

## VULNÉRABILITE ET RESTAURATIONS DE ZONES LITTORALES : CAS D'ANTSANITIA

MAHAROMBAKA Cyrille, RAMIANDRISOA Botovao Auguste et RANARIJAONA Hery Lisy Tiana

Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement ; Ecole Doctorale sur les Ecosystèmes Naturels, Université de Mahajanga, Madagascar

E-mail : maharocyrille@gmail.com,

Tél. 034 41 645 36/ 032 05 579 87

E-mail : botovao@live.fr

E-mail : hranarijaona@gmail.com

### Résumé

Les zones côtières sont vulnérables face aux différents types de menace telle que les cyclones ou la montée des eaux de la mer. Dans de nombreux cas, les zones côtières urbanisées, les zones où les forêts littorales ont été défrichées, et les zones de hautes falaises sont très vulnérables face à la dégradation notamment par le phénomène d'érosion. Parmi ces zones, le littoral d'Antsanitia, un lieu touristique important pour Mahajanga, les plages se rétractent, essentiellement par l'érosion des dunes et l'avancée de la mer. Notre objectif est d'apporter des solutions pour sauvegarder les côtes avec des espèces végétales capables de retenir ces dunes afin de prévenir les futurs impacts négatifs sur les côtes. Nous avons pris comme méthode une observation sur terrain à propos des zones dégradées. Un inventaire a également été effectué sur le long des dunes en parallèle avec la mer. Une observation spatiale a également été effectuée à l'aide de google earth. Cette méthode nous a permis de comparer les reculs des dunes pendant 15 ans (du 2004 à 2019). Nous avons choisi un modèle linéaire pour prédire les futures conséquences que peuvent provoquer à l'avenir sur ces côtes. Le résultat nous a montré que les traits de côtes reculent très significativement ( $R^2 = 0,9257$  ;  $p\text{-value} = 1,03 \cdot 10^{-8}$ ) dans les dunes plus récentes mais restent intacts dans celles plus anciennes. Le phénomène d'érosion continue d'éroder les bords des dunes en forme de falaise et emporte les végétaux herbacés et quelques ligneuses qui s'y implantent. Les vents forts du Nord-Ouest et les cyclones sont les deux facteurs directs à l'origine de l'érosion et la nudité des sols par défrichement et la construction des charbons. Nous avons pu recenser en conséquence 47 espèces dans les deux sites d'observations. Elles sont distribuées dans 42 genres et 29 familles. Les espèces herbacées dominent les zones très vulnérables à cette érosion. Nous recommandons alors de maîtriser le recul des terres par le biais des espèces adaptées à cette cause en cultivant notamment *Scaevola plumieri* (L.) Vahl, *Canavalia rosea* (Sw.) DC.

**Mots-clés** : Vulnérabilité, forêts littorales, restauration, Antsanitia, Région Boeny.

### Abstract

The littorals zones are vulnerable face to the different types of threats such as cyclone or the increasing of the sea level. In many cases, the urbanized coasts, the cleared littoral forests, the zones where there have been deforestation of littoral forests and the high cliff are vulnerable to degradation especially through erosion. Among those areas, Antsanitia littoral, an important touristic area for Mahajanga and the seaside have been retracted, especially, by the erosion of the dunes and the increasing level of the sea. Our objective is to bring the solutions to safeguard the costs with the plants which able to retain dunes, and to prevent the negative future impacts on the costs. We have adopted the method of observation according to the degraded areas. An inventory has also been made on the dunes in parallel of the seaside and the ancient dunes. A spatial observation has been conducted using Google earth, this method allows us to compare this back off during 15 years (from 2004 to 2019). A linear model method was conducted to predict the future consequences that may happen on the coasts.

The result showed us that the ribs have significantly gone backwards ( $R^2 = 0.9257$ ;  $p\text{-value} = 1.03 \cdot 10^{-8}$ ) in the recent dunes and left unchanged in the ancient ones. The erosion phenomenon continues to degrade the dune boards in forms of cliffs and takes away the herbaceous and ligneous plants which grow on them. The strong winds of the Northwest and cyclones are the two direct factors of the erosion and the nudity of soils through clearing the forest and formation of coals. In consequence, we could have recorded 47 species in the two observation sites. They are distributed in 42 genera and 29 families. The herbaceous species dominate the most vulnerable areas of this erosion. We recommend the mastering of the back off the land through planting adapted species as *Scaevola plumieri* (L.) Vahl, *Canavalia rosea* (Sw.) DC.

**Keys words :** Vulnerability, littoral forests, restoration, Antsanitia, Boeny Region.

## Introduction

Le littoral est une zone de rencontre entre terre, mer et air. La largeur de la bande côtière peut atteindre une dizaine de mètres à une centaine de kilomètres. Le littoral peut se présenter sous plusieurs aspects physiques : côtes rocheuses, côtes sableuses et côtes meubles.

Madagascar est une grande île dotée de richesse en biodiversité que ce soit faune ou flore. C'est un pays qui possède également des zones côtières magnifiques. La partie Ouest de l'île présente des plages littorales attirantes. Notre pays possède une zone littorale représentant plus de 51% du territoire et plus de 5 300 km de linéaire côtier (CREAM, 2013). Ainsi, la région de Boeny est une zone côtière ayant un littoral dans la partie Ouest de Madagascar. Comme le cas de la plupart des littoraux à Madagascar, des menaces pesant sur l'environnement et surtout le problème de l'érosion côtière, peuvent affecter la zone littorale, la région Boeny n'y échappe pas. Ce dernier possède des plages telles que plage du Village Touristique (centre-ville), Petite Plage d' Amborovy, plage du Grand Pavois, plage d'Ampazonny à proximité de cirques rouges, plages d'Ampasindava et d'Antsanitia. Parmi ces plages, Antsanitia offre une belle vue qui attire beaucoup de touristes mais menacée par une érosion côtière. C'est dans ce contexte que se pose la problématique de

ce document : qu'en est-il du littoral de la région Boeny?

Le présent travail intitulé «Vulnérabilité et Restaurations des zones littorales : cas d'Antsanitia» consiste à réaliser le calcul sur le recul de traits de côte depuis l'année 2011 à l'année 2019, avec une référence de mesure de 2004. L'objectif visé est d'analyser l'évolution des traits de côte du Fokontany Antsanitia pendant ces huit (8) dernières années.

## Matériels et méthodes

### Zone d'étude

Antsanitia est un fokontany appartenant à la commune rurale de Belobaka et qui se situe environ à 25 km au Nord de la ville de Mahajanga. Il se localise dans la longitude  $46^{\circ}24'31,9''$ Est et la latitude  $15^{\circ}34'26,09''$ Sud (Figure 1). Il est composé de trois villages à savoir Antsanitia qui est le hameau le plus important, Belamoty et Ankabokabe. Le sol est composé essentiellement de sable blanc dans les parties basses (proche de la mer formant les dunes anciennes et récentes) et de sable roux dans les plateaux. Antsanitia est un lieu touristique balnéaire avec ces plages attirantes. On y trouve aussi de forêt d'Antsanitia caractérisant encore les types de forêt de l'Ouest malagasy avec des richesses

floristiques qui subissent des pressions naturelles et anthropiques.

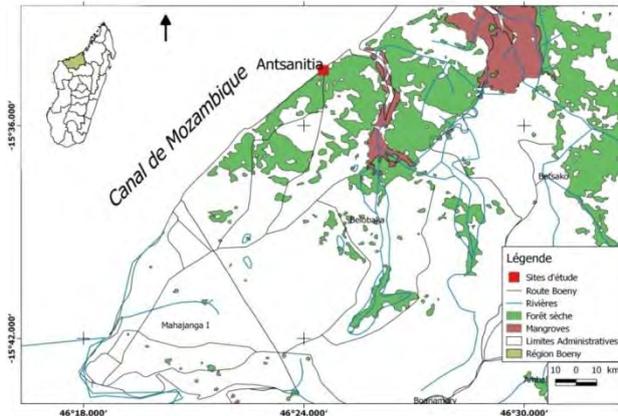


Figure 1 : Localisation du site d'étude (Ramiandrisoa, 2020)

Nous avons choisi Antsanitia à cause de ses potentialités en termes de biologie (flore et faune) et d'écotourisme. En plus, les zones côtières de Mahajanga ont subi une érosion non négligeable le long de la côte sableuse (Salomon, 2009). Ainsi donc, selon le même auteur, l'érosion dans le littoral de Mahajanga se classe en deux catégories : l'érosion continentale et l'érosion marine.

## Méthodes

### *Observation des images*

#### *satellites*

Nous avons établi une observation satellitaire (Google Earth, 2020) en comparant les images de la date de 2004 à 2019 sur 5 points contacts (Figure 2). La dégradation des falaises formant les littorales ont été fait l'objet de mesure (distance en mètre).



Figure 2 : Image vue satellite du site d'étude (Google Earth, 2020)

### *Inventaire floristique*

Un inventaire floristique a été effectué sur les bords de la falaise en utilisant un transect d'une dimension de 10 m x 100 m. Nous avons recensé les espèces herbacées et celles des ligneuses.

### *Analyse de données*

A l'aide du logiciel R (Core Team version 3.6), nous avons effectué une régression linéaire simple sur la distance de retrait de la falaise et la date (en année). L'année 2004 s'est servie d'une année de référence en prenant 2011 comme première mesure et en raison de 5 ans.

## Résultats

### *Recul de la falaise*

L'analyse de régression nous montre une augmentation d'une manière linéaire le recul de la falaise ( $y = 1,49x - 2984,29$  ;  $R^2 = 92,57\%$ ). L'érosion est très intense dans seulement une décennie.

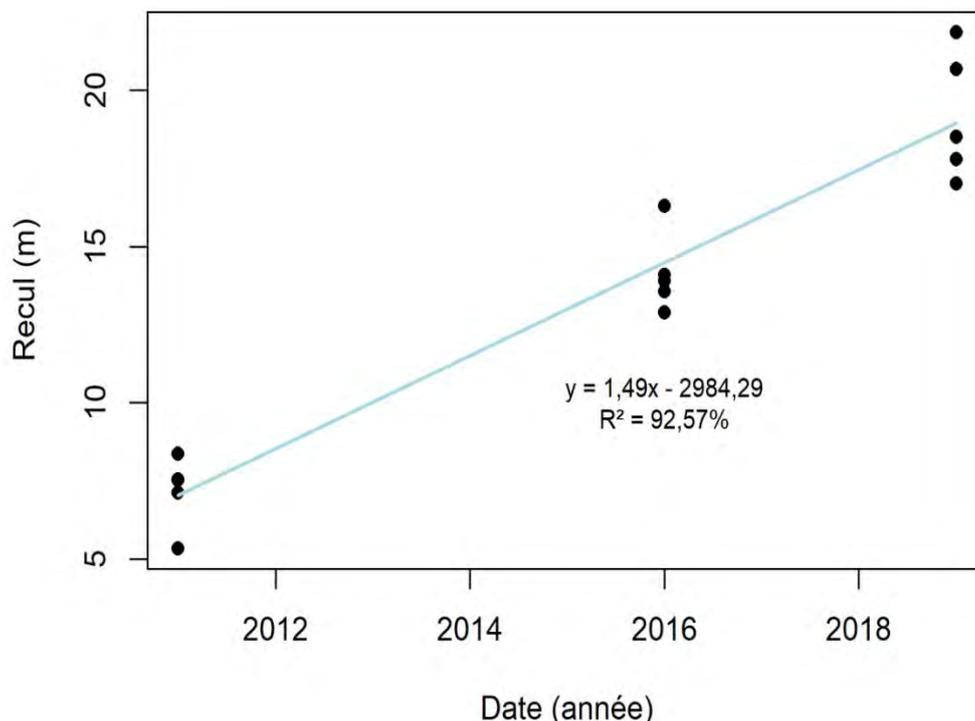


Figure 3 : Recul des falaises le long de la côte Antsanitia (Maharombaka, 2020)

### Richesse floristique

Nous avons pu recenser 47 espèces sur les dunes dont 42 genres et 29 familles. Les familles les plus représentés sont les Fabaceae (19,1%), puis les familles des Apocynaceae (10,6%), les familles des

Malvaceae (8,5%). Les familles des Annonaceae, Ebenaceae, Combretaceae et Putranjivaceae représentent respectivement de 4,3%. Le tableau suivant indique les espèces qui sont présentes dans le site d'étude.

Tableau I : Liste des espèces rencontrées dans les dunes d'Antsanitia

Familles	Especies	Auteurs
ARECACEA	<i>Bismarckia nobilis</i>	Hildebrandt & H. Wendl.
URTICACEAE	<i>Obetia radula</i>	(Baker) Baker ex B.D. Jacks.
ANACARDIACEAE	<i>Sclerocarya birrea</i>	(A. Rich.) Hochst.
ANNONACEAE	<i>Ind.2</i>	
ANNONACEAE	<i>Ind.3</i>	
APOCYNACEAE	<i>Leptadenia madagascariensis</i>	Decne.
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemonana calcarea</i>	Pichon
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemonana coffeoides</i>	Bojer ex A. DC.
APOCYNACEAE	<i>Landolphia myrtifolia</i>	(Poir.) Markgr.
APOCYNACEAE	<i>Strophanthus boivinii</i>	Baill.
ASPARAGACEAE	<i>Asparagus simulans</i>	Baker
ASTERACEAE	<i>Tridax procumbens</i>	L.
BIGNONIACEAE	<i>Stereospermum euphoroides</i>	DC.
CAPPARACEAE	<i>Tylachium sp.</i>	Gilg
CHRYSOBALANACEAE	<i>Grangeria porosa</i>	Boivin ex Baill.
COMBRETACEAE	<i>Combretum sp</i>	Loefl.
COMBRETACEAE	<i>Terminalia mantaly</i>	H. Perrier
DILLENACEAE	<i>Tetracera madagascariensis</i>	Wild. Ex Schtdl.
DISCOREACEAE	<i>Discorea seriflora</i>	Jum. & H. Perrier
EBENACEAE	<i>Diospyros sp.</i>	L.
EBENACEAE	<i>Diospyros mapingo</i>	H. Perrier
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia sp</i>	L.
FABACEAE	<i>Indigofera sp</i>	L.

FABACEAE	<i>Dalbergia sp1</i>	L.f.
FABACEAE	<i>Abrus precatorius</i>	L.
FABACEAE	<i>Tamarindus indica</i>	L.
FABACEAE	<i>Albizia lebbek</i>	(L.) Benth.
FABACEAE	<i>Acacia sp</i>	Mill.
FABACEAE	<i>Dalbergia trichocarpa</i>	Baker
FABACEAE	<i>Entada sp</i>	Adans.
FABACEAE	<i>Ind.5</i>	
LAMIACEAE	<i>Vitex beraviensis</i>	Vatke
LAURACEAE	<i>Cassytha filiformis</i>	L.
LOGANIACEAE	<i>Strychnos spinosa</i>	Lam.
MALVACEAE	<i>Grewia grandifolia</i>	Pulle
MALVACEAE	<i>Grewia sp.</i>	L.
MALVACEAE	<i>Dombeya sp.</i>	Cav.
MALVACEAE	<i>Nesogordonia ambalabeensis</i>	Arènes
OLEACEAE	<i>Noronhia sp.</i>	Stadtm. Ex Thouars
PASSIFLORACEAE	<i>Adenia firingalavensis</i>	(Drake ex Jum.) Harms
PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes capuronii</i>	Leandri
PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes madagascariensis</i>	(Lam.) Humbert & Leandri
RHAMNACEAE	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Lam.
SALICACEAE	<i>Flacourtia ramontchi</i>	L'Hér.
SAPINDACEAE	<i>Ind.1</i>	
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	L.

Actions anthropiques sur la falaise sableuse  
 Les observations sur terrain nous indiquent que l'intervention humaine est très forte par la fabrication de charbonnage dans les dunes



Figure 4 : Anthropisation sur les dunes (Maharombaka, 2020)

(Figure 4). La couverture végétale se dégrade d'une manière significative à cause de la fragilité des sols (Figure 5).



Figure 5 : Erosion des dunes sur les falaises (Maharombaka, 2020)

Les villageois exploitent le vestige des forêts afin d'avoir des bois de chauffe et des bois pour la construction des maisons sur la plage. Toutes ces activités sont liées aux risques de diminuer la couverture végétale et également aux risques de provoquer des feux de forêt. L'aménagement sur les zones dunaires contribue également à la perte de la biodiversité.

### Dégradation de la zone côtière

Par suite de la nudité des sols par les défrichements et autres activités, les falaises deviennent vulnérables et s'érodent plus facilement. Ce qui provoque le recul des zones boisées. Sous l'influence des vents venant de la mer, les sables se déversent plus facilement (Figure 6). Lors des périodes cycloniques, les vents forts, la montée de la mer ainsi que les pluies fragilisent davantage les falaises.



**Figure 6 :** Erosion sur les falaises (Maharombaka, 2020)

Le niveau de l'eau augmente par la fonte des glaciers. La végétation souffre par la modification des conditions sur les propriétés des sols. La

construction le long des plages diminue la durée de vie des espèces végétales



**Figure 7 :** Dégradation des infrastructures et de la flore (Maharombaka, 2020)

## Discussion

Les résultats obtenus montrent l'état général du littoral du Fokontany d'Antsanitia. Ils permettent d'avoir une idée générale sur l'évolution de ces derniers. Ces résultats ont été obtenus par traitements sur les outils informatiques en reflétant la réalité sur le terrain. Ainsi, cette étude utilise surtout les traitements d'images en utilisant des images de références selon la disponibilité des images à très haute résolution sur Google Earth. Par contre, l'utilisation des images satellites Landsat correspondant aux dates choisies, pourraient enrichir les informations concernant l'évolution de traits de côtes en question.

L'exploitation des ressources naturelles sur les côtes littorales perturbe le bon équilibre de l'écosystème touchant la faune et la flore. L'aménagement de nombreuses parcelles au sein du littoral et la mise en place du charbonnage rend vulnérable les côtes, notamment dans les falaises. La mise à nu des sols contribue et favorise la dégradation des sols (Pautrot, 2012). Le phénomène de l'érosion éolienne n'est pas négligeable, suite à l'intensité de l'activité humaine, les catastrophes naturelles ainsi que la structure du sol. La couverture végétale influence la réduction de l'érosion des sols (Shi et al. 2004). Par ailleurs, le changement climatique actuel constitue une des causes de la mobilité de traits de côtes, du fait que ce changement intensifie les forces des agents responsables de l'érosion côtières. Nombreux sont les paramètres pouvant être tenus (Zafindravita, 2005): l'augmentation de température des océans, la variation de pluviométrie, les passages de cycloniques. Le

changement climatique global affecte également les caractéristiques de la végétation et sa résistibilité. Les cyclones de types tropicaux touchent Madagascar surtout les zones côtières provoquant des dégâts importants, notamment Mahajanga (MEF, 2012). L'usage des plantes autochtones est favorable pour la protection des sols au niveau des dunes sableuses tels que *Phragmites mauritanus* (Poaceae), *Ipomoea pes-caprea* (Convolvulaceae), *Scaevola plumieri* (Goodeniaceae). Ces espèces peuvent freiner l'action érosive des vagues. Selon l'étude menée par Alex-Perlin (2014), dans le but de stopper l'érosion des dunes à Tuléar, le filao, *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae) est excellent pour le brise-vent. Elle contribue à diminuer les effets dévastateurs liés aux vents violents accompagnant les cyclones.

La construction en dur le long des côtes littorales est désormais interdite par la loi à Madagascar

(<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mad142798.pdf>). L'article 15 stipule que dans les parties des zones côtières où les sols et la bande littorale sont fragiles ou susceptibles d'être victimes de l'érosion, les constructions, ouvrages, aménagements de loisirs, routes et parkings sont interdits. Les coupes et arrachages des espèces végétales contribuant à la stabilisation des sols et lignes côtières sont également interdits.

Dans ce sens, nous apportons des suggestions suivantes pour protéger et restaurer les écosystèmes côtiers: le recul de traits de côtes doit être suivi de près ; la restauration du fonctionnement naturel est une gestion envisageable pour la partie des zones naturelles ; la protection des cordons dunaires existants est

essentielle ; un suivi doit être pris en compte dès la mise en place du mode de gestion ; la mise en place d'un réseau de surveillance du littoral doit être renforcée ; des études pluridisciplinaires doivent être lancées.

## Conclusion

L'utilisation des images sur Google Earth permet de tracer le recul pendant 15 ans. Antsanitia est parmi les côtes littorales de Mahajanga qui attirent des touristes, locales, nationales et même internationales. La dégradation et l'érosion continue des dunes et des falaises dévalorisent cette activité. La coupe, la fabrication des bois de chauffe et le charbonnage ainsi que le défrichage favorisent la vulnérabilité des sols. Le recul des falaises perturbe le fonctionnement de l'écosystème littoral. Ce recul favorise la dégradation de la forêt dans les dunes plus anciennes s'il n'y avait pas de mesures prises par les parties prenantes.

Cette étude constituerait une ébauche pour les autres chercheurs qui veulent faire une recherche approfondie concernant les zones

côtières de Mahajanga et plus précisément la plage d'Antsanitia afin de développer le tourisme durable.

### Bibliographies

- Alex-Perlin, J. (2014). La fixation des dunes sur le littoral de Toliara. Licence professionnelle. Biodiversité et environnement. Université de Toliara.
- Pautrot, C. (2012). Erosion et dégradation des sols. Mémoires de l'académie nationale de Metz. 203-221.
- Tiandrazana Henri Tsimidiso, (2014) Cartographie du trait de côte et ses implications sur la gestion de la zone côtière, Mémoire d'ingénieur (ESPA), 144p.
- Salomon, J.N. (2009). L'accrétion littorale de la côte Ouest de Madagascar. Revue Physio-Géo. (3) : 35-59.
- Shi, P., Yan, P., Yuan, Y., Nearing, M.A. (2004). Wind erosion research in china: past, present and future. Progress in physical Geography (28)3: 366-386.
- Zafindravita Imirin Gilbert, (2005), « Géologie urbaine et érosion côtière de la ville de Mahajanga par télédétection et SIG », Mémoire d'ingénieur (ESPA). 87p .

### II Autre référence

- CREAM, 2013. Pour le développement durable de Madagascar. Rapport annuel.
- MEF, 2012. La gestion des risques de catastrophes et l'adaptation au changement climatique, pp 89-102.
- [http://madarevues.recherches.gov.mg/IMG/pdf/article\\_vf.pdf](http://madarevues.recherches.gov.mg/IMG/pdf/article_vf.pdf), consulté le 21 Avril 2020
- <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mad142798.pdf>, consulté le 21 Avril 2020