

Système d'Information Géographique et Santé : application à la ville d'Antananarivo

Randremanana RV¹, Migliani R¹, Rakotomanga S², Jeanne I¹

RESUME : Divers facteurs démographiques urbains, socio-économiques et environnementaux peuvent avoir un impact sur la santé de la population. Un Système d'Information Géographique (SIG) a été constitué pour la commune urbaine d'Antananarivo, capitale de Madagascar, en groupant plusieurs facteurs pour pouvoir déterminer des zones à risque de problèmes sanitaires. Ces données ont été recueillies au cours de l'année 1998 puis triées et analysées à l'échelle du Fokontany (grand quartier). Les analyses statistiques et spatiales ont montré une inégalité de distribution spatiale des ressources sanitaires, des services urbains primaires et de la densité de la population. Un score de zones à risque a été établi incluant ces diverses données ainsi que le pourcentage de surface inondable de chaque Fokontany. Ces analyses sont illustrées par quatre représentations cartographiques. L'absence de données standardisées sur le plan administratif et spatial a été un handicap surmonté grâce à de multiples contrôles et recouplements. Malgré cette carence, ce SIG pourra aider les divers responsables dans leur prise de décision pour améliorer la situation sanitaire de la ville.

Mots-clés : Système d'Information Géographique - Urbanisme - Zone à risque - Santé - Madagascar.

ABSTRACT : "Geographic Information System and Health in Antananarivo : a new approach" : The general health status of the population in the capital, Antananarivo, is determined by a number of different socio-economical and environmental factors. A study was undertaken in 1998 by which the Geographic Information System (GIS) was implemented in order to describe characteristics in town areas (fokontany) suffering from a high disease burden. It was observed that there was a heterogeneous distribution of health care supporting facilities in comparison to population density in the different areas of the capitol. A risk-score system by use of an image-technique was elaborated. The most important problem encountered in the study was the reduced availability of standardized collected data. The results suggest that GIS constitutes a useful tool in assessment of urban health problems in order to identify fokontany in particular need of additional health care support.

Key-words : Geographic Information System - Urbanism - Risk area - Health - Madagascar.

INTRODUCTION

Les problèmes de santé sont l'expression des relations entre l'homme et son environnement [1]. Un Système d'Information Géographique (SIG) est tout à fait adapté pour les appréhender de façon globale en intégrant la dimension spatiale et tous les facteurs potentiels.

Un SIG peut être défini comme un ensemble de données de nature diverse, structurées de façon à être gérées facilement, et dont le point commun est d'être géoréférencées, c'est-à-dire repérées dans l'espace, à l'aide de coordonnées géographiques. La structure de ces informations peut être schématisée par une superposition de couches de données, avec un seul type de données par couche, qui peuvent être croisées et dont la mise à jour est facile. Un SIG est donc tout à la fois, un outil de collecte puissant et moderne, de stockage, de

visualisation, de mise à jour et d'analyse des données spatialisées, une boîte à outils pour la modélisation et l'analyse de problèmes complexes de recherche, de gestion ou de planification et enfin un système d'aide à la décision pour identifier et évaluer les problèmes.

L'utilisation du SIG dans le domaine de la santé est assez récente et permet aux autorités sanitaires et aux épidémiologistes d'améliorer et de faciliter leurs travaux de surveillance et/ou de planification [2,3,4,5,6,7]. A Madagascar, des SIG sont déjà constitués sur les schistosomoses et le paludisme en collaboration avec l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM), le Ministère de la Santé, l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et la Coopération italienne [8,9].

A Antananarivo, le développement et l'urbanisation rapides ont créé des problèmes de surpeuplement, de promiscuité, des problèmes socio-économiques et d'assainissement. L'impact sur l'état de santé de la population de la capitale

¹ Institut Pasteur de Madagascar, BP 1274 - 101 Antananarivo - Madagascar.

² Ministère de la Santé, BP 460 - 101 Antananarivo - Madagascar.

est notable en ce qui concerne les maladies infectieuses liées aux mauvaises conditions d'hygiène ou économiques [10]. L'objectif de ce travail a été de rassembler, au sein d'un SIG, les facteurs urbains et environnementaux à l'échelle du *Fokontany* ou quartier (unité administrative officielle) afin de les analyser et de déterminer les zones les plus à risque de survenue de problèmes sanitaires.

La présente étude constitue le premier SIG urbain dans le domaine de la santé à Madagascar.

METHODOLOGIE

La zone d'étude est la commune urbaine d'Antananarivo (CUA), capitale de Madagascar. Elle s'étend sur environ 80 km² [11]. Elle est limitée au sud et à l'ouest par le *Fivondronam-pokontany* ou ancienne sous-préfecture d'Antananarivo Atsimondrano, au nord et à l'est par celui d'Antananarivo Avaradrano.

La rivière Ikopa longe la ville du sud à l'ouest et la rivière Mamba au nord. L'altitude varie de 900 m à 1500 m. Le climat est de type tropical d'altitude et présente 2 saisons distinctes : une saison sèche et fraîche (de mai à octobre) et une saison chaude et pluvieuse (de novembre à avril). La moyenne annuelle des températures est de 18°C avec des maxima à 26°C (novembre) et des minima à 10°C (juillet). La pluviométrie annuelle varie de 1000 mm à 1600 mm, avec un minimum mensuel de 6 mm [12].

Du point de vue administratif, le *Fivondronam-pokontany* d'Antananarivo Renivohitra comporte 6 arrondissements ou *Firaisam-pokontany* (anciennement canton), eux-mêmes subdivisés en 192 *Fokontany*.

Il s'agit d'une étude rétrospective, avec recueil de données réalisé au cours de l'année 1998 auprès de diverses institutions et organismes de la ville : les Services techniques des six arrondissements de la ville d'Antananarivo, le Service Autonome pour la Maintenance de la Ville d'Antananarivo (SAMVA), le bureau de l'Ordre National des Médecins, le bureau de l'Ordre National des Pharmaciens, la Direction Inter-Régionale de Développement Sanitaire d'Antananarivo (DIRDS Isotry), la Direction des Etablissements des Soins Publics et Privés au Ministère de la Santé, les différents responsables des *Fokontany* de la CUA, le Bureau de Développement Urbain d'Antananarivo (BDU), le service Eau et Assainissement d'Antananarivo.

Les données recueillies ont été les suivantes : **(i)** : données numériques de délimitation des

Fokontany; **(ii)** : données démographiques tels que les effectifs de la population en 1998 et la superficie de chaque *Fokontany*. La densité de la population a été calculée à partir de ces 2 variables; **(iii)** : données sur les différentes ressources sanitaires telles que les infrastructures sanitaires que sont les hôpitaux publics et privés, les dispensaires publics et privés, les Organisations Non Gouvernementales (ONG) à caractère sanitaire, et données de démographie médicale comprenant les médecins libéraux exerçant une profession libérale, ceux qui travaillent dans la fonction publique, ceux qui travaillent dans les institutions privées ainsi que les pharmaciens; **(iv)** : données sur les équipements publics appelés aussi services urbains primaires [13] tels que bornes fontaines, lavoirs, douches publiques, urinoirs et WC publics, bacs à ordures.

Les méthodes de recueil ont été variées, s'adaptant aux moyens mis à disposition : entretiens, copies de fichiers informatiques, recopies manuscrites de documents, registres et livres.

Pour la constitution du SIG, les données recueillies ont été triées, puis analysées avec le logiciel Epi-Info 6.04 cfr. L'établissement des cartes et les analyses spatiales telles que requêtes SQL et analyses thématiques linéaires ont été réalisées avec le logiciel Mapinfo 4.5.

Pour pouvoir déterminer les zones à risque sanitaire, un score de risque de 1 à 5 a été établi à partir des facteurs suivants : **(i)** : les zones inondables, plaines ayant une altitude inférieure à 1250 m d'altitude [13]. Le pourcentage de surface inondable par *Fokontany* a été obtenu par superposition des limites administratives des *Fokontany* et de la courbe de niveau de 1250 m. Un score de risque d'inondation a ensuite été établi de 1 à 5; **(ii)** le nombre des bacs à ordures pour 10 000 habitants (score de 1 à 5); **(iii)** : le nombre de bornes fontaines pour 10 000 habitants (score de 1 à 5); **(iv)** : le nombre de médecins pour 10 000 habitants (suffisant ou insuffisant) dont le seuil est de 1 médecin pour 10 000 habitants selon l'OMS [14].

RESULTATS

En 1998, la population totale de la commune urbaine d'Antananarivo était de 902 944 personnes. La densité moyenne de la population était de 10 536 hab/km², avec une densité minimum de 347,8 hab/km² pour le *Fokontany* d'Anosibe Zaivola et une densité maximum de 348 450 hab/km² pour celui d'Anjanahary lot II S.

Le 1^{er} arrondissement était le plus peuplé (23,4% de la population totale) et le 6^{ème} arrondissement le moins peuplé.

Les données par arrondissement sont regroupées dans les tableaux I, II et III : répartition des ressources sanitaires humaines, des infrastructures sanitaires et des services urbains primaires.

Tableau I : Répartition des ressources humaines par arrondissement dans la ville d'Antananarivo, 1998

Arrondissement	Médecins			Pharmacies
	libéraux (%)	fonctionnaires (%)	salariés privés (%)	(%)
I	289/864 (33,4)	97/164 (59,1)	39/108 (6,1)	30/75 (40)
II	123/864 (14,2)	6/164 (3,65)	13/108 (12)	4/75 (5,3)
III	187/864 (21,6)	2/164 (1,21)	42/108 (38,8)	23/75 (30,6)
IV	89/864 (10,%)	54/164 (32,9)	6/108 (5,5)	5/75 (6)
V	139/864 (16,9)	2/164 (1,2)	5/108 (4,6)	9/75 (12)
VI	37/864 (4,2)	3/164 (1,8)	3/108 (2,7)	4/75 (5,3)

Tableau II : Répartition des infrastructures sanitaires par arrondissement dans la ville d'Antananarivo, 1998

Arrondissement	Hôpitaux publics (%)	Cliniques privées (%)	Dispensaires publics (%)		ONG (%)
				privés (%)	
I	2 (33,3)	1 (11,1)	6 (40)	5 (6,8)	13 (27,6)
II	1 (16,6)	2 (22,2)	3 (20)	12 (16,4)	12 (25,5)
III	1 (16,6)	3 (33,3)	1 (6,6)	29 (39,7)	14 (31,4)
IV	1 (16,6)	1 (11,1)	2 (13,3)	10 (13,6)	3 (6,3)
V	0 (0)	2 (22,2)	2 (13,3)	13 (17,8)	3 (6,3)
VI	1 (16,6)	0 (0)	1 (6,6)	4 (5,4)	2 (4,2)

Tableau III : Répartition des équipements publics par arrondissement dans la ville d'Antananarivo, 1998

Arrondissement	Bornes Fontaines (%)	Lavoirs (%)	Bac à ordures (%)	Douches et WC publics (%)
I	124 (21,10)	17 (18,8)	113 (29,5)	18 (45)
II	71 (12,1)	8 (8,8)	84 (21,9)	6 (15)
III	92 (15,7)	16 (17,7)	48 (12,2)	9 (22)
IV	135 (23,07)	11 (12,2)	64 (16,7)	4 (10)
V	104 (17,70)	21 (23,3)	54 (14,1)	1 (2,5)
VI	59 (10,08)	17 (18,8)	17 (4,4)	2 (5)

La figure 1 illustre l'inégalité de répartition par *Fokontany* des médecins, en fonction de la population en 1998 (confirmée par une absence de corrélation statistique).

Une inégalité de répartition par *Fokontany* existe aussi pour les services urbains primaires, l'exemple choisi dans la figure 2 est celui des bacs à ordures.

La figure 3 montre les *Fokontany* les plus à risque quant aux inondations. On peut remarquer en comparant avec la figure 1 qu'ils sont très peuplés. En effet, 1,9% de la population totale de la capitale habitent des *Fokontany* complètement

inondables et 26,3% résident dans des *Fokontany* dont au moins 75% de la surface est inondable.

Les *Fokontany* à risque sanitaire le plus élevé quant à la transmission de maladies infectieuses liées à la promiscuité, aux zones malsaines par suite d'inondations et/ou par déficit en services urbains primaires, c'est-à-dire ayant un score de risque à 5, sont au nombre de 34 et concernent 17,3% de la population totale de la ville (Figure 4).

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'hétérogénéité des supports de recueil de données et les réponses contradictoires ont nécessité de multiples vérifications et recoupements. Toutefois, certaines différences, comme la population totale de la ville et sa superficie, sont infimes compte tenu de l'échelle du travail à effectuer. En 1998, pour l'Institut National de Statistique (INSTAT), la population totale a été évaluée, par projection des chiffres du recensement général en 1993, à 902 153 habitants; alors que pour les services de tutelle des 6 arrondissements, elle a été de 902 944 habitants selon des recensements plus récents effectués dans les *Fokontany*. La superficie, évaluée de 81,18 km² à 85,7 km², augmente si l'on tient compte du relief.

Par contre, la variation du nombre de *Fokontany* ainsi que leur délimitation a compliqué l'interprétation et les analyses des données. Dans un premier temps, une standardisation de ces données administratives aux divers organismes les utilisant aurait déjà permis d'exploiter beaucoup plus d'informations.

Malgré ces difficultés rencontrées au cours de la constitution de ce SIG, de nombreuses informations pouvant être utiles dans des programmes de santé publique ont pu être réunies [15]. Ce travail pourrait servir d'outil d'aide à la décision pour les différents responsables afin de réduire les inégalités sanitaires dans la capitale.

Ce SIG pourra être aussi complété par l'addition d'autres facteurs conditionnant l'état de santé de la population : sexe, âge, taille, environnement physique et chimique, niveau socio-économique et habitudes de vie [16]. Des images de télédétection par satellite pourraient permettre d'évaluer les surfaces réellement habitées à l'intérieur de chaque *Fokontany*. Une étude à une plus grande échelle comme celle des petits quartiers ou îlots, ainsi qu'une validation de ce score de risque sanitaire par une analyse des données épidémiologiques des maladies diarrhéiques (choléra), de la peste, devraient être effectuées.

Figure 1 : Nombre de médecins et population générale en 1998 par Fokontany

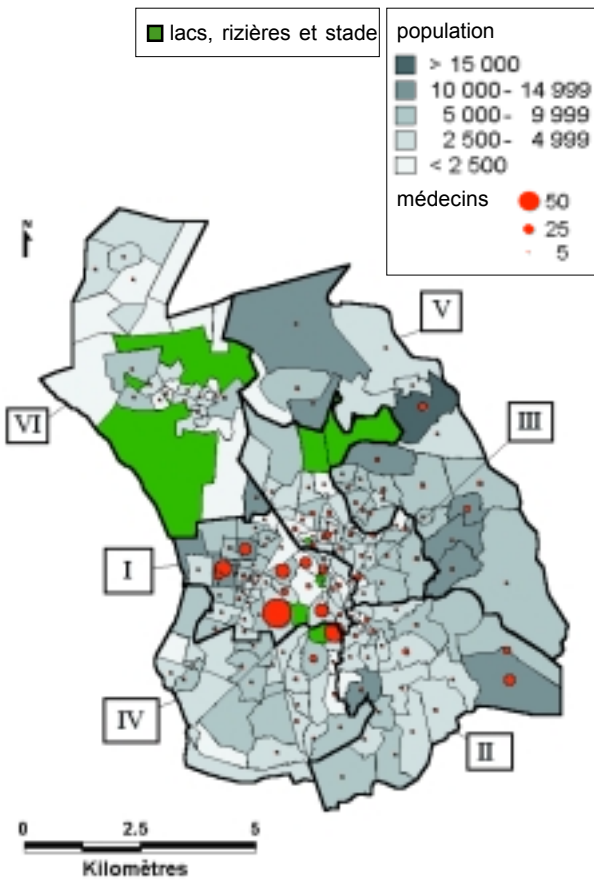


Figure 2 : Nombre de bacs à ordures par Fokontany

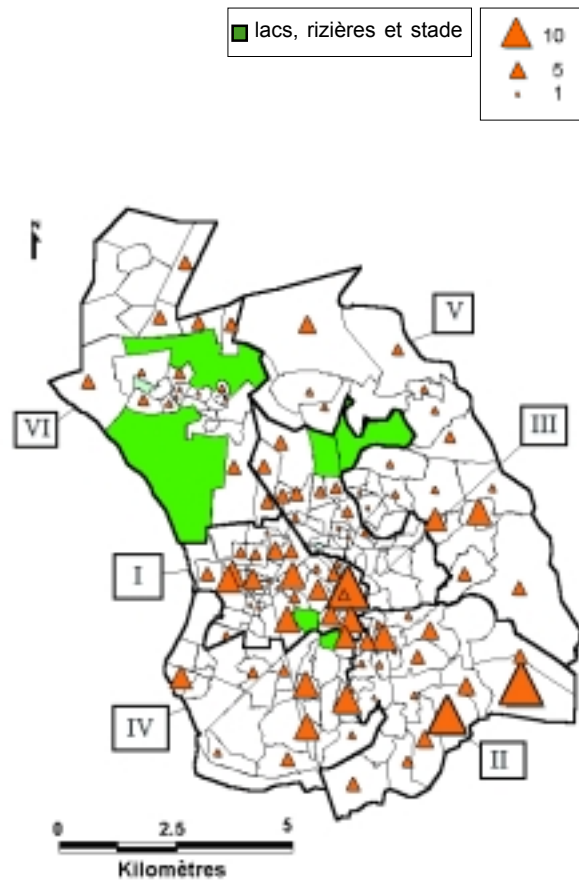


Figure 3 : Pourcentage de surface inondable par Fokontany (< 1250m d'altitude)

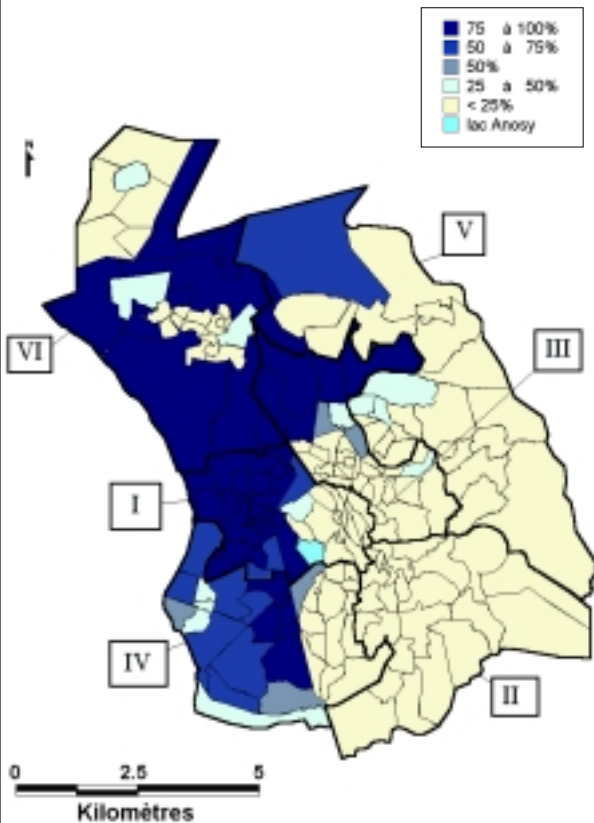
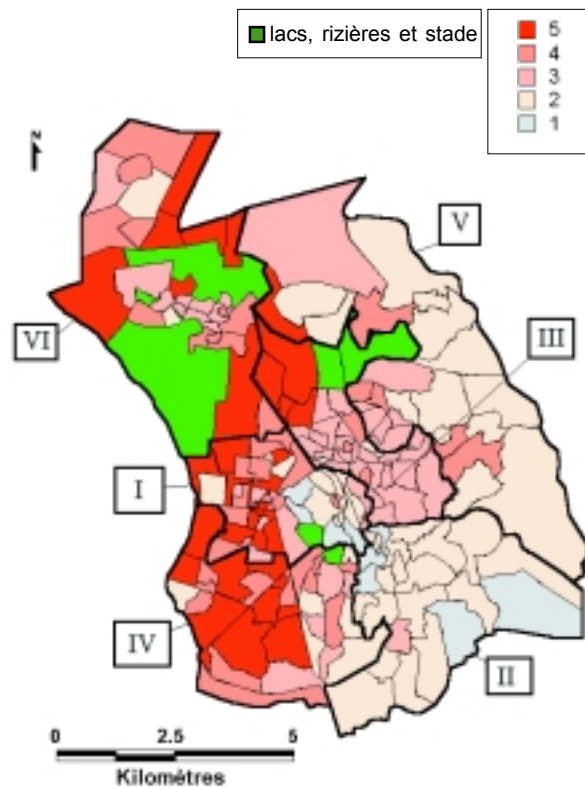


Figure 4 : Classement des Fokontany selon un score de risque (zones inondables, taux de médecins, de bornes fontaines et de bacs à ordures pour 10 000 habitants)



REMERCIEMENTS

A tous les médecins et personnels de l'Institut Pasteur de Madagascar, au Foiben-Taonsarintanin'i Madagasikara (FTM), aux services techniques des 6 arrondissements de la ville d'Antananarivo, au Bureau de Développement Urbain Antananarivo, au service Eau et Assainissement Antananarivo, à l'entreprise d'étude Dinika International Antsahavola, au Service Autonome pour la Maintenance de la Ville d'Antananarivo, au service des infrastructures de la Commune Urbaine d'Antananarivo, au bureau de l'Ordre National des Médecins, au bureau de l'Ordre National des Pharmaciens, à la Direction Inter-Régionale de Développement Sanitaire d'Antananarivo (DIRDS Isotry), à la Direction de Lutte contre les Maladies Transmissibles du Ministère de la Santé (DLMT), et au service tuberculose de la DLMT, à la Direction des Etablissements des Soins Publics et Privés au Ministère de la Santé, aux différents responsables des Fokontany de la Commune Urbaine d'Antananarivo, à la direction de la démographie et statistique sociale Soavimasoandro, au centre d'information et de documentation à l'Office National de l'Environnement, au Professeur Rakotovo Joseph Dieudonné Médecin Chef du Centre de Stomatologie – Centre Hospitalier Universitaire d'Antananarivo, au Professeur Rakotomanga Jean de Dieu Marie Professeur chargé d'enseignement à l'Unité de Formation et de Recherche en Epidémiologie, Département de Santé Publique à la Faculté de Médecine.

REFERENCES

- 1- Cadot E, Fournet F, Traoré S, N' Guessan N, Hervouët J-P. Approche géographique de la Schistosomiase urinaire dans une ville moyenne africaine, Daloa (Côte d'Ivoire). *Sante* 1998; **8** : 447 - 453.
- 2- Brunhes J, Cuisance D, Cuny G, Manguin S, de la Rocque S, Geoffroy B. Entomologie médicale : l'explosion technologique. *Med Trop* 1998; **58** : 15-20.
- 3- Manguin S, Boussinesq M. Apport de la télédétection en santé publique : l'exemple du paludisme et autres perspectives. *Med Mal Infect* 1999; **29** : 318-324.
- 4- Kitron U, Pener H, Costin C, Orshan L, Greenberg Z, Shalom U. Geographic Information System in Malaria surveillance : mosquito breeding and imported cases in Israel 1992. *Am J Trop Med Hyg* 1994; **50** : 550-556.
- 5- Nobre FF, Braga AL, Pinheiro RS, Lopes JA. GIS épi : a simple Geographic Information System to support public health surveillance and epidemiology investigations. *Comp Meth Prog Biomed* 1997; **53** : 33-45.
- 6- Nuttall I, O'Neill K, Meert JP. Système d'Information Géographique et lutte contre les maladies tropicales. *Med Trop* 1998; **58** : 221-227.
- 7- OMS. Système d'Information Géographique : cartographie et surveillance épidémiologique 1999. *Wkly Epidemiol Rec hebdomadaire* 1999; **74** : 281-288.
- 8- Jeanne I. Paludisme et Schistosomose : deux exemples d'utilisation des Systèmes d'Information Géographiques et de la télédétection à Madagascar. *Bull Soc Pathol Exot* 2000; **93** : 208 - 214.
- 9- Rakotomanana F, Jeanne I, Duchemin JB, Pietra V, Raharimalala L, Tombo ML, Arie F. Approche géographique dans la lutte contre le paludisme dans la région des Hautes Terres. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 2001; **67** : 35-38.
- 10- Office National de l'Environnement. Rapport sur l'environnement urbain : cas de la zone d'Antananarivo. Antananarivo : ONE, 1997; 93p.
- 11- Dinika International - Commune Urbaine d'Antananarivo. La démarche pour un projet de ville. Antananarivo : Dinika International, 1998; 123p.
- 12- Ministère de l'Economie et du Plan. Régions et développement : programmes régionaux et projets locaux, Faritany d'Antananarivo. Tunis : DIRASSET, 1991; 369p. (Etudes régionales).
- 13- Dinika International. Identification des réalités communales et diagnostic socio-économique, urbain et financier : assistance à la cartographie. Antananarivo : Dinika International, 1997; 100p. (Monographie de la CUA, document référentiel n°3).
- 14- Niakara A, Ouedraogo N, Aurégan G. Le Burkina Faso, une multitude d'urgences de santé publique. *Med Trop* 1998; **58** : 235-239.
- 15- Randremanana RV. Système d'Information Géographique et Santé : application à la ville d'Antananarivo. [Thèses de Médecine]. Antananarivo : Faculté de Médecine, 2001.
- 16- Rumeau-Rouquette C, Blondel B, Kaminski M, Bréart G. Epidémiologie : méthodes et pratique. Paris : Flammarion Médecine-Sciences, 1993 : 13-26.