

## ÉTUDE COMPARÉE DES RESSOURCES D'UNE GRANDE MANGROVE D'ESTUAIRE ET DE DEUX PETITES MANGROVES DU NORD- OUEST MALGACHE

ANDRIAMANANTENA F.H.<sup>1,2</sup>,  
ANDRIAMANANTENA A.H.<sup>1,2</sup>, ANDRIAMADIA  
M.M.<sup>4</sup>, RANARIJAONA H.L.T.<sup>1,2</sup>,  
ANDRIAMANANTENA Z.<sup>2,3</sup>

1: *Faculté des Sciences, de Technologies et de  
l'Environnement, Université de Mahajanga*

2: *Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels, Université de  
Mahajanga*

3: *Institut Universitaire de Technologies et d'Agronomie de  
Mahajanga, Université de Mahajanga*

4: *Domaine Sciences et Technologies, Université  
d'Antananarivo*

Auteur correspondant : ANDRIAMANANTENA Fenoza  
Heritiana, 032 56 882 24, fenzoh@gmail.com

### Résumé

Le présent article consiste en un inventaire du fonctionnement et des ressources biologiques de trois zones de mangrove relativement proches de la ville de Mahajanga : la grande mangrove d'estuaire du fleuve Betsiboka et deux secteurs de plus petite taille : le secteur de la réserve naturelle d'Antrema, en rive gauche du fleuve, et celui d'Antsanitia, en rive droite. Les trois secteurs présentent des caractéristiques écologiques spécifiques, du fait de conditions de formation et d'évolution différentes. Des prospections botaniques ont été effectuées, ainsi que des mesures biométriques, par l'intermédiaire de transects (de type Duvigneaud) et de placeaux (de type Braun-Blanquet). Des images satellitaires à haute résolution spatiale ont également été utilisées pour la localisation des zones d'étude et l'identification de l'occupation du sol. Le nombre d'espèces présentes dans les 3 secteurs varie entre 6 (Antsanitia) et 8 (Bombetoka), ce dernier chiffre correspondant au maximum de diversité spécifique connu à Madagascar. Si leurs ressources biologiques, animales et végétales, sont comparables en termes spécifiques, les biomasses de l'estuaire de Bombetoka sont, en revanche, incomparablement plus importantes.

**Mots-clés** : Antrema, Antsanitia, Bombetoka, développement durable, valeurs, caractéristiques

### Famintinana

Ity voka-pikarohana ity dia mirakitra ny lisitry ny zavamisy ara-biolojika amin'ny ala honko telo zay akaikin'ny tanànan'i Mahajanga: ny honko lehibe

amin'ny renirano Betsiboka ary ny honko roa kely kokoa: zay ao Antrema, eo amin'ny morony ankavia an'ny renirano, ary ny iray any Antsanitia, eo amin'ny morony ankavanana. Ireo tontolo iainan'y ala honko telo ireo dia mampiseho toetra manokana momba ny iainana, noho ny fepetra samihafa amin'ny fananganana sy ny fampandrosoana. Ny fanadihadian'ny botanika dia natao, ary koa ny fandrefesana biometrika, tamin'ny alàlan'ny transect (an'ny karazana Duvigneaud) sy ny teti-dratsy (an'ny karazana Braun-Blanquet). Ny sary zanabolana avo lenta dia nampiasaina ihany koa hijerena ireo faritra fandalinana sy hamantarana ny fampiasana tany. Ny isan'ireo karazana hita ao amin'ireo seha-pihariana 3 dia miovaova eo anelanelan'ny 6 (Antsanitia) sy ny 8 (Bombetoka), ny tarehimarika farany mifanaraka amin'ny fahasamihafana lehibe indrindra fantatra eto Madagasikara. Raha ny loharanon-karena biolojika, ny biby sy ny zavamaniry azy ireo, dia azo ampitahaina amin'ny teny manokana, ny biomassa an'ny tokotani'i Bombetoka kosa dia lehibe kokoa.

**Teny manan-danja** : Antrema, Antsanitia, Bombetoka, fampandrosoana lovain-jafy, harena, toetra

### Abstract

This article consists of an inventory of the functioning and biological resources of three mangrove areas relatively close to the city of Mahajanga: the large estuary mangrove of the Betsiboka river and two smaller sectors: the sector of the nature reserve of Antrema, on the left bank of the river, and that of Antsanitia, on the right bank. The three sectors present specific ecological characteristics, due to different conditions of formation and development. Botanical surveys were carried out, as well as biometric measurements, via transects (of the Duvigneaud type) and plots (of the Braun-Blanquet type). High spatial resolution satellite images were also used to locate study areas and identify land use. The number of species in the 3 sectors varies between 6 (Antsanitia) and 8 (Bombetoka), this latter number corresponding to the maximum specific diversity known in Madagascar. If their biological, animal and plant resources are comparable in specific terms, the biomasses of the Bombetoka estuary are, on the other hand, incomparably greater.

**Keywords** : Antrema, Antsanitia, Bombetoka, sustainable development, values, characteristics

## Introduction

Dans le monde, les formations de mangroves se trouvent sur les 124 régions littorales marines (Lebigre, 2010 ; Andriamanantena, 2019). Le continent africain possède plus de 3,2 millions d'hectares, ce qui représente environ 19% de la superficie totale au niveau mondial (Lebigre, 2010 ; Andriamanantena, 2019 ; Jones *et al.*, 1994). A Madagascar, les forêts de mangroves occupent 327 000 ha de cette superficie soit 2% des mangroves dans le monde (Jones *et al.*, 1994). Elles occupent 2,4% du couvert forestier total dans le monde dont 98% de la superficie située sur la côte occidentale et 2% seulement sur la côte orientale (USAID, 2008).

Les trois mangroves, Antrema, Antsanitia et Bombetoka possèdent une gamme de services socioécosystémiques (IUCN, 2000). Par contre, ces écosystèmes subissent diverses pressions. L'objectif de cette recherche est de savoir la biométrie, les valeurs et les menaces dans ces mangroves afin de les comparer.

## Méthodologie

### Zones d'étude

Bombetoka, Antsanitia et Antrema sont riches en mangroves. Ces trois zones de mangroves appartiennent toutes à la Région Boeny, au Nord-Ouest de Madagascar, plus précisément sur la côte occidentale. Mais, elles se trouvent dans deux districts différents dont les mangroves d'Antsanitia (latitude entre 15° 33' S et 15° 34' S et longitude entre 46° 25' E et 46° 26' E) et celles de Bombetoka (latitude entre 15°50' S et 16°05' S et longitude entre 46°15' E et 46°40' E) dans le District de Mahajanga II et les mangroves

d'Antrema (latitude entre 15° 42' S et 15° 50' S et longitude entre 46° E et 46° 15' E) dans le District de Mitsinjo.

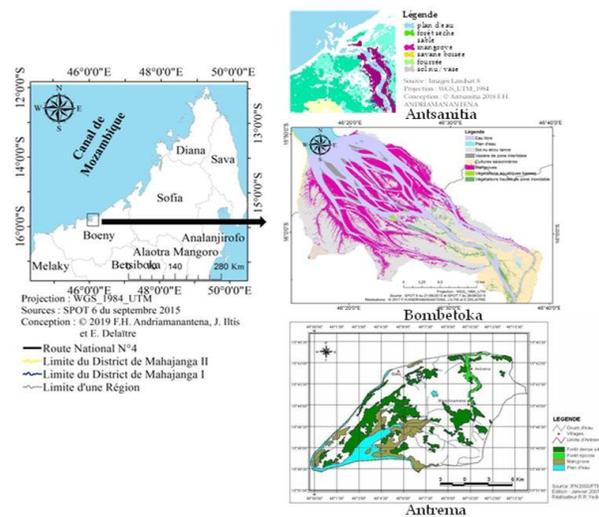


Figure 1. Localisation du marais maritime de Bombetoka (Source : Andriamanantena, 2019)

## Matériels et méthodes

### Matériels

Plusieurs matériels sont utilisés pour réaliser cette étude telles que :

- Le "Global Positioning System (GPS)" : Un GPS de marque Garmin a permis de prendre et d'enregistrer les coordonnées géographiques de chaque point de relevé écologique et de chaque classe d'occupation du sol pour l'analyse des images satellitaires.
- La boussole : La boussole a permis de connaître l'orientation de transects.
- L'appareil photo numérique pour prendre en photo l'écosystème.
- La fiche d'enquête pour avoir les informations sur les valeurs des mangroves de chaque site.
- Les images satellitaires pour délimiter uniquement la zone d'étude et de savoir l'occupation du sol.

## **Méthodes**

### **Analyses bibliographiques et webographiques**

Des analyses bibliographiques et webographiques ont été faites. De plus, une première descente en une prospection botanique (pirogue, pied, voiture) a été réalisée. Ces deux méthodes sont toutes une étude préliminaire pour faire cette étude. Le but de cette étude est d'avoir des informations concernant le thème étudié, la localisation de la zone d'étude ainsi que les méthodes à utiliser. Dans ce cas, des documents et des ouvrages ainsi que des sites web ont été consultés dans le centre de documentation ainsi qu'en visitant des sites web relatifs aux thèmes étudiés. (Andriamanantena, 2019).

### **Méthodes d'enquêtes**

Des enquêtes ont été effectuées. Ainsi, les enquêtes sont basées sur :

- Les espèces présentes dans chaque zone de mangrove ;
- L'état des mangroves ;
- Les menaces sur les mangroves ;
- Les causes de la dégradation des mangroves ;
- La connaissance sur leurs apparitions en général ;

- Les valeurs des mangroves ;

Des critères ont été ainsi posés, à savoir :

- La population dont l'âge est supérieur à 18 ans et qui réside depuis longtemps dans chaque village ;
- Les personnes enquêtées suivant les informations et les recommandations émanant de l'autorité compétente de chaque quartier.

Deux types d'enquêtes ont été utilisés et appliqués, à savoir une enquête individuelle et une enquête en groupe (Andriamanantena, 2019). Les questionnaires se divisent en deux types de questions : une question ouverte et une question fermée. La question ouverte permet d'avoir beaucoup d'information même si les réponses sont vagues. D'autre part, la question fermée sert à avoir une réponse très précise. Ces enquêtes ont été faites dans les trois Districts.

### **Relevés écologiques**

Des transects du Duvigneaud et des placeaux de Braun-Blanquet ont été réalisés. Les sites de relevés ont été choisis suivant l'accessibilité.

Le transect suit une ligne de 10 m x 100 m étendus à travers la végétation, subdivisé en carrés contigus de 10 m x 10 m. (Duvigneaud, 1980 ; 1946). Il est perpendiculaire au chenal et la mer.

La méthode de placeau permet d'apprécier la dynamique de croissance des individus mais aussi de déterminer les espèces associées à l'espèce cible dans une zone homogène sur une surface de (50 x 20 m<sup>2</sup>) subdivisée en 10 placettes de 10 m x 10 m (Braun-Blanquet et al., 1952).

### **Méthodes de traitements de données**

Des analyses ont été effectuées après l'acquisition des données. Ces analyses des données se font statistiquement avec du logiciel R en appliquant l'Analyse en Composantes Principales ou ACP. Cette méthode a pour objectif d'avoir une information concentrée sur un minimum d'axes en déformant le moins possible la réalité (Baccini, 2010). Ainsi, elle repose sur le calcul de coefficients de corrélation entre les

variables, qui sont descriptives d'objets. Ces variables sont quantitatives et continues (Andriamanantena, 2019). La hauteur, le diamètre et l'effectif de l'espèce dans chaque site sont utilisées comme variables.

## Résultats

### Palétuviers dans chaque site

Le tableau 1 représente l'effectif et le pourcentage des espèces de palétuviers dans chaque site.

Tableau 1 : Liste des palétuviers dans les trois mangroves

Nom scientifique	Famille	Antrema	Antsanitia	Bombetoka
<i>Avicennia marina</i> Vierch	Avicenniaceae	1	1	1
<i>Lumnitzera racemosa</i> Wild.	Combretaceae	1	1	1
<i>Sonneratia alba</i> Sm.	Lythraceae	1	1	1
<i>Xylocarpus granatum</i> Koenig	Meliaceae	1	0	1
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (Perr) C.B. Robinson	Rhizophoraceae	1	1	1
<i>Ceriops tagal</i> Perr.	Rhizophoraceae	1	1	1
<i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	Rhizophoraceae	1	1	1
<i>Heritiera littoralis</i> (Dryand)	Malvaceae	0	0	1
Nombre d'espèces recensées		7	6	8
Fréquences (%)		87,5	75	100

Source : Andriamanantena, (2019 et 2020) ; 0 : Absent et 1 : Présent

Au total, huit espèces de palétuviers sont présentes dont la famille de Rhizophoraceae domine avec trois espèces. Pour chaque site, Antsanitia possède six espèces, suivi par celui d'Antrema avec sept espèces et enfin le site Bombetoka a le maximum espèce, soit huit espèces dont la fréquence est de 100%.

### Valeurs et menaces des mangroves

Durant l'étude, en faisant de l'enquête et de l'observation, les mangroves d'Antrema, d'Antsanitia et de Bombetoka présentent toutes des multiples fonctions et fournissant de nombreux produits (tabl. 2). Parallèlement, des menaces pèsent sur ces différentes mangroves.

Tableau 2 : Valeurs et menaces des mangroves par site d'étude

Sites	Antrema	Antsanitia	Bombetoka
Valeurs directes	Pêche, site touristique, site d'étude, ressource pour la vie quotidienne, plantes médicinales	Pêche, site touristique, site d'étude, ressource pour la vie quotidienne, plantes médicinales	Pêche, site touristique, site d'étude, ressource pour la vie quotidienne, plantes médicinales
Valeurs indirectes	Sédimentation, habitat des animaux, barrière naturelle pour les berges et contre l'érosion, la houle et les tempêtes, zone de stockage des carbonnes	Sédimentation, habitat des animaux, barrière naturelle pour les berges et contre l'érosion, la houle et les tempêtes, zone de stockage des carbonnes	Sédimentation, habitat des animaux, barrière naturelle pour les berges et contre l'érosion, la houle et les tempêtes, zone de stockage des carbonnes
Menaces	Exploitation illicite, changement climatique, ensablement, mort naturel	Exploitation illicite, changement climatique, ensablement	Exploitation illicite, changement climatique, mort naturel, fabrication de charbon, conversion en champ de culture et en bassin de culture de crevette, érosion de la berge, modification de la structure du sol

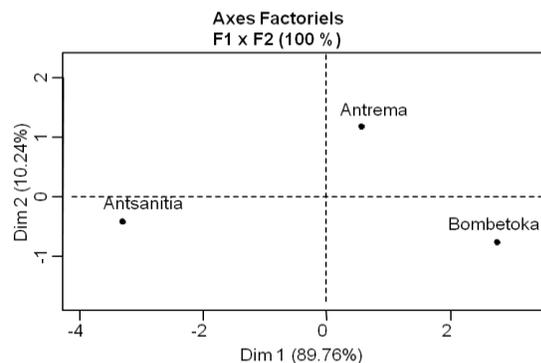
Deux valeurs sont considérées pour les mangroves dont les valeurs directes et celles d'indirectes qui sont communes pour les trois zones étudiées.

Des menaces existent dans chaque zone de mangroves. Presque toutes ces zones subissent l'exploitation illicite et le changement climatique. L'ensablement est déjà aperçu dans certaines parties des mangroves d'Antrema et d'Antsanitia. La mort naturelle des palétuviers est une des menaces sur les mangroves d'Antrema et de Bombetoka. Par contre, il existe des menaces spécifiques pour chaque zone dont la zone de

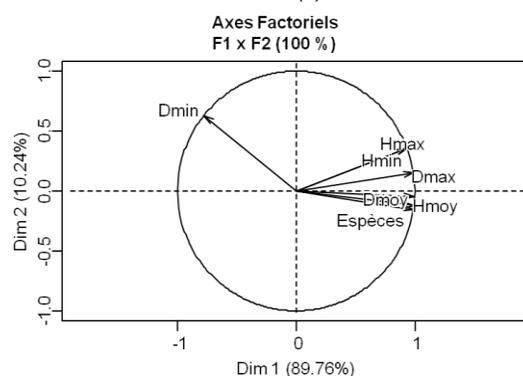
Bombetoka. Ce sont la fabrication de charbon, la conversion en champ de culture et en bassin de culture de crevette, l'érosion de la berge et la modification de la structure du sol ce qu'a montré le tableau 2.

### Mesures quantitatives

Dans le but de savoir la relation entre les mesures quantitatives (biométrie et nombre d'espèces) et les sites d'étude, les variables, les diamètres (minimum, moyen et maximum), les hauteurs (minimum, moyenne et maximum) et le nombre des espèces présentes sont utilisés dans l'ACP. Les sites d'étude sur un plan factoriel et la corrélation de toutes les variables suivant les deux axes 1 et 2 sont présentés dans la figure 1.



(a)



(b)

Figure 2. Carte factorielle des sites d'études (a) sur les pseudo-îlots et du cercle de corrélation des variables biométriques (b) sur les axes principaux 1 et 2

Sur les plans 1 et 2, d'après la figure 2 ci-dessus, deux axes, 1 et 2 ont été pris en considération pour l'ACP dont leurs valeurs d'inertie respectives sont égales à 89,76% et 10,24%. La carte factorielle (Figure 1a) montre la liaison entre les sites d'études et les deux axes. Pour l'axe 1, seul le site Antsanitia est isolé du côté négatif. Le site Antrema est le seul site qui est presque isolé sur l'axe 2, du côté positif. Par contre, le site Bombetoka se trouve à la fois sur les axes 1 et 2.

Selon le cercle de corrélation des variables biométriques et du nombre d'espèces présentes dans chaque site d'étude (Figure 1b), les six variables, les diamètres (moyen et maximum), les hauteurs (minimum, moyenne et maximum) et le nombre des espèces ont une corrélation positive. Les trois variables, le diamètre maximum et les hauteurs (minimum et maximum) sont corrélées positivement suivant l'axe 1 et l'axe 2 par rapport aux trois restants qui sont corrélées positivement à l'axe 1 et négativement à l'axe 2. Les six variables ont une corrélation négative au variable diamètre minimum dont elle est négative sur l'axe 1 et positive sur l'axe 2.

Ainsi, le site de mangroves de Bombetoka a beaucoup d'espèces de palétuviers. ces espèces sont presque très hautes et très grandes.

### Discussion

Les mangroves sont très différentes aux forêts. Leurs accès sont difficiles. Même s'il y a cette difficulté, les recherches sur les mangroves ne cessent d'augmenter.

Durant les travaux de terrain, la méfiance de certaines populations locales sur les questions

posées sont un grand problème. La connaissance des mangroves et de leurs valeurs était un préalable nécessaire. Cela nous a conduits à questionner des personnes bien ciblées comme les autorités du village pour leur expliquer notre travail de recherche. A partir de cette enquête, la liste des espèces présentes dans chaque site et les caractéristiques de ces sites ont été obtenus.

Concernant les méthodes écologiques, comme toutes les études forestières, la méthode de Duvigneaud et la méthode de Braun-Blanquet ont été utilisées pour l'acquisition des données sur le terrain. Cette méthode complète les résultats obtenus à partir de l'enquête. On voit que le nombre d'espèce présente n'est pas le même. Ceci est dû à la superficie de chaque site d'étude et aux facteurs écologiques tels que, par exemple, le sol, l'alimentation en eau marine et en eau douce, le type de mangrove, etc.

Afin d'analyser les données écologiques obtenues sur les mangroves de Bombetoka, une méthode d'analyse statistique est appliquée dont l'Analyse en Composante Principale (ou ACP). Cette analyse permet d'obtenir des résultats sur la relation entre la mesure biométrique et les espèces présentes dans chaque site d'étude. Cette méthode montre la différence existante entre les sites. On voit que les mangroves d'Antrema et de Bombetoka sont presque hautes et elles ont des individus de gros diamètre.

Dans le monde, le nombre total des espèces végétales pour les mangroves se trouve entre 53 à 75. Ces espèces appartiennent entre 8 à 23 familles et se répartissent dans 12 à 32 genres (FAO, 1994). Pour la mangrove proprement dite, il n'y a que huit espèces de palétuviers à

Madagascar (Jeannoda & 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. Par rapport à ce résultat déjà obtenu, durant le terrain, les mangroves d'Antsanitia ne possèdent que six espèces suivi des mangroves d'Antrema avec 7 espèces et enfin les mangroves de Bombetoka ont toutes les espèces de palétuviers (Tableau 1).

Comme toutes les mangroves dans le monde et même à Madagascar, les mangroves d'Antrema, d'Antsanitia et de Bombetoka ont toutes les mêmes valeurs, que ce soit directe ou indirecte. Leurs différenciations se trouvent sur les menaces (Tableau 3). Pour Bombetoka, les mangroves ont beaucoup de menaces, surtout venant de l'Homme parce qu'elles se trouvent dans le cœur du fleuve de Betsiboka, entre trois Districts, à savoir Mahajanga II, Marovoay et Mitsinjo. Beaucoup d'accès peuvent atteindre ces mangroves même s'il y a des gestionnaires. Elles sont grandes. Beaucoup de migrateurs s'installent à l'intérieur d'elles. Pour Antrema, les menaces anthropiques sont minimes. Les mangroves appartiennent uniquement au District de Mitsinjo. Les gestionnaires peuvent surveiller et gérer facilement leur richesse. Et pour Antsanitia, les mangroves sont très touchées par les menaces naturelles comme l'ensablement et le changement climatique.

## Conclusion

Pour conclure, les mangroves sont un écosystème très complexe. L'étude se focalise sur

la comparaison des trois mangroves, Antrema, Antsanitia et Bombetoka. La biométrie prise, les valeurs et les menaces sont mises en évidence. En plus, cette étude a permis de montrer que les valeurs de ces mangroves sont les mêmes mais la mesure biométrique et les menaces observées sont différentes.

Les mangroves ont leur nombre d'espèces de palétuviers présentes tel que six espèces pour les mangroves d'Antsanitia, sept espèces pour les mangroves d'Antrema et huit espèces pour les mangroves de Bombetoka. Les trois mangroves étudiées, et plus particulièrement celles de l'estuaire de Bombetoka, offrent une large gamme de services écosystémiques et de ressources. Toutefois, des pressions humaines et économiques croissantes, mais d'intensité inégale selon les sites, s'exercent sur ces ressources. Aussi, dans l'optique d'une gestion durable des 3 secteurs, est-il impératif que les populations locales soient pleinement informées de la valeur sociale et environnementale de ces milieux et qu'elles soient pleinement associées à cette gestion.

méditerranéenne. Dir. Carte Group. Vég. Afr. Nord, CNRS, 297 p.

Duvigneaud, P. (1980). *La synthèse écologique*. Dion, Paris. 380p.

Duvigneaud, P. (1946). La variabilité des associations végétales. *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, **78** : 107-134.

FAO (1994). Mangrove forest management guidelines. *FAO Forestry Paper*. No **117**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 320p.

IUCN (2000). Programme quadriennal de l'IUCN 2001-2004. *Congrès mondial de la nature*. Jordanie : 119-194.

Jeannoda, V.H. et E. Roger (2008). *HONKO. Recueil d'articles sur les mangroves de Madagascar*. Département de Biologie et écologie végétales. Faculté des Sciences d'Antananarivo. Madagascar. 249 p.

Jones, T.G., H. Rakoto Ratsimba, L. Ravaoarinarotsihoarana, G. Cripps and A. Bey (2014). Ecological variability and carbon stock estimates of mangrove ecosystems in northwestern Madagascar. *Forests*, **5** : 177-205; doi:10.3390/f5010177. ISSN 1999-4907.

Lebigre, J.M. (2010). *Distribution des marais à mangrove dans le monde : carte*. Disponible sur: <<http://mangrove.mangals.over-blog.com/>> (Consulté le 11 avril 2014).

USAID (2008). *Mise à jour 2008 de l'évaluation des menaces et opportunités pour l'environnement à Madagascar*. EPIQ IQC Contract No. EPP-1-00-03-00014-00, Task Order 02. 245p.

## Références bibliographiques

Andriamalala, C.A.J. (2007). *Etude écologique pour la gestion des mangroves - Comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de la télédétection*. Thèse, Basel. 268p.

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, Université de Mahajanga. 256p.

Baccini, A. (2010). *Statistique Descriptive Multidimensionnelle*. Institut de Mathématique de Toulouse, Université de Paul Sabatier. 33 p.

Braun-Blanquet, J., N. Roussine et R. Nègre (1952). *Les groupements végétaux de la France*