

Evaluation du potentiel accessible de l'infrastructure écosystémique de Bombetoka : paysage et système des rivières (2007-2017)

Andriamadia M. M.¹, Rakotoniaina S.², Andriamanantena F. H.³, Andrianaranjaka V.H.I.⁴,
Roger E.¹

¹ Mention Biologie et Ecologie Végétales (MBEV), Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

² Institut et Observatoire Géophysique d'Antananarivo (IOGA), Université d'Antananarivo

³ Ecole doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN), Faculté des Sciences, de Technologie et de l'Environnement, Université de Mahajanga

⁴ Mention Biochimie Fondamentale et appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

Correspondant : mmevasoandriamadia@gmail.com

Résumé

Les activités humaines restent une grande menace pour la biodiversité de Madagascar malgré les différentes solutions qui ont déjà été établies. La comptabilité écosystémique, proposée par la CDB est une autre façon multidisciplinaire utilisée pour évaluer les ressources et qui pourrait être utilisée dans plusieurs domaines. La présente recherche concerne particulièrement la potentialité de l'infrastructure écosystémique de Bombetoka, Aire Protégée située au Nord-Ouest de Madagascar, Région Boeny. La méthodologie consiste à évaluer le changement de la potentialité des écosystèmes de Bombetoka, principalement le paysage et le système des rivières en utilisant plusieurs indices du potentiel écosystémique à savoir l'indice de fond de paysage vert (IFPV), l'indice de haute valeur naturelle (IHVN), l'indice de fragmentation et l'indice d'écotones verts. Les résultats obtenus montrent qu'une diminution de la potentialité des écosystèmes à fournir des services a été remarquée. Les exploitations des ressources constituent l'un des problèmes causant cette régression. Des parties de mangroves se transforment en tanne et aussi des savanes en culture. Une diminution du stock de rivières de Bombetoka a été également notée de 2007 à 2017 dont les principales causes sont la surexploitation marine et l'augmentation de la dégradation des formations végétales. En somme, les écosystèmes de Bombetoka sont à l'état dégradé. En effet, il est nécessaire de faire un suivi participatif et permanent pour diminuer l'exploitation.

Mots clés : Comptabilité écosystémique, infrastructure écosystémique, paysage, rivière, AP Bombetoka

Abstract

Human activities remain a great threat to Madagascar's biodiversity despite the various solutions that have already been established. Ecosystem accounting, proposed by the CBD is another multidisciplinary way to assess resources that could be used in several fields. This research focuses on the potential of the ecosystem infrastructure of Bombetoka, a Protected

Area located in the northwest of Madagascar, Boeny Region. The methodology consists to evaluate the change in the potentiality of the Bombetoka ecosystems, mainly the landscape and the river system, using several index of ecosystem potential: green landscape background index, high natural value index, fragmentation index and green ecotones index. The results show that a decrease in the potential of ecosystems to provide services was noted. Resource exploitation is one of the problems causing this decline. Parts of mangroves are transformed into tannes and also savannahs into crops. A decrease in the stock of Bombetoka rivers was also noticed from 2007 to 2017, the main causes of which are marine overexploitation and increased degradation of plant formations. In sum, the ecosystems of Bombetoka are in a degraded state. Indeed, it is necessary to carry out a participatory and permanent monitoring to reduce the exploitation.

Key words: Ecosystem accounting, ecosystem infrastructure, landscape, river, Bombetoka PA

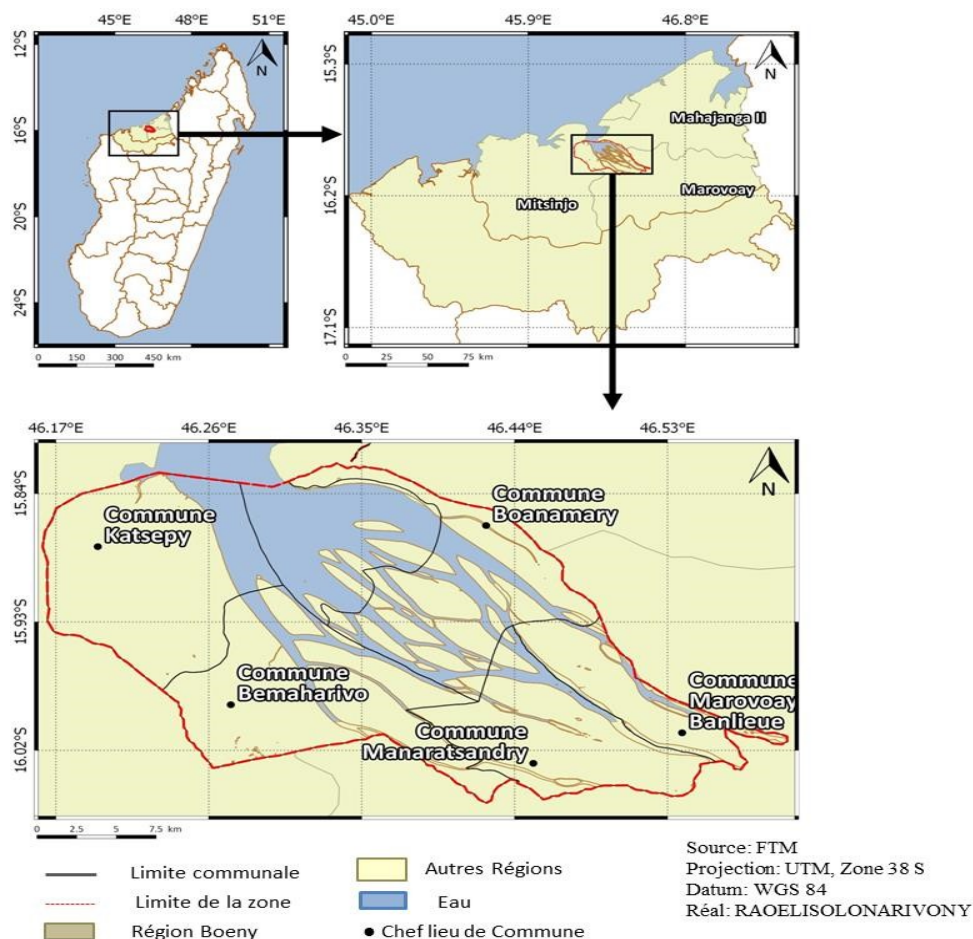
I. Introduction

Les différents services fournis par les écosystèmes déterminent la survie de la communauté (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Malgré ces bienfaits, les activités humaines dégradent la biodiversité de façon très variée avec un rythme sans précédent à l'échelle planétaire (Lebreton et al., 2013). Selon WWF en 2010, la biodiversité connaît un déclin global de 30% de 1970 à 2007 avec une diminution des services fournis (WWF, 2010). Plusieurs moyens sont déjà entamés pour diminuer cette dégradation. Une des méthodes proposées par la convention sur la diversité Biologique (CDB) a été utilisée pour la présente recherche dont la comptabilisation du capital naturel qui consiste à comptabiliser les services fournis par les écosystèmes (Weber, 2014). L'objectif global de cette recherche est d'évaluer l'état et les changements de l'infrastructure écosystémique de l'AP de Bombetoka dont les objectifs spécifiques sont d'estimer la potentialité de l'infrastructure écosystémique paysagère accessible et celui des rivières.

II. Matériels et méthodes

II.1. Présentation du milieu d'étude

La présente recherche a été faite sur l'AP de Bombetoka, située au Nord-Ouest de Madagascar, Région Boeny (entre 15°48'54" et 16° 3' 25" de latitude Sud et entre 46°9'32" et 46° 36' 46" de longitude Est). Elle est constituée de cinq communes (Boanamaray, Katsepy, Marovoay Banlieue, Manaratsandry et Bemaharivo) (Carte 1). Ce site protégé a une superficie de 75 000 ha (<http://www.fapbm.org/en/glossary/new> , consulté en Mars 2017).



Carte 1 : Localisation géographique de l'AP de Bombetoka

II.2. Méthodes d'étude

Le changement de la potentialité des écosystèmes de Bombetoka a été évalué en utilisant la méthodologie de la comptabilité écosystémique du capital naturel proposée par la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) (Weber, 2014).

Le compte de la potentialité écosystémique a été subdivisé en deux stocks à savoir, d'un côté, ceux du potentiel écosystémique paysager mesurant le changement et l'aptitude du paysage à fournir des services et, de l'autre côté, celles des rivières évaluant leur contribution au potentiel de l'infrastructure écosystémique accessible.

Pour chaque stock quatre indices ont été utilisés pour l'évaluation.

II.2.1. Evaluation du potentiel écosystémique net du paysage (PENP)

Un paysage est défini comme un ensemble d'éléments dont l'organisation spatiale, c'est-à-dire leur structure, est fortement liée à l'utilisation ancienne et actuelle du milieu (Burel et Baudry, 2000). Le potentiel écosystémique net du paysage permet de connaître le degré de perturbation ou de dégradation qui pèse sur chaque entité constituant le paysage. Les indices suivants ont été utilisés pour évaluer le potentiel écosystémique du paysage :

- Indice de Fond de Paysage Vert (IFPV) ou verdure : il a été utilisé pour estimer les pressions et menaces qui pèsent sur la biodiversité en évaluant le degré

d'artificialisation, la richesse en biodiversité et leur fonction écologique ainsi que la santé ou l'état de chaque entité de couverture des terres ;

- Indice de Haute Valeur Naturelle (IHVN) : l'indication a été obtenue en attribuant une note à chaque entité de couverture de terre en évaluant la perception du paysage, la qualité du biotope, l'hétérogénéité de la biodiversité et la conservation des éléments historico-culturels ;
- Indice de fragmentation des écosystèmes : il a été obtenu en tenant compte des effets de barrière dont les écosystèmes très fragmentés ont une faible note ;
- Indice d'écotone vert : les notes d'indice ont été données selon la place des écotones entre deux entités, s'ils ont placé entre une zone encore riche en végétation, on donne une note élevée.

En effet, les unités paysagères socio-écologiques (UPSE) ont été utilisées lors du calcul du compte de potentiel de l'infrastructure écosystémique. Elles sont définies par une combinaison de caractéristiques géophysiques et d'occupation des terres. Par rapport aux classifications écosystémiques, elles se trouvent à un niveau très agrégé, une simplification nécessaire à des fins statistiques. Les UPSE reposent sur le relief et une occupation dominante des terres (Weber, 2014).

II.2.2. Evaluation du potentiel écosystémique net des rivières (PENR)

Les potentiels des rivières ont été calculés séparément dans cette méthodologie. Une rivière est définie comme de cours d'eau moyennement important, à écoulement continu ou intermittent se jetant dans un autre cours d'eau, un lac, ou une mer, et particulièrement se jetant dans un fleuve. Le Potentiel Ecosystémique Net de Rivières mesure la contribution des rivières au potentiel de l'infrastructure écosystémique accessible. L'infrastructure des rivières a été examinée pour déterminer leur capacité à fournir de l'eau ainsi que d'autres bienfaits et de contribuer indirectement au maintien des services paysagers.

Il existe quatre indices comme le cas de Potentiel Ecosystémique Net du Paysage :

- Indice de fond des écosystèmes-rivières : il tient compte de la variabilité du débit des rivières dont l'estimation a été faite à partir d'évaluation de l'accessibilité en eau. Les notes utilisées varient de 1 à 5 qui correspondent respectivement au débit à <2 mois, [2-3] mois, [3-4] mois, [4-5] mois et > 6mois.
- Indice de haute valeur naturelle des rivières : Le calcul a été basé, comme l'indice de paysage, sur les données de conservation de système des rivières. Les critères utilisés sont les mêmes, à savoir, la perception du paysage, la qualité de biotope, la biodiversité et la conservation des éléments historico-culturels chez les rivières.
- Indice de fragmentation des rivières : la fragmentation des rivières peut être due aux grands ou petits barrages, à la présence de villes et d'autres éléments artificiels sur leur voie. Les effets de la fragmentation dans un bassin hydrographique dépendent non seulement de la taille des barrages, mais aussi de leur localisation dans le bassin

versant, de la distance entre les obstacles et des problèmes particuliers concernant la capacité des poissons à s'adapter à la situation et/ou à franchir l'obstacle avec succès. Les notes données pour avoir l'indice sont basées suivant le nombre d'obstacles rencontrés dans les rivières. Elles varient de 1 à 5, respectivement supérieur à 8 obstacles, 6 à 8 obstacles, 4 à 6 obstacles, 2 à 4 obstacles et inférieur à 2 obstacles.

- Indice d'écotone des rivières : les écotones des rivières ont été détectés en superposant la carte détaillée des rivières à celle de la couverture des terres. Le calcul de cet indice est le même que celui d'écotones du paysage dont les rivières sont considérées dans la catégorie de nature.

III. Résultats et interprétations

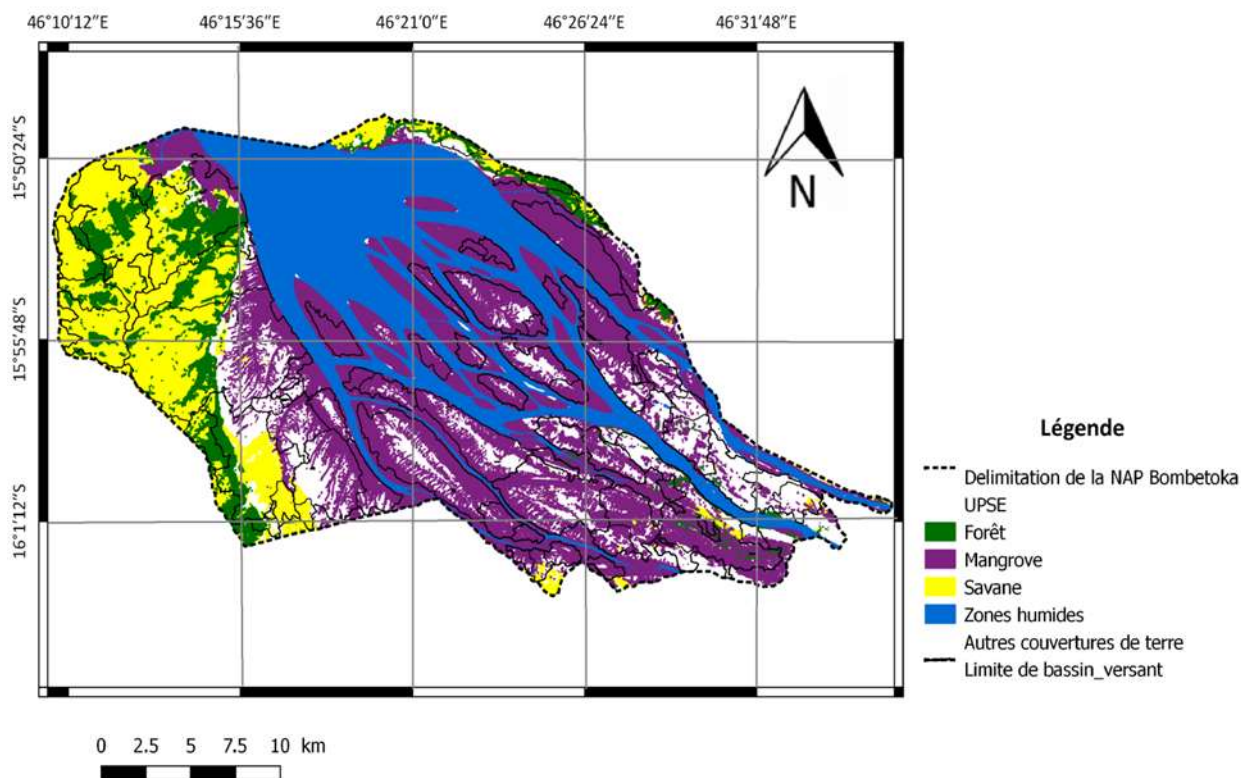
III.1. Unités de mesure de l'infrastructure écosystémique de l'AP de Bombetoka

III.2.1. Unités Paysagères Socio-Ecologiques (UPSE)

Ces unités sont celles qui ont été utilisées pour connaître la potentialité de l'infrastructure écosystémique de Bombetoka. Après avoir réalisé la classification de la carte d'occupation du sol de l'AP de Bombetoka, quatorze (14) classes de couverture des terres ont été trouvées. Ces unités de classes ont été regroupées et forment les Unités Paysagères Socio-Ecologiques ou UPSE en cinq catégories (Tableau 1, Carte 2).

Tableau 1 : Unité de couverture de terre de l'AP Bombetoka

Occupations du sol de Bombetoka	Unités Paysagères Socio-Ecologiques
Forêt intacte	Forêts
Forêt dégradée	
Mangrove intacte	Mangroves
Mangrove dégradée	
Mangrove très dégradée	
Mangrove recrue	
Savane arbustive	Prairies
Savane herbeuse	
Eau	Zones humides
Tanne	Autres couvertures de terre
Sol nu	
Sable	
Culture	
Village	



Carte 2 : Unités paysagères socio-écologiques de l'AP de Bombetoka

III.2.2. Unité standard de mesure des rivières (USMR) ou unité de système de rivières (USR)

Pour le réseau hydrographique, les rivières ont été combinées avec les valeurs de couverture des terres, puis les mesures de leurs stocks et leurs changements se font en Unité Standard de Mesure des rivières ou USMR. Elles sont définies comme le réseau hydrologique contenu dans un bassin ou un sous bassin et utilisées pour la comptabilité écosystémique. Les USMR sont composées de tronçons de cours d'eau homogènes (TCH). Pour le cas de Bombetoka, les rivières sont catégorisées en une seule classe.

III.2. Potentialité de l'infrastructure écosystémique de l'AP de Bombetoka

III.2.1. Infrastructure écosystémique paysagère

Les résultats obtenus sont en concordance avec la surface d'occupation du sol de chaque unité de classe de couverture des terres. C'est pour cette raison que les stocks de couverture des terres sont inclus dans le calcul du compte du potentiel écosystémique.

Le tableau 2 montre que le potentiel total de l'infrastructure écosystémique de l'AP de Bombetoka connaît une diminution de 2007 à 2017. Les notes données sur la potentialité écosystémique du paysage dépendent de la qualité du biotope et de sa richesse en biodiversité.

La valeur finale du changement du potentiel total de l'infrastructure écosystémique est négative (chiffres entourés) -25 4212,24 ; cela indique qu'il y a une régression du potentiel de l'infrastructure écosystémique de 2007 à 2017. Cette régression est due à la réduction de

l'occupation de chaque entité (mangroves, prairies et les zones humides) dans l'AP qui entraîne la diminution de la capacité des écosystèmes à fournir des services.

La diminution de la potentialité des mangroves est attribuée à leur dégradation excessive pour le charbonnage et la coupe de bois (utilisé pour la fabrication de chaux grasse). Les mangroves sont de plus en plus dégradées et se transforment en tanne.

Les savanes sont menacées par les feux de brousse et leur potentialité à fournir des services aux écosystèmes diminue.

Cette diminution de la potentialité des écosystèmes à fournir des services a aussi des impacts négatifs sur la santé écosystémique comme la dynamique de la végétation et cela entraîne sa régression.

Tableau 2 : Potentiel écosystémique paysager de l'AP de Bombetoka

Types d'unités comptables écosystémiques	Unités de paysage socio-écologiques (UPSE)					Sous-total des paysages socio-écologiques
	Forêt	Mangrove	Prairies	Zones humides	Autre couverture des terres naturelles	
Stock d'ouverture de couverture des terres en ha (2007)	2504,0	21709,0	14527,0	19878,0	13353,0	71972,0
Indice composite de potentiel écosystémique des paysages	65,2	82,9	68,5	63,3	65,5	345,4
Potentiel écosystémique net des paysages	163128,4	1799685,0	994353,3	1258927,7	874898,7	5090993,0
Potentiel écosystémique des rivières dans le paysage	1136,7	84696,1	37924,9	71007,9	32044,7	226810,3
Stock d'ouverture du potentiel total de l'infrastructure écosystémique (2007)	164265,1	1884381,1	1032278,2	1329935,6	906943,3	5317803,3
Changement du potentiel total de l'infrastructure écosystémique	94197,2	-76188,1	-276643,2	-67554,1	71975,9	-254212,2
Stock de clôture de couverture des terres en ha (2017)	3967,0	21072,0	10890,0	18666,0	17377,0	71972,0
Indice composite de potentiel écosystémique des paysages	64,7	83,3	68,1	65,4	54,3	335,8
Potentiel écosystémique net des paysages	256593,5	1755588,2	741552,7	1221099,9	943145,5	983596,0
Potentiel écosystémique des rivières dans le paysage	1868,8	52604,8	14082,3	41281,6	35773,8	145611,3
Stock de clôture du potentiel total de l'infrastructure écosystémique	258462,3	1808193,1	755635,0	1262381,5	978919,2	5063591,0

III.2.2. Infrastructure écosystémique de rivières

Une diminution du stock de rivières de Bombetoka a été remarquée de 2007 à 2017. Cette diminution peut être due à la surexploitation marine et aussi surtout à l'exploitation de la formation forestière entraînant la diminution de la pluie. Cette diminution du stock provoque la baisse de la potentialité des écosystèmes des rivières à fournir des services, 103812,7 USMR en 2007 et 64381,3 USMR en 2017 (Tableau 3).

Tableau 3 : Potentiel écosystémique des rivières de l'AP de Bombetoka

Types d'unités comptables écosystémiques	USR	Sous-total des systèmes rivières
	TCH	
	Cours d'eau	
Stock d'ouverture des rivières en unités standard de mesure des rivières (USMR) (2007)	1084,3	1084,3
Indice composite du potentiel écosystémique des rivières (PER)	95,7	95,7
Potentiel écosystémique net des rivières (2007)	103812,7	103812,7
Stock final des rivières en unités standard de mesure des rivières (USMR) (2017)	694,4	694,4
Indice composite du potentiel écosystémique des rivières (PER)	92,7	92,7
Potentiel écosystémique net des rivières (2017)	64381,3	64381,3

IV. Discussion

L'Aire Protégée de Bombetoka est connue par sa richesse en îlots de mangroves. La totalité de gain en superficie pour toutes les couvertures de terres atteint 27 606 ha lors de notre évaluation de 2007 à 2017 dont 30 % sont tous de gain en superficie des mangroves. Ce gain est attribué à la formation de nouveaux îlots constitués des mangroves avec l'espèce d'*Avicennia marina* dont les jeunes plantules (nouvelles recrues) se sont développées au bord des îlots.

D'après les résultats des enquêtes, la dégradation des écosystèmes est surtout due à la surexploitation des ressources forestières pour la construction. La recherche faite par une Organisation Non Gouvernementale (ONG) dans cette zone a montré que la biodiversité de Bombetoka subit des pressions comme l'écrémage des forêts (Fanamby, 2007). En se référant aux écosystèmes de l'AP d'Antrema (même Région de l'AP Bombetoka), on peut dire que l'état de santé écosystémique de Bombetoka est très dégradé avec un indice de santé écosystémique inférieur à 1 (Rambeloarisoa, 2017).

Cette étude sur la comptabilité écosystémique nous a permis de connaître que les formations de mangroves de Bombetoka se dégradent progressivement en laissant une vaste superficie des tannes. La surface occupée par les mangroves diminue entre 2007 et 2017 d'après le bilan

de base du compte de l'infrastructure écosystémique. Cette diminution a été déjà observée de 1989 à 2003 par Razafindramasy (2006).

V. Conclusion

La comptabilité écosystémique du capital naturel a permis de connaître l'utilisation des ressources et les effets des activités humaines sur la biodiversité. Les services fournis par les écosystèmes diminuent de façon progressive. Une régression de la potentialité accessible de l'infrastructure écosystémique de Bombetoka à fournir des services est assignée. Les formations végétales auprès du village sont les plus menacées d'extinction. La dégradation de ces formations végétales provoque ainsi à la dégradation des zones humides et conduit à des impacts négatifs sur l'état des rivières. Pour la complémentarité de cette recherche qui devrait être utilisée pour la gestion de l'AP, il est utile de :

- Faire un suivi permanent des ressources existantes dans cette AP
- Entreprendre les populations riveraines dans la conservation et la gestion de ressources
- Promouvoir l'éducation et la sensibilisation environnementale, créer des activités génératrices de revenu pour diminuer la surexploitation
- Intégrer l'AP dans les sites RAMSAR vu sa richesse en ressources aquatiques

VI. Remerciements

Nos vifs remerciements s'adressent à tout ce qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de cette recherche, principalement, la Mention Biologie et Ecologie Végétales et l'Institut et Observatoire Géophysique d'Antananarivo de l'Université d'Antananarivo. Nos gratifications aussi sont dédiées à tous les organisateurs de ces actes des journées scientifiques.

VII. Références bibliographiques

- Fanamby. 2007. Aménagement et Gestion des forêts: NAP Bombetoka Belemboka. Fanamby. 17 p.
- Lebreton, J. D., Décamps, H. et Douce, R. 2013. La biodiversité. Académie des Sciences, Institut de France. 11 p.
- Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington. 24p*
- Rambeloarisoa, L. F., 2017. *Essai de comptabilité écosystémique du capital naturel dans la Nouvelle Aire Protégée Antrema : Eau et Biodiversité*, Mémoire de Master, Mention Biologie et Ecologie Végétales, Université d'Antananarivo, 55 p + Annexes.
- Razafindramasy, F. V., 2006. *Suivi de l'évolution des mangroves de Boanamary à l'aide de la télédétection*, Mémoire de DEA, Mention Physique et Applications, Université d'Antananarivo, 63p + Annexes.

- Weber, J. L. 2014. Comptes écosystémiques du capital naturel: une trousse de démarrage rapide. Cahier technique no 77. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. Montréal. 288 p
- WWF, 2010. *Living Planet Report 2010, Biodiversity, biocapacity and development*. 177p.
- <http://www.fapbm.org/en/glossary/new-protected-areas-nap> (consulté en Mars 2017)