), les cas humains sont limités aux Hautes Terres et à un foyer nord, au-dessus d'une altitude de 800 m. L'analyse de la base de données humaines du Laboratoire central de la peste confirme grossièrement la validité actuelle de cette limite. Dans le cadre du programme Ramse, nous avons d'abord mis en place des transects d'échantillonnage altitudinaux des réservoirs et des vecteurs depuis le niveau de la mer jusqu'au centre de l'île sur le versant est aussi bien que sur le versant ouest. Ceci a permis de montrer qu'en zone rurale le réservoir, *R. rattus*, est présent partout et ne présente que peu de variabilité, non liée à l'altitude qui plus est (DUPLANTIER *et al.*, 2003) ; par contre un des deux vecteurs majeurs, la puce endémique *Synopsyllus fonquerniei*, est absente à basse altitude, comme déjà signalé par BRYGOO (1966). Il existe toutefois deux exceptions notables à cette distribution altitudinale qui méritent d'être développées ci-après : la réémergence de la peste dans le port de Mahajanga et près de la ville d'Ikongo.

Parallèlement à la contribution aux études menées sur les Hautes Terres et le Moyen-Ouest [mémoires de maîtrise sur l'ensemble de l'Imerina à partir des statistiques du service central de la peste et du recensement général de population, (SCHMITT, 2000 ; KANDÉ, 2003)] et la ville d'Antananarivo (ANDRIANAVALONA, 1999), les travaux géographiques sont également venus s'ancrer sur des approches épidémiobiologiques menées à Mahajanga, ville qui a vu se réinstaller la peste en 1991 après des décennies de silence. Initiées par l'IPM (RASOLOMAHARO *et al.*, 1995 ; BOISIER *et al.*, 2002), puis complétées par la contribution des rodentologues de l'IRD, les études menées à Mahajanga ont mis en évidence les foyers et les flux à la base de la dynamique spatio-temporelle de la maladie. Le centre historique de la ville (administratif et résidentiel) a connu peu ou pas de cas humains, ce qui s'explique aisément par une hygiène correcte, une densité humaine faible et donc une abondance de réservoirs très faible. Par contre on observe plus de cas humains dans les quartiers centraux pauvres, autour des grands marchés à l'hygiène déficiente et dans les quartiers

périphériques, dits irréguliers, sans assainissement, où se concentrent de grandes populations de réservoirs. Un mémoire de maîtrise de géographie a alors été démarré sur cette ville pour essayer de comprendre en quoi ces hétérogénéités spatiales étaient révélatrices de dynamiques d'aménagement à l'échelle historique ancienne et récente. Un des résultats a été de montrer la spécificité du rôle joué par la ville de Mahajanga dans l'éviction du président Ratsiraka, les troubles qui ont duré un an ayant déstabilisé l'ensemble des processus de gestion urbaine. Ce travail qui a donc fait l'objet d'un mémoire de géographie de l'université d'Antananarivo (RAKOTOARISOA, 1997) a ensuite été suivi d'un second mémoire réalisé à l'université de Rouen en collaboration avec l'Orstom (BOUCHER, 2001). Ce dernier s'inscrivait plus dans une géographie de la gestion des ressources en cherchant à comprendre comment la pyramide de l'offre de soins de la ville de Mahajanga a pris en charge et s'est adaptée à deux crises sanitaires successives, de l'épidémie de peste qui durait depuis neuf ans jusqu'à l'arrivée de l'épidémie de choléra qui a débuté en 1999.

La réémergence de la peste dans le district d'Ikongo (entre Fianarantsoa et Manakara) a aussi des origines politiques, mais plus anciennes (1947) et soulève d'autres questions. En novembre 1998, des cas de peste ont été signalés dans le village d'Antananbao-Vohidotra situé à 540 m d'altitude, alors qu'aucun cas n'avait été signalé depuis 33 ans dans cette zone. Suite à cette épidémie, et en plus de l'action des services de santé, deux missions pluridisciplinaires (bactériologistes, épidémiologistes, entomologistes et rodentologues) ont été organisées dans ce hameau isolé, accessible uniquement après plusieurs heures de marche depuis la petite ville d'Ikongo (MIGLIANI *et al.*, 2001 ; DUPLANTIER *et al.*, 2001). Ces enquêtes ont permis de collecter des rats et des puces positifs non seulement dans le village et les cultures alentour, mais aussi dans la zone forestière située au-dessus du village (650 m d'altitude et plus) avec implication de petits mammifères et de puces endémiques (DUCHEMIN *et al.*, 2007). Ce village avait été abandonné lors des événements politiques de 1947, ce n'est qu'en 1994 que certains habitants réfugiés dans la vallée et à la recherche de nouvelles terres à cultiver sont revenus s'y installer. Ils ont alors entrepris de défricher leur ancien village où la forêt avait repris ces droits. Mais lors de nos missions dans ce hameau nous avons pu aussi constater qu'il se situait le long d'une piste commerciale extrêmement fréquentée, reliant la zone côtière de Manakara aux foyers de peste de la région de Fianarantsoa. La question se pose donc de savoir si cette réémergence est liée à une « descente » de la forêt en situation de déprise agricole, suivie d'un contact avec un foyer sauvage forestier lors du défrichement, ou si le transport de marchandises a pu amener dans ce village des hommes, des puces ou des rats contaminés (DUPLANTIER *et al.*, 2005). Seules des enquêtes sur les activités forestières de ces villageois, les volumes de marchandises et de personnes transitant par ce village permettraient de comprendre l'origine de cette réémergence. Ce cas montre aussi que la limite théorique des 800 mètres n'est pas intangible et peut évoluer sous l'influence des changements globaux, qu'ils soient d'origine anthropique (déforestation, mise en culture) ou climatique.

La fin du programme Ramse et la transformation de l'Orstom en IRD

Après la fin du programme Ramse, la géographie de la santé à l'IRD de Madagascar ne s'est poursuivie que le temps de voir l'aboutissement des travaux universitaires initiés lors du vivant de ce programme avant de rebondir grâce à des financements ANR (Agence nationale de la recherche). La spécialisation de géographie de la santé n'existant pas au département de géographie de l'université d'Antananarivo et l'effectif de chercheurs dans cette discipline étant très faible au sein de l'Orstom puis de l'IRD, aucun renouvellement original ne s'est produit dans les années qui ont immédiatement suivi la fin du programme Ramse. En revanche, les recherches biologiques sur le modèle de la peste se sont poursuivies et la collaboration initiée durant le programme Ramse s'est maintenue sous forme de contributions qui ont cependant changé de visage. Ainsi, l'obtention de données ayant permis d'identifier des facteurs de risques importants à partir des travaux de terrain, a débouché sur la recherche d'indicateurs de risques pour déterminer les espaces à risques dans une approche multi-échelle. Ces travaux ont été effectués en collaboration étroite avec l'université de Pau (D. Laffly), grâce à l'utilisation des systèmes d'information géographique et de la télédétection, et ont permis de montrer que l'utilisation des nouveaux outils et nouvelles sources d'information étaient susceptibles d'apporter une contribution notable en matière de stratégies de santé publique.

Des travaux ont été conduits en parallèle par d'autres équipes en utilisant notamment des données issues du programme Ramse mais plus généralement du service central de la peste. Ainsi, un mémoire de Master 2 du Master de géographie de la santé de Paris-X a été soutenu sur l'éco-géographie de la peste sur les Hautes Terres de Madagascar par un médecin soucieux de compléter sa formation (KANNAPEL, 2005) puis un programme de modélisation, financé par un appel d'offres du ministère français de la Recherche, a tenté de percer les mystères de la circulation de la maladie à l'échelle de l'espace villageois par l'utilisation de systèmes multi-agents (BADARIOTTI *et al.*, 2008). Ce programme a ensuite débouché sur la réalisation d'une thèse de géographie (LAPERRIÈRE, 2009).

Par ailleurs, la question du développement épidémique du chikungunya a intéressé des chercheurs qui tout en se focalisant sur la Réunion, n'ont pas exclu le sud-ouest de l'océan Indien (TAGLIONI, 2009), rejoignant ainsi une tradition de travail à l'échelle de l'ensemble des Mascareignes (JULVEZ *et al.*, 1990 ; GERBEAU, 2000). D'autres travaux ont inclus les analyses effectuées à propos de Madagascar dans des réflexions globales sur la relation espace et santé ouvrant ainsi le champ des perspectives (HANDSCHUMACHER *et al.*, 2002 ; HANDSCHUMACHER et HERVOUËT, 2004) à des approches comparatives de situations exemplaires des pays du Sud.

Entre temps, un projet financé par l'ANR-SEST en 2006 (Diffuspeste. La diffusion de la peste à Madagascar : importance des déplacements des hommes et des

rats de l'échelle de l'habitat à celle du paysage ; détermination des facteurs de risque) a permis de relancer le questionnement multidisciplinaire sur la circulation de la maladie à l'échelle des systèmes écologiques identifiés tant sur les Hautes Terres (et en particulier le secteur de la ville d'Ambositra et celui de la ville de Betafo) que dans le Moyen-Ouest. Questionnements fondés sur la circulation du bacille, l'objectif principal de ce programme était : i) de quantifier les déplacements des rats réservoirs entre habitats par marquage individuel (thèse de S. Rahelinirina, en cours, voir aussi RAHELINIRINA *et al.*, sous presse), et par analyse de la structure génétique des populations (GILABERT *et al.*, 2007 ; Brouat *et al.*, en cours) ; ii) d'analyser la variabilité des mobilités humaines et le jeu des acteurs dans la construction des espaces à risques. Parallèlement, une étude biogéographique des rats noirs de Madagascar a été réalisée pour comprendre l'origine et les modalités de cette invasion (TOLLENAERE *et al.*, sous presse). Piloté par la biologie, ce programme a permis d'initier un doctorat de géographie (Y. Raharilantsoa) en cotutelle entre les universités de Pau (puis Toulouse en raison de la « migration » du directeur de thèse français, D. Laffly) et d'Antananarivo (J. Ramamonjisoa) sur la question de la gestion des villages des Hautes Terres du Vakinankaratra et la construction des espaces à risques. Compris comme des espaces hétérogènes, des espaces ouverts, ces villages doivent, dans un second temps, permettre de servir d'exemple à la recherche du risque à l'échelle régionale sur la base d'indicateurs très fins en raison de la disponibilité nouvelle d'images à très haute résolution spatiale.

On le voit, l'histoire entre la géographie de la santé, la pluridisciplinarité et la peste est loin d'être terminée et des publications sur le thème sont à prévoir dans les prochains mois sur la base du programme ANR sans que pour autant l'ensemble de la question soit cernée.

Conclusion

Si les travaux menés durant les vingt dernières années en géographie de la santé sont multiples, ils ont clairement favorisé deux modèles, les schistosomoses humaines et la peste. Oserait-on alors dire que tout ou presque reste à faire dans ce champ disciplinaire ? Souffrant d'un manque évident de spécialistes en géographie de la santé, l'IRD à l'image des autres partenaires de la recherche publique en France se devrait d'investir dans le domaine pour poursuivre à Madagascar, comme dans les autres pays en développement, des études intéressant directement les structures de santé publique des pays hôtes. Ainsi à Madagascar, la malnutrition, véritable urgence nationale dans ce pays qui voit la moitié de ses enfants souffrir de malnutrition chronique, constitue un enjeu majeur de recherche pluridisciplinaire dans lequel la géographie de la santé a un rôle à tenir à l'image des travaux trop isolés conduits dans le Moyen-Ouest par

le programme Ramse. De la même manière, la géographie des soins pourtant facilement abordable, sans nécessairement l'aide de contributions pluridisciplinaires et donc de programmes lourds, n'a pas été traitée en dehors de l'étude faite par une étudiante de Rouen à Mahajanga. Le paludisme, cause majeure de mortalité, n'a pas non plus été abordé de façon forte en géographie de la santé et reste une perspective à conserver en termes de programmation scientifique. Enfin, l'évident intérêt manifesté par les enseignants-chercheurs du département de géographie de l'université d'Ankatso à Antananarivo à l'égard de la géographie de la santé ne peut survivre sans contribution de la part de l'IRD ou d'autres organismes de coopération en raison de l'absence de spécialistes de ce champ au sein du personnel. La doctorante en cours de thèse sur la peste aura-t-elle un poste, premier pas vers le développement autonome de ce champ disciplinaire au sein du département de géographie de l'université d'Antananarivo ?

La géographie de la santé a été porteuse de résultats dans les recherches passées et en cours mais elle est encore bien fragile et sa pérennité est loin d'être assurée. Pourtant, les recherches dans le domaine de la santé portant sur les déterminants amont de la maladie ne sont-elles pas une priorité dans un pays qui a du mal à prendre en charge ses malades ? Un mémoire de Master, soutenu en 2009 au département de géographie sur le thème de la tuberculose à Antananarivo en collaboration avec l'IPM (RAKOTOSAMIMANANA, 2009), montre que la demande est réelle et que la graine plantée ne demande qu'à germer.

Heureusement, la pratique de la pluridisciplinarité est loin d'être éteinte et les relations pluri-institutionnelles qui existent notamment entre l'IPM, l'université d'Antananarivo et l'IRD permettent de considérer avec optimisme la poursuite des recherches sur les systèmes pathogènes des priorités de santé publique à Madagascar. Ces pratiques de recherches conduisent à la prise en compte des différents déterminants des risques y compris dans le domaine de la gestion et de l'aménagement sanitaire de l'espace et ainsi à la construction d'un terreau sur lequel la géographie de la santé peut continuer d'espérer se développer.

Bibliographie

ANDRIANANTENAINA H.

2000 – *Paysages ruraux du Moyen-Ouest du Vakinankaratra (Mandoto-Ankazomiriotra-Fidirana) et risques pesteux, conditions d'endémisation et d'épidémisation*. Mémoire de Maîtrise, département de géographie, programme Ramse, univ. Antananarivo, 101 p.

ANDRIANAVALONA H.

1999 – *Contribution géographique à l'étude d'une endémie tropicale, la peste. Étude comparative entre deux quartiers :*

Antohomadinika et cité gare.

DEA, univ. Tananarive, programme Ramse, département de géographie.

ANDRIANTSEHENO H. D.

1996 – *Enclavement : de sa gestion paysanne à son impact sur la santé de la population au pays des « Dahalo », cas du Fokontany d'Ambohitrananana*. Mémoires de Capen, École normale supérieure d'Antananarivo, programme Ramse, univ. Antananarivo, 98 p.

- BADARIOTTI D., BANOS A., LAPERRIÈRE V., MULLER J.-P., HANDSCHUMACHER P., LAFFLY D., BONTE E.**
2008 – *Projet « evosim », émergence, évolution et simulation des modèles épidémiques dans les populations humaines : le cas de la peste à Madagascar.* Paris, CNRS-ACI Systèmes complexes en SHS, 60 p.
- BIDOU J. E., DROY I.**
2007 – Pauvreté et vulnérabilité alimentaire dans le sud de Madagascar : les apports d'une approche diachronique sur un panel de ménages. *Mondes en Développement*, 35 (140) : 45-63.
- BLANCHY S., RAKOTONJANABELO A., RANAIVOSON G., RAJAONARIVELO E.**
1993 – Épidémiologie du paludisme sur les Hautes Terres malgaches depuis 1878. *Cahiers Santé*, 3 : 155-61.
- BOISIER P., RAHALISON L., RASOLOMAHARO M., RATSITORAHINA M., MAHAFAHY M., RAZAFIMAHEFA M., DUPLANTIER J. M., RATSIFASOAMANANA L., CHANTEAU S.**
2002 – Epidemiologic features of four successive annual outbreaks of bubonic plague in Mahajanga, Madagascar. *Emerging Infectious Diseases*, 8 (3) : 311-316.
- BOUCHER S.**
2001 – *Le système sanitaire face au choléra : exemple de Majunga (Madagascar).* DEA géographie, univ. Rouen, 167 p.
- BRUTUS L., HEBRARD G., RAZANATSOARILALA A. H., RAVAOALIMALALA V. A., HANITRASOAMAMPIONONA V., RABEMANANA A. A., COLLIN A., PROD'HON J.**
1996 – *Résultats biomédicaux de l'enquête Orstom/DLMT/IPM dans la région de Betafo-Miandrivazo en juillet-août 1995.* Rapport multigraphié MinSan/Orstom, Madagascar n° 5/96 : 1-44.
- BRUTUS L., RAJAONARIVELO V., LE GOFF G., RAZANATSOARILALA A. H., RAKOTONDRAIBE M. E., HANDSCHUMACHER P., RAJAONARIVELO E., LAVENTURE S., MAUNY F., COT M.**
1997 – *Suivi entomo-parasitologique longitudinal du paludisme dans les zones intermédiaires de transmission instable-stable. L'exemple du Moyen-Ouest malgache.* Rapport multigraphié MinSan/IPM/Orstom : 1-54.
- BRYGOO E. R., RAJENISON S.**
1960 – *Puces et rats d'un village de l'Itasy en zone d'endémie pesteuse.* Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 25 : 109-121.
- BRYGOO E. R., RAJENISON S.**
1963 – *Puces et rats d'un village forestier en zone d'endémie pesteuse.* Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 28 : 155-164.
- BRYGOO E. R.**
1966 – *Épidémiologie de la peste à Madagascar.* Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 35 : 9-147.
- BRYGOO E. R.**
1967 a – La température et la répartition des bilharzioses humaines à Madagascar. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 61 (5) : 433-441.
- BRYGOO E. R.**
1967 b – *Aspects particuliers de la pathologie infectieuse et parasitaire de l'homme à Madagascar.* Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 36 : 83-113.
- BRYGOO E. R.**
1972 – « Human diseases and their relationship to the environment ». In Battistini R., Richard-Vindard G. (eds) : *Biogeography and Ecology in Madagascar*, The Hague, éditions W. Junk : 703-725.
- BUCK G., COURDURIER J.**
1962 – Les zoonoses à Madagascar. *Revue de l'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*, 15 : 181-191.

**CHANTEAU S., RAHALISON L.,
DUPLANTIER J. M., RASOAMANANA B.,
RATSITORAHINA M., DROMIGNY J. A.,
LAVENTURE S., DUCHEMIN J. B.,
BOISIER P., RABESON D., ROUX J.**
1998 – Actualités sur la peste à Madagascar.
Médecine tropicale, 58 : 25-31.

**CHANTEAU S., BOISIER P., CARNIEL E.,
DUCHEMIN J. B., DUPLANTIER J. M.,
GOODMAN S. M., HANDSCHUMACHER P.,
JEANNE I., LAVENTURE S., MAUCLÈRE P.,
MIGLIANI R., RABESON D., RAHALISON L.,
RASOLOFONIRINA N., RATSIFASOAMANANA L.,
RASOAMANANA B., RATSITORAHINA M.,
RATOVONJATO J., ROSSO M. L.,
ROUX J. et TALL A.**
2006 – *Atlas de la peste à Madagascar*.
Paris, Éditions IRD/AUF/Institut Pasteur, 94 p.

COULANGES P.
1978 – Les bilharzioses humaines
à Madagascar. *Archives de l'Institut Pasteur
de Madagascar*, 46 : 273-294.

DE FLACOURT E.
1658 – *Histoire de la Grande Isle
de Madagascar* ; édition 2007 annotée par
C. Allibert. Inalco-Karthala éditions, 712 p.

**DOUMENGE J.-P., MOTT K. E., CHEUNG C.,
VILLENAVE D., CHAPUIS O., PERRIN M. F.,
REAUD-THOMAS G.**
1987 – *Atlas de la répartition mondiale
des schistosomiasis/Atlas of the global
distribution of schistosomiasis*. Talence,
Ceget, CNRS, OMS, PUB, 399 p.

DUCHEMIN J. B.
2005 – *Biogéographie des puces
de Madagascar*. Thèse, univ. Paris XII, 254 p.

**DUCHEMIN J. B., DUPLANTIER J. M.,
GOODMAN S. M., RATOVONJATO J.,
RAHALISON L., CHANTEAU S.**
2007 – « La peste à Madagascar :
faune endémique et foyers selvatiques ».
In Signoli et al. (éd.) : actes du colloque
« Peste : entre épidémies et sociétés »,
Marseille 2001, Firenze University Press :
247-254.

DUPLANTIER J. M., RAKOTONDRAVONY D.
1999 – The rodent problem in Madagascar:
agricultural pest and threat to human health.

In Singleton G., Leirs H., Zhang Z. (ed) :
Ecologically-based rodent management,
ACIAR publications : 441-459.

**DUPLANTIER J. M., DUCHEMIN J. B.,
RATSITORAHINA M., RAHALISON L.,
CHANTEAU S.**
2001 – Résurgence de la peste dans le
district d'Ikongo à Madagascar en 1998.
2 : Réservoirs et vecteurs impliqués.
*Bulletin de la Société de Pathologie
Exotique*, 94 (2) : 119-122.

**DUPLANTIER J. M., CATALAN J., ORTH A.,
GROLLEAU B., BRITTON-DAVIDIAN J.**
2003 – Systematics of the black rat
in Madagascar: consequences for the
transmission and distribution of plague.
Biological Journal of the Linnean Society,
78 : 335-341.

**DUPLANTIER J. M., DUCHEMIN J. B.,
CHANTEAU S., CARNIEL E.**
2005 – From the recent lessons
of the Malagasy foci towards a global
understanding of the factors involved
in plague reemergence.
Veterinary Research, 36 : 437-453.

FORTMANN M.
1999 – *L'utilisation des exigences
bioécologiques des complexes pathogènes à
transmission vectorielle comme indicateurs
de zones à risques sanitaires ? Exemple du
paludisme, des schistosomoses et de la peste
humaine étudiés en région afrotropicale
à partir des références bibliographiques*.
Mémoire de DEA « Systèmes spatiaux
et environnements », UFR de géographie,
ULP Strasbourg, 167 p.

FORTMANN-RAVONIRILALA M.
2005 – *Approche éco-géographique
de l'environnement de la transmission
de la schistosomose intestinale de l'homme
au sud des Hautes Terres de Madagascar*.
Thèse doct., Lyon 3, 272 p.

**GALIMAND M., GUIYOULE A., GERBAUD G.,
RASOAMANANA B., CHANTEAU S.,
CARNIEL E., COURVALIN P.**
1997 – Multidrug resistance in *Yersinia
pestis* mediated by a transferable plasmid,
New England Journal of Medicine,
337 (10) : 677-680.

GERBAUD H.

2000 – « Maladie et santé aux Mascareignes : une histoire aux prises avec l'idéologie ». In Bonniol J.-L. et al. (éd.) : *Au visiteur lumineux. Des îles créoles aux sociétés plurielles. Mélanges offerts à Jean Benoist*, Petit-Bourg, Guadeloupe, Ibis Rouge Éditions, Geric-F/Presses universitaires créoles : 557-574.

GILBERT A., LOISEAU A., DUPLANTIER J. M., RAHELINIRINA S., RAHALISON L., CHANTEAU S., BROUAT C.

2007 – Population genetics of *Rattus rattus* in a rural plague focus of Malagasy Highlands. *Canadian Journal of Zoology*, 85 : 965-972.

GIRARD G.

1964 – La santé publique et ses problèmes à Madagascar entre les deux guerres mondiales (1917-1940). *Bull. Acad. Malg.* : 1-17.

GIRARD G., LEGENDRE F.

1925 – Premières observations sur les puces de rat des régions pesteuses de Madagascar. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 18 : 730-731.

GIRARD G., ROBIC J.

1934 – Vaccination contre la peste au moyen d'une souche de bacilles de Yersin vivants, de virulence atténuée. *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 111 : 939-945.

GOODMAN S. M., BENSTEAD J.

2003 – *Natural History of Madagascar*. The University of Chicago Press, 1709 p.

GRISORIO E.

2000 – *Deux problématiques géographiques des schistosomoses à Madagascar* : (1) *La répartition de Biomphalaria pfeifferi (Krauss, 1848) dans un bassin versant des Hautes Terres.* (2) *La transmission de la schistosomose à Schistosoma haematobium dans le périmètre hydro-agricole de Dabara.* Mémoire de DEA « Systèmes spatiaux et environnement », faculté de géographie, ULP Strasbourg, 97 p.

GRISORIO E.

2004 – *Approche écogéographique du système de transmission de la schistosomose urinaire de l'homme dans le Menabe (centre-ouest de Madagascar)*. Thèse de doctorat de géographie, univ. Jean Moulin, Lyon 3, 232 p.

GRISORIO E., SCHAFFNER R.

1999 – *Apports des études hydrologiques à la connaissance de la transmission des bilharzioses à Madagascar*. Mémoire de maîtrise de géographie physique, faculté de géographie, ULP, Strasbourg, 127 p.

GRISORIO E., PRÉMOND P., MIETTON M.

2005 – Les différentes dimensions d'un risque à l'interface environnement-santé : approche écogéographique d'une maladie hydro-dépendante : la schistosomose urogénitale à Madagascar. *Environnement, Risques & Santé*, 4 (5) : 335-340.

GUIYOULE A., RASOAMANANA B., BUCHRIESER C., MICHEL P. H., CHANTEAU S., CARNIEL E.

1997 – Recent emergence of new variants of *Yersinia pestis* in Madagascar. *Journal of Clinical Microbiology*, 35 (11) : 2826-2833.

HANDSCHUMACHER P., BRUTUS L., RAZANATSOARILALA H., DUPLANTIER J.-M., HÉBRARD G., ANDRIANJA-RAVAOLIMALALA V. E., RAVOMIARIMBININA P., BOISIER P., PROD'HON J., RABESON D., ROUX J., SELLIN B.

1996 – *Environnement et santé à Madagascar : une approche globale des déterminants de santé au service des stratégies de développement*. Rapport multigraphié programme Ramse, IRD, Madagascar, 18 p.

HANDSCHUMACHER P., BRUTUS L., RAZANATSOARILALA H., DUPLANTIER J.-M., HÉBRARD G., RAVAOLIMALALA (V. E.), RAVOMIARIMBININA P., BOISIER P., PROD'HON J., RABESON D., ROUX J., SELLIN B.

1998 a – Environnement et santé à Madagascar : une approche globale des déterminants de santé au service des stratégies de développement. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 91 (1) : 74-75.

HANDSCHUMACHER P., BRUTUS L., RAVELOARINKAJA D., ANDRIANTSEHENO H., SELLIN B.

1998 b – « Des îles dans la Grande Île : isolement et risque sanitaire dans le Moyen-Ouest malgache ». In Mainet G. (éd.) : *Ouest éditions, Presses académiques*, Actes des VII^e Journées de géographie tropicale, Brest, 11-13 septembre : 533-546.

- HANDSCHUMACHER P.,
DUPLANTIER J.-M., CHANTEAU S.**
2000 – La résurgence de la peste à Madagascar : une maladie centenaire à l'épreuve de l'histoire et de l'écologie. *Espace, Populations, Sociétés*, 2 : 195-208.
- HANDSCHUMACHER P.,
LAFFLY D., HERVOUËT J.-P.**
2002 – De l'écologie des maladies à la mise en évidence d'indicateurs de risques sanitaires : pour une géographie appliquée à la santé publique en Afrique subsaharienne. *Historiens et géographes*, 382 : 129-139.
- HANDSCHUMACHER P., HERVOUËT J.-P.**
2004 – Des systèmes pathogènes à la santé publique : une nouvelle dimension pour la géographie de la santé tropicale. *Autrepart*, 29 : 47-63.
- HENRY-CHARTIER C.**
2000 – *Au fil de l'eau... Espace et santé dans le Ménabe central : contribution géographique à l'étude du risque bilharzien à Madagascar*. Thèse doct., univ. Paris 1 Sorbonne, 370 p.
- JEANNE I.**
2000 – Paludisme et schistosomose : deux exemples d'utilisation des systèmes d'information géographique et de la télédétection à Madagascar. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 93 : 208-214.
- JULVEZ J., MOUCHET J., RAGAVODOO C.**
1990 – Épidémiologie historique du paludisme dans l'archipel des Mascareignes. *Ann. Soc. Belge MM. Trop.*, 70 : 249-261.
- KANDÉ T.**
2003 – *La reviviscence de la peste en Imerina (Madagascar)*. DEA de géographie, univ. J. Fourier, Grenoble, 80 p.
- KANNAPEL P.**
2005 – *Sur les chemins de la peste à Madagascar : regard géographique*. Master 2 « Géographie de la santé », univ. Paris X Nanterre.
- KLEIN J.-M.**
1966 – Données écologiques sur *Synopsyllus fonquerniei* Wagner et Roubaud 1932 (Siphonaptera) puce du rat péridomestique dans la région de Tananarive. *Cahiers Orstom, sér. Entomol. Méd.*, 4 : 3-29.
- LANDAIS E., RANDRIANARISOA F.,
EYMARD-DUVERNAY S., RANAIVO V.,
ARNAUD L., BASTARD G., TRÈCHE S.**
2007 – *État nutritionnel et consommation alimentaire pendant la période de soudure 2006-2007 dans deux communes (Sihanamaro, Ankilikira-Beanantara) de la région de l'Androy*. Rapport multigraphié IRD, Gret, Antananarivo, 82 p.
- LAPERRIÈRE V.**
2009 – *Apport de la modélisation individu-centrée spatialement explicite à la compréhension de l'expression d'une maladie transmissible : la peste bubonique à Madagascar*. Thèse doct. de géographie, univ. Pau et pays de l'Adour, Pau, 277 p.
- LAVENTURE S., MOUCHET J., BLANCHY S. et al.**
1996 – Le riz source de vie et de mort sur les plateaux de Madagascar. *Cahiers Santé*, 6 : 79-86.
- LÉGER J.-P.**
1934 – Épizootie de rongeurs en Imerina. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 27 : 534-535.
- LEPERS J. P., DELORON P.,
FONTENILLE D., COULANGES P.**
1988 – Reappearance of *falciparum* malaria in central highlands plateaux of Madagascar. *The Lancet*, 1 (8585) : 586.
- LEROY F.**
1996 – *Recherche d'un marqueur séro-épidémiologique de la peste humaine à Madagascar*. Mémoire de DEA, faculté de médecine Pitié Salpêtrière, Institut santé et développement, univ. Pierre et Marie Curie, Paris 6, 78 p.
- LHUERRE R.**
1937 – *Le paludisme et la peste à Madagascar (influence des climats, des races, des mœurs)*. Thèse de doctorat en médecine, Lyon.
- MAUNY F., VIEL J. F.,
HANDSCHUMACHER P., SELLIN B.**
2004 – Multilevel modelling and malaria: a new method for an old disease. *Int. J. Epidemiol.*, 0 : 2741-0.

- MIGLIANI R., RATSITORAHINA M., RAHALISON L., RAKOTOARIVONY I., DUCHEMIN J. B., DUPLANTIER J.-M., RAKOTONOMENJANAHARY J., CHANTEAU S.**
2001 – Résurgence de la peste dans le district d'Ikongo à Madagascar. 1 : Aspects épidémiologiques dans la population humaine. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 94 (2) : 115-118.
- MIGLIANI R., CHANTEAU S., RAHALISON L., RATSITORAHINA M., BOUTIN J.-P., RATSIFASOAMANANA L., ROUX J.**
2006 – Epidemiological trends for human plague in Madagascar during the second half of the 20th century: a survey of 20900 notified cases. *Tropical Medicine and International Health*, 11 (8) : 1228-1237.
- MOUCHET J., BLANCHY S., RAKOTONJANABELO A. et al.**
1993 – Stratification épidémiologique du paludisme à Madagascar. *Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar*, 60 (1 et 2) : 50-59.
- MOUCHET J., MANGUIN S., SIRCOULON J., LAVENTURE S., FAYE O., ONAPA A. W., CARNEVALE P., JULVEZ J., FONTENILLE D.**
1998 – Evolution of malaria in Africa for the past 40 years: impact of climatic and human factors. *Journal of American Mosquito Control Association*, 14 (2) : 121-130.
- PELLETIER D. L., FRONGILLO E. A., SCHROEDER D. G., HABICHT J.-P.**
1995 – The effects of malnutrition on child mortality in developing countries. *Bull. WHO*, 73 (4) : 443-448.
- PETIT M., HOUIN R., MOYROUD J., DUMAS J. M., BREUIL J., RANDRIANARISOA J., RAJAONA T., COULANGES P.**
1982 – Contribution géographique à l'étude d'une grande endémie tropicale, la bilharziose intestinale : l'exemple de la côte est malgache. *Madagascar Revue de Géographie*, 41 : 9-39.
- PROST A.**
1995 – De la maladie à la santé : individus, sociétés, environnement et culture. *Cahiers Santé*, 5 : 331-333.
- RAHARILANTOSOA Y.**
2000 – *Disparités de l'état nutritionnel des enfants de Betafo : approche géographique des déterminants de la malnutrition*. Mémoire de maîtrise, département de géographie, programme Ramse, univ. Antananarivo, 118 p.
- RAHELINIRINA S.**
1998 – *Étude préliminaire de la dynamique des populations des réservoirs et vecteurs de la peste sur les Hauts Plateaux : suivi mensuel du rat noir et de ses puces durant une année dans le Moyen-Ouest*. Mémoire de DEA, faculté des sciences, univ. Antananarivo.
- RAHELINIRINA S., DUPLANTIER J.-M.**
1997 – « Dynamique des populations de rats noirs (*Rattus* dans les foyers de peste de la région de Mandoto) ». In Zehrer W., Rafanomezana S. (éd.) : *Actes du symposium national sur les rongeurs et la lutte antimurine*, Antananarivo, DPV et GTZ Éditions : 91-107.
- RAHELINIRINA S., DUPLANTIER J.-M., RATOVONJATO J., RAMILJAONA O., RATSIMBA M., RAHALISON L.**
sous presse – *Rattus rattus* movements study and evaluation of the plague dispersion in Madagascar. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*.
- RAHERITINA M.**
2000 – *Systèmes de cultures et risques palustres et risques de malnutrition, deux enjeux antagonistes, cas de trois villages : Fenoarivo, Lazaina, Ankelaka de la commune d'Ambohimambola dans le Moyen-Ouest malgache*. Mémoire de maîtrise, département de géographie, programme Ramse, univ. Antananarivo, 92 p.
- RAKONTONDRAVONY A. D. S.**
1992 – *Étude comparée de trois rongeurs des milieux malgaches : Rattus norvegicus Berkenhout, (1769), Rattus rattus Linne, (1757) et Eliurus sp. (Biologie et dynamique des populations)*. Thèse de 3^e cycle, univ. Antananarivo, 281 p.
- RAKOTOARISOA S.**
1997 – *Peste et gestion de l'environnement urbain à Majunga*. Mémoire de Capen, École normale supérieure d'Antananarivo, programme Ramse, univ. Antananarivo, 75 p.

RAKOTOSAMIMANANA S.

2009 – *Agrégats spatiaux de tuberculose pulmonaire et flux de tuberculeux dans la commune urbaine d'Antananarivo*.
Mémoire de Master, univ. Tananarive, département de géographie.

**RASOAMANANA B., DROMIGNY J. A.,
DUPLANTIER J.-M., RATSIMBA M.,
CHANTEAU S.**

1998 – Surveillance bactériologique et sérologique de la peste murine dans la ville d'Antananarivo, quartier d'Isotry, en 1995.
Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 64 (1 et 2) : 21-24.

**RASOLOMAHARO M.,
RASOAMANANA B., ANDRIANIRINA Z.,
BUCHY P., RAKOTOARIMANANA N.,
CHANTEAU S.**

1995 – Plague in Mahajanga Madagascar.
The Lancet, 346 : 1234.

RAVELOARINKAJA D.

1997 – *Mode de gestion des terroirs sur les marges occidentales des Hautes Terres malgaches et risques sanitaires*.
Mémoires de fin d'étude de l'École normale supérieure de Tananarive.

RIBOT J.-J., COULANGES P.

1982 – Les zoonoses à Madagascar.
Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 50 : 147-166.

**ROUX J.-F., RAVAOLIMALALA V. E.,
RAKOTO L., BOISIER P.,
ANDRIAMAHEFAZAFY B.,
RABESON D., ESTERRE P.**

1994 – Bases de réflexion et grandes lignes du Programme national de lutte contre les bilharzioses à Madagascar.
Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 61 : 58-61.

ROZE J.-M.

1978 – Les bilharzioses humaines à Madagascar. Étude de géographie médicale.
Bulletin de la section de géographie (CTHS), 83 : 95-105.

SCHMITT S.

2000 – *La peste en Imerina*.
Maîtrise de géographie, univ. Louis Pasteur, Strasbourg I, 103 p. + annexes.

TAGLIONI F.

2009 – « Virus-sans-frontières : la crise du chikungunya dans le sud-ouest de l'océan Indien et au-delà ». In : *Frontières et santé. Genèses et maillages des réseaux transfrontaliers*, Paris, L'Harmattan : 257-275.

**TOLLENAERE C., BROUAT C.,
DUPLANTIER J.-M., RAHALISON L.,
RAHELINIRINA S., PASCAL M., MONÉ H.,
MOUAHID G., LEIRS H., COSSON J.-F.**

sous presse – Phylogeography of the invasive species *Rattus rattus* in the western Indian Ocean, with special emphasis on the colonization history of Madagascar. *Journal of Biogeography*.

Éditeurs scientifiques

Christian Feller

Frédéric Sandron

Parcours de recherche à Madagascar

L'IRD – Orstom et ses partenaires



Parcours de recherche à Madagascar

L'IRD – Orstom et ses partenaires

Éditeurs scientifiques

Christian FELLER, Frédéric SANDRON

IRD Éditions

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Marseille, 2010

Préparation éditoriale

Yolande Cavallazzi

Mise en page

Bill Production

Maquette de couverture

Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure

Pierre Lopez, Catherine Plasse

Coordination, fabrication

Catherine Plasse

Photos de couverture : « Paysages de Madagascar »

De gauche à droite et de haut en bas : © IRD/J.-P. Rolland, P. Laboute, J.-P. Rolland, P. Laboute, M. Grouzis, B. Moizo, B. Moizo, P. Blanchon, B. Moizo, M. Grouzis, G. Giuliani, B. Moizo, M. Grouzis, B. Moizo, M.-N. Favier, B. Moizo, C. Chaboud, B. Moizo

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2010

ISBN : 978-2-7099-1695-0