

# Perceptions, pratiques, gestions traditionnelles et modernes d'un écosystème forestier tropical : les mangroves du nord-ouest de Madagascar - mise en place d'une méthode d'optimisation des plans de gestion

## Responsable scientifique

Marc ROBIN, Université de Nantes (Institut de Géographie)  
Littoral Environnement Télédétection Géomatique – LETG, UMR,  
Chemin de la Censive du Tertre, BP 32211, 44322 NANTES CEDEX 03  
Mél. : marc.robin@univ-nantes.fr

## Autres participants

LETG, UMR : Thierry Guineberteau (Université de Nantes), Françoise Debaine (Université de Nantes), Etienne Chauveau (Université de Nantes), Marie Guillet, Eddy Renoux.

Patrimoines locaux et stratégies – PALOS, UR IRD, Paris : Marie-Christine Cormier-Salem, Hélène André Bigot.

Département de géographie, Université d'Antananarivo, Madagascar : Dabé Rakotonavalona, Simone Ratsivalaka.

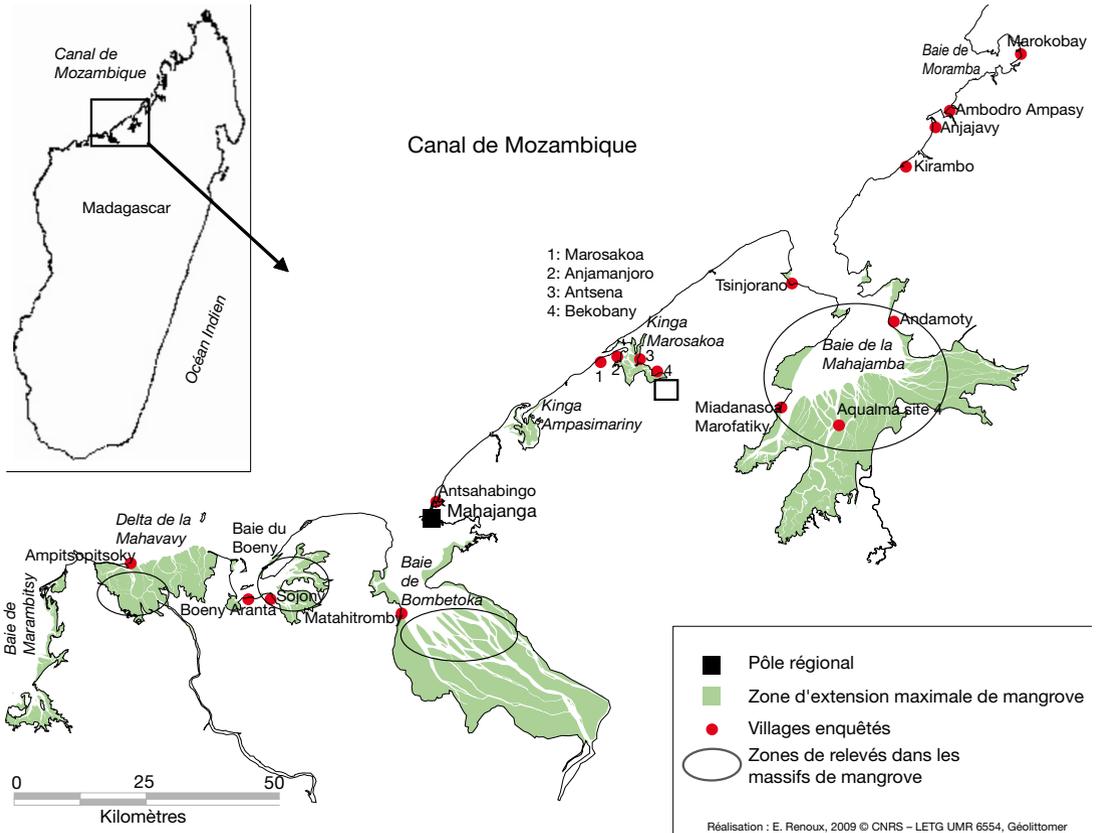
## Mots-clés

Mangrove, gestion, ressource bois, ressources halieutiques

## Objectifs des recherches

Longtemps considérées comme hostiles car dangereuses pour l'homme, les mangroves du nord-ouest de Madagascar sont aujourd'hui soumises à des pressions anthropiques croissantes. Les nouvelles activités (carbonisation, aquaculture, tourisme) qui s'ajoutent aux activités traditionnelles (activités d'extraction locales et commerciales à l'échelle régionale) révèlent des enjeux spatiaux majeurs et se traduisent par de récentes mutations. De ce fait, les modalités classiques de gestion s'avèrent pour partie obsolètes, tout spécialement dans les secteurs sous forte contrainte et il devient nécessaire d'élaborer de nouvelles approches. Une connaissance accrue du fonctionnement de l'écosystème mangrove et de ses mutations est alors indispensable, en relation avec la nouvelle donne

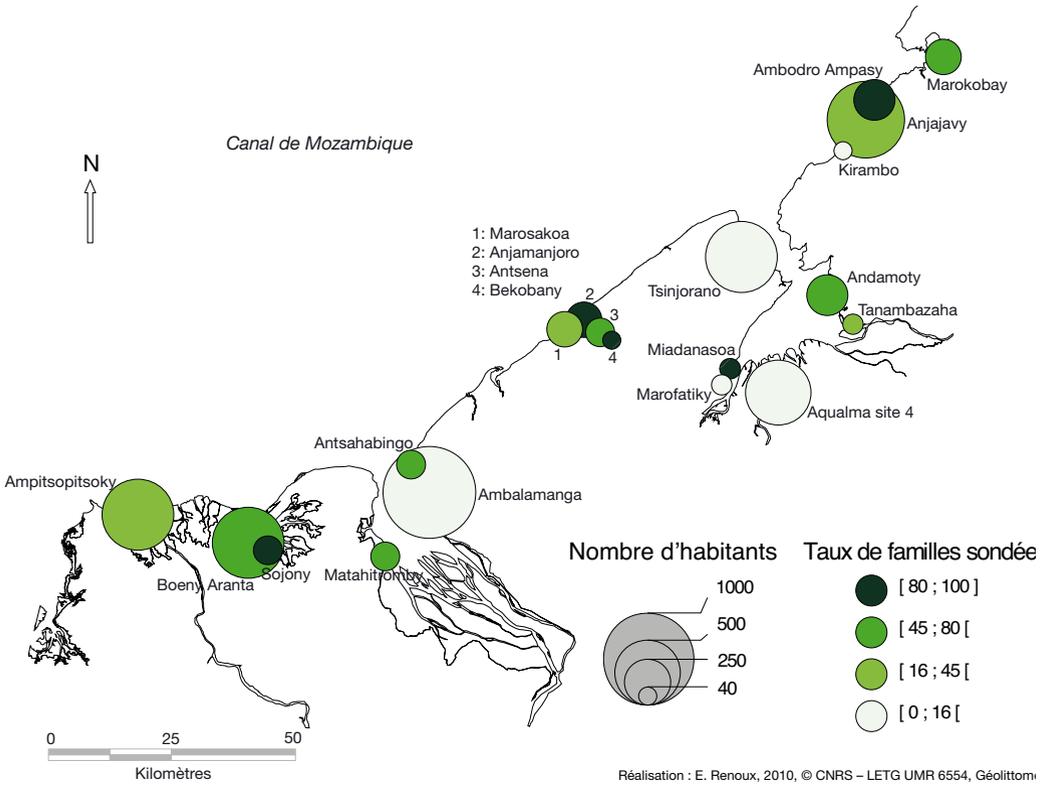
**Figure 1 :** Localisation de la zone d'étude



socio-économique. Dans ce projet, 3 méthodes de recherche ont été associées et visent à répondre aux objectifs de :

- 1) connaissance des pratiques de la ressource mangrove ;
- 2) caractérisation des formations végétales et de la dynamique du milieu ;
- 3) optimisation de gestion (approche DPSIR (forces motrices « Drivers », « Pressions », états-« States », « Impacts », « Réactions ») / schématisation / plan de gestion).

**Figure 2 :** Localisation des villages enquêtés



## I. Présentation des travaux

### Matériel et méthodes

#### ■ Connaissance des pratiques par les enquêtes

##### *Enquêtes systématiques auprès des populations villageoises dans les 4 sites*

Afin de cerner la façon dont est perçue et utilisée la ressource bois auprès des diverses parties prenantes, nous avons choisi la voie des questionnaires auprès d'un échantillon représentatif des populations locales. Près de 500 questionnaires ont été collectés entre fin 2006 et 2007 auprès des habitants de 18 villages côtiers répartis dans 6 zones allant de Ampitsopitsoky à l'ouest jusqu'à la baie de Moramba au nord, soit près de 250 kilomètres de littoral. Cette phase a nécessité au total plus de 7 semaines de séjours en brousse.

##### *Enquêtes auprès des groupes/structures/administrations sur les 4 sites*

Des enquêtes auprès des divers services, administrations, organismes en charge pour tout ou partie de la ressource bois ont été menées durant l'été 2008. Ces enquêtes sont

plus des entretiens au cours de réunions provoquées que des enquêtes systématiques comme celles effectuées auprès des populations.

#### *Enquêtes plus ciblées auprès de Mahajamba-usine*

La commune de Mahajamba-usine dont le chef lieu est Ambodimanga a été choisie pour étudier le rapport société/mangrove à l'aide d'une centaine de questionnaires. Elle a été choisie 1) parce qu'elle frange la mangrove de façon très importante par rapport aux autres communes et 2) surtout parce qu'elle abrite une ferme crevetteicole depuis 1992 (Aqualma).

#### *Logiciel de traitements d'enquêtes*

Les enquêtes ont été dépouillées, formalisées pour pouvoir être analysées avec les logiciels Sphinx et Excel.

### ■ **Objectif de connaissance de la ressource bois de mangrove**

La connaissance de la ressource est essentielle afin d'évaluer l'adaptation de celle-ci à la demande sociale. Après inventaire de la bibliographie en l'occurrence abondante sur le sujet, 2 entrées ont été privilégiées : l'entrée terrain et l'entrée spatialisation à l'aide de la télédétection.

#### *Terrain*

Le travail d'inventaire des essences forestières dans les mangroves a consisté à établir des quadrats (placettes forestières) - de 100 m<sup>2</sup> à 400 m<sup>2</sup> - géolocalisés par GPS et à y effectuer un comptage systématique des essences. Pour chacune d'elles, plusieurs caractéristiques sont considérées, notamment en termes de : nombre d'individus ; hauteur de la cime ; hauteur du fût ; diamètre du fût à hauteur de poitrine ; diamètre du houppier. En 2006 et 2007, des mesures ont été effectuées dans 54 quadrats (répartis sur près de 250 km de littoral à mangrove) auxquelles se sont ajoutées les mesures de 8 quadrats en 2008, à l'occasion du séminaire de restitution à Mahajanga.

#### *Télédétection*

Via un serveur de l'USGS et le programme ISIS du CNES, nous avons disposé de deux sources d'images (Spot et Landsat). Ces dernières ont toutes été calibrées en réflectance (pour ne travailler que sur les signatures spectrales des surfaces sans influence de l'atmosphère) à l'aide d'une approche de type « empiric line correction » grâce à la spectroradiométrie de quelques échantillons de tannes (partie de marais la moins fréquemment submergée et aux sols généralement sursalés, nus ou peu végétalisés). Après ajustement géométrique fin, deux démarches ont été entreprises : une démarche dite « pixel à pixel » et une démarche orientée objet. L'objectif : rechercher la meilleure relation entre les variables de terrains et les données images.

### ■ **Connaissance de la gestion des mangroves**

#### *Deux entrées ont été privilégiées*

L'entrée acteur/territoire : elle consiste en un travail d'inventaire destiné à mettre en lumière les différentes modalités de gestion relatives aux mangroves, qu'elles soient de

portée locale ou nationale, et de finalité globale (un territoire) ou sectorielle (une activité ou une ressource). L'objectif est d'identifier qui agit sur quoi et de quelle manière. Pour ce faire, les sources écrites (articles, études, documents juridiques, etc.) et orales (enquêtes dans les villages et auprès d'institutionnels) ont été combinées.

L'entrée formalisation/action : elle vise à identifier les tensions et enjeux qui s'expriment sur les mangroves afin d'échafauder des modalités de gestion à la fois modulables et en impliquant les acteurs locaux. La réinterprétation du formalisme DPSIR, un modèle visant à décrire les interactions entre société et environnement à l'aide d'indicateurs et de statistiques, appliquée à la zone d'étude cherche ainsi à faire ressortir les processus de causes à effets en privilégiant une entrée pratiques/activités, et par là même à pointer les objectifs prioritaires de la gestion à envisager. Cette démarche est complétée par une approche de schématisation des interactions nature/société dans le système mangrove. Un zonage de gestion peut ensuite être discuté/proposé en fonction des objectifs affichés et des contraintes répertoriées.

## Résultats

### ■ Connaissance des pratiques par les enquêtes

#### *Une bonne connaissance de la structure de la population*

L'enquête montre bien l'aspect récent de l'immigration sur la zone d'étude (l'installation de la moitié des migrants est postérieure à 2003 soit près de 140 personnes), ses raisons (près de 110 migrants effectuent un travail à la pêche) et le fait que 2 personnes sur 3 viennent des communes voisines, de Mahajunga ou du district de la même région. L'origine ethnique est bien cernée (une majorité de Sakalavas).

#### *Une bonne connaissance de la façon dont la mangrove est perçue par les populations*

La majorité de la population connaît un minimum de deux espèces de mangrove et 59% des sondés voient une extension des surfaces la mangrove. La connaissance des lieux de la mangrove est assez précise : la localisation géographique est bien connue, la nature des bois utiles aux divers usages des villageois aussi. 75% des sondés connaissent l'existence des règles locales concernant l'accès à la ressource bois ou aux ressources halieutiques dans la mangrove ou liées au village (*fady*). Pour faire respecter le règlement, les autorités (agents forestiers, le maire ou ses agents ou encore la police) sont présentes selon 52% des sondés contre 42 qui ne le pensent pas. 20% connaissent des personnes sanctionnées (trafic illégal de produits) contre 74% qui n'en connaissent pas.

#### *Une bonne connaissance de l'utilisation des ressources de la mangrove*

L'enquête permet de se faire une bonne idée de la perception des ressources et de leur utilisation. Pour 82% de la population, la mangrove permet un usage économique reconnu à plus de 96% pour la pêche, 2,1% pour le commerce et 1,9% pour le transport.

### ■ Connaissance de la ressource bois de mangrove

#### *L'inventaire terrain*

Le traitement statistique des 54 quadrats effectués en 2006 et 2007 montre une image de la ressource en termes de présence/absence : on y voit l'omniprésence d'*Avicennia*

*marina* devançant quelque peu *Rhizophora mucronata*. La richesse spécifique est faible en général : les quadrats monospécifiques représentent la moitié des relevés (25/54) et on dénote 13 quadrats bi-spécifiques, le reste comptant 3 essences ou plus.

#### *Evolution des mangroves de la zone d'étude*

L'estimation précise de l'évolution de la surface des mangroves reste un exercice difficile. L'ensemble des mangroves de la zone couvre une surface de 70 714 hectares. Le sous-ensemble Mahajamba couvre une surface de 42 000 hectares. On observe une augmentation de la superficie totale de la mangrove de Mahajamba qui passe de 36 000 hectares en 1973 à 42 000 hectares en 2006. Cette dynamique est plus marquée dans le secteur central (embouchure de la Mahajamba) à l'est de la baie (embouchure de la Sofia) où certains îlots deltaïques sont en nette accrétion sédimentaire. On observe en revanche une certaine stabilité dans le secteur ouest de la baie. Les causes sont bien cernées.

#### *Essai de classification « orientée objet »*

La classification orientée objet sur un sous-ensemble de la Mahajamba améliore considérablement la qualité de l'affectation des surfaces biophysiques à des classes d'occupation du sol. Sur une échelle de 0 à 1, le coefficient de Kappa - correspondant au rapport entre le nombre de pixels bien classés et le total des pixels sondés -, atteint 0,75 avec une classification pixel à pixel (nomenclature simplifiée) quand il atteint 0,92 avec une classification orientée objet et même 1 avec une classification orientée supers objets (à partir de 12 objets-quadrats), améliorant ainsi la nomenclature de façon substantielle. L'amélioration globale de la cartographie de la mangrove à l'aide de l'approche orientée objet vient de la prise en compte simultanée dans la classification de données spectrales, texturales et contextuelles, permettant d'introduire des règles d'affectation génériques des objets aux postes de nomenclature fondées sur une connaissance acquise lors des campagnes successives sur le terrain.

La logique a été menée sur quelques transects à son terme en recherchant le meilleur modèle entre l'imagerie, le recouvrement végétal et la cubature (volume). Une bonne relation est obtenue entre le taux de recouvrement et un indice de végétation dérivée des images (NDVIC, Corrected Normalized Difference Vegetation Index) et entre le taux de recouvrement et la cubature.

#### ■ **Objectif de connaissance de la gestion des mangroves**

En repartant de l'enquête, il s'avère que le souci de la disparition de la mangrove fait écho aux services qu'elle rend. Ainsi, à la question : « La mangrove peut-elle disparaître ? », la réponse est sans ambiguïté : oui = 189 réponses, soit 48,9% ; non = 197 réponses, soit 51% ; ne sais pas = 6. À la question : « Doit-on gérer la mangrove ? », les populations répondent aussi unanimement oui à 97,4% et identifient les divers organismes pouvant prendre en charge la gestion. Les réponses fournies par les populations concernant la façon de gérer la mangrove sont aussi intéressantes. La gestion des mangroves et la demande de gestion mêlent ainsi le droit d'usage coutumier à l'échelon local à un droit légal au niveau national. À ce niveau, la volonté de l'état malgache consisterait à vouloir faire respecter les lois foncières tout en préservant les pratiques qui semblent

viables. L'état encourage ainsi les acteurs à immatriculer les parcelles individuelles ou familiales ainsi que les territoires villageois par l'intermédiaire des contrats GELOSE (Gestion locale sécurisée) et SFR (Sécurité Foncière Relative).

## Discussion

### ■ Quelques constats généraux

L'équilibre entre droit coutumier et droit légal dans l'utilisation de la ressource semble atteint dans le contexte d'une pression démographique modérée en regard des ressources disponibles. Des éléments de déséquilibre peuvent toutefois surgir, qu'il s'agisse d'une mise en défens totale en regard d'une logique de conservation *top-down* imposée, ou de l'implantation massive d'un nouvel usage de la ressource. La pression qui pèse sur les mangroves peut prendre trois aspects qui sont discutés :

- a) prélèvement simple de la ressource (collecte) sans risque de rupture du système ;
- b) culture ou aménagement rizicole/canne à sucre : rupture du système ;
- c) aquaculture : rupture du système ?

### ■ Perspectives en matière de gestion

Le séminaire organisé à Mahajanga du 9 au 14 novembre 2008 et destiné à tester les hypothèses de gestion a permis d'analyser la perception de la gestion selon une approche de co-construction avec les parties prenantes présentes qui se sont prêtées à divers exercices. Cette démarche est discutée et les principaux constats sont tirés. Compte tenu des divergences de vue sur l'usage de la mangrove, il n'a pas été possible de mener l'expérience jusqu'à la réalisation de plans de gestion mais l'objectif d'appropriation du débat par l'ensemble des parties prenantes a été atteint.

## II. Acquis en termes de transfert

En matière de transfert, l'ensemble des informations générées lors du projet a été remis aux collègues malgaches impliqués dans le programme de façon à poursuivre la démarche engagée sur un plus long terme. L'idée de départ de concevoir une base d'information géographique implantée à Mahajanga n'a pu être menée à terme en raison de l'impossibilité matérielle et humaine sur place d'assurer la pérennité d'un observatoire du milieu et des pratiques. Toutefois, le département de géographie de l'Université d'Antananarivo dispose maintenant des contacts et des travaux engagés auprès des parties prenantes ayant fait l'objet d'une restitution à l'occasion du séminaire, ce qui garantit une appropriation et une pérennisation de la démarche au-delà de l'arrêt de ce programme.

### Conclusions - Perspectives

Les particularismes malgaches ayant rendu difficile la généralisation à l'ensemble du territoire de la question de la gestion et de l'appropriation des mesures de gestion par

l'ensemble des parties prenantes, le séminaire tenu à Mahajanga en 2008 a quand-même permis d'apporter quelques réponses.

- a) Une gestion participative à l'échelle locale qui reconnaisse une légitimité aux acteurs est nécessaire ;
- b) Une gestion dynamique avec différents fonctionnements tenant compte des niveaux de pression, de l'état de la ressource des différents massifs exploités (arrêt exploitation, reboisement) nécessite la mise en place d'une grille inspirée du formalisme DPSIR remplie par les parties prenantes lors du séminaire. La méthode consiste non pas tant à lister et renseigner les indicateurs de situation environnementale (objectif initial de DPSIR) mais davantage à faire émerger et décrypter les situations de tensions et conflits telles qu'exprimées par les composantes sociales (expression relevée par observation-terrain, analyse « bibliographique » et dires d'acteurs) et, partant de cela, de s'accorder sur les indicateurs permettant de démontrer la valeur de ces tensions/conflits, d'esquisser les réponses possibles, d'envisager l'observation et le suivi des effets.
- c) Via la mise en œuvre de cette démarche, il est possible de dégager les différentes problématiques à intégrer dans le futur plan de gestion en s'appuyant sur les savoirs et savoir-faire des parties prenantes ayant participé au séminaire et sur l'apport des enquêtes de terrain, des relevés floristiques et du traitement des images.

Toutefois, le bilan de cette expérience nous incite à penser qu'il est actuellement illusoire de produire un plan de gestion global de la mangrove, dans la mesure où les conditions de réalisation, de mise en œuvre et d'évaluation ne semblent absolument pas réunies. En revanche, les résultats issus de la réinterprétation du formalisme DPSIR nous confortent dans l'idée qu'une gestion intégrée de la mangrove peut s'enrichir d'un travail ciblé sur les attentes et les ressentis locaux, une étape qui peut à la fois :

- présenter un véritable caractère opérationnel avec incidences locales (constats/réponses sur certains thèmes majeurs) ;
- constituer les premiers éléments d'un futur plan de gestion qui ne pourra se construire que sur la durée, de façon itérative et dans une logique de gestion adaptative ;
- fournir une méthode reproductible autorisant la mise en perspective (reproductible dans l'espace c'est-à-dire qui autorise les comparaisons et échanges de constats et réponses avec d'autres systèmes de mangroves) et l'évaluation (reproductible dans le temps c'est-à-dire qui permet d'évaluer les évolutions et les permanences/blocages).

### III. Liste des principales valorisations des recherches

#### Articles scientifiques publiés, sous presse, soumis et en préparation

Robin M., Debaine F., Renoux E., Rakotonavalona D., 2010. Mapping mangrove forest with multispectral images : contribution of spectral unmixing technique and Object Based Image Analysis. In *Geomatics solutions for coastal environments* (ed. M. Maanan & M. Robin), chp. 3, Nova Publishers, Inc., ISBN 978-1-61668-140-1.

Robin M., Debaine F., Renoux E., Rakotonavalona D., Lamberts C., 2010. Cartographie de la mangrove du delta de la Mahajamba par approche orientée objet (nord ouest de Madagascar), 2010, *Revue de télédétection* (AUF). Sous presse.

Lamberts C., Rakotonavalona D., Renoux E., Debaine F., Robin M., 2010. Un modèle spatial de la mangrove malgache. Une approche chorématique. *Revue Mappemonde* Soumise.

Renoux E., Robin M., Guineberteau T., Rakotonavalona D., Debaine F. 2010. La gestion de la ressource bois des mangroves du nord-ouest de Madagascar. *Revue de la FAO Nature et Faune*. Soumise.

Guineberteau T., Rakotonavalona D., Renoux E. 2010. A new interpretation of DPSIR formalism applied to a mangrove area : a way to an improved management of Madagascar northwest mangrove. *Revue Annals of Regional Science* (Springer). Soumise.

#### Participations aux colloques nationaux ou internationaux (communication orale et poster)

Robin M., 2006. Perceptions, pratiques, gestions traditionnelles et modernes d'un écosystème forestier tropical : les mangroves du nord-ouest de Madagascar. Mise en place d'une méthode d'optimisation des plans de gestion. Présentation du projet, *colloque écosystèmes tropicaux*, 7 - 8 novembre 2006, Paris, MEDD.

Guillet M., Renoux E., Rakotonavalona D., Robin M., F. Debaine, Ratsivalaka S., Lamberts C., 2007. Ressource bois et développement durable : les mangroves du nord-ouest malgache. Poster, *18<sup>ème</sup> Festival International de Géographie : FIG 2007*. 4 - 7 octobre 2007. Saint-Dié-des-Vosges, France.

Guillet M, Renoux E, Robin M, Debaine F, Rakotonavalona Hobilisoa D., Ratsivalaka S, 2008. Suivi et analyse de l'évolution de la mangrove de Mahajamba (nord-ouest de Madagascar), Communication au *Colloque International*

*Pluridisciplinaire IFRÉSI/MESHS, TVES, IMN, DYRT, EREIA et CLERSE*  
Lille 2008 : Le littoral, Subir, Dire, Agir - 16, 17, 18 janvier 2008

Robin M., Renoux E., Debaine F., Lamberts C., Ratsivalaka S., Guillet M., Rakotonavalona Hobialisoa D., 2008. Cartographie De La Mangrove De Mahajamba Par Approche Orientée Objet (Nord-Ouest De Madagascar). *Communication au colloque du réseau télédétection de l'AUF*, 3 - 6 novembre 2008 - Antananarivo, Madagascar.

Noel J., Renoux E., Rakotonavalona D., 2008. Les dynamiques spatiales des mangroves de la région de Mahajanga (côte nord-ouest de Madagascar) : du milieu au(x) territoire(s), communication au *XII<sup>e</sup> Journées de Géographie Tropicale à Bordeaux : Natures tropicales : enjeux actuels et perspectives*, octobre 2008.

Renoux E., 2008. La mangrove de Mahajamba : suivi et analyse en vue d'une gestion durable (ECOFOR). ommunication session 2, 2 avril 2008, *colloque du programme LITEAU : regards croisés des projets Liteau sur le littoral*, Saint-Pierre d'Oléron, MEDAD.

Renoux E., Robin M., Debaine F., Rakotonavalona D., 2009, Objet-Oriented – mapping of mangrove forest along northwest coastline of Madagascar. Communication au *6<sup>ème</sup> Symposium Scientifique de WIOMSA (Western Indian Ocean Marine Science Association), Advances in Marine Science in Eastern Africa : « The Millennium Challenge : How Marine Science and Management Meet Development Goals »*, 24 - 29 août 2009, St Denis, La Réunion.

Rakotonavalona D., Renoux E. Et Noel J., 2009. Traditional and modern uses of mangrove along northwest coast of Madagascar : towards a sustainable management. Poster au *6<sup>ème</sup> Symposium Scientifique de WIOMSA (Western Indian Ocean Marine Science Association), Advances in Marine Science in Eastern Africa : « The Millennium Challenge : How Marine Science and Management Meet Development Goals »*, 24 - 29 Août 2009, St Denis, La Réunion.

Renoux E., Noel J. Et Rakotonavalona D., 2009. La diversité des espaces maritimes du Nord Ouest de Madagascar (Poster), *20<sup>e</sup> édition du Festival International de Géographie de Saint-Dié des Vosges*, jeudi 1<sup>er</sup> au dimanche 4 octobre 2009 : « Géographie de la mer ».

### **Rapports de fin d'étude (mémoires de master, de DEA, thèses...)**

Renoux E.. L'impact des genres de vie littoraux sur les couverts forestiers dans le nord ouest malgache (soutenance prévue en 2010) thèse.

Rakotonavalona D., 2010. (soutenance prévue en 2010) Pour une gestion intégrée des mangroves aquacoles du Nord Ouest malgache : coexistence des perceptions/pratiques traditionnelle et moderne de la ressource renouvelable (approche DPSIR) thèse.

### Communications dans les médias

Paru dans le quotidien malgache *La Gazette de la Grande Ile* du jeudi 20 août 2009, rubrique Economie, page 10 - Mangrove de Mahajamba (Nord-Ouest de Madagascar) confrontée aujourd'hui à des pressions accrues. Source indiquée : « Suivi et analyse de l'évolution de la mangrove de Mahajamba (Nord-Ouest de Madagascar), Guillet M., Renoux E., Robin M., Debaine F., Rakotonavalona Hobialisoa D., Ratsivalaka S. ».