

## APPORTS DES ETUDES HYDROLOGIQUES À LA CONNAISSANCE DE LA TRANSMISSION DES SCHISTOSOMESES À MADAGASCAR

GRISORIO Emmanuel, SCHAFFNER Raphaël

Cette étude est fondée sur l'apport de connaissance en géographie et dans le domaine de l'hydrologie en particulier, à une problématique posée par des biologistes (B. SELLIN et P. BREMOND / IRD<sup>1</sup>, ex-ORSTOM) travaillant principalement sur la transmission de la bilharziose à Madagascar : notre objectif est de démontrer les aptitudes du milieu à générer des écoulements capables de mobiliser les mollusques et d'accroître leur extension spatiale sur le bassin versant, puis de mettre en évidence les facteurs naturels et anthropiques favorables ou non à la diffusion. Le choix du site s'est porté sur un bassin versant (0,19 km<sup>2</sup>) circonscrit dans un lavaka<sup>2</sup> situé à une vingtaine de kilomètres au Sud d'Antananarivo. Ce site est remarquable puisqu'il regroupe plusieurs données essentielles à nos yeux. D'une part, des cas de bilharziose intestinale ont déjà été reconnus sur le site. D'autre part, nous avons pu noter, lors de nos premières enquêtes malacologiques, la présence de *Biomphalaria pfeifferi*, mollusque et hôte intermédiaire de la bilharziose intestinale dans des systèmes de mares constituant un contact privilégié entre l'homme, le mollusque et le parasite. Par ailleurs, ces systèmes de mares intégrées dans une excavation, sont très représentatifs des Hautes Terres. Il ne s'agit donc pas d'un cas isolé, et ce modèle peut au contraire s'appliquer partout dans cette région.



Photo aérienne du bassin versant de Mandalotsimaka

---

<sup>1</sup> Institut de Recherche pour le Développement

<sup>2</sup> terme malgache désignant une excavation à paroi abrupte sur le flanc d'une colline latéritique.

## **La bilharziose**

### *Un parasite*

Les bilharzioses ou schistosomoses sont des infestations parasitaires affectant l'homme. Elles sont dues à des vers plats appelés bilharzies ou schistosomes. Les êtres humains contractent cette maladie par leurs contacts répétés avec une eau douce contaminée.

### *Un hôte intermédiaire*

Les schistosomoses sont transmises par des mollusques gastéropodes d'eau douce qui en sont les hôtes intermédiaires, et sans lesquels les parasites adultes ne peuvent effectuer leur cycle biologique, aboutissant à la production de larves infestantes

### *L'homme*

L'homme est la victime mais également à l'origine de la diffusion de cette maladie à transmission fécale et urinaire. "La contamination de l'environnement est provoquée par le manque d'hygiène étroitement lié aux conditions de vie des populations pauvres, démunies de sources d'approvisionnement en eau potable, de moyens de neutralisation des excréta et dont les ressources essentiellement d'activités agricoles ou pastorale nécessitant des contacts répétés avec les eaux de surface" (LARIVIERE, 1993).

### *Les symptômes*

Cette parasitose peut être invalidante ou mortelle. Les pontes massives de ces parasites dans certains organes entraînent des lésions viscérales (en particulier urinaires, hépatiques et génitales) lentement évolutives, et dont la gravité est proportionnelle à la charge en vers

## **La méthodologie**

Sur le bassin versant, les seuls points d'eau permanents sont les mares dans lesquelles vivent les mollusques et le drain principal situé en bas de pente. Les écoulements temporaires sont constitués par les collecteurs de ravines. Par conséquent, la diffusion des mollusques ne peut se faire que d'une mare vers une autre ou d'une mare vers le drain principal.

Par ailleurs, le site d'étude de ce *lavaka* présente un relief accidenté où le parcours des écoulements entre les mares ainsi que des mares vers le drain principal est semé d'obstacles végétaux et topographiques.

La diffusion peut s'appréhender selon deux échelles spatiales : au niveau des systèmes de mares et au niveau du bassin versant.

## **Le contexte favorable**

Les mares sont des espèces confinés dans lesquelles la diffusion se réalise moins aisément que dans les canaux de jonction. Pour mobiliser le mollusque, il faut donc

créer une perturbation capable d'augmenter le courant dans la mare.

Cette perturbation peut être de deux ordres :

- Un apport brutal d'un important volume d'eau de surface constitué par les zones de ruissellement
- Une augmentation rapide des débits des sources dû à un écoulement hypodermique plus important

Afin de mettre en évidence ce contexte favorable, nous avons effectué une description physique du site au moyen de différentes cartes. Notre objectif, a été de montrer que le bassin versant est apte à transformer les pluies en débit.

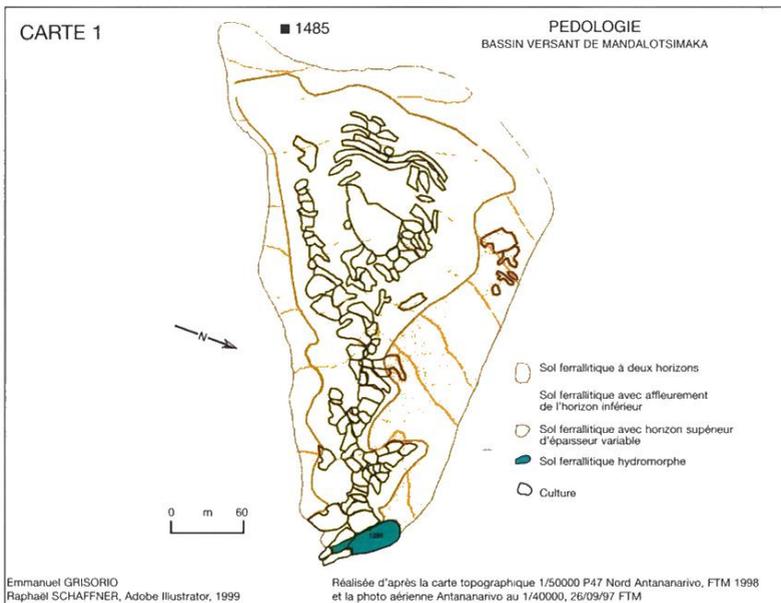
Chacun des sols distingués sur ce bassin versant (carte 1) possède un comportement propre vis-à-vis d'une pluie. Leur structure et leur état superficiel ont une influence sur l'hydrodynamique de surface.

Le sol des versants correspond à un sol ferrallitique à deux horizons avec une induration en surface, sous forme d'une pellicule qui tend à bloquer l'infiltration et favoriser le ruissellement.

Le sol des cultures est constitué par un sol ferrallitique avec un horizon supérieur d'épaisseur variable caractérisé par un ameublissement consécutif au travail de la terre. L'infiltration est favorisée au dépens du ruissellement.

Le bas de versant est caractérisé par des sols hydromorphes où l'infiltration ne peut se réaliser, par conséquent le ruissellement est favorisé.

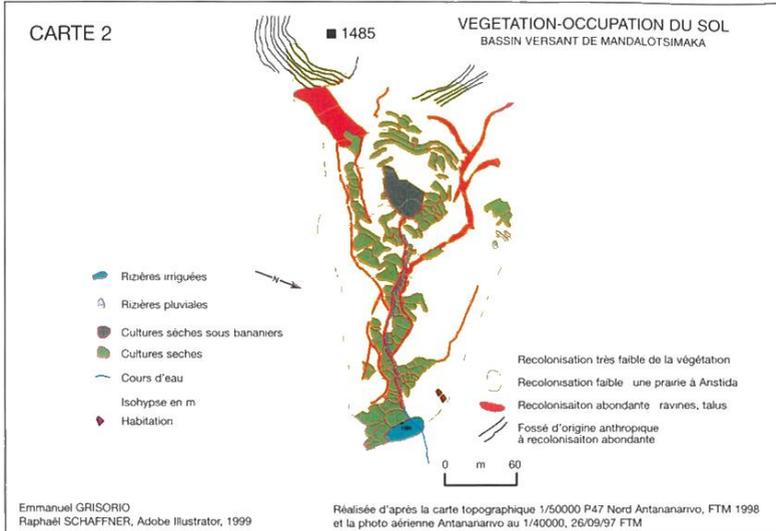
Dans les zones de ravines, des sols ferrallitiques avec affleurement de l'horizon inférieur sont visibles, le ruissellement y est généré.



Concernant la végétation (carte 2), celle-ci est dominée par une prairie à *Aristida* qui correspond à une strate herbacée inférieure à 40 centimètre peu couvrante. Cette couverture végétale offre une faible interception des eaux de pluie et ne permet qu'une faible protection du sol. Les phénomènes de ruissellement et d'érosion hydrique sont donc accrus sur cette surface.

La végétation est quasi absente sur les abrupts et les altérites affleurantes.

Elle est marquée par une forte densité au bord des chenaux, des ravines et des terrasses.



### Les résultats

Les résultats de ces descriptions sont visibles sur la carte hydrologique (carte 3) sur laquelle différents écoulements ont pu être localisés.

- L'écoulement de surface :
  - Ruissellement diffus sur prairie
  - Ruissellement concentré des ravines
  - Écoulement sur surface saturée sur sols hydromorphes de bas fond
- L'écoulement hypodermique, visible sous trois formes :
  - Sources alimentant les mares
  - Suintement sur les talus des cultures
  - Sources avec exfiltrations alimentant le drain principal

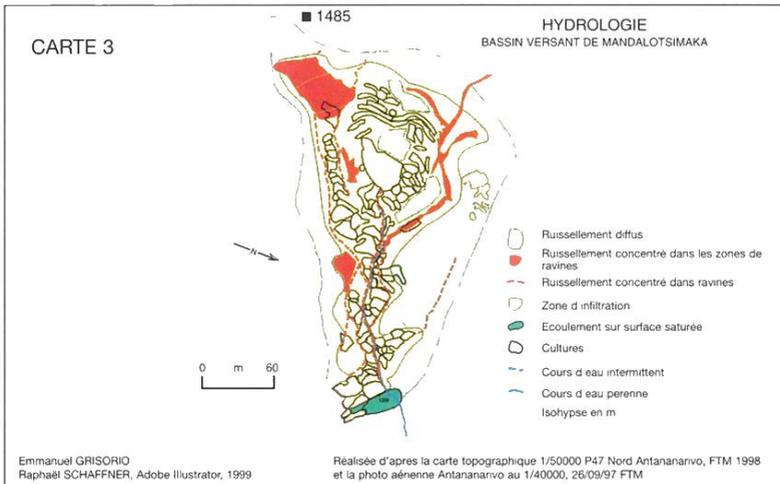
Tous ces écoulements alimentent les systèmes de mares et sont donc favorables à la diffusion.

Ce contexte favorable a été aussi mis en évidence en mesurant les débits à l'exutoire des mares et dans les canaux de jonction. Cela a été réalisé suite à un épisode pluvieux et après une période sans précipitations.

L'objectif a été de mettre en évidence une augmentation significative des débits après une pluie. Ils font apparaître des différences très importantes et confirment qu'en

l'absence de précipitations, le débit des sources est largement insuffisant pour générer des écoulements remarquables à l'exutoire des mares et des canaux.

### Les facteurs limitants



Ils représentent tous les facteurs qui tendent à réduire la diffusion de l'hôte intermédiaire à l'échelle des systèmes de mares et du bassin versant. Ces facteurs interviennent sur les canaux, les mares et les chenaux d'écoulements naturels : leur action ou leur simple présence limite ou interdit le phénomène de diffusion. Les facteurs limitants sont de deux types : d'une part, les obstacles naturels et, d'autre part, les activités anthropiques.

#### Les obstacles naturels

- Les types de temps sec et ensoleillé provoquent l'évaporation de l'eau, baissent le niveau des mares et entravent ainsi la diffusion.
- La végétation : les herbiers présents dans les canaux font effet de peigne, freinant les écoulements et pouvant retenir les mollusques en transit.
- L'ensablement et les micro reliefs : après une forte pluie, les mares et les canaux peuvent être ensablés ; de petites embacles peuvent également se produire. Les micro reliefs formés par l'action érosive des écoulements dans les canaux peuvent faire obstacle au passage des mollusques.
- Le passage des zébus qui piétinent les canaux et les bords de mares dévie l'écoulement hors de son chenal.

#### les actions anthropiques

- Le contrôle des écoulements avec les barrages : ils sont réalisés pour limiter les pertes à l'aval et conserver un maximum d'eau dans les mares. Tant que l'eau n'a pas atteint le seuil du barrage, l'eau ne s'écoule plus.
- Le prélèvement pour l'irrigation : s'il est supérieur à l'alimentation de la mare, l'écoulement à l'aval cesse. De cette façon, ils prélèvent aussi des mollusques et lutte inconsciemment contre la diffusion.

- Le curage des mares est réalisé 2-3 fois par an par les paysans pour supprimer la végétation et en extraire le sable. Ils participent à nouveau à une lutte radicale contre le mollusque en le détruisant.

Le diffusion est d'autant plus efficace que les canaux reliant les mares sont courts ce qui limite la probabilité de rencontrer des obstacles et ce en dépit d'un écoulement continu.

Enfin, les mares ne doivent pas avoir été récemment curées, afin de ne pas créer un milieu trop hostile au mollusque.

La diffusion est donc possible à l'échelle des systèmes de mares comprenant des canaux de liaison bien entretenus.

Son efficacité dépend de l'importance des obstacles naturels ou anthropiques ou de la compétence des écoulements qui permettent de s'en affranchir.

A l'échelle du bassin versant : la disparité dans la répartition des systèmes de mares et l'absence de connection entre ceux-ci, mais aussi avec le drain principal font que la diffusion hydrique semble quasiment impossible.

## RÉSUMÉ

Ce travail a permis de mettre en évidence les capacités de mobilisation par les écoulements, des mollusques vecteurs de la bilharziose, dans un bassin versant représentatif des collines des Hautes Terres centrales à Madagascar. La diffusion des mollusques hors de leurs gîtes -des mares utilisées à des fins agricoles- peut s'effectuer sous l'impulsion d'un important ruissellement de surface et/ou d'une augmentation remarquable du débit des sources qui alimentent les systèmes de mares. Ceci n'est réalisé qu'après des événements pluvieux de fortes intensités. Malgré ces conditions a priori favorables, la diffusion est confrontée à un certain nombre d'obstacles naturels et anthropiques qui réduisent les possibilités d'extension spatiale au niveau des systèmes de mares.

**Mots-clés** : Madagascar, bilharziose, mobilisation de mollusques, écoulements, systèmes de mares, obstacles.

## BIBLIOGRAPHIE

- COMBES C., 1993. Les schistosomoses, l'eau et l'homme, *Revue du praticien*, n°43, p. 405-415
- GRISORIO E., SCHAFFNER R., 1999. Approt des études hydrologiques à la connaissance de la transmission des schistosomoses à Madagascar; Mémoire de maîtrise de géographie physique sous la direction de M. Mietton, Faculté de Géographie, ULP Strasbourg, 127 p.
- LARIVIERE, 1993. Epidémiologie des bilharzioses humaines, *Revue du praticien*, n° 43, p. 417-423.