

Vulnérabilité des mangroves face au changement climatique dans la Baie de Ranobe: cas des mangroves d'Ambondrolava, d'Ambatosambo et de Fitsitike, Région Sud-ouest de Madagascar

Myria Flore Horthancya Rasoavololonjanahary

Marie Odile Rasoanantenaina

Lily-Arison Rene De Roland

Mention Sciences de la vie, Domaine des Sciences et Technologies

Université de Toliara, Madagascar

Daudet Andriafidison

Université de Menabe, Madagascar

Approved: 25 September 2026

Posted: 27 September 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Rasoavololonjanahary, M.F.H., Rasoanantenaina, M.O., Rene De Roland, L-A., & Andriafidison, D. (2026). *Vulnérabilité des mangroves face au changement climatique dans la Baie de Ranobe: cas des mangroves d'Ambondrolava, d'Ambatosambo et de Fitsitike, Région Sud-ouest de Madagascar*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2026.p934>

Résumé

L'étude sur la vulnérabilité des mangroves face au changement climatique, cas des mangroves de la Baie de Ranobe a pour objectif d'évaluer les paramètres climatiques ou non climatiques qui ont des impacts sur la dégradation des mangroves. Plusieurs méthodes ont été adoptées lors de la réalisation de recherche, entre autres la documentation, l'inventaire floristique en utilisant une méthode de relevé par transects à placettes, des enquêtes ethnobotaniques, les observations directes et l'évaluation des composantes de la vulnérabilité. Sur ce, sept espèces de palétuviers appartenant à cinq familles ont été recensées. Généralement, les formations sont jeunes, plus de 50% des individus recensés sont moins de 5cm de diamètre. Et la structure démographique des palétuviers forme un J inversé, ce qui indique la bonne santé de l'écosystème. De plus, le taux de régénération naturelle des espèces est largement supérieur à 100%, correspondant au bon renouvellement des mangroves. Néanmoins, les

mangroves de la Baie de Ranobe sont menacées par l'ensablement et l'envasement dû au déplacement des dunes et elles sont très exposées aux effets du climat (température et pluviométrie). Et le degré de vulnérabilité varie d'un site à l'autre. La mangrove d'Ambondrolava est moins vulnérable et résiliente avec une échelle de l'ordre de 1,5. Par contre, les mangroves d'Ambatosambo et Fitsitike présentent une vulnérabilité moyenne (indice de l'ordre de 2,6). En effet, des mesures d'intervention doivent être appliquées notamment au niveau de la capacité d'adaptation des communautés locales pour augmenter la résilience.

Mots-clés : Mangroves, vulnérabilité, changement climatique, Baie de Ranobe, Madagascar

Vulnerability of Mangroves to Climate Change in Ranobe Bay: A Case Study of the Ambondrolava, Ambatosambo, and Fitsitike Mangroves, Southwestern Madagascar

Myria Flore Horthancya Rasoavololonjanahary

Marie Odile Rasoanantenaina

Lily-Arison Rene De Roland

Degree in Life Sciences, Faculty of Science and Technology

University of Toliara, Madagascar

Daudet Andriafidison

University of Menabe, Madagascar

Abstract

This study on the vulnerability of mangroves to climate change in Ranobe Bay aimed to assess climatic and non-climatic parameters affecting mangrove degradation. Several methods were used in this research, including a literature review, floristic inventories using the belt transect and plot sampling method, ethnobotanical surveys, direct observations, and an assessment of the different components of vulnerability. A total of seven mangrove species belonging to five families were recorded. Overall, the mangrove stands were relatively young, with more than 50% of the recorded individuals having a diameter of less than 5 cm. The demographic structure of the mangrove stands exhibited an inverted J-shaped distribution, indicating a healthy and regenerating ecosystem. Furthermore, the natural regeneration rates of the species were well above 100%, reflecting effective mangrove renewal. Nevertheless, the mangroves of Ranobe Bay are threatened by sand deposition and sedimentation resulting from dune

movement and are highly exposed to climatic factors, particularly temperature and rainfall variability. The degree of vulnerability varies among sites. The Ambondrolava mangrove was found to be less vulnerable and relatively resilient, with a vulnerability index of approximately 1.5. In contrast, the mangroves of Ambatosambo and Fitsitike showed a moderate level of vulnerability, with indices of approximately 2.6. Therefore, appropriate intervention measures should be implemented, particularly to strengthen the adaptive capacity of local communities and thereby enhance the resilience of mangrove ecosystems.

Keywords: Mangroves, vulnerability, climate change, Ranobe Bay, Madagascar

Introduction

Les mangroves sont des formations végétales caractéristiques des estuaires, deltas et baies des régions intertropicales soumises à l'action de la marée (Marius, 1995). Sous les tropiques, elles représentent 60% à 75% de la végétation côtière et correspondent ainsi à l'un des écosystèmes majeurs de la biosphère (Por & Dor, 1984). Selon les données récentes publiées par WWF en 2019 (MEED et MAEP, 2019) la superficie des mangroves malgaches compte environ 236 402ha.

Elles représentent une zone privilégiée où des nombreuses espèces d'animaux aquatiques ou terrestres peuvent tirer leur nourriture et se reproduire. D'autres services écologiques sont offerts par les mangroves incluant la filtration et le piégeage des polluants, la stabilisation des côtes par le maintien des sédiments et la protection contre les tempêtes et les vagues violentes (Ellison 2010). Par ailleurs, selon Said Abdallah, 2014, les mangroves constituent une ressource économique considérable pour les populations riveraines tant sur le plan faunistique (pêche, chasse), que floristique (bois de chauffage, plante médicinale) et minéral (exploitation de sel).

En raison de leur importance, les mangroves malgaches font l'objet de multiples pressions anthropiques qui menacent son intégrité et sa biodiversité (Vololoniaina, 2008). Alors que l'utilisation de ces ressources entraîne une dégradation croissante (Benson *et al.*, 2017). Par conséquent, les mangroves sont fortement menacées et ne cessent de diminuer en termes de superficie par la conversion des terres en parcelles agricoles, l'exploitation massive en bois et la production de charbon (Giri & Muhlhausen, 2008 ; Jones *et al.*, 2016), même les petites branches et les arbustes sont utilisés pour le combustible domestique (FAO, 1994). À ces menaces et pressions anthropiques s'ajoutent les problèmes de changements climatiques, notamment l'élévation du niveau de la mer, l'assèchement des chenaux,

l'ensablement des embouchures, l'envasement et/ou la sur-salure (Roger, 2008). De plus, l'élévation des températures et l'accélération de l'élévation du niveau de la mer auront des effets néfastes sur les mangroves (IPCC, 2021).

Ainsi, l'effet combiné de la sécheresse et de l'utilisation abusive des ressources de la mangrove ont conduit à une réduction drastique des superficies des mangroves, entre 2000 et 2010, Madagascar a connu une perte nette de 8,6% des mangroves, soit une superficie de 22 941ha (Blue Ventures, 2011). Par ailleurs, l'écosystème est très fragile à cause de deux phénomènes dont les impacts des pressions anthropiques et les effets du changement climatique. Ce dernier est considéré comme étant la plus grande menace sur les mangroves, (Gilman *et al.*, 2008). Cependant, l'écosystème devient vulnérable (Rasoanantenaina, 2023).

Dans la Baie de Ranobe, les mangroves se situent plus proche des villages, ceci entraîne la dépendance des communautés locales aux ressources naturelles de mangroves. De plus, les efforts sur la conservation des mangroves sont généralement insuffisants. D'ailleurs, les études sur la vulnérabilité des mangroves de Madagascar ont été menées depuis 2010, mais elles sont focalisées beaucoup sur la large étendue des mangroves du côté Ouest, Nord et Nord-Ouest de Madagascar (MEED et MAEP, 2019), alors que ces données sont importantes dans la détermination de la vulnérabilités des mangroves dans la partie Sud et Sud-ouest de Madagascar. C'est pour ces raisons que la présente recherche a été menée dans les mangroves de la région sud-ouest de Madagascar, notamment celles de la Baie de Ranobe, afin d'évaluer les facteurs contribuant à la vulnérabilité de cet écosystème. Des objectifs spécifiques sont mis en exergue : (i) Déterminer l'état des lieux des mangroves dans la Baie de Ranobe, (ii) Evaluer les différents facteurs contribuant à la vulnérabilité des mangroves de cette zone.

Comme hypothèses de la recherche : (i) les paramètres climatiques ont des impacts sur la vulnérabilité des mangroves, (ii) les paramètres non climatiques (coupe, ensablement) ont des impacts sur la vulnérabilité des mangroves.

Méthodologie

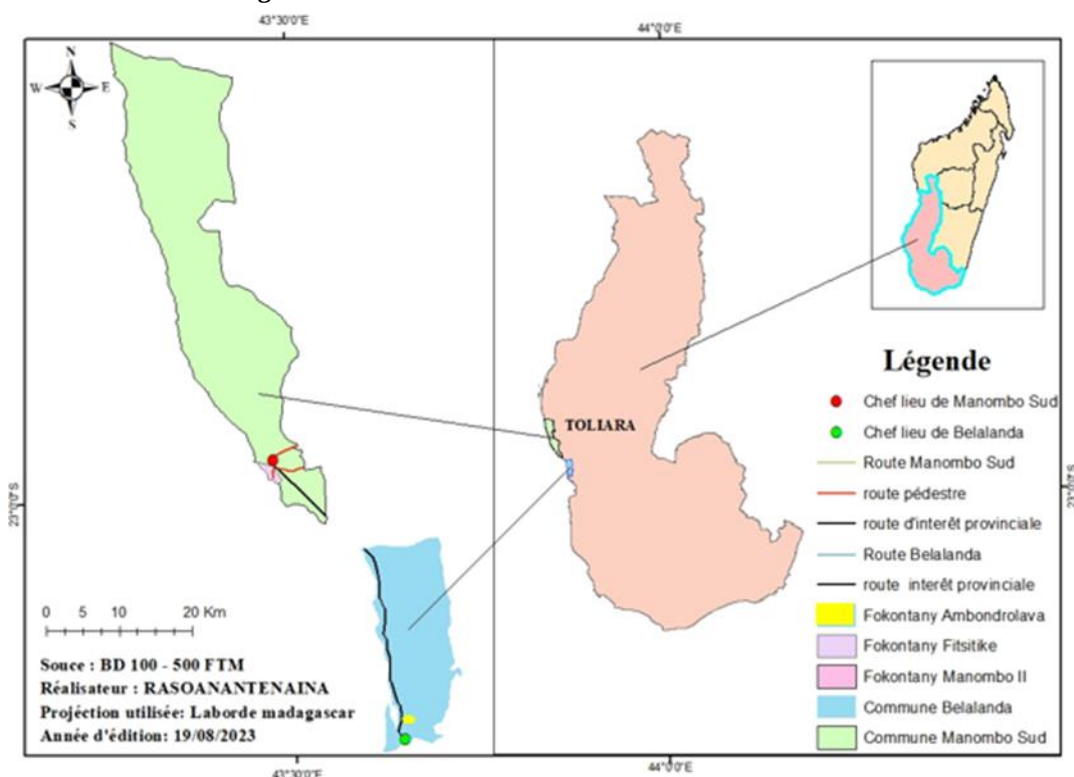
Sites d'étude

Cette recherche a été faite dans la Baie de Ranobe, située au nord de la ville de Toliara. Une zone soumise par un climat de type semi-aride dont la saison sèche dure 7 à 8 mois (CREAM, 2013), les moyennes annuelles des précipitations est de 750mm d'eau (CREAM, 2013) et le mois le moins pluvieux (mois d'octobre) enregistre 0,34mm d'eau. Trois sites ont été

choisis (figure 1) dont la gestion de ces mangroves est transférée aux communautés locales de base:

- la mangrove d'Ambondrolava : à 12 km de la ville de Toliara, au nord sur l'axe de RN9 reliant le district de Toliara I et le district de Morombe. Le village d'Ambondrolava est inclus dans la Commune Rurale de Belalanda, ayant comme position géographique 23°15'41'' Sud, 43°37'42'' Est.
- la mangrove d'Ambatosambo : à 47 km de la ville de Toliara, Commune Rurale de Manombo-sud (Coordonnées géographiques : 22°56'06,58" Sud et 43°26'44,30"Est) ;
- la mangrove de Fitsitike : située dans la Commune Rurale de Manombo-sud (Coordonnées géographiques : 22°59'31,92" Sud et 43°29'00,06" Est.

Figure 1 : Carte de localisation des sites d'étude



Source : BD100-500FTM, Rasoanantenaina, 2023

Méthodes de collecte et d'analyse des données

Plusieurs méthodes ont été adoptées pour la réalisation de ce travail de recherche :

- la recherche de documentation
- la méthode proprement dite

La recherche documentaire

Durant la réalisation de cette recherche, la recherche bibliographique a été effectuée. Elle consiste à collecter le maximum d'informations possibles ayant des relations ou rapports avec le sujet d'étude. C'est une étape primordiale pour mener à bien la recherche et pour faciliter la réalisation de la descente sur le terrain. Il s'agit de connaître le travail et les études antérieures sur les espèces et la zone d'étude.

L'évolution climatique est particulièrement observée grâce aux données météorologiques enregistrées par le Service de la Météorologie de la région. En outre, la littérature disponible est étudiée pour détecter les points saillants concernant les mangroves de la Baie de Ranobe.

Méthodes de collecte des données

Collectes des données climatiques

Des données climatiques ont été collectées auprès de la station météorologique de Toliara et au site national de la Direction Générale de la Météorologie (**DGM**) pour la température moyenne annuelle, la pluviométrie moyenne annuelle, l'intensité du vent et la fréquence des cyclones affectant la région de Toliara, durant les cinq dernières années (2019-2023).

Méthode d'enquête ethnobotanique

L'enquête a été effectuée de façon individuelle ou collective, sous forme de questions fermées, semi ouvertes ou ouvertes (Martin, 1995) en utilisant une fiche préalablement établie. L'objectif est de déterminer les pressions sur les mangroves, les utilisations des ressources naturelles. Ainsi, 25 ménages par village proche de la mangrove ont été enquêtés. Et les personnes cibles de l'enquête sont les autorités locales, les membres du VOI (*Vondron'Olon'a Ifotony*) ou association locale, les personnes âgées ou « *olobe* » et les utilisateurs des ressources naturelles.

Les résultats obtenus à partir des observations directes ont été nécessaires pour vérifier les données obtenues lors des enquêtes.

Méthodes d'inventaire floristique

Pour étudier les espèces floristiques des mangroves étudiées, la méthode de relevé de PCQM (Point Centred Quarter Method) a été adoptée (Cottam & Curtis, 1956). Cette méthode est utilisée pour inventorier une formation végétale ayant moins de 30 espèces. Elle consiste à tracer une ligne droite de 50 m, perpendiculaire au chenal ou à la côte. Le principe repose sur des points centraux divisant l'espace en quatre quadrats de 5m

x5m et mesurant la distance jusqu'au plus proche individu dans chaque quadrat. Sur ce, le nom vernaculaire de cet individu est noté (figure 2).

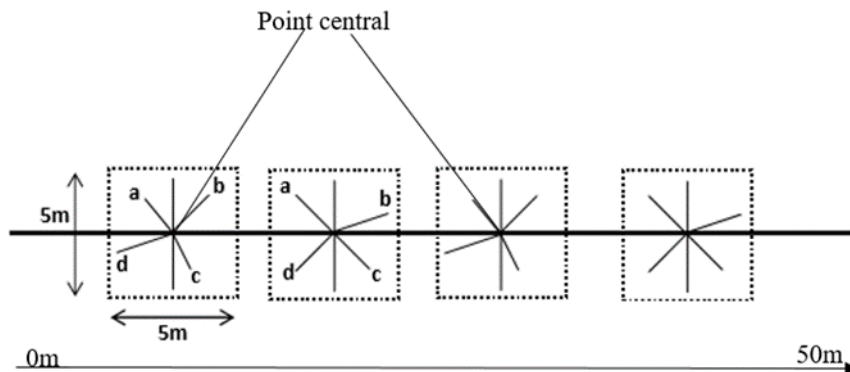


Figure 2 : Dispositif d'échantillonnage adopté (adapté de Cottam & Curtis, 1956)

Plusieurs paramètres sont considérés lors de cette recherche, il s'agit :

- de noter les coordonnées géographiques de chaque point de relevé et l'altitude à l'aide d'un GPS (*Global Positioning System*),
- d'étudier les paramètres floristiques comme le nom vernaculaire de chaque individu recensé et l'abondance numérique,
- d'étudier les paramètres biométriques tels que le Dhp, la hauteur des individus.

Méthode d'étude de la régénération naturelle

Cette méthode consiste à compter les espèces régénérées (jeunes plantes ou plantules) dans le même transect de PCQM. Le dénombrement est fait dans trois placettes de 1 m × 1 m, placées au début, au centre et à la fin du transect. Tous les individus de moins de 1 m de haut dans chaque transect sont enregistrés. Cette méthode permet de déterminer le taux de régénération naturelle ainsi que la structure démographique.

Méthode de détermination de dispersion des diaspores

Le mode de dispersion des diaspores dépend de l'espèce recensée. Il permet d'identifier les espèces vivipares et non vivipares par rapport au type des fruits de chaque espèce.

Méthode d'observation directe des menaces climatiques ou non climatiques

Cette méthode consiste à parcourir à l'intérieur des formations végétales et/ou sur la lisière de mangrove en marée basse pour observer des menaces climatiques (ensablement, envasement et érosion) et les pressions

d'origine anthropique présentes comme la coupe, la collecte de bois et autres.

Méthode d'étude de la vulnérabilité

La vulnérabilité est déterminée à partir de trois composantes telles que l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation des mangroves (Ellison, 2012). L'évaluation de la vulnérabilité des mangroves est basée sur l'approche d'ACCLIMATE en 2011 (MEDD et MAEP, 2019).

Selon ACCLIMATE, 2011 :

$$\text{Vulnérabilité} = \frac{\text{Exposition} \times \text{Sensibilité}}{\text{Capacité d'adaptation}}$$

Les composantes de la vulnérabilité de mangrove sont déterminées par des indicateurs suivants :

- **Exposition** : l'exposition représente les paramètres climatiques importants qui affectent une espèce ou un système.
- **Sensibilité** : la sensibilité est une mesure de l'impact potentiel du risque climatique sur une espèce ou un système.
- **Capacité d'adaptation** : la capacité d'un système à s'adapter au changement climatique (notamment la variabilité du climat et aux phénomènes extrêmes) afin de réduire des dommages potentiels, de tirer profit des possibilités offertes ou de faire face aux conséquences (IPCC, 2007).

Les indicateurs ont été définis à partir des composantes de la vulnérabilité telles que l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation (tableau 1).

Tableau 1: Indicateurs évalués pour chaque composante de vulnérabilité

COMPOSANTES		INDICATEURS
EXPOSITION	Exposition climatique (risques climatiques)	Tendance de la variation climatique : Température de l'air atmosphérique Précipitation
	Exposition non climatique (risques non climatiques)	Coupe de bois sélective Ensablement Accessibilité
SENSIBILITÉ	Sensibilité intrinsèque	Diminution de la superficie Augmentation de la superficie
CAPACITÉ D'ADAPTATION	Capacité d'adaptation intrinsèque	Taux de régénération naturelle Mode de dispersion des diaspores (propagules, fruits, graines)
	Capacité d'adaptation extrinsèque	Présence de système et d'outils de gestion opérationnelle (vérifié par des impacts observés sur terrain)

Source WWF et Association RENIALA, 2013

Une échelle d'évaluation de la vulnérabilité des mangroves a été définie pour déterminer le degré de vulnérabilité des mangroves face au changement climatique et pour classer la vulnérabilité bioécologique des écosystèmes. Chaque facteur climatique ou non climatique a été déterminé par l'échelle d'évaluation (1 : très faible ; 2 : faible ; 3 : moyen ; 4 : forte et 5 : très forte). Elle est définie sur le tableau suivant (tableau 2).

Tableau 2: Echelle d'évaluation de la vulnérabilité de mangrove des trois composantes

Valeur	Vulnérabilité	Signification	
≤ 1.5	Très faible	<10% du système seront touchés (modifiés ou perdus) par des modifications au niveau des 3 composantes de vulnérabilité ($\uparrow$ exposition/sensibilité $\downarrow$ CA)	Plus résilientes et l'application des mesures d'adaptation peut encore augmenter cette résilience
1.6 à 2.5	Faible	10 à 25% du système seront touchés (modifiés ou perdu) par des modifications au niveau des 3 composantes de vulnérabilité ($\uparrow$ exposition/sensibilité et $\downarrow$ CA)	Moyennement résilientes et besoins des interventions au niveau de l'une des 3 composantes de vulnérabilité pour augmenter cette vulnérabilité
2.6 à 3.5	Moyenne	25 à 50% du système seront touchés (modifiés ou perdu) par des modifications au niveau des 3 composantes de vulnérabilité ($\uparrow$ exposition/sensibilité et $\downarrow$ CA)	Fortement vulnérables et moins résilientes, ne peuvent s'adapter au changement climatique si aucunes mesures d'adaptation ne sont appliquées dans l'immédiat
3.6 à 4.5	Forte	50 à 75% du système seront touchés (modifié ou perdu) par des modifications au niveau des 3 composantes de vulnérabilité (exposition/sensibilité et CA)	
≥ 4.6	Très forte	75 à 100% du système seront touchés (modifié ou perdu) par la moindre modification au niveau des 3 composantes de vulnérabilité ($\uparrow$ exposition/sensibilité et $\downarrow$ CA)	Fortement vulnérables et moins résilientes, ne peuvent s'adapter au changement climatique si aucunes mesures d'adaptation ne sont appliquées dans l'immédiat

Source : MEDD et MAEP, 2019

Évaluation des composantes de la vulnérabilité des mangroves

L'évaluation des composantes de la vulnérabilité des mangroves a été déterminée à partir de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation.

Évaluation de l'exposition

Cette composante est évaluée par deux indicateurs dont l'exposition aux risques climatiques et aux risques non climatiques. La moyenne des valeurs obtenues donnera la valeur de l'échelle de cette composante.

Exposition par rapport aux risques climatiques

Elle permet de déterminer :

- L'augmentation de la température de l'air ;
- La diminution de la précipitation ;

Tableau 3: Échelle d'évaluation de l'exposition par rapport aux facteurs climatiques

Echelle d'évaluation Indicateurs	1	2	3	4	5
Augmentation de la température de l'air (°C/an)	<- 0.00182	-0.00182 à - 0.00056	-0.00056 à 0.00041	0,00041 à 0.00195	>0.00195
Diminution de la précipitation (mm/an)	> 0.96599	- 2.81357 à - 0.96599	- 4.67116 à - 2.81357	- 6.52372 à - 4.67116	< - 6.52372

Avec : 1 = très faible, 2 = faible, 3 = moyenne, 4= forte, 5 = très forte

Source : DGM et WWF, 2009 WWF & Association RENIALA, 2013

Exposition par rapport aux menaces non climatiques

L'exposition des mangroves par rapport aux menaces non climatiques est la suivante :

- Ensablement ;
- Accessibilité (proche des plantations anthropiques, à proximité de la mer) ;
- Coupe sélective du bois

Tableau 4: Echelle d'évaluation de l'exposition par rapport aux risques non climatiques

Echelle Indicateurs	1	2	3	4	5
Accessibilité	Très difficile	Difficile	Difficile, proche de village	Facile	Facile, proche village
Coupe de bois sélective	< 10%	10 à 20%	20 à 60%	60 à 90%	> 90%
Ensablement	< 10%	10 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	> 75%

Avec : 1 = très faible, 2 = faible, 3 = moyenne, 4= forte, 5 = très forte

Source : DBEV et WWF, 2012 & WWF et Association Reniala, 2013 ;

Évaluation de la sensibilité des mangroves

- Sensibilité extrinsèque

L'évaluation de la sensibilité extrinsèque est basée sur l'observation directe sur terrain pour voir le changement spatial récent des mangroves (tableau 5)

Tableau 5: Echelle d'évaluation de la sensibilité extrinsèque
Avec : 1 = très faible, 2 = faible, 3 = moyenne, 4 = forte, 5 = très forte

Echelle Indicateur	1	2	3	4	5
Diminution de la superficie	0%	0 - 10%	10 - 20%	20 - 50%	> 50%
Augmentation de la surface	< 20%	20 - 40%	40 - 60%	60 - 80%	> 80%

Source : DBEV, 2012

Évaluation de la capacité d'adaptation

On distingue deux types de capacité d'adaptation :

- La capacité d'adaptation intrinsèque ;
- La capacité d'adaptation extrinsèque.

Capacité d'adaptation intrinsèque

La capacité d'adaptation intrinsèque est déterminée à partir :

- Du taux de régénération naturelle pour chaque catégorie de mangrove ;
- Du mode de dispersion des diaspores (propagules, fruits et graines) de palétuviers

Le tableau suivant présent les échelles correspondantes à chaque niveau d'évaluation (tableau 6).

Tableau 6: Echelle d'évaluation de la capacité d'adaptation intrinsèque

Echelle Indicateurs	1	2	3	4	5
Taux de Régénération	< 100%	100 – 500%	500 – 750%	750 - 1000%	> 1000
Mode de dispersion des diaspores	Barochorie	Barochorie, Viviparité	Viviparité, hydrochorie	Hydrochorie,	Hydrochorie

Avec : 1 = très faible, 2 = faible, 3 = moyenne, 4 = forte, 5 = très forte

Source : DBEV et WWF, 2012 & WWF et Association RENIALA, 2013

Capacité d'adaptation extrinsèque

La détermination de la capacité d'adaptation extrinsèque a été basée sur les enquêtes ethnobotaniques et les observations des impacts climatiques ou non climatiques sur l'écosystème de mangroves. D'après la méthodologie optée par WWF en 2012, quatre critères ont été choisis pour évaluer le caractère extrinsèque des mangroves dont :

- L'absence de modalité de gestion spécifique dans la zone (aucun outil pour la gestion des mangroves et leurs ressources) ;
- La présence de forêt classée régies par des textes de la politique forestière ;
- La présence d'un transfert de gestion au niveau de la communauté locale avec ou sans cahier de charge opérationnel ou encore des « *Dina* ».

- La présence des stratégies d'adaptation des populations riveraines à proximité des différents sites ou AGR ou Activités Génératrices des Revenus.

Tableau 7: Echelle d'évaluation de la capacité d'adaptation extrinsèque

Echelle Indicateurs	1	2	3	4	5
Système et outils de gestion opérationnelle	Absent	Partiellement efficace	Moyenne efficace	En majeure partie efficace	Très efficace
Stratégie d'adaptation	Absence	Moins présente	Moyennement présente	présente	Très présente

Avec : 1 = très faible, 2 = faible, 3 = moyenne, 4 = forte, 5 = très forte

Source : WWF et Association RENIALA, 2013

Analyse des Données

Similarité des sites

L'indice de similarité de Jaccard (J) en 1984 indique la similarité de la composition spécifique, entre les sites des inventaires. Il est basé sur la présence et l'absence des espèces. Sa valeur est comprise entre 0 à 1. Deux zones comparées sont similaires, si la valeur de cet indice de Jaccard est proche de 1, plus la similarité est importante. Par contre, plus, l'indice tend vers 0, plus la similarité est faible.

Ainsi, Plus cet indice est faible, moins la composition spécifique des communautés est semblable c'est-à-dire seul un faible nombre d'espèces est présent dans les deux habitats à comparer. Plus elle augmente, un nombre important d'espèce se rencontre dans les deux habitats c'est à dire les conditions environnementales entre les habitats sont similaires.

Il est déterminé par de formule suivante :

$$J = \frac{c}{(a + b) - c}$$

J : indice de Jaccard variant de 0 à 1

a : nombre total des espèces présente au site A

b : nombre total des espèces présente au site B

c : nombre total des espèces communes aux des sites

Les analyses d'indice de similarité de Jaccard ont été faites en utilisant le logiciel XLSTAT.

Traitement des données écologiques

Pour le traitement des données écologiques, les paramètres structuraux, le taux de régénération (**TR**) ont été calculés et analysés.

Composition floristique

C'est l'abondance, diversité et richesse en genre, en espèce et en famille floristique.

Taux de régénération naturelle (TR)

Selon Rothe (1964), le taux de régénération naturelle est le rapport entre les individus régénérés et les individus semenciers. Le taux de régénération est obtenu en utilisant la formule suivante :

$$TR = R/S * 100$$

Avec,

- **R** : Nombre d'individus régénéré ;
- **S** : Nombre d'individu semencier ;
- **TR** : Taux de régénération.

Pour cela, si :

- $TR < 100 \%$: la régénération est mauvaise ;
- $100 < TR < 300\%$: la régénération est moyenne ;
- $300 < TR < 999\%$: la régénération est bonne ;
- $TR > 1000 \%$: la régénération est très bonne.

Résultats

Diversité floristique

Sept espèces de palétuviers ont été recensées dans les mangroves de la Baie de Ranobe dont *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Sonneratia alba*, *Xylocarpus granatum* et *Lumnitzera racemosa*.

A la suite du calcul de l'indice de similarité de Jaccard, les trois sites d'études (Ambatosambo, Fitsitike et Ambondrolava) présentent une faible similarité floristique. Ils ne sont pas similaires car la ressemblance calculée entre Ambatosambo- Ambondrolava, Fitsitike-Ambondrolava, Fitsitike-Ambatosambo est toute inférieure à 0,50 (tableau 8).

Tableau 8 : Matrice de proximité (Indice de Jaccard)

	Ambondrolava	Ambatosambo	Fitsitike
Ambondrolava	0	0,3333	0,2857
Ambatosambo	0,3333	0	0,3333
Fitsitike	0,2857	0,3333	0

Structure démographique des mangroves

Les résultats de l'étude biométrique permettent de caractériser l'état des mangroves dans la Baie de Ranobe.

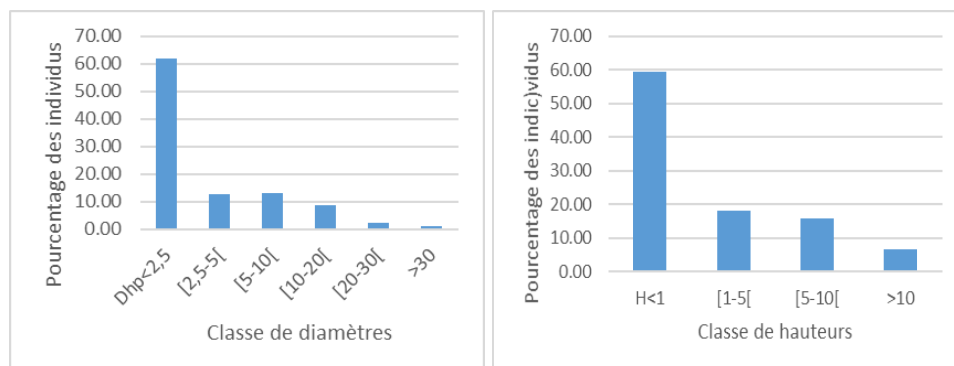


Figure 3 : Distribution des paramètres biométriques (Diamètre à la hauteur de la poitrine et hauteur)

Les résultats révèlent une forme en J inversé, c'est-à-dire la structure démographique suggère un peuplement relativement bien renouvelé, même si le peuplement de 2,5 à 5 cm de diamètre présente une certaine instabilité.

Evaluation du taux de régénération naturelle

Le taux de régénération des espèces de palétuviers dans les trois sites d'étude est relativement élevé (tableau 9).

Tableau 9: Taux de régénération naturelle des trois sites

Sites	Ambatosambo	Ambondrolava	Fitsitike
TR (%)	165,9	187,3	135,7

D'après les résultats obtenus, le TR est compris entre 135,7 et 187,3 %, donc le renouvellement des mangroves dans la Baie de Ranobe est assuré et généralement bon.

Identification des pressions et menaces dans les mangroves

Puisque les mangroves cibles de l'étude sont gérées par les communautés locales ou VOI (*Vondron'Olona Ifotony*), donc toutes sortes d'exploitation des ressources y sont sous contrôle de cette association locale. Sur ce, les pressions d'origine naturelle sont les plus menaçantes pour les mangroves (figures 4 et 5).

Figure 4 : Ensablement de la mangrove d'Ambondrolava



Source : Rasoanantenaina, 2023

Figure 5 : Chenal actuellement envasé

Source : Rasoanantenaina, 2023

Etude de la vulnérabilité des mangroves dans la Baie de Ranobe

D'après l'analyse des données climatiques recueillies durant les cinq dernières années (2019-2023), les tendances observées sur les paramètres climatiques de la zone d'étude sont les suivantes :

- Une diminution de la précipitation a été constatée durant les cinq dernières années de l'ordre de -2,36 mm d'eau pendant les années citées ;
- Une augmentation de la température a été observée de l'ordre de + 0,0625°C pour les cinq dernières années.

De plus, les risques non climatiques sont très marqués par l'ensablement qui touche la majorité des mangroves car pour les mangroves d'Ambatosambo et Fitsitike, environ 10% de la surface des mangroves sont touchées par le déplacement des sables. En outre, la diminution et/ou l'augmentation de la surface des mangroves est relativement très faible, ce fait est très remarqué dans la zone là où il y a des nouvelles implantations des mangroves (cas d'Ambondrolava et Fitsitike).

Et enfin, les mangroves étudiées présentent un outil de gestion, c'est-à-dire elles sont gérées par les communautés locales de base mais pour les mangroves d'Ambatosambo et Fitsitike, leur gestion est inefficace vu la présence de conflit de gestion entre les membres de communautés de base. Par contre, celle d'Ambondrolava présente une gestion efficace. En effet, plusieurs activités génératrices de revenus ont été mises en place dans le site Ambondrolava, telles que l'apiculture, la vannerie et la pisciculture.

D'après le calcul des valeurs de chaque composante de la vulnérabilité selon les données obtenues, les résultats sont présentés par le tableau suivant (Tableau 10).

Tableau 10 : Calcul de l'échelle de vulnérabilité de chaque indicateur

Composantes	Ambatosambo	Fitsitike	Ambondrolava
Exposition climatique	4	4	4
Exposition non climatique	3	3	3
EXPOSITION	3,5	3,5	3,5
Sensibilité intrinsèque	1,5	1,5	1,5
SENSIBILITE	1,5	1,5	1,5
Capacité d'adaptation intrinsèque	2,5	2,5	2,5
Capacité d'adaptation extrinsèque	1,5	1,5	4,5
CAPACITE D'ADAPTATION	2	2	3,5

Ainsi, d'après le calcul de l'évaluation de la vulnérabilité des mangroves basée sur l'approche d'ACCLIMATE en 2011, le tableau suivant présente les résultats (tableau 11).

Tableau 11 : Récapitulation de l'échelle de vulnérabilité selon ACCLIMATE

	Echelle de vulnérabilité		
Site	Ambatosambo	Fitsitike	Ambondrolava
Exposition	3,5	3,5	3,5
Sensibilité	1,5	1,5	1,5
Capacité d'adaptation	2	2	3,5
Vulnérabilité	2,6	2,6	1,5

Les mangroves dans la Baie de Ranobe sont vulnérables mais le degré de vulnérabilité varie d'un site à l'autre. Pour le cas de la mangrove d'Ambondrolava, elle présente une échelle très faible de l'ordre de 1,5 (ou le degré de vulnérabilité =1,5). Donc, elle est plus résiliente et l'application des mesures d'adaptation peut encore augmenter cette résilience. Par contre, celles d'Ambatosambo et Fitsitike présentent un degré de vulnérabilité moyen (échelle=2,6) face au changement climatique, cela signifie qu'elles ne peuvent s'adapter au changement climatique si aucunes mesures d'adaptation ne sont appliquées dans l'immédiat. Pour ces mangroves, les risques climatiques et non climatiques sont élevés et la capacité d'adaptation est très faible.

Discussion

Diversité floristique

La mangrove de la Baie de Ranobe est composée de sept espèces de palétuviers. Ainsi, elles représentent 77,78% des neuf espèces de palétuviers actuellement reconnues à Madagascar (MEDD & MAEP, 2019). Les mangroves de Fitsitike et Ambondrolava comptent plus d'espèces. Ces

résultats sont confirmés par les résultats des inventaires réalisés par Andriamihaja (2015) et Andriatsiaronandroy (2018).

Structure de la végétation

Les mangroves de la Baie de Ranobe présentent trois strates bien distinctes dont la strate inférieure, la strate moyenne et la strate supérieure. La hauteur maximale des individus trouvés peut atteindre 17 m. Ces résultats correspondent aux caractéristiques générales des mangroves à Madagascar décrites par Razakanirina et Roger (2013), les mangroves malgaches ont en moyenne 5 à 8 m de hauteur, mais avec des émergents pouvant atteindre 10 à 15 m. La structure de la mangrove est influencée principalement par l'ampleur, la périodicité des marées et l'accumulation des éléments nutritifs (Rasolofo, 2011), ainsi s'ajoute les effets des pressions sur l'écosystème. Généralement, la courbe démographique des mangroves de la Baie de Ranobe forme un J inversée, ce qui indique la bonne santé de l'écosystème. En 2018, Andriatsiaronandroy a remarqué que, la mangrove d'Ambatosambo détient la forme d'une courbe par classe de diamètre en forme de zigzag car la formation végétale y est perturbée et l'instabilité au niveau de peuplement dans la classe de diamètre entre 2,5 à 5 cm.

Pour les trois sites, la strate inférieure est abondante et elle est dominée par des individus régénérés ou régénération naturelle. Selon Taureau (2017), la présence du sous-bois indique l'ouverture de la canopée associée à un apport conséquent et régulier en eau douce. Et la prédominance des jeunes individus à faible diamètre pourrait s'expliquer par la coupe des gros arbres et les individus de diamètres exploitables.

Pressions sur les mangroves

Les mangroves malagasy ont connu une perte de superficie entre 1995 et 2018 (Shapiro *al*, 2019). Elles disparaissent trois à cinq fois plus vite que les autres forêts (PNUE, 2014). A Toliara particulièrement, la mangrove disparaît à un rythme de 0,43% soit 4,33 ha par an (Taïbi & Andriatsiaronandroy, 2013). Pour le cas d'Ambondrolava par exemple, elle a perdu 40% de sa surface en 63 ans (Andriatsiaronandroy, 2018). Elles sont exposées à des pressions multiples telles que les facteurs anthropiques et climatiques. Actuellement, l'évolution des mangroves dans la Baie de Ranobe, telles que la dégradation, la déformation de leur structure et même le changement de ces écosystèmes sont dus aux pressions naturelles et anthropiques notamment la coupe du bois. Puisque tous les sites d'étude sont gérés et l'utilisation des ressources est sous contrôle de VOI, donc, les populations ont le droit d'usages sur le prélèvement pour les besoins quotidiens. Ces droits d'usages doivent s'exercer dans le cadre d'une convention formelle, conclue entre le gestionnaire opérationnel et les

bénéficiaires. Selon MEDD et MAEP (2019), l'exploitation massive des bois touche presque toutes les mangroves de Madagascar.

Vulnérabilité des mangroves dans la Baie de Ranobe

Les mangroves figurent parmi les écosystèmes les plus vulnérables au changement climatique (Razakanirina, 2016). Les mangroves dans la Baie de Ranobe sont toutes vulnérables mais le degré de vulnérabilité varie d'un site à l'autre. Ainsi, deux des trois mangroves étudiées dans la Baie de Ranobe (Ambatosambo et Fitsitike) sont moyennement vulnérables, présentant une échelle de vulnérabilité moyenne de l'ordre de 2,6 (ou échelle=2,6). Cette vulnérabilité est due au degré d'anthropisation élevé des ressources des mangroves et l'écosystème associé ainsi que l'inefficacité des outils de gestion appliqués des ressources naturelles car on trouve parfois des coupes lors de la descente sur le terrain. Selon Razakanirina (2016), le statut des mangroves en tant qu'Aire Protégée atténue leur vulnérabilité au changement climatique, c'est-à-dire même si les mangroves ne sont pas encore inscrites dans les systèmes des Aires protégées de Madagascar, elles sont gérées par les associations locales. Sur ce, nous constatons l'efficacité de la gouvernance locale.

Néanmoins, la vulnérabilité face aux risques climatiques est relativement élevée pour l'ensemble des mangroves étudiées, mais selon Field (1995), le fait qu'une température autour de 25°C puisse être favorable à certaines espèces, ne signifie pas qu'une augmentation de température ne constitue pas un risque. Les effets dépendent de l'espèce, de la salinité, de la disponibilité en eau douce, de l'évapotranspiration et d'autres facteurs. Par rapport à l'augmentation de la température qui est estimée à 1,9 °C vers l'année 2020 selon WWF (2012), les mangroves malgaches ne courent pas de risque majeur. Mais quant aux variations des précipitations provoquées par le changement climatique, un impact majeur a été observé à la fois sur la croissance et sur la répartition géographique des mangroves (Field, 1995). Les espèces de palétuviers ont des exigences écologiques comme le type de substrat, la salinité de l'eau et du sol. Sur ce, la répartition des espèces dans le milieu naturel est fonction de ces conditions. Ce constat est confirmé par Ellison (2004), la diminution des précipitations pourrait entraîner le changement de la composition spécifique en favorisant les espèces plus tolérantes à la salinité.

Pour l'ensablement, les espèces *Ceriops tagal*, *Avicennia marina* et *Lumnitzera racemosa* sont très tolérantes à l'ensablement, ce qui est confirmé par Lebigre (1989). Par contre, *Rhizophora mucronata* et *Bruguiera gymnorrhiza* sont très sensibles à l'ensablement, elles meurent sur pied dès qu'il y a ensablement (Lebigre, 1989). Les mangroves de la Baie de Ranobe sont alimentées par les bassins versants des fleuves Manombo et Fiherena,

qui favorisent le développement des dunes de sable ; elles sont donc exposées à l'ensablement et à l'envasement. Selon Raveloaritiana (2015), le déversement des sables venant des écosystèmes associés peut engendrer la destruction des mangroves ou modifier leur caractéristique. De ce fait, leur pérennité dépend de l'état des écosystèmes adjacents. Rabesandratana (1984) affirme également que la destruction et le brûlage du couvert végétal sur les Hautes Terres malgaches entraînent 40 à 50 millions de tonnes de sols arables et provoquent un déséquilibre écologique des mangroves.

Le degré de vulnérabilité des mangroves dépend également des espèces constitutives des mangroves, selon Raveloaritiana (2015), *Ceriops tagal* est une espèce tolérante à divers facteurs de changement climatique et les espèces de Rhizophoraceae présentent une forte résilience face aux changements globaux.

D'après cette étude, la mangrove d'Ambondrolava est la seule mangrove résiliente et moins vulnérable (échelle=1,5) dans la Baie de Ranobe car sa capacité d'adaptation est la plus élevée des trois sites. Ainsi, selon Razakanirina (2016), les mangroves localisées dans les Aires Protégées sont préservées. Il a été donc confirmé que le statut de conservation de la mangrove d'Ambondrolava comme Aire Protégée communautaire joue un rôle très important dans l'atténuation de la vulnérabilité des mangroves face aux changements globaux.

Néanmoins, cette recherche a des limites qui devraient être mentionnées telles que :

- Période de collecte de données relativement courte qui ne permet pas d'observer les variations saisonnières à long terme des mangroves face aux effets du changement climatique, il faut un intervalle de période plus élevée (plus de 10ans).
- absence de données diachroniques de superficie
- notation des indicateurs partiellement qualitative et donc subjective
- Des recherches sur d'autres Baies du littoral de la région Atsimo Andrefana seraient recommandées pour élargir les résultats obtenus

Conclusion

Cette étude évalue la vulnérabilité des mangroves de la Baie de Ranobe, dans le sud-ouest de Madagascar, face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques et environnementales. Les investigations ont porté sur trois sites : Ambatosambo, Fitsitike et Ambondrolava. Les résultats floristiques ont permis d'identifier sept espèces de palétuviers, tandis que la structure démographique en « J inversé » traduit globalement une bonne capacité de renouvellement des peuplements. Les taux de régénération naturelle, compris entre 135,7 % et 187,3 %, confirment cette tendance. Toutefois, les mangroves restent exposées à plusieurs menaces, notamment

l'augmentation de la température, la diminution des précipitations, l'ensablement et l'envasement des chenaux. On constate qu'une vulnérabilité moyenne a été très remarquée pour les mangroves d'Ambatosambo et Fitsitike (échelle=2,6) et faible à Ambondrolava (1,5). Cette différence s'explique notamment par l'efficacité variable des systèmes de gestion communautaire et par les capacités d'adaptation propres à chaque site. Le renforcement de la gouvernance locale, la restauration des zones dégradées et le développement d'activités génératrices de revenus compatibles avec la conservation apparaissent essentiels pour améliorer la résilience des mangroves de la Baie de Ranobe.

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à toutes les personnes et institutions qui ont contribué à la réalisation de cette étude sur la vulnérabilité des mangroves de la Baie de Ranobe. Nous exprimons notre profonde gratitude à l'Université de Toliara, en particulier à la Mention Sciences de la Vie, pour la formation scientifique et l'environnement académique ayant permis la réalisation de ce travail. Nous adressons nos sincères remerciements à toute l'équipe lors de la réalisation de cette recherche. Nos remerciements vont également à la Direction Générale de la Météorologie (DGM) pour la mise à disposition des données climatiques nécessaires à l'analyse des paramètres météorologiques de la région de Toliara. Nous remercions les Communes rurales de Belalanda et de Manombo-Sud, ainsi que les communautés locales de base (VOI) des sites d'Ambondrolava, d'Ambatosambo et de Fitsitike, pour leur accueil, leur disponibilité et leur collaboration lors des travaux de terrain et des enquêtes. Nous remercions vivement les populations riveraines des mangroves pour leur participation aux enquêtes et pour les informations fournies concernant l'utilisation des ressources naturelles, les pressions exercées sur les mangroves et les stratégies locales d'adaptation. Enfin, nous exprimons notre profonde gratitude à toutes les personnes ayant participé aux travaux de terrain, à la collecte et au traitement des données, ainsi qu'à toutes celles qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce mémoire.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Acclimate. (2011). Etude de la vulnérabilité au changement climatique: Evaluation qualitative. Rapport National Madagascar. COI, FFEM, Région Réunion. 83 p
2. Andriamihaja, F., C., (2015). « Etude des potentialités de la mangrove pour la sécurité alimentaire en vue d'une restauration écologique cas de la mangrove d'Ambondrolava (Toliara II - Région Atsimo Andrefana) ». 93p.
3. Andriatsiaronandroy, O.R.R. (2018). Dynamique récente d'évolution des mangroves dans la Région de Toliara Madagascar. Thèse de doctorat en Biodiversité et Environnements Tropicaux de l'Université de Toliara et Université d'Angers, 345 pages.
4. Andriatsiaronandroy, O.R.R., taïbi, A.N., davranche, A., ballouche, A., Rejo-Fienena, F. (2013). Dynamique de la mangrove de la région du Sud-ouest de Madagascar face aux actions anthropiques et au changement climatique. L'exemple des formations à palétuviers. Territoires d'Afrique, n° 9, pp. 41-52pp.
5. Association Reniala. (2013). Analyse de la vulnérabilité au Changement climatique des mangroves et des écosystèmes associés de l'AMP d'Ambodivahibe. Rapport draft. Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo, 43p.
6. Benson, L., Glass, L., Jones, T.G., Ravaoarinorotsihoarana, L. & Rakotomahazo, C. (2017). Mangrove carbon stock and Ecosystem covr dynamics in Southwest Madagascar and the implication for local management. *Forests* 8 (6), 190p.
7. Blue Ventures. 2011. Livelihoods and PHE in the Velondriake locally managed Marine Area in Madagascar. Blue Ventures Report.
8. Cottam, G., & Curtis, J. T. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3), 451-460pp. <https://doi.org/10.2307/1930167>
9. CREAM, 2013, Monographie de la région Atsimo-Andrefana. 208p.
10. DBEV & WWF. 2012. Analyse de la vulnérabilité bio-écologique des mangroves de Belo sur Tsiribihina et de Manambolo au changement climatique. WWF MWIOPO, Antananarivo. 79 p.
11. DGM & WWF. (2012). Développement des données sur l'exposition au changement climatique au niveau des zones d'intervention du programme changement climatique de WWF: Site Manambolo et Tsiribihina. 37 p.
12. Ellison, J.C. (2004). Vulnerability of Fiji's mangroves and associated coral reefs to climate change. Review for the World Wildlife Fund. Launceston, Australia: University of Tasmania.

13. Ellison, J.C. (2010). Vulnerability of Fiji's mangroves and associated coral reefs to climate change. A review. Suva, Fiji, WWF South Pacific office. 50 p.
14. FAO. (1994). Mangrove forest management guidelines. FAO Forestry Paper n°117, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
15. Field, 1995. Impacts of expected climate change on mangrove. *Hydrobiologia* 295, 75- 81pp.
16. Giec, (2007). Bilan des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Genève, Suisse. 103 p.
17. Gilman, E. L., Ellison, J., Duke, N. C. & C. Field. (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review. *Aquatic Botany* 89: 237-250.
18. Giri, C. And Muhlhausen, J., (2008). Mangrove Forest Distributions and Dynamics in Madagascar (1975-2005). *Sensors* 8: 2104-2117pp.
19. IPCC. (2007). Summary for Policymakers. In: Parry M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J.P., Van der Linden P.J. and Hanson, C.E. (Eds.). 2007. *Climate Change 2007: Impacts, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 8-22pp.
20. Jones, T.G., Glass, L., Gandhi S, Ravaoarinorotsihoarana, L., Carro, A, Benson, L., Rakoto Ratsimba, H., Giri, C, Randriamanatena, D. And Cripps, G. (2016). Madagascar's Mangroves: Quantifying Nation-Wide and Ecosystem Specific Dynamics, and Detailed Contemporary Mapping of Distinct Ecosystems. *Remote Sens.* 2016, 8, 106, 1-30pp.
21. Lebigre, J-M, Marius, C ; & Larque, P. (1989). Les sols des marais maritimes du littoral occidental malgache. *Cahiers de l'ORSTOM, série Pédologie*, 25 (3), 277-288pp.
22. Marius, C. 1995. Effets de la sécheresse sur l'évolution des mangroves du Sénégal et de la Gambie. *Sécheresse* n°1, vol.6, mars 1995. 123-125pp.
23. MEED et MAEP. (2019). *Etats des lieux des mangroves de Madagascar*. 204p
24. PNUE, 2014. The importance of mangroves to people : A call to action. UNEP- WCMC, Cambridge, 128p
25. Por, F.D. & Dor, I. (1984). *Hydrobiology of the Mangal : the Ecosystem of the mangrove forests/ The hague : DrW. Junk Publishers*, 206p.

26. Rabesandratana, H., D. (1984). L'impact potentiel des activités socio-économiques sur l'environnement marin et côtier de la région de l'Afrique de l'Est. Rapport national pour Madagascar. In : PNUE, Rapports et Etudes des mers régionales, n° 51 : pp 151-226pp.
27. Rasoanantenaina, O. (2023). Etude de la vulnérabilité des mangroves dans la Baie de Ranobe, région Sud-ouest de Madagascar. Mémoire de Master en Biodiversité-Ecologie et Environnement, Domaine des Sciences et Technologies, Université de Toliara, 121p.
28. Raveloaritiana, J.M.E. (2015). Analyse de la vulnérabilité des mangroves face aux changements globaux dans la NAP d'Antrema et stratégie d'adaptation des populations locales. Mémoire de DEA en Sciences de la vie, option : Ecologie végétale. Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo. 98p.
29. Razakanirina, H. (2016). Les mangroves de Madagascar : utilisation des ressources en bois, caractérisation anatomique du bois et vulnérabilité écologiques face au changement climatique, cas des mangroves du delta de Tsiribihina et la Reserve Biosphère de Sahamalaza. Mémoire de thèse de doctorat en Sciences de la vie et de l'environnement, Domaine des Sciences et technologies de l'Université d'Antananarivo. 240p.
30. Razakanirina, H., et Roger, E. (2013). Mangrove status and management in the WIO Région : MADAGASCAR ». 32p.
31. Roger, E. (2007). Etat de lieux de mangrove de Madagascar vis-à-vis du changement climatique. Département de Biologie et Ecologie Végétale – Faculté des. Sciences Université. Antananarivo – WWF. 30p.
32. Said Abdallah, N. (2014). Vulnérabilité des mangroves de Moheli face aux changements climatiques et stratégies d'adaptations des populations riveraines. Mémoire de DESS (Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées en Sciences de l'Environnement, option : Biologie Animale, Université d'Antanannarivo. 93pages
33. Shapiro., A., Randriamanantena, D., Kuechle, F., Et Razafindramasy., F. (2019). Les mangroves de Madagascar : superficies, condition et évolution 2000-2018. WWF Germany, Berlin, WWF Madagascar, Antananarivo. 39p. <https://doi.org/10.3390/rs71215838>
34. Taureau, F. (2017). « Cartographie harmonisée des mangroves de l'outre-mer français ». Thèse doctorat, université de Nantes, 248p.
35. Vololoniaina, H.J. (200). « HONKO ». Département de Biologie et écologie végétales. Faculté des Sciences d'Antananarivo

36. WWF & DBEV. (2012). Analyse de la vulnérabilité bio-écologique des mangroves de Belo sur Tsiribihina et de Manambolo au changement climatique. WWF MWIOPO, Antananarivo. 79p.
37. WWF et Association Reniala. (2013). Analyse de vulnérabilité au changement climatique des mangroves et des écosystèmes associés de l'AMP Ambodivahibe. Rapport draft. 49p.
38. WWF et Association Reniala. (2013). Analyse de vulnérabilité au changement climatique des mangroves et des écosystèmes associés de l'AMP Ambodivahibe. Rapport draft. 49p.
39. WWF, et UICN., 2019 – *Les Mangroves de Madagascar – Superficies, condition et évolution 2000 – 2018*, 39p.
40. WWF. (2010). Les mangroves de l'Ouest de Madagascar : analyse de la vulnérabilité au changement climatique, 26p