

Dynamique spatio-temporelle d'une méga-mangrove *malagasy*

Marais maritime de Bombetoka

Fenozo Heritiana ANDRIAMANANTENA
Université de Mahajanga, Madagascar

Hery Lisy Tiana RANARIJAONA
Université de Mahajanga, Madagascar

Tahiana ANDRIAHARIMALALA
CNRE, Madagascar

Ainazo Herilala ANDRIAMANANTENA
Université de Mahajanga, Madagascar

Zolalaina ANDRIAMANANTENA
Université de Mahajanga, Madagascar

Eric DELAITRE
IRD, France

Jacques ILTIS
IRD, France

Introduction

Dans le monde, 124 régions littorales marines possèdent un écosystème de mangroves (LEBIGRE, 2010 ; ANDRIAMANANTENA, 2015). Le continent africain possède, à lui seul, plus de 3,2 millions d'hectares (Mha) d'écosystèmes de mangroves, soit 19 % environ de la superficie mondiale, avec la répartition suivante : 1,5 Mha sur le littoral atlantique occidental (soit 49 %), 0,4 Mha sur le littoral atlantique central (14 %), 1,2 Mha sur le littoral de l'océan Indien (37 %) (LEBIGRE, 2010 ; ANDRIAMANANTENA, 2015). Situé dans l'océan Indien, Madagascar possède plus de 425 000 ha de marais maritimes dont 327 000 ha de mangroves (soit 2 % de la superficie des mangroves dans le monde) (JONES *et al.*, 2016 et 2014). La côte occidentale *malagasy* couvre 98 % de cette superficie et la côte orientale 2 % seulement (USAID, 2008). Bien que proche du centre urbain de Mahajanga, une méga-mangrove, de type deltaïque et estuarien, se situe dans le marais maritime de Bombetoka. Cette mangrove—la plus grande mangrove de Madagascar—subit des pressions anthropiques en forte augmentation depuis quelques années. Les objectifs principaux de cette étude

ont été de caractériser, d'une part, la composition floristique et structurale de la végétation de cette mangrove et, d'autre part, son évolution spatiale et temporelle entre 1995 et 2015.

Matériels et méthodes

Site d'étude

Le site d'étude est localisé dans les mangroves de l'estuaire du fleuve Betsiboka ou, plus précisément, dans le marais maritime de Bombetoka qui se trouve dans la région de Boeny (fig. 1). Ce marais a une superficie de 72 232 ha (ANDRIAMANANTENA, 2019), et il est situé approximativement entre les longitudes 46°15' E et 46°40' E et les latitudes 15°50' S et 16°05' S.

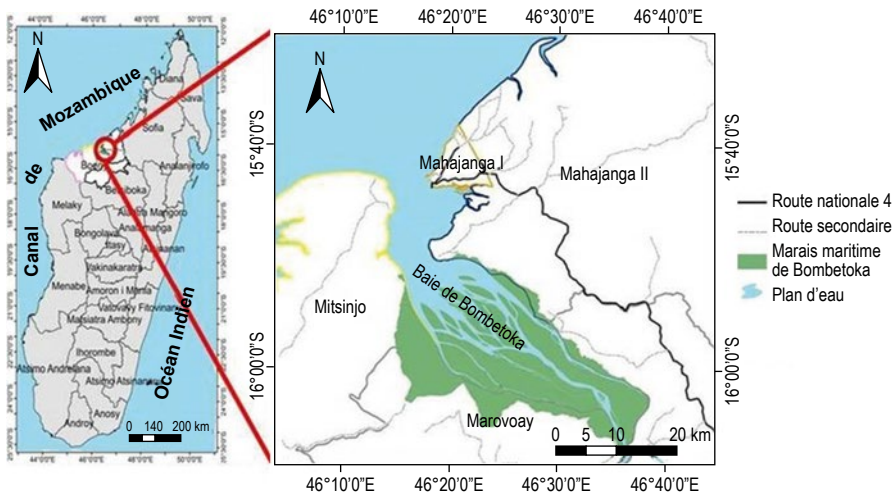


Figure 1

Localisation du marais maritime de Bombetoka.

Source : ANDRIAMANANTENA, 2016. Projection WGS_1984_UTM. Données : Spot (21 sept. 2015), Google Earth (2016). Réalisation : F. H. Andriamanantena.

Matériels

Matériels biologiques

Les matériels biologiques ont été constitués par les espèces de mangrove proprement dites, à savoir : *Avicennia marina*, *Heritiera littoralis*, *Lumnitzera racemosa*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora mucronata* et *Xylocarpus granatum*.

Images satellitaires

Des images satellitaires Landsat, Spot et Sentinel ont été utilisées dans le cadre de notre étude.

Des images Landsat datant de 1995 à 2015 ont été utilisées, 2015 étant l'année de lancement du projet « Mangrove-Madagascar-Bombetoka » (projet Mambo) qui a étudié la dynamique des mangroves sur cette période. Ces images sont issues des capteurs de Landsat 4, 5, 7 et 8. À partir de Landsat 4, quatre capteurs différents se sont succédé (ANDRIAMANANTENA, 2019) : le capteur « Thematic Mapper » (TM) pour Landsat 4 et 5 ; le capteur « Enhanced Thematic Mapper Plus » (ETM+) pour Landsat 7 ; les capteurs « Operational Land Imager » (OLI) et « Thermal Infrared » (TIRS) pour Landsat 8 (NORTHROP, 2015).

Deux images Spot ont été également utilisées, dont l'une provient du satellite Spot 6 (en mode multispectral MS), le 21 septembre 2015 à marée haute, et l'autre du satellite Spot 7 en mode MS également, le 28 septembre 2015 à marée basse. Le capteur embarqué à leur bord peut observer des zones jusqu'à 60 km de large et avec des résolutions nettement meilleures pouvant atteindre 1,5 m en mode panchromatique et 6 m en mode MS (CNES, 2003 ; ANDRIAMANANTENA, 2019).

Deux images produites par les satellites Sentinel (Sentinel-2A et 2B), lancés respectivement en 2015 (2A) et 2017 (2B), ont été également utilisées (ANDRIAMANANTENA, 2019).

Méthodes

Études bibliographiques et webographiques

Des études bibliographiques et webographiques, ainsi qu'une sortie préliminaire sur site, ont été réalisées avant les travaux de terrain. Elles ont permis d'avoir des informations sur les mangroves de Bombetoka.

Relevés écologiques

Deux types de relevés écologiques, le transect de Duvigneaud et le placeau de Braun-Blanquet, ont été utilisés. Dans ces deux méthodes, toutes les espèces végétales présentes ont été recensées et tous les diamètres pris en compte afin de connaître le potentiel de régénération de chaque site.

La méthode du transect de Duvigneaud consiste à étudier des formations hétérogènes. Le transect suit une ligne imaginaire, dont l'orientation est toujours perpendiculaire à la mer ou à un chenal (DUVIGNEAUD, 1980). Il commence de la mer ou du front de la mer vers la terre ferme. Le transect suit une ligne de 10 m x 100 m à travers la végétation, subdivisée en carrés contigus de 10 m x 10 m. Le transect peut être discontinu ou continu (DUVIGNEAUD, 1946).

La méthode de placeau de Braun-Blanquet permet non seulement de connaître la répartition des espèces mais aussi la caractérisation floristique, structurale et horizontale de la végétation (BRAUN-BLANQUET, 1965). La surface du placeau a été de 10 m x 10 m, répartie en quatre placettes de 5 m x 5 m.

Méthodes de télédétection

Acquisition des données

Des images d'archives sur des zones précises ont été utilisées selon les besoins de notre étude. Ces images, gratuites ou payantes, sont disponibles en téléchargement ou accessibles via une interface web. Les acquisitions des images ont été programmées comme celles des satellites Spot 6/7. Par ailleurs, des données d'archives gratuites sur une période de vingt ans (images Landsat) et de deux ans (images Sentinel), ont permis le suivi de l'évolution spatio-temporelle de la mangrove. Les images ont été sélectionnées puis téléchargées avec leurs métadonnées, selon des critères tels que le pourcentage de la couverture nuageuse du site d'étude et la date d'acquisition de l'image. Cette date doit en effet coïncider avec la saison sèche (ANDRIAMANANTENA, 2019).

Prétraitement

Toutes les images satellitaires utilisées utilisent les mêmes systèmes de projection cartographique (*Universal Transverse Mercator* UTM 38S) et systèmes géodésiques (WGS 84, *World Geodetic System* 1984). Seules les images de *Google Earth* ont été corrigées et projetées selon les systèmes WGS 84 et UTM 38S en faisant la conversion du système de géoréférencement.

La zone d'étude étant le marais maritime de Bombetoka, l'extraction des informations à partir des images a été réalisée depuis l'amont de la commune rurale de Marovoay, juste avant la diffluence, jusqu'à l'aval de la commune rurale de Boanamaray, lieu d'affluence du fleuve Betsiboka.

La fausse couleur est la technique la plus utilisée pour obtenir une bonne visualisation de la végétation qui apparaît en rouge sur les images. Cette composition colorée permet de pré-classer et d'interpréter les photos avant de réaliser une « vérité de terrain » (ANDRIAMANANTENA, 2019).

Traitement

L'indice de végétation utilisé est celui du *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Cet indice est le plus connu et le plus utilisé (PHAM et HE, 2012). Il permet de décrire la couverture végétale à un moment donné ; sa formule est la suivante :

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

où *PIR* est la bande proche infrarouge et *R* la bande rouge.

Le NDVI est compris entre -1 et 1. Un plan d'eau (mer, fleuve, mare, etc.) a, en théorie, des valeurs de NDVI inférieures à 0. Les valeurs comprises entre 0 et 0,2 correspondent la plupart du temps à un sol nu (vase, tanne, sol nu proprement dit, etc.), alors que les valeurs supérieures ou égales à 0,2 indiquent une végétation avec une activité chlorophyllienne marquée (ANDRIAMANANTENA, 2019). Cette valeur de 0,2 est variable d'un capteur à l'autre en fonction des

bandes proche infrarouge et rouge, et en fonction de la résolution spatiale ; elle est donnée ici à titre indicatif. Plus cet indice augmente, plus la végétation est dense ou encore très jeune, avec une forte activité chlorophyllienne. Cet indice a été calculé à partir du logiciel ENVI.

Deux méthodes ont été utilisées pour réaliser l'extraction des mangroves à partir des images : le seuillage et la classification.

Le seuillage est une méthode qui repose sur l'affectation des pixels à une classe de végétation (mangroves ou autres) en fonction des valeurs minimales et maximales de seuil définies par l'opérateur. Des tests ont été réalisés pour identifier les valeurs pour les mangroves et celles des autres formations végétales (ANDRIAMANANTENA, 2019).

La classification sert à définir et classifier numériquement les pixels d'une image (PHAM et HE, 2012). Une première interprétation visuelle sur l'image a été faite afin d'identifier les différentes classes d'occupation des sols (eau, sol, végétation, etc.) présentes en fonction de leurs couleurs et grâce à une classification non supervisée. Grâce aux observations de terrain, une classification supervisée a ensuite permis de rectifier et d'améliorer cette première interprétation.

Résultats

Caractéristiques floristiques

Au total, 38 espèces appartenant à 36 genres et 22 familles ont été inventoriées. Le nombre d'espèces par famille varie d'une à cinq espèces. Les espèces de palétuviers présentes dans les mangroves de Bombetoka ont été identifiées (tabl. 1).

Tableau 1
Liste des espèces de palétuviers recensées dans les mangroves de Bombetoka.

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires
Avicenniaceae	<i>Avicennia marina</i> Vierch	Afiaty
Combretaceae	<i>Lumnitzera racemosa</i> Wild	Lovinjo
Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i> Sm.	Farafaka, Rogno
Malvaceae	<i>Heritiera littoralis</i> (Dryand)	Moromony
Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i> (Koenig)	Antavela, fobo
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (L.) Lank	Tangampoly
	<i>Ceriops tagal</i> (C. B. Robinson)	Honkovavy, tangavavy
	<i>Rhizophora mucronata</i> (Lewis) Lank	Honkolahy, tangalahy

Source : Andriamanantena, 2019

Six familles de palétuviers, comprenant huit genres et huit espèces, existent à Bombetoka, dont trois espèces de la famille des Rhizophoraceae.

Dynamique sur les vingt dernières années

La figure 2 montre la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le marais maritime de Bombetoka, de l'amont vers l'aval, entre 1995 et 2015.

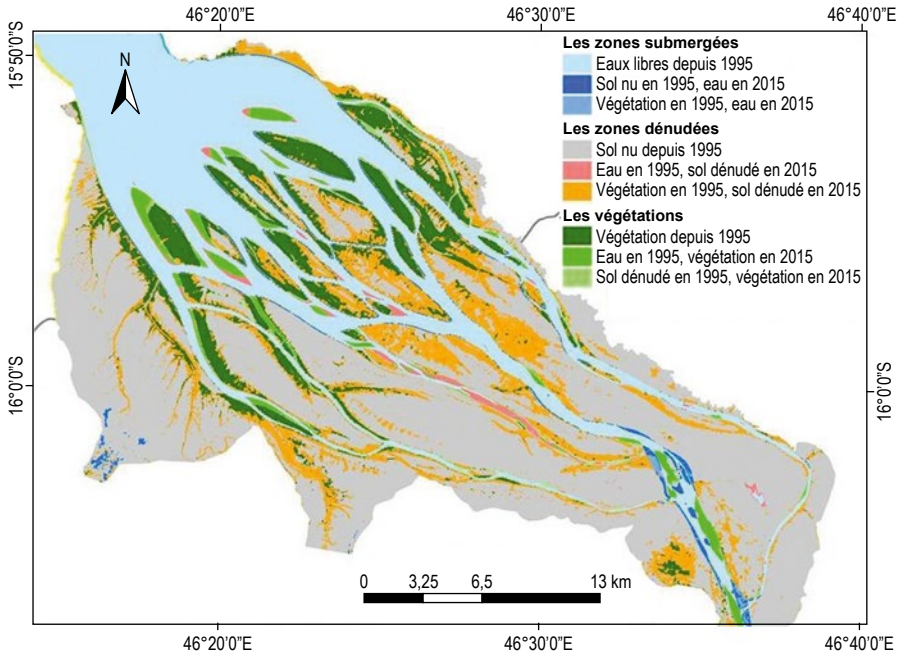


Figure 2

Carte d'évolution de l'occupation du sol entre 1995 et 2015 d'après les images Landsat.

Réalisation : F. H. Andriamanantena, J. Iltis et E. Delaitre, 2017. Projection WGS_1984_UTM.
Données : Landsat (1995 à 2015).

La caractérisation de la dynamique spatio-temporelle de la région par imagerie optique Landsat sur vingt ans a été réalisée grâce à des calculs de NDVI et a permis de cartographier les grands types de milieu (eau, sol nu, végétation) de ce marais.

Une évolution vers l'aval est observée entre 1995 et 2015. En 2015, des pseudo-îlots nouvellement formés représentaient 4 % de la superficie ; 80 % du marais maritime de Bombetoka sont restés stables durant cette période. En effet, après 1995, des sédiments, ou des sols nus sur les bancs de vase, se sont déposés sur les berges des pseudo-îlots en aval et dans la zone marine. Ces dépôts de sédiments ont entraîné une augmentation de la surface de ces pseudo-îlots, ainsi que de la berge des rives, ce qui constitue une menace pour la végétation. En effet, ces dépôts de sédiments entraînent la formation de sols nus et le

rétrécissement des canaux entre les pseudo-îlots. En 1995, le sol dénudé représentait 60 % du marais maritime de Bombetoka. Puis, la superficie des sols a augmenté de 12 % entre 1995 et 2015. De nombreuses végétations, surtout constituées de palétuviers, se sont installées sur la vase depuis 1995. Entre 1995 et 2015, ces végétations ont augmenté de 3 %. Deux nouveaux pseudo-îlots sont apparus récemment et des palétuviers s'y installent.

Discussion

Richesse et diversité floristique

Grace aux méthodes de Duvigneaud et de Braun-Blanquet utilisées pour l'acquisition des données sur le terrain, plusieurs paramètres ont été mesurés afin d'analyser les structures des peuplements végétaux. Ces méthodes ont été également utilisées dans de nombreuses études (JEANNODA et ROGER, 2008 ; ANDRIAMALALA, 2007). La diversité du marais maritime de Bombetoka (38 espèces, appartenant à 36 genres et 22 familles) paraît faible comparée à celle des mangroves à l'échelle mondiale : 53 à 75 espèces, 8 à 23 familles, 12 à 32 genres (FAO, 1994). Cependant, elle est de même niveau que celle des écosystèmes de mangrove du Bénin, où l'inventaire floristique a identifié 37 à 81 espèces de plantes suivant la localisation (FAO, 2018).

Au niveau national, Madagascar possède huit espèces de palétuviers (JEANNODA et ROGER, 2008), à savoir : *Avicennia marina*, *Lumnitzera racemosa*, *Sonneratia alba*, *Heritiera littoralis*, *Xylocarpus granatum*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal* et *Rhizophora mucronata*. Ces espèces se répartissent en huit genres et six familles. Elles sont toutes présentes à Bombetoka. Par ailleurs, une étude sur les mangroves de Mariarano, chef-lieu de la commune qui se trouve à environ 65 km au nord de Mahajanga-ville, dans le district de Mahajanga II, a inventorié également les huit espèces de palétuviers de Madagascar (ANDRIAMALALA, 2007). En revanche, à Boanamary, commune rurale située au sud de la ville de Mahajanga, cinq espèces seulement sont présentes : *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Xylocarpus granatum* et *Lumnitzera racemosa* (ANDRIAMALALA, 2007).

Nos résultats ont également montré que la diversité des espèces de mangrove varie selon la position par rapport au fleuve. Ainsi, en amont de ce dernier, 31 espèces, réparties en 29 genres et 18 familles, ont été inventoriées et, en aval, neuf espèces, réparties en neuf genres et six familles. Cette variation de la répartition spécifique dépend en effet du type de sol, du réseau hydrique (eau douce ou de mer) et des conditions écologiques de chaque localité ou pseudo-îlot (ANDRIAMANANTENA, 2019). Dans l'ensemble, les palétuviers se développent dans la partie aval du marais maritime de Bombetoka, ainsi que sur les deux rives du fleuve. En remontant vers l'amont, vers Marovoay, d'autres espèces

apparaissent, et le nombre d'espèces de palétuviers diminue jusqu'à disparaître. Cela est dû à la diminution de la salinité du substrat et de l'eau (ANDRIAMANANTENA, 2019). En plus du changement de substrats, la disparition des espèces de palétuviers est également due à l'utilisation des terres de mangroves, à la déforestation, au défrichement et au changement de substrat (encroûtement des sols ou leur ensablement).

Sur la rive droite, seules cinq espèces de palétuviers sur les huit identifiées se rencontrent ; elles se répartissent en cinq genres et quatre familles. En revanche, dans les pseudo-îlots choisis pour les relevés, six espèces réparties en six genres et quatre familles sont présentes. D'autres espèces viennent s'y associer. La huitième espèce inventoriée, *Lumnitzera racemosa*, se localise en arrière de la mangrove près de la terre ferme. Cette espèce se mélange aux espèces végétales rencontrées sur les sols non marécageux. Seule *Avicennia marina* est toujours présente en quantité très importante dans ces deux milieux (marécages et sols non marécageux), que ce soit sur les berges, à l'intérieur des mangroves, en arrière-mangrove ou encore dans les chenaux. Cependant, selon ANDRIAMALALA (2007), *Rhizophora mucronata* est souvent fréquente à Mariarano, et *Avicennia marina* à Boanamary. Cette présence est due à plusieurs facteurs, tels que la nature du substrat, la durée et la fréquence d'immersion, l'emplacement de l'espèce et le degré de la dégradation du milieu.

Dynamique des mangroves de Bombetoka

La télédétection est une technique précieuse pour obtenir des informations sur des sites inaccessibles – comme les mangroves – ainsi que des informations anciennes. Cette approche a été utilisée par de nombreux auteurs comme GIRI et MUHLHAUSEN (2008), ANDRIAMALALA (2007) et PASQUALINI *et al.* (1999).

Entre 1995 et 2015, la largeur du canal principal, situé en amont de la zone d'étude, a augmenté du fait des mouvements du courant fluvial de la Betsiboka vers l'aval, à Boanamary, et du courant marin qui remonte vers l'amont, à Marovoay. L'apparition de sols nus dès 1995 sur ces pseudo-îlots dans la zone d'eau douce est due à l'épaississement des dépôts de vase sur ces pseudo-îlots d'une part, et, d'autre part, à l'exploitation (coupes et défrichements) et à la conversion des terres de mangroves en terres de culture. Cet épaississement de la partie amont rend difficile le nécessaire approvisionnement en eau de la zone pour le lessivage et la végétation. Seules les végétations sur les bords de ces pseudo-îlots peuvent alors survivre aux marées quotidiennes.

En aval, beaucoup de sédiments se déposent sur les berges ou les bords des pseudo-îlots (fig. 2). Ces sédiments proviennent de l'érosion de la partie amont du marais maritime de Bombetoka (pseudo-îlots ou bord de la rive gauche ou droite). Outre leur dépôt sur les berges, les sédiments engendrent aussi la formation de nouveaux pseudo-îlots sur lesquels les palétuviers se développent.

Une zone de transition se trouve au milieu du marais maritime. C'est dans cette zone que disparaissent les végétations hautes des zones inondables, ainsi que

les quelques végétations aquatiques basses, et que les palétuviers apparaissent. Une espèce de palétuvier, *Heritiera littoralis*, constitue un indicateur de la transition de la végétation. En effet, cette espèce peut vivre avec ou sans la montée occasionnelle de la mer. Par ailleurs, l'espèce *Avicennia marina* est dominante dans les mangroves de Bombetoka. À noter également, même si la superficie de sol dénudé augmente, celle du marais maritime de Bombetoka progresse également.

Conclusion et perspectives

Le marais maritime de Bombetoka est un système très complexe d'un point de vue écologique et hydrologique. Notre étude s'est focalisée sur l'évolution depuis 1995 du marais maritime de Bombetoka. Les mangroves de Bombetoka sont uniques à Madagascar par leurs superficies et la rapidité de leur évolution. Cette étude a mis en évidence la richesse floristique de cette méta-mangrove, sa dynamique sur vingt ans ainsi que les menaces qui pèsent sur elle. Ce travail a montré pour la première fois la dynamique spatio-temporelle du marais et la tendance de la végétation à tendre vers la monospécificité.

Le résultat de l'étude floristique a montré que le marais maritime abrite de nombreuses espèces végétales. Au total, 35 espèces ont été inventoriées de l'amont vers l'aval du fleuve au cours de cette recherche. Ces espèces sont regroupées en 23 familles. Huit de ces espèces sont des palétuviers. Tous les palétuviers de Madagascar sont observés dans cet écosystème. *Avicennia marina* est l'espèce la plus abondante ; elle a également un bon potentiel de régénération.

L'analyse des images satellitaires a montré la dynamique spatiale rapide de la zone d'étude, la néoformation de mangroves denses en aval du fleuve, ainsi que l'évolution du marais maritime de Bombetoka entre 1995 et 2015. L'érosion qui existe dans la partie amont du fleuve contribue beaucoup à cette néoformation en aval. En effet, les sédiments érodés s'installent en aval sur les berges des pseudo-ilots et/ou s'installent pour former un nouveau pseudo-ilot. Une carte du marais maritime de Bombetoka avec ces différentes classes d'occupation de sol a été produite.

Un approfondissement de cette étude serait toutefois nécessaire, afin de montrer aux différentes parties prenantes – populations locales utilisatrices des ressources de ce marais, ONG et associations, État *malagasy* – que ce marais est d'une très grande valeur d'un point de vue écologique, socio-économique et hydrologique. Il serait également important de continuer le suivi de ce marais maritime, notamment en lien avec le changement climatique, et de définir les mesures nécessaires à sa protection et gestion durable.

Remerciements

Nous tenons à remercier le programme « Sud Expert Plantes Développement Durable » (SEP2D) d'avoir accepté notre participation à cet ouvrage scientifique, ainsi que tous les partenaires, notamment le Centre national de recherches sur l'environnement (CNRE, Madagascar) et l'UMR 228 Espace-DEV (Montpellier, France). Nos remerciements s'adressent également à toutes les équipes qui ont réalisé cette recherche.

Références bibliographiques

ANDRIAMALALA C. A. J., 2007

Étude écologique pour la gestion des mangroves. Comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de la télédétection. Thèse de doctorat, Basel, 268 p.

ANDRIAMANANTENA F. H., 2015

Écologie et régénération de la mangrove d'Antsantitia. Mémoire de master en Sciences de la vie et de l'environnement, université de Mahajanga, 76 p.

ANDRIAMANANTENA F. H., 2019

Dynamique écologique des mangroves de l'estuaire du fleuve Betsiboka (nord-ouest de Madagascar) : approche biométrique et par télédétection. Thèse de doctorat en Écosystèmes naturels, université de Mahajanga, 256 p.

BRAUN-BLANQUET J., 1965

The study of plant communities. Plant Sociology, New York, London, 439 p.

CNES, 2003

Les satellites Spot 1, 2, 3. Presse. 4 p.

DUVIGNEAUD P., 1946

La variabilité des associations végétales. *Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique*, 78 : 107-134.

DUVIGNEAUD P., 1980

La synthèse écologique. Dion, Paris. 380 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1994

Mangrove forest management guidelines. *FAO Forestry Paper*, 117. Rome, 320 p.

FAO, 2018

Inventaire floristique et faunique des écosystèmes de mangroves et des zones humides côtières du Bénin. Cotonou, 88 p.

GIRI C., MUHLHAUSEN J., 2008

Mangrove forest distributions and dynamics in Madagascar (1975-2005). *Sensors*, 8 (4) : 2104-2117.

JONES T. G., RAKOTO RATSIMBA H.,

RAVAOARINOROTSIHOARANA L.,

CRIPPS G., BEY A., 2014

Ecological variability and carbon stock estimates of mangrove ecosystems in northwestern Madagascar. *Forests*, 5 : 177-205. DOI:10.3390/f5010177

JONES T. G., GLASS L., GANDHI S.,

RAVAOARINOROTSIHOARANA L.,

CARRO A., BENSON L.,

RAKOTO RATSIMBA H., GIRI C.,

RANDRIAMANANTENA D., CRIPPS G., 2016

Madagascar's mangroves: quantifying Nation-wide and ecosystem specific dynamics, and detailed contemporary mapping of distinct ecosystems. *Remote Sens.*, 8 : 106. DOI:10.3390/rs8020106

LEBIGRE J. M., 2010

Distribution des marais à mangrove dans le monde : carte. Disponible sur <http://mangrove.mangals.over-blog.com>.

NORTHROP A., 2015

Ideas-Landsat products description document. Telespazio, United Kingdom. 68 p.

PASQUALINI V., ILTIS J., DESSAY N.,

LOINTIER M., GUELORGET O.,

POLIDORI L., 1999

Mangrove mapping in North-Western
Madagascar using SPOTXS and SIRC data.
Hydrobiologica, 413 (1) : 127-133.

PHAM T. T. H., HE D. C., 2012

Classification orientée objet d'une image
quickbird de la ville de Hanoi (Viêtnam) :
étude empirique des paramètres de segmentation.
Téledétection, 11 (2) : 287-305.

**USAID (United States Agency for International
Development), 2008**

*Mise à jour 2008 de l'évaluation des menaces
et opportunités pour l'environnement
à Madagascar.* 245 p.

VAN STEENIS C. G. G. J., 1962

*The distribution of mangrove plant genera
and its significance for palaeogeography.*
Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch.

Éditeurs scientifiques

J.-P. Profizi, S. Ardila-Chauvet, C. Billot, P. Couteron,
M. Delmas, T. M. H. Diep, P. Grandcolas, K. Kokou,
S. Muller, A. S. Rana, H. L. T. Ranarijaona, B. Sonke

Biodiversité des écosystèmes intertropicaux

Connaissance,
gestion durable et valorisation



Biodiversité des écosystèmes intertropicaux

Connaissance, gestion durable
et valorisation

Éditeurs scientifiques

Jean-Pierre PROFIZI, Stéphanie ARDILA-CHAUVET, Claire BILLOT,
Pierre COUTERON, Maité DELMAS, Thi My HANH DIEP,
Philippe GRANDCOLAS, Kouami KOKOU, Serge MULLER,
Anshuman Singh RANA, Hery Lisy Tiana RANARIJAONA, Bonaventure SONKE

*Cet ouvrage est une contribution du programme
« Sud Expert Plantes Développement Durable » (SEP2D).
Il a bénéficié du soutien de Agropolis Fondation.*

IRD Éditions

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Collection Synthèses

Marseille, 2021

Photo 1^{re} de couverture

© IRD/R. Oslisly – Forêt galerie dans le parc national de la Lopé, Gabon.

Photo 4^e de couverture

© IRD/G. Villegier – Fruits de *Coffea liberica*, espèce endémique d'Afrique de l'Ouest, introduite à La Réunion.

Citation requise :

PROFIZI J.-P. et al. (éd.), 2021 : *Biodiversité des écosystèmes intertropicaux. Connaissance, gestion durable et valorisation*. Marseille, IRD Éditions, coll. Synthèse, 784 p.

Coordination fabrication

IRD/Catherine Guedj

Préparation éditoriale

Agropolis Production/Isabelle Amsallem

Mise en page

Desk (53)

Maquette de couverture

IRD/Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure

IRD/Pierre Lopez

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 contre-façon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2021

ISBN papier : 978-2-7099-2938-7
ISSN : 2431-7128

ISBN PDF : 978-2-7099-2939-4
ISBN epub : 978-2-7099-2940-0