

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/349426421>

# DYNAMIQUES SPATIALES DES ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES, CÔTIERS ET MARINS DE MADAGASCAR Une première application des critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN

Technical Report · February 2021

DOI: 10.13140/RG.2.2.19845.27361

CITATIONS

0

7 authors, including:



**Harison Randrianasolo**

Conservation International

18 PUBLICATIONS 383 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Building a Future for Malagasy Amphibians [View project](#)



# DYNAMIQUES SPATIALES DES ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES, CÔTIERS ET MARINS DE MADAGASCAR

*Une première application  
des critères de la Liste rouge  
des écosystèmes de l'UICN*



© Lisa Murray

Aurélien Carré, Hajanirina Razafindrainibe, Harison Rabarison,  
Harison Randrianasolo, Verónica Ruiz & Zarasoa



# LA LISTE ROUGE DES ÉCOSYSTÈMES À MADAGASCAR

## COORDINATION GÉNÉRALE

---

Direction du Système des Aires Protégées de Madagascar,  
Ministère chargé de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts

## COORDINATION ET RÉDACTION

---

- Harison Rabarison,
- Hajanirina Razafindrainibe
- Harison Randrianasolo & Zarasoa

## AVEC LA CONTRIBUTION DE

---

- Ando Rabearisoa (CI) ;
- Andoniaina Bodonarivo Rondroarisoa (MBEV-Université) ;
- Andriambolantsoa Rasolohery (CI) ;
- Andriantsilavo Jean Michel Rabary (MRHP/Secrétariat d'État Chargé de la Mer) ;
- Andry Laurent Razafimahefa (MBEV-Université) ;
- Claire Léa Tojonirina Rasoarimalala (MBEV-Université) ;
- Daudet Andriafidison (MAVOA) ;
- Fano Rajaonary (MBG) ;
- Fanomezana Mihaja Ratsoavina (DZBA/Université) ;
- Fidy Ratovoson (MBG) ;
- Franck Rakotonasolo (RBG Kew) ;
- Guy Arthur Rabarison Andriamirado (CNRE) ;
- Hajanirina Razafindrainibe (CNRO) ;
- Harison Rabarison (MBEV-Université) ;
- Harison Randrianasolo (CI) ;
- Hiarinirina Randrianizana (DSAP) ;
- Jean Charles Lope (CNRO) ;
- Jean Rasoloariniaina (CNRE) ;
- Luciano Andriamaro (Conservation International) ;
- Nadia Manjato (MBG) ;
- Njakatiana Ephrem Randrianjafy (Mbev-Université) ;
- Rokiman Letsara (CAS) ;
- Romer Rabarijaona (RBG Kew) ;
- Sahoby Ivy Randriamahaleo (DSAP) ;
- Solofo Eric Rakotoarisoa (RBG Kew) ;
- Tantely Fanomezantsoa Tianarisoa (WCS) ;
- Tefy Harison Andriamihajarivo (MBG) ;
- Tsiky Rabetrano (WCS) ;
- Yvette Razafindrakoto (MNP-COSAP).

## AVEC LE SOUTIEN DE L'ÉQUIPE UICN

---

- Rebecca Miller (UICN CGE) ;
- Aurélien Carré (Comité français de l'UICN) ;
- Kaia Bow (UICN US) ;
- Verónica Ruiz (UICN HQ) ;
- Marcos Valderrábano (UICN HQ) ;
- Tina Oliveira (UICN CGE) ;
- Daisy Hessenberger (UICN HQ).

## RÉALISATION DU DOCUMENT

---

- Aurélien Carré (Comité français de l'UICN) ;
- Verónica Ruiz (UICN HQ).

Copyright: © 2020 UICN, Union Internationale pour la Conservation de la Nature  
Designed and printed by: Plancher (<https://plancher-imprimerie.fr/>)

# SOMMAIRE

<b>DYNAMIQUES SPATIALES DES ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES, CÔTIERS ET MARINS DE MADAGASCAR</b>	1
<i>Une première application des critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN</i>	
<b>LA LISTE ROUGE DES ÉCOSYSTÈMES À MADAGASCAR</b>	2
Coordination générale	2
Coordination et rédaction	2
Avec la contribution de	2
Avec le soutien de l'équipe UICN	2
Réalisation du document	2
<b>SOMMAIRE</b>	3
<b>RÉSUMÉ</b>	6
<b>INTRODUCTION</b>	7
L'érosion mondiale de la biodiversité demande de nouveaux outils adaptés à l'ampleur du déclin	7
La Liste rouge des écosystèmes de l'UICN comme outil d'aide à la décision	7
Principes méthodologiques de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN	8
Les catégories UICN	9
Les critères d'évaluation	9
<b>ENJEUX ET OBJECTIFS D'UNE LISTE ROUGE NATIONALE DES ÉCOSYSTÈMES POUR MADAGASCAR</b>	10
La conservation de la biodiversité de Madagascar, un challenge mondial	10
Complémentarité des listes rouges de l'UICN	11
Contribution de l'évaluation des écosystèmes aux stratégies nationales	12
<b>PRÉREQUIS POUR L'APPLICATION DE LA LRE À MADAGASCAR</b>	13
Contexte environnemental	13
Le climat, facteur déterminant de la répartition des espèces et des écosystèmes	13
La circulation océanique autour de la Grande Ile (Figure 7)	14
Classification et typologie des écosystèmes de Madagascar	14
Phytogéographie et typologie des formations végétales terrestres	14
Classification des milieux marins et côtiers	16
Délimitation des entités écologiques évalués dans la Liste rouge des écosystèmes de Madagascar	16
Les écosystèmes terrestres et des zones humides continentales	16
Les écosystèmes marins et côtiers	17





<b>APPLICATION DES CRITÈRES ET DES SEUILS DE LA MÉTHODOLOGIE UICN</b>	<b>18</b>
Influences humaines sur la dynamique des écosystèmes et principales pressions	19
Pratiques agricoles sur brûlis	19
Exploitation forestière et minière	20
Érosion des sols, sédimentation et pollution de l'eau	20
Développement côtier et exploitation des ressources biologiques marines	21
Changement climatique	21
Dynamiques spatiales des écosystèmes à Madagascar	22
Une dynamique fortement régressive	22
Quels enseignements pour les milieux terrestres ?	22
Et pour les milieux marins et côtiers ?	23
Sources de données et d'informations	24
Tableaux synthétiques	25
 <b>UNE PREMIÈRE QUANTIFICATION DU RISQUE D'EFFONDREMENT DES ÉCOSYSTÈMES DE MADAGASCAR</b>	 <b>27</b>
Forêts et formations forestières	27
Forêts littorales de l'Est	27
Forêts denses humides de basse altitude de l'Est	27
Forêts denses humides de moyenne altitude de l'Est	28
Forêts denses humides de haute altitude de l'Est et des Hautes Terres Centrales	29
Forêts azonales de l'Est sur cuirasses ferrugineuses	29
Forêts humides de l'Ouest	30
Forêts subhumides de l'Ouest	30
Forêts galeries ou rivulaires	31
Fourrés et/ou forêts sèches	32
Forêts de Tapia	32
Forêts sèches de l'Ouest	32
Fourrés et forêts sèches épineuses sur sables roux et calcaires du Sud et du Sud-Ouest	33
Brousses et fourrés	34
Fourrés xérophiles du Sud et du Sud-Ouest	34
Brousses littorales du Sud-Ouest	34
Brousses et fourrés éricoïdes	35
Formations herbeuses	36
Roranga, ou formations herbeuses secondaires de l'Est	36
Savanes de l'Ouest et des Hautes Terres Centrales	36
Montagnes et massifs rocheux	37
Système Karstique, massif des « Tsingy »	37
Végétation saxicole	38
Inselbergs	38
Cours d'eau (fleuves, rivières et ruisseaux)	38



Lacs et étangs .....	39
Marais d'eau douce .....	39
Eaux souterraines .....	40
Les récifs coralliens .....	40
Les récifs coralliens du Nord-Est de Madagascar .....	40
Les récifs coralliens de l'Est de Madagascar .....	41
Les récifs coralliens des côtes sud de Madagascar .....	42
Les récifs coralliens du Sud-Ouest et de l'Ouest de Madagascar .....	42
Les récifs coralliens du Nord-Ouest de Madagascar .....	43
Les herbiers marins .....	44
Les herbiers marins des côtes Nord-est de Madagascar .....	44
Les herbiers marins des côtes Nord-ouest de Madagascar .....	45
Les herbiers marins des côtes Sud-ouest de Madagascar .....	45
Les herbiers marins des côtes Est de Madagascar .....	46
Les mangroves .....	47
Les mangroves des côtes Nord-ouest de Madagascar .....	47
Les mangroves de la côte Ouest de Madagascar .....	48
Les estuaires et deltas de la côte Ouest de Madagascar .....	48
Le système lagunaire du littoral de Madagascar .....	49
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>50</b>



# RÉSUMÉ

**M**adagascar est un haut lieu de la biodiversité mondiale, hébergeant un certain nombre d'espèces et d'écosystèmes endémiques les plus rares au monde mais aussi les plus menacés. Or l'évaluation de cette biodiversité a toujours été plus ou moins axée sur les espèces, et en particulier sur les espèces les plus emblématiques. Ainsi, cette application des critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN (LRE) à l'échelle du pays constitue la première tentative d'évaluation de la biodiversité de Madagascar à l'échelle des écosystèmes.

Cette évaluation a notamment permis de formaliser une typologie d'écosystèmes à l'échelle nationale, qui soit reconnue par l'ensemble des acteurs impliqués. Ce travail a également permis aux experts impliqués de réaliser une large synthèse bibliographique, afin de décrire précisément ces écosystèmes terrestres, marins et côtiers selon les prérogatives requises par la méthodologie UICN. Mais surtout, l'évaluation de la dynamique spatiale de ces écosystèmes fait de cette initiative un exemple probant de mise en œuvre de l'outil de connaissance « Liste rouge des écosystèmes de l'UICN » à une échelle nationale, et ce malgré le manque de données adaptées à la méthodologie de cet outil.

**Ainsi, sur les 35 écosystèmes terrestres, côtiers et marins évalués, 16 sont menacés (Vulnérable, En Danger ou En Danger Critique) et 16 n'ont pu être évalués faute de données disponibles.** Ce rapport présente les grands principes scientifiques de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN et les enjeux relatifs à sa déclinaison à une échelle nationale, le contexte malgache et le protocole suivi pour l'application des seuils et critères de la méthodologie UICN puis une synthèse des résultats eux-mêmes.

Ces résultats sont d'abord présentés sous la forme d'une analyse globale de l'influence humaine sur les milieux naturels de Madagascar et de la dynamique des écosystèmes, puis résumés pour chacun des écosystèmes évalués. Cette synthèse est issue des fiches d'évaluation réalisées pour chaque écosystème, quant à elles disponibles sur le site internet [www.iucnrle.org](http://www.iucnrle.org) et publiées en Annexe de ce rapport.

Ce travail a été piloté par le Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts de Madagascar et a fortement impliqué le réseau des ONG locales et internationales, des universitaires du pays et des responsables et gestionnaires de terrain. Pour mener ces évaluations, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) a organisé plusieurs ateliers à Madagascar afin de constituer et de former un comité d'experts évaluateurs capables de rassembler les données pertinentes et d'appliquer les critères et seuils de la méthodologie UICN. Ce rapport fait partie de la première initiative de liste rouge nationale des écosystèmes, supervisée directement par le Secrétariat de l'UICN.

Cette initiative découle du projet intitulé « Intégrer les outils de connaissance de l'UICN pour soutenir les politiques publiques et l'aménagement du territoire : le cas de Madagascar », lancé afin d'améliorer la connaissance de la biodiversité malgache. Ce document présente alors l'ensemble de la démarche d'évaluation des trente-cinq (35) écosystèmes identifiés à Madagascar, réalisée selon une application partielle des catégories et critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN en tant qu'évaluation préliminaire du risque d'effondrement des écosystèmes à l'échelle nationale.



# INTRODUCTION

## L'érosion mondiale de la biodiversité demande de nouveaux outils adaptés à l'ampleur du déclin

*« La perte d'espèces, d'écosystèmes et de diversité génétique constitue déjà une menace mondiale et générationnelle pour le bien-être humain. Protéger les contributions inestimables de la nature à l'homme sera le défi déterminant des décennies à venir. Les politiques, les efforts et les actions - à tous les niveaux - ne réussiront cependant que s'ils reposent sur les meilleures connaissances et données probantes. C'est ce que l'évaluation globale de l'IPBES fournit »*  
– Sir Robert Watson, Président de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES).

Le rapport de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES, 2019) souligne ainsi l'ampleur des impacts et des effets du déclin de la biodiversité sur la santé des écosystèmes, sur les espèces ainsi que sur les populations humaines, et ce au niveau global. Le Bien Commun que constitue l'environnement mondial, et dont toutes les sociétés humaines confondues sont dépendantes, est ainsi altéré et dégradé par nos activités en entraînant des effets cascade sur l'ensembles des écosystèmes.

Dans le même temps, les efforts de conservation de la biodiversité mondiale se concentrent de plus en plus sur les écosystèmes – comme pilier fondamental pour la survie des espèces et de l'humanité. Les organismes, les institutions politiques et les cadres d'actions nationales et internationales, y compris la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) ou les objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies, reconnaissent désormais l'importance de la conservation des écosystèmes.

Ainsi, le cadre mondial de la conservation de la biodiversité pour l'après-2020 prévoit des actions inspirantes et motivantes à l'horizon 2030, notamment vers la réalisation de la vision 2050 « Vivre en harmonie avec la nature » qui reposera sur une stratégie de communication cohérente, efficace et innovante. A l'échelle des pays du monde, des stratégies et des plans d'actions pour la biodiversité (SPANB), renforcés et cohérents, seront par conséquent les instruments d'application clés pour la conservation, la protection et la gestion durable de la biodiversité.

## La Liste rouge des écosystèmes de l'UICN comme outil d'aide à la décision

La Liste Rouge des Ecosystèmes (LRE) de l'UICN, en particulier, représente le nouveau cadre de référence mondial pour évaluer la vulnérabilité des écosystèmes, intégrant la dimension fonctionnelle de la biodiversité et les liens qui existent entre les espèces et avec leur milieu, afin d'identifier et d'évaluer ceux qui présentent la plus forte probabilité de disparaître. L'objectif de la LRE est d'apporter une dimension écosystémique aux stratégies de conservation et aux connaissances relatives à l'état de la biodiversité, sur la base d'évaluations facilement compréhensibles et scientifiquement rigoureuses. Il s'agit également d'un outil d'aide à la décision pour les politiques de conservation de la nature, l'utilisation des ressources naturelles et les décisions politiques d'aménagement du territoire, de par l'analyse des résultats générés par les évaluations et sur la base des connaissances rassemblées sur les écosystèmes à cet effet.

Certains pays, dont les politiques publiques sont en capacité de traiter de la thématique des écosystèmes comme l'Australie, la Colombie ou la Finlande, ont déjà utilisé la LRE pour améliorer leurs législations, guider la planification de leur territoire, la gestion de leurs zones protégées et le suivi de l'état de leurs écosystèmes. Les évaluations réalisées selon le protocole de la LRE ont ainsi influencé des actions de conservation et l'adoption et/ou l'intégration des informations relatives à l'état des écosystèmes dans le cadre de politiques gouvernementales (Bland, 2019).

Les résultats et les informations recueillies par les évaluations réalisées selon la méthodologie de la LRE, que ce soit à l'échelle globale, régionale, nationale ou locale, peuvent par conséquent contribuer à l'élaboration et la mise en œuvre de mesures d'atténuation ou d'adaptation aux changements





climatiques, tout en préservant les écosystèmes les plus vulnérables. De même, ces analyses peuvent aider à quantifier les services écosystémiques et les pertes potentielles de ces services en fonction de l'état des écosystèmes concernés, et par exemple de développer des Solutions fondées sur la Nature (SfN)

qui soient à la mesure des défis sociétaux identifiés et assurant le bien-être humain, tout en contribuant à la protection ou la restauration des écosystèmes et de la biodiversité (IUCN, 2016).

### QU'EST-CE QU'UNE SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE ?

**Les solutions fondées sur la nature sont définies comme les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité (IUCN, 2016).**

**Les Solutions fondées sur la Nature se déclinent en trois types d'actions, qui peuvent être combinées dans les territoires :**

- La préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état écologique ;
- L'amélioration de la gestion d'écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines ;
- La restauration d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes.

*Reference IUCN,2020.*



### Principes méthodologiques de la Liste rouge des écosystèmes de l'IUCN

L'évaluation du degré de menace de la biodiversité à l'échelle des écosystèmes est un nouvel engagement de l'IUCN et vient s'inscrire en complément de la Liste rouge des espèces menacées de l'IUCN, pour mieux connaître l'état de la biodiversité. En effet, évaluer les écosystèmes met en exergue les processus écologiques clés régissant leur fonctionnement, notamment le rôle des espèces communes. Préserver les écosystèmes préserve ainsi leurs fonctionnalités, les communautés d'espèces qui leur sont associées et améliore en outre leur capacité résilience, permettant de maintenir l'ensemble des services écosystémiques qu'ils rendent aux populations humaines.

L'IUCN propose pour cela une méthodologie standardisée qui introduit le concept de risque d'effondrement d'un écosystème, analogue à celui du risque d'extinction d'une espèce, et qui détermine les critères et les seuils quantitatifs caractéristiques de ce risque. A l'état « effondré », un écosystème aura en effet soit régressé spatialement de manière très importante, soit évolué vers une autre entité fonctionnelle dont les cortèges d'espèces et/ou leurs relations sont différentes, soit conserve encore les mêmes assemblages d'espèces mais qui seront incapables de se maintenir à long terme du fait du changement des propriétés physiques du milieu.

*IUCN,2020. IUCN (2020). Standard mondial de l'IUCN pour les solutions fondées sur la nature. Cadre accessible pour la vérification, la conception et la mise à l'échelle des SfN. Première édition. Gland, Suisse : IUCN.*



## Les catégories UICN

Les 8 catégories de la LRE sont utilisées pour définir le statut des écosystèmes évalués (Figure 1) : par ordre décroissant par rapport au risque d'effondrement, Effondré (CO), En Danger Critique (CR), En Danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacé (NT), Préoccupation Mineure (LC), Données Insuffisantes (DD) et Non Évalué (NE), sont structurées comme suit.

Un écosystème est considéré comme menacé lorsqu'il est classé dans l'une des 3 catégories suivantes : En Danger Critique (CR), En Danger (EN) ou Vulnérable (VU). Les catégories DD et NE n'indiquent pas de niveau de risque. Un écosystème de la catégorie CR satisfait aussi les critères pour les catégories EN et VU.

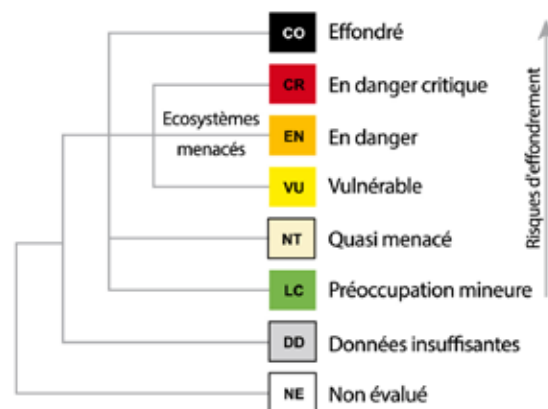


Figure 1 : Structure des catégories de la Liste Rouge des Écosystèmes de l'UICN (Bland et al., 2016).

## Les critères d'évaluation

L'évaluation comprend cinq critères disposant de seuils quantitatifs, en fonction desquels sont attribuées les catégories de menace, le cas échéant (Figure 2).

Deux de ces critères évaluent les symptômes spatiaux de l'effondrement de l'écosystème, en termes de diminution de la distribution spatiale (Critère A) et de distribution spatiale restreinte (Critère B).

Deux critères évaluent les symptômes fonctionnels de l'effondrement de l'écosystème, en termes de dégradation de l'environnement physique (paramètres abiotiques, Critère C) et de perturbation des processus biologiques et interactions (paramètres biotiques, Critère D).

Le cinquième critère (critère E) facilite l'intégration de multiples menaces et symptômes d'effondrement dans un modèle, afin d'estimer la probabilité d'un effondrement à plus ou moins court terme.

Ces critères sont évalués sur 4 périodes de temps : le passé récent, le présent, le futur et le passé historique.

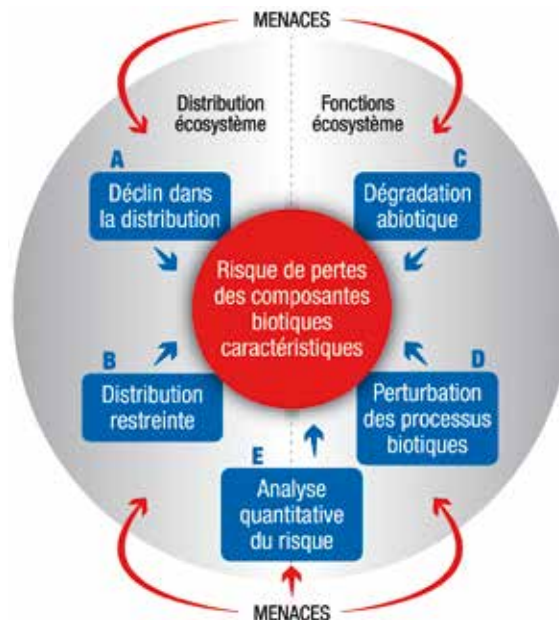


Figure 2

Mécanismes d'effondrement de l'écosystème et symptômes du risque d'effondrement (Keith et al., 2013).

# ENJEUX ET OBJECTIFS D'UNE LISTE ROUGE NATIONALE DES ÉCOSYSTÈMES POUR MADAGASCAR

## La conservation de la biodiversité de Madagascar, un challenge mondial

Madagascar est considéré comme un des pays les plus riches en termes de biodiversité au niveau mondial. Figurant parmi les 17 pays « mégadivers » de la planète (les pays qui détiennent la majorité des espèces recensées sur la planète), Madagascar représente également l'un des 34 points chauds de la biodiversité définis comme les zones de la planète où la biodiversité est particulièrement riche mais aussi particulièrement menacée.

Ces menaces ont notamment pour origines la forte croissance démographique, l'exploitation massive des forêts (Erreur : source de la référence non trouvée), la progression de l'agriculture ou encore l'exploitation soutenue des ressources minières. Ainsi, sur les 5477 espèces malgaches évaluées sur la Liste rouge des espèces menacées de l'UICN en 2018, 1865 sont inscrites comme menacées à l'échelle mondiale, principalement menacées par les pratiques agricoles itinérantes et la destruction de la forêt primaire (déforestation). La conservation est par conséquent très complexe dans un tel pays, où un climat politique fragile, une pauvreté généralisée et une course continue à l'exploitation des ressources naturelles rendent indispensable le soutien des communautés pour la protection de la biodiversité de l'île-continent.

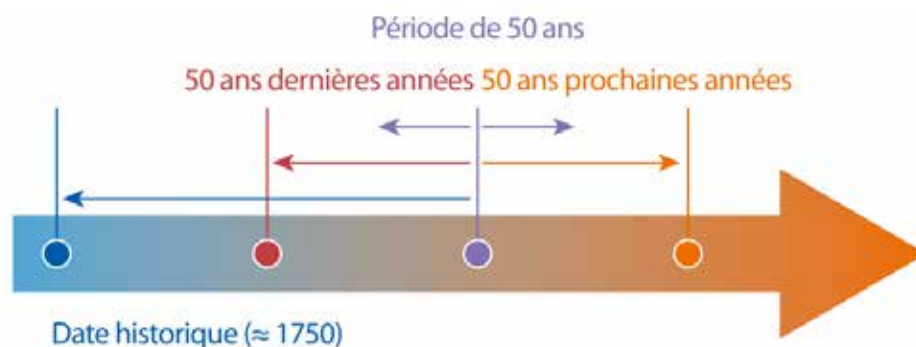
Mais si les populations doivent être impliquées, dans leurs activités quotidiennes, il est également nécessaire que la biodiversité menacée soit bien représentée au sein du système d'aires protégées de Madagascar. Cependant, la plupart des mesures de conservation prises à l'échelle du pays ont été élaborées à partir

du statut et des aires de répartition des principales espèces malgaches figurant comme menacées au sein de la Liste rouge des espèces menacées de l'UICN.

Le projet dans lequel s'inscrit cette première initiative d'évaluation des écosystèmes à Madagascar, selon les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, a ainsi permis de renforcer la mise en œuvre des outils de connaissance proposés par l'UICN au service des décideurs des secteurs publics et privés, afin d'améliorer la valorisation des connaissances relatives à la biodiversité du pays. En servant de base cohérente pour appuyer les prises de décisions au niveau national, cette initiative contribue à l'objectif général d'une planification spatiale plus efficace en matière de conservation de la biodiversité, dans toutes ses composantes, tout en permettant d'identifier les lacunes en matière de connaissance des enjeux de biodiversité.



Déforestation des forêts malgaches.



Périodes temporelles d'évaluation.





## Complémentarité des listes rouges de l'UICN

Les efforts de conservation et de restauration de la biodiversité de Madagascar doivent en effet non seulement être focalisés sur les espèces menacées et sur leurs habitats, mais ils doivent également porter sur les écosystèmes qui seraient menacés dans leur ensemble, en prenant en compte leur fonctionnement, leurs dynamiques et les liens qui peuvent exister entre leurs différentes composantes biotiques et abiotiques.

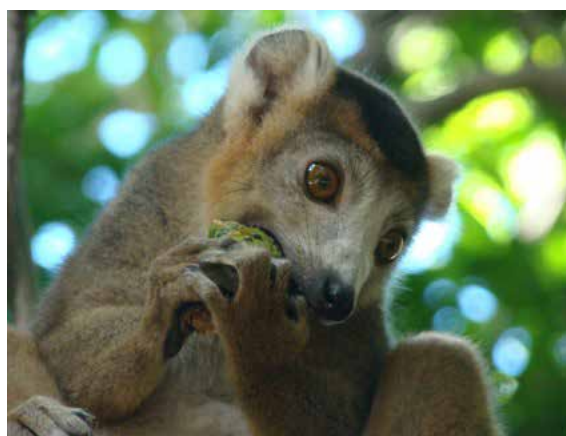
Pour cela, les outils Liste Rouge des espèces menacées et Liste rouge écosystèmes de l'UICN permettent de synthétiser et de valoriser de nombreuses données déjà existantes, tout en fournissant une base robuste pour l'élaboration d'autres dispositifs tels que l'identification des Zones Clés pour la Biodiversité (ZCB) ou des sites Alliance pour l'Extinction Zéro (AZE), ou encore des outils de cartographie utilisés dans la planification du territoire.

Les indications sur la vulnérabilité et les tendances d'évolution de ces écosystèmes fournissent des signaux précieux quant à la conservation des espèces déjà menacées, et permettent d'identifier les éventuelles pressions et menaces à venir pour les espèces non évaluées ou encore non menacées ainsi que les possibilités de restauration de ces écosystèmes.

En outre, une telle évaluation devrait également contribuer à l'évaluation des services environnementaux et/ou écosystémiques que ces écosystèmes peuvent fournir, notamment en spatialisant les territoires où ces services sont menacés.

Enfin, il est nécessaire de rappeler que dans un contexte comme Madagascar, où les menaces sont aussi intenses que la biodiversité est riche et unique au niveau mondial, l'identification des espèces et des écosystèmes menacés reste le meilleur moyen pour prioriser les actions de conservation et surtout lorsque les ressources financières sont limitées (Erreur : source de la référence non trouvée).

Un tel travail est nécessaire pour prévenir d'éventuelles dégradations, dont les pertes ne sauront être compensées à l'avenir.



*Les lémuriens,  
espèces emblématiques de Madagascar.*





## Contribution de l'évaluation des écosystèmes aux stratégies nationales

La publication de ces premières évaluations d'écosystèmes selon la méthodologie proposée par l'UICN est particulièrement opportune pour Madagascar, actuellement au cœur de la mise en œuvre de sa Stratégie nationale pour la biodiversité (2018-2025). Cette stratégie suscite en effet de nombreuses attentes, notamment en ce qui concerne l'information et la communication environnementale en vue d'un développement durable et de l'exploitation soutenable de ses ressources naturelles, ainsi que de la prise en compte du capital naturel de ses écosystèmes et de leurs services écologiques. Les objectifs de cette stratégie ne pourront être atteints que sur la base d'une connaissance approfondie des écosystèmes et de leurs dynamiques, ne serait-ce que pour confirmer la pertinence du réseau d'aires protégées et améliorer les normes et garanties pour une planification spatiale efficace des espaces terrestre et marin.

Cette Stratégie nationale de la gestion durable de la biodiversité (SNPNAB) annonce en effet la volonté du pays de stopper la régression des écosystèmes naturels et d'évaluer leur qualité à l'horizon 2025. Cependant, sans informations fiables et appropriées

sur l'état et les tendances actuelles de la biodiversité à Madagascar, il reste difficile de mesurer les progrès réalisés. Afin de compléter les données issues des Listes Rouges des Espèces menacées, la Commission ministérielle en collaboration avec l'UICN considère que l'extension de cette approche aux écosystèmes, incluant les écosystèmes terrestres, d'eau douce, côtiers et marins, fournira un cadre technique et scientifique efficace pour évaluer leur situation actuelle et leurs perspectives d'avenir. Une telle initiative fournit notamment un mécanisme pour étayer la liste des habitats nécessitant des mesures de conservation à Madagascar.

La combinaison des approches proposées par l'UICN pourrait alors servir de base pour l'élaboration des plans et stratégies nationaux pour la protection de la biodiversité et des ressources naturelles, ainsi que pour l'adaptation au changement climatique. De même, cette approche combinée pourrait jouer un rôle indispensable dans la priorisation des investissements économiques et la définition des priorités économiques liées aux programmes environnementaux de Madagascar.

### LA LISTE ROUGE DES ÉCOSYSTÈMES DE MADAGASCAR PRÉSENTE AINSI PLUSIEURS APPLICATIONS POSSIBLES

- améliorer la compréhension de la dynamique et de la vulnérabilité des écosystèmes malgaches ;
- guider la restauration écologique des écosystèmes critiques ;
- identifier et évaluer les services écosystémiques par le biais de programmes environnementaux ;
- améliorer et mettre à jour la Stratégie biodiversité et le plan d'actions de gestion des ressources naturelles ;
- enrichir la base de données relative à la biodiversité par le biais de programmes et d'activités de recherche ;
- améliorer et perfectionner l'application de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes par rapport aux situations écologiques tropicales complexes ;
- favoriser les publications scientifiques intégrant les différents auteurs.

# PRÉREQUIS POUR L'APPLICATION DE LA LRE À MADAGASCAR

## Contexte environnemental

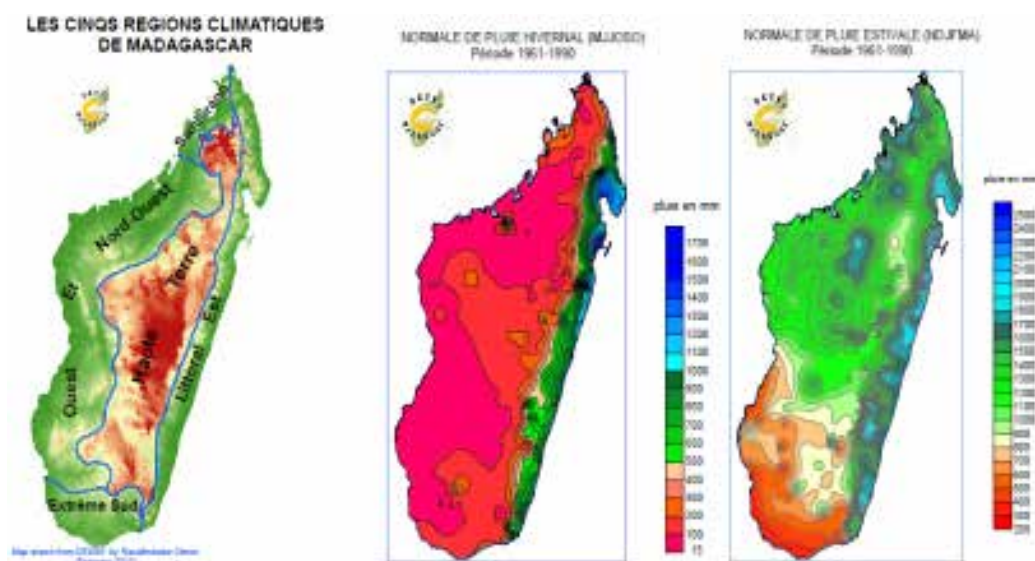
### Le climat, facteur déterminant de la répartition des espèces et des écosystèmes

La biodiversité mondiale peut être décrite et regroupée en fonction de la similarité des caractéristiques physiques et/ou climatiques de certaines régions spécifiques de la planète. Ainsi, la végétation de Madagascar est principalement de type tropicale et se répartit sur l'île en fonction des conditions climatiques. De plus, la situation particulière de Madagascar a favorisé le développement d'un certain nombre d'espèces spécifiques et/ou endémiques.

La synthèse des informations recueillies sur la distribution géographique, le climat, la phytogéographie, le relief, la géomorphologie et l'effet des vents principaux (Alizés et Moussons) permet de définir quatre biomes différents à Madagascar (Biome de l'Est, Biome des Hautes Terres Centrales, Biome de l'Ouest et Biome du Sud et Sud-Ouest) (Erreur : source de la référence non trouvée). Ces quatre biomes présentent une diversité des conditions écologiques liées aux différents paramètres abiotiques (climat et microclimat, sols, topographie exposition et surtout altitude). Madagascar peut être également divisée en cinq régions climatiques : le littoral Est, les Hautes terres, la région de l'Ouest et du Nord-Ouest, l'extrême Sud et la région de Sambirano.

Le climat de Madagascar est de type subtropical humide, caractérisé par une alternance de saison sèche et fraîche (avril à octobre) et de saison des pluies et chaude (octobre à avril), avec un dimorphisme Est-Ouest et Nord-Sud. Deux courtes intersaisons les séparent et durent chacune un mois. La position de la longue arête dorsale par rapport à sa section transversale divise la grande île en deux versants dissymétriques : le versant occidental plus étendu mais à pente douce et le versant oriental moins large mais à pente raide. Le littoral oriental est plus arrosé et présente un maximum de pluies à Sainte Marie (3,70m), décroissant vers le Nord et vers le Sud jusqu'à 1,20m. La température moyenne y décroît du nord au sud, de 26 à 23°C.

La côte occidentale est plus sèche et présente une pluviométrie décroissante du nord au sud, de 1,50m à 0,40m, et une température moyenne variant de 23 à 27°C. La région du Sambirano, dans l'extrême nord de Madagascar, enregistre des pluies annuelles de l'ordre de 2 à 2,30m et une température moyenne de 26°C. Trois autres petits versants ont également leurs propres caractéristiques : le versant de la montagne d'Ambre, le versant de Tsaratanana dans le Nord et le versant du Sud dans le Sud de Madagascar.



Régions climatiques, normales de pluies hivernales et estivales de Madagascar.

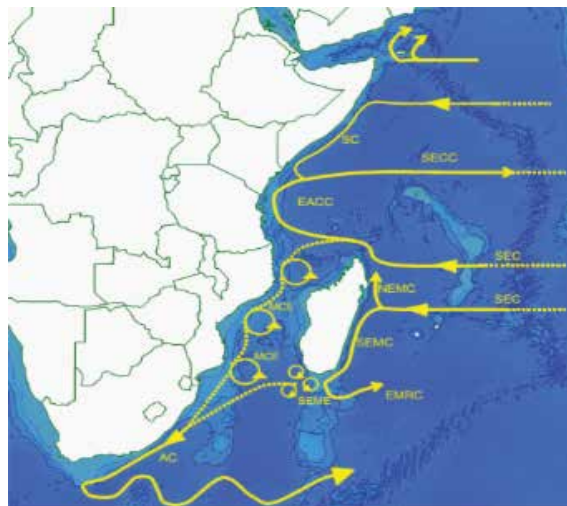


## La circulation océanique autour de la Grande Ile (Erreur : source de la référence non trouvée)

Le Courant Equatorial Sud (CES) influence fortement la circulation de surface de l'Océan Indien occidental (Erreur : source de la référence non trouvée). S'écoulant vers l'ouest, il se scinde en deux en butant sur le littoral Est de Madagascar aux environs de la latitude 19°S (Voldsund, 2011). La branche sud longe la côte est de Madagascar formant le courant sud-est de Madagascar (SEMC) et se termine dans une zone de flux turbulent associée à un upwelling vers la pointe sud de l'île, se réincurvant parfois vers l'Est dans un mouvement de rétroflexion (Cooke & Brand, 2012).

La branche nord forme le courant nord-est de Madagascar (NEMC), qui en dépassant la pointe nord de la grande île va contribuer au transport et à la circulation vers le sud du Canal de Mozambique (ASCLME/SWIOFP, 2012, citant Schott & McCreary, 2001).

La marée est quant à elle de type semi-diurne et présente une forte différence de marnage entre les côtes Ouest et Est. Elle atteint ainsi près de 3m sur l'ensemble de côte Ouest, voire dépasse les 4m en vives eaux dans le nord-ouest, contre seulement 0,5 à 1 m sur la côte Est.



*Schéma des courants de surface de l'Océan Indien Occidental en période de mousson du nord-est (Janvier-février) (source : ASCLME/SWIOFP, 2012, adapté de Schott et McCreary 2001, Schouten et al. 2003, De Ruijter et al. 2005, Lutjeharms 2004, et Tew-Kai and Marsac 2009). SEC : South Equatorial Current, SECC: South Equatorial Counter Current, NEMC: North East Madagascar Current, SEMC: South East Madagascar Current, EACC: East African Coastal Current, SC: Somali Current, AC: Agulhas Current, ME: Mesoscale Eddies, SEME: South East Madagascar dipole Eddies. Les lignes en pointillé indiquent la direction du transport, non les limites des courants.*

## Classification et typologie des écosystèmes de Madagascar

### Phytogéographie et typologie des formations végétales terrestres

En 1889, Baron apportait la première contribution à la phytogéographie de Madagascar (The flora of Madagascar, 1889). Il proposait à cette époque une division naturelle du pays en trois régions floristiques, à savoir l'Ouest, le Centre et l'Est. Sa classification était entièrement basée sur des critères floristiques et même si elle séparait la forêt sempervirente orientale des zones herbeuses du plateau central, elle le faisait sur des facteurs climatiques plutôt qu'en considérant un processus de dégradation des stades de la végétation.

On pouvait aussi reprocher à ce premier modèle de ne pas reconnaître les caractéristiques uniques de la végétation du sud-ouest de Madagascar et d'estimer

que les limites entre l'ouest et le centre étaient aussi significatives que celles entre l'est et le centre.

Malgré les premières tentatives de Baron, c'est à Perrier de la Bâthie (1921) que revient le fondement de la première classification de la végétation de Madagascar, cet auteur ayant proposé la classification suivante, qui distingue les formations végétales indigènes (très diversifiée et avec un taux d'endémisme élevé, principalement représentée par une végétation ligneuse) et les formations d'origine anthropique (extrêmement pauvres en nombre d'espèces mais distribuées sur des vastes étendues et parfois en mosaïque sur l'ensemble du pays) :





**FLORE DU VENT** (y compris les régions de l'Est et du Centre définies par Baron) : cette région englobe les zones les plus humides qui sont directement soumises aux alizés du sud-est qui sont responsables d'une pluviométrie abondante tout au long de l'année. Cette région est alors subdivisée en deux :

- **1- Région de l'est** : qui inclut la forêt littorale de la côte orientale, la forêt orientale en dessous de 800m d'altitude, les marécages côtiers et de l'intérieur des terres ainsi que les formations dégradées telles que les zones herbeuses secondaires et les savoka. Ces dernières correspondent à une végétation secondaire qui se met en place après que la forêt pluviale qui ait été défrichée et/ou brûlée ;
- **2- Région du Centre** : qui inclut la forêt aux altitudes plus hautes avec les zones herbeuses et les savoka en tant que formations dégradées, mais aussi la forêt de Tapia (peuplements épars de ces arbres résistants au passage de feux) sur le versant occidental et une broussaille à Ericaceae aux altitudes supérieures à 2000m. Elle inclut également la Région du Sambirano, avec divers types de forêts selon la nature des sols.

**FLORE SOUS LE VENT** : cette Région est influencée par l'effet asséchant des alizés chauds qui descendent le versant sous le vent des montagnes en traversant le plateau central. La végétation de cette région montre des adaptations xérophytes évidentes. Elle est ultérieurement divisée en :

- **3- Région de l'Ouest** : qui abrite divers types de formations végétales en fonction de la nature des sols ;
- **4- Région du sud** : qui englobe la forêt épineuse avec des formations particulières à Euphorbiaceae et *Didierea madagascariensis*.

Le phytogéographe Humbert a poursuivi les travaux de Perrier de la Bâthie en décrivant les principaux types de végétation. Ses travaux ont culminé en 1965 avec la publication de la carte de la végétation « Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques » (Humbert & Cours Darne, 1965). Cette carte est basée sur des photographies aériennes des années 1950 et applique la notion de « série dynamique de végétation » proposé par Gaussen en 1949, dans laquelle la végétation est considérée comme une progression dynamique qui, en dérivant du climax, comprend divers types de végétation secondaire qui traduisent les formes successives de la dégradation de la végétation.

L'essai suivant pour cartographier la végétation de Madagascar a été celui de White (1983), qui a retenu l'île en tant qu'élément de la classification et de la cartographie de la végétation de toute l'Afrique continentale. L'approche de cet auteur était basée sur la structure de la végétation (physionomie) plutôt que sur une pure composition floristique. Elle est ainsi fondamentalement différente des approches précédentes, d'autant plus qu'elle intégrait Madagascar en tant qu'élément d'un ensemble bien plus étendu, à l'échelle continentale, dans un schéma de classification de végétation.

Plus tard, Faramalala (1995) a dans l'ensemble maintenu la classification de la végétation définie par Humbert, mais en mettant la carte à jour et en la précisant grâce au SIG (Système d'Information Géographique) et à la télédétection, en produisant une carte basée sur des images satellitaires des années 1970. Du Puy et Moat (1996) développèrent une nouvelle approche pour cartographier la végétation de Madagascar. L'expérience de terrain avait déjà montré que la structure de la végétation et la composition floristique spécifique variaient souvent radicalement avec les changements ou aspects physiques de substrat. En partant d'une carte simplifiée de la géologie et d'une carte de végétation primaire (basée selon Faramalala, 1995), le travail de Du Puy et Moat montre la présence de types de végétation uniques liés à des formations géologiques spécifiques, plus particulièrement à l'ouest et au sud de Madagascar où les aspects géologiques varient considérablement.

Bien que ces travaux et d'autres études de classification de la végétation aient été menés à Madagascar, la superficie actuelle que couvrent les différents types de végétation n'a pas été revue depuis la carte de Faramalala et cela malgré le fait que des défrichements et des changements d'occupation du sol significatifs ont eu lieu depuis les années 70.

Conservation International (CI) et le Center for Applied Biodiversity and Science (CABS) ont récemment produit une carte montrant la déforestation, en employant des images satellitaires de 1970, 1990 et 2000 (Harper et al., 2007). Mais cette carte se limite à mesurer l'étendue de la perte de la couverture forestière indépendamment du type de forêt, la superficie des divers types de forêts encore présents n'ayant pas été réévaluée. Les cartes de l'Inventaire Ecologique et Forestier National (IEFN), pourtant réalisées en 2006, n'étaient pas non plus disponibles au moment de ce projet d'évaluation des écosystèmes.





Ces cartes de l'IEFN utilisent des images satellitaires semblables à celles employées pour l'étude de CI (Imagerie Landsat de 1990 et de 2000) mais se réfèrent à la classification d'Humbert.

Le projet financé par le Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF) « Madagascar Vegetation Mapping » s'est quant à lui fixé l'objectif de produire une nouvelle carte de la végétation de Madagascar à partir des images satellitaires et des techniques de télédétection les plus récentes, afin de déterminer l'étendue actuelle de tous les types de végétation.

Le schéma de la classification de la végétation a également été revu et représente une nouvelle

approche fondée sur la connaissance scientifique de la diversité des plantes de Madagascar, leur distribution ainsi que le statut de conservation de leurs habitats. Cette information a été validée et la carte soumise au contrôle de terrain, à travers un processus incluant des campagnes de terrain renforcées par des échanges sur le réseau Internet de la communauté scientifiques, grâce à la page Internet du projet.

Ce travail conjoint représente le plus grand effort de collaboration nationale qui ait été entrepris jusque-là à Madagascar, pour la documentation et la cartographie de la végétation de l'ensemble de Madagascar.

## Classification des milieux marins et côtiers

Malgré leur importance à l'échelle mondiale et nationale, que ce soit sur le plan environnemental, social ou même économique, les écosystèmes marins et côtiers sont les moins connus de tous les écosystèmes de Madagascar. De plus, il n'existe pas une, proprement parlant, classification nationale détaillée et reconnue pour les habitats et milieux côtiers et marins à Madagascar, outre celle de grands types d'écosystèmes.

Le linéaire côtier de 5.600 km de Madagascar constitue un milieu naturel parmi les plus riches et les plus diversifiés de la région de l'Océan Indien. La littérature distingue huit types d'écosystèmes marins et côtiers à Madagascar, en particulier les mangroves, les herbiers de phanérogames marins, les estuaires, les marais-littoraux et les récifs coralliens. Ces derniers comprennent par exemple 86 unités géomorphologiques et représentent 24,43 % des récifs inventoriés au niveau de l'Océan Indien. Leur superficie est estimée à 613.958 km<sup>2</sup>.

Les informations disponibles les concernant sont très parcellaires et, quand elles existent, sont souvent incohérentes du fait de la différence dans les définitions même des écosystèmes qui ont pu

être adoptées par les différents auteurs, et des différences dans les méthodologies notamment en matière d'estimation de superficie. Or, définir et décrire clairement les écosystèmes est un premier pas essentiel pour les évaluations de la LRE. Compte tenu des données et des informations existantes, le schéma de classification des habitats de l'IUCN (version 3.1) a fourni un cadre de référence utile pour l'évaluation des écosystèmes marins et côtiers malgaches.

Ces derniers sont ainsi identifiés au sein des classes ci-après :

### 9 Marin néritique (Plateau continental submergé ou îles océaniques)

- 9.8 Récif corallien
- 9.9 Herbier marin (submergé)
- 9.10 Estuaire

### 12 Marin intertidal

- 12.7 Racines submergées des mangroves

### 13 Marin côtier/supralittoral

- 13.4 Lagunes côtières salées/saumâtres, lacs marins

## Délimitation des entités écologiques évalués dans la Liste rouge des écosystèmes de Madagascar

### Les écosystèmes terrestres et des zones humides continentales

La classification de la végétation élaborée pour cette étude inclut 4 principaux types phytosociologiques (forêt, forêts sèches et formations buissonnantes, fourrés et brousses, formation herbeuse) déclinés en

quatorze (14) grandes unités de végétation naturelles et/ou semi-naturelles, dont une unité agricole. Cette classification retient également 2 types de milieux humides. Ces différents types sont les suivants :



## 1. Forêts et formations forestières

- a. Forêts denses humides de l'Est
  - i. Forêts denses humides de basse altitude de l'Est ;
  - ii. Forêts denses humides de moyenne altitude de l'Est ;
  - iii. Forêts denses humides de haute altitude de l'Est et des Hautes Terres Centrales ;
- b. Forêts littorales de l'Est ;
- c. Forêts de Tapia ;
- d. Forêts humides de l'ouest ;
- e. Forêts subhumides de l'ouest ;
- f. Forêts azonales sur cuirasses ferrugineuses ;
- g. Forêts galeries ou rivulaires ;

## 2. Formations buissonnantes

- a. Forêts sèches de l'ouest ;
- b. Fourrés et forêts sèches épineuses sur sables roux et calcaires du sud et du sud-ouest ;

## 3. Brousses et fourrés

- a. Fourrés xérophiles du sud et du sud-ouest ;
- b. Brousses côtières du sud-ouest ;
- c. Brousses et fourrés éricoïdes des hauts plateaux

## 4. Formations herbeuses secondaires

- a. Formations herbeuses et buissonnantes secondaires de l'Est
- b. Formations herbeuses et boisées secondaires de l'ouest et des hauts plateaux
- c. Cultures et/ou formations végétales agricoles.

## 5. Cours d'eau

## 6. Plan d'eau et zones humides

Quelques écosystèmes spécifiques abritant certaines populations d'espèces autochtones et/ou endémiques, parfois même menacées, et qui ne sont pas répertoriés ni cartographiés sur l'Atlas de végétation de Madagascar, ont également été identifiés. Ont ainsi été individualisées les forêts galeries ou rivulaires, les forêts azonales de l'Est sur cuirasses ferrugineuses, la végétation saxicole des massifs rocheux des Hautes Terres Centrales, les eaux souterraines ou encore les inselbergs (massifs rocheux), dont la distribution spatiale est relativement restreinte. Les forêts denses humides de l'Est ont quant à elles été subdivisées en 3 unités définies en fonction de l'altitude. Enfin, le système Karstique des « Tsingy » a été individualisé comme un écosystème à part entière de par son originalité géologique, à une échelle physique différente des autres écosystèmes évalués. Certaines forêts et formations broussailleuses se développent ainsi au sein de ce système Karstique, qui s'étend sur une large partie de l'ouest de Madagascar.

Ainsi, en tenant compte des caractéristiques des paysages, des écosystèmes tropicaux et des formations végétales de Madagascar (Baron, 1889 ; Perrier de la Bâthie, 1921 ; Yangambi, 1956 ; Humbert & Cours Darne, 1965 ; Koehlin et al., 1974 ; Faramalala, 1995 ; White, 1983), ainsi que des observations effectuées par différents chercheurs nationaux et étrangers, 23 écosystèmes terrestres primaires et modifiés ont été définis dans le cadre de cette étude, pour l'élaboration de la Liste rouge des écosystèmes de Madagascar.

## Les écosystèmes marins et côtiers

Les écosystèmes marins et côtiers de Madagascar, évalués pour la première fois selon les critères A et B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'IUCN afin de déterminer leur niveau de menace, objet de ce rapport, sont :

- 1. les récifs coralliens
- 2. les mangroves
- 3. les herbiers de phanérogames marins
- 4. les estuaires et les deltas
- 5. les lagunes côtières

Ces types d'écosystèmes ont été évalués dans un premier temps à l'échelle nationale. Cependant, les tendances générales données par les résultats à cette échelle ne

traduisaient pas les connaissances des experts pour chacun des écosystèmes. Aussi, et après discussion avec l'équipe IUCN venue en appui au processus, les évaluations ont été partitionnées en unités écologiques plus réduites.

En particulier, les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers marins ont été subdivisés selon les 5 sous-régions biogéographiques marines identifiées dans WIOMER (2012) (Erreur : source de la référence non trouvée).



Les cinq sous-régions biogéographiques de Madagascar (WIOMER, 2012).







## Influences humaines sur la dynamique des écosystèmes et principales pressions

La dynamique des différents écosystèmes est influencée par les facteurs abiotiques et, selon la nature des espèces présentes, porte vers l'atteinte d'un stade « climacique » en état d'équilibre entre les dynamiques de successions végétales et les conditions du milieu. Cependant, les facteurs anthropiques ont fortement contribué au changement des aspects physiologiques, structuraux, floristiques, faunistiques et écologiques de certains de ces écosystèmes, en conséquence des différentes activités socio-économiques pratiquées : agriculture, élevage, exploitation forestière et minière, etc., suivies de l'installation progressive de différentes espèces invasives, à l'origine d'écosystèmes modifiés ou de végétations secondaires.

La Liste rouge des écosystèmes vise de plus à évaluer les changements de l'état de l'écosystème (distribution, variables abiotiques et biotiques) sur différentes périodes de temps (environ 1750, les 50 dernières années et les 50 prochaines années), par rapport à son état actuel à la date de l'évaluation. Par conséquent, considérer des écosystèmes en grande partie intacts dont l'état actuel serait dégradé, ou inversement des écosystèmes secondaires établis depuis longtemps

dans un état « d'équilibre dégradé », est l'un des principaux enjeux de l'évaluation des écosystèmes. Cela rend la caractérisation typologique difficile, en particulier dans des contextes où l'influence humaine a été exercée pendant plusieurs millénaires. Cependant, dans le cas de Madagascar, la plupart des dégradations des écosystèmes se sont produites au cours des derniers siècles et presque tous les écosystèmes évalués correspondent à des écosystèmes primaires.

Les principales formes de pressions et de menaces pesant sur les écosystèmes de Madagascar sont toutes liées aux activités humaines. Certaines de ces menaces anthropiques ont des impacts localisés mais immédiats, tandis que d'autres perturbations impliquant des changements mondiaux peuvent affecter tous les environnements à long terme. La nature interdépendante des écosystèmes signifie que ce qui perturbe un écosystème peut avoir des répercussions ou avoir des conséquences importantes sur les autres, en particulier lorsque nous examinons les relations entre les environnements terrestre et marin.

### Pratiques agricoles sur brûlis

L'agriculture sur brûlis, connue localement sous le nom de tavy, est une pratique particulièrement utilisée dans l'est de Madagascar. Elle consiste à couper la végétation (principalement des forêts), à la laisser sécher, à la brûler puis à mettre les terres en culture, principalement pour du riz, pendant quelques saisons. Outre un déclin progressif des forêts incapables de se régénérer par la suite, ces pratiques ont entraîné une augmentation de la fréquence et de l'intensité des incendies auxquels ces écosystèmes ne sont pas adaptés.

L'intensité et la fréquence des pratiques de tavy favorisent également l'érosion des sols et provoquent l'envasement des zones de marais, rendant leur utilisation pour la riziculture impossible. L'eau qui alimente ces marais est également de plus en plus prélevée avant son arrivée, suite à la construction de barrages ou canaux d'irrigation réels en amont (Chaperon et al., 1993; MBG, 2014). De plus, les alluvions transportées sont souvent sablonneuses et pauvres en nutriments, appauvrissant le sol de ces marais. Ce phénomène incite les agriculteurs à abandonner

leurs anciennes rizières pour défricher d'autres zones marécageuses (Elouard & Gibon, 2001). L'utilisation d'engrais chimiques dans la riziculture génère un apport excessif de nutriments et la colonisation des eaux libres par des espèces végétales envahissantes (par exemple *Eichhornia crassipes*, *Azolla* spp., *Pistia stratiotes*, *Salvinia molesta*, etc.) et favorise l'eutrophisation.

Dans la partie occidentale de l'île, ces mêmes techniques agricoles ancestrales sont appelées « hatsake » et consistent en une forme similaire de culture itinérante sur brûlis. Elles visent surtout la culture du maïs pour seulement deux ou trois cycles saisonniers et se sont très fortement accentuées depuis les années 1970-1980. Pratiqué principalement dans les forêts sèches, les bosquets et les savanes, le hatsake conduit à une végétation herbacée plus pauvre et dégradée. Cependant, certains écosystèmes de ces régions comprennent des espèces tolérantes aux feux récurrents, leur formation et leur entretien au fil du temps étant conditionnés par le passage fréquent des feux de brousse.





## Exploitation forestière et minière

Les forêts humides de Madagascar sont sujettes à la coupe de bois, à la production de charbon de bois et à l'exploitation minière. En effet, Madagascar abrite des exploitations minières artisanales et industrielles, légales et illégales, qui consistent généralement en la suppression totale du couvert végétal. Ces pratiques sont responsables à la fois de la destruction de la forêt, au niveau de la parcelle, et du changement de sa structure globale en créant des trouées dans le couvert forestier. Couplées au climat chaud et aux intenses régimes de précipitations, ces dégradations rendent la régénération difficile car la forêt dense et humide croît généralement sur un terrain irrégulier où elle protège les sols instables sur lesquels elle pousse. Ces dégradations provoquent également la disparition ou la raréfaction des espèces végétales et animales qui assurent le fonctionnement de ces écosystèmes. La réhabilitation l'état d'origine des forêts humides est quasiment impossible et un nouveau type de végétation peut ainsi remplacer la forêt intacte, les sols restants largement soumis à l'érosion.

Les populations locales qui vivent autour des forêts dépendent également, dans une large mesure, des ressources naturelles dans leur vie quotidienne. Cela comprend les produits forestiers pour la construction, la collecte de plantes médicinales, les fruits sauvages comestibles et les tubercules. L'exploitation forestière sélective crée également des ouvertures marquées dans la canopée et provoque des changements notables dans le fonctionnement de l'écosystème, y compris la colonisation d'espèces envahissantes. En effet, certaines espèces peuvent devenir envahissantes après une perturbation de l'habitat. Elles sont de deux types selon leur mode d'installation : 1) les plantes originaires de Madagascar et leur installation rapide après perturbation, comme le cas de *Psiadia altissima*, et 2) les plantes introduites qui s'installent rapidement et deviennent dominantes, comme le cas de *Lantana camara*. Ces différentes plantes envahissantes provoquent souvent la disparition d'espèces indigènes, la fragmentation et certains changements dans la structure de la forêt.

## Érosion des sols, sédimentation et pollution de l'eau

La sédimentation terrigène au niveau des écosystèmes marins et côtiers résulte de la déforestation des bassins versants et de l'agriculture en amont (Obura et al., 2011 ; Pierre, 2012, Hantanirina & Benbow, 2013). Les sédiments charriés par les eaux (de pluie, rivières...) vers l'aval se déposent et affectent estuaires, deltas, mangroves, herbiers et récifs coralliens. Ils induisent notamment une dégradation des récifs coralliens par étouffement, augmentation de la turbidité et diminution de la lumière (Gabrié et al., 2000). C'est une des causes majeures de la détérioration des récifs coralliens dans certaines régions de Madagascar.

Sables, limons et argiles constituent l'essentiel des charges sédimentaires véhiculées par les fleuves. Les investigations menées sur le Mangoky (Hervieu, 1966) donnent un aperçu de la granulométrie : les sables fins et le limons représentent plus des 2/3 de la charge. Les calculs de Salomon (1987) indiquent que les taux d'érosion des sols sont absolument énormes : entre 3.000 et 5.000 t/km<sup>2</sup>/an. Les quantités totales de sédiments transportées par les fleuves et données en millions de tonnes par an atteignent ainsi : 142 pour la Tsiribihina, 11 pour la Morondava, 98 pour le Mangoky, 9 pour le Fiheranana et 17 pour l'Onilahy. Le plus

fort tonnage est certainement celui de la Betsiboka, exutoire du plus grand fleuve de Madagascar, où les pertes sur son bassin versant sont estimées à 35 km<sup>3</sup>/an (Vörösmarty et al., 1998). Les quantités de sols érodés représentent ainsi entre 250 t et 400 t/ha/an, ce qui constitue l'un des records mondiaux d'érosion. Par comparaison, le taux moyen pour les sols forestiers de Côte d'Ivoire est de 0,03 t/ha/an.

La pollution domestique, agricole et industrielle cause également divers types de nuisances aux écosystèmes marins, en particulier dans les zones de concentration urbaine et à proximité des zones portuaires car l'enrichissement artificiel des eaux côtières en nutriments favorise l'eutrophisation, défavorable à la biodiversité marine et côtière indigène. La prolifération de petites exploitations minières sauvages le long des rivières expose également les écosystèmes marins et côtiers en aval à des perturbations intenses. Les pollutions, notamment les rejets accidentels d'hydrocarbures, ne sont pas non plus négligeables dans certaines parties côtières de Madagascar (Est, Sud et Sud-Est).



## Développement côtier et exploitation des ressources biologiques marines

---

L'installation humaine en zone littorale ainsi que le développement côtier vouent les mangroves et les récifs coralliens à une dégradation certaine (zones résidentielles ou économiques). Ce sont des menaces majeures qui ne cessent de s'intensifier, conduisant à une forte dégradation des écosystèmes et de leurs fonctions écologiques. L'urbanisation côtière et le développement côtier (ports, aéroports, routes, remblais récupérés sur la mer) génèrent en outre des rejets importants de sédiments qui étouffent les milieux environnants.

De fortes pressions d'exploitation s'exercent également sur les écosystèmes marins et côtiers, à des fins économiques (bois, crustacés, poissons, etc.),

portant principalement sur les produits en forte demande comme les crabes.

La pêche du Crabe de mangrove (*Scylla serrate*) a par exemple plus que quadruplé depuis 1985, et même si le potentiel pourrait être sous-utilisé au niveau national, les zones les plus facilement accessibles donnent les premiers signes de surexploitation et de diminution importante des stocks (Zbigniew Kasprzyk, 2012). De plus, les efforts déployés pour protéger les écosystèmes forestiers terrestres ont parfois pour effet d'augmenter la pression sur les ressources marines et côtières (ressources halieutiques, mangroves, voire espèces protégées comme le corail noir).

## Changement climatique

---

Les expressions actuelles du changement climatique sont les schémas de précipitations hors de la phénologie saisonnière classique, les phénomènes climatiques extrêmes (cyclones et vents) et l'élévation du niveau de la mer.

Les cyclones et les phénomènes extrêmes sont cependant des événements naturels dans la région et, à une fréquence raisonnable, ils jouent un rôle clé dans la construction des récifs coralliens.

Cependant, l'augmentation observée de la fréquence et de l'intensité des houles, ainsi que la forte sédimentation terrigène à l'embouchure des rivières combinée à l'augmentation de l'érosion terrestre, sont responsables de la destruction massive des récifs

coralliens. L'effet de la sédimentation est en effet clairement démontré sur le platier récifal submergé d'Antrema : la sédimentation était particulièrement importante en 2004-2005 lorsque Madagascar a connu de nombreux cyclones, contribuant au déclin des récifs cette année-là (Obura et al., 2017).

L'augmentation de la température moyenne des océans endommage également les récifs coralliens. La couverture de corail vivant a en effet montré une diminution progressive de 1998 à aujourd'hui, de 50 % en moyenne à 30 % après chaque événement majeur de blanchissement en 1998, 2002, 2012 et 2016, l'un des événements de blanchiment coralliens les plus importants (Obura et al., 2017).



## Dynamiques spatiales des écosystèmes à Madagascar

### Une dynamique fortement régressive

Sur les 36 écosystèmes qui ont été évalués au cours de ce travail d'application partielle de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, 16 écosystèmes ont été évalués comme menacés (VU, EN, CR), 1 écosystème est évalué Quasi-menacé (NT), et seuls 2 écosystèmes sont classés Préoccupation-Mineure (LC). Par ailleurs, 15 écosystèmes n'ont pu être évalués faute de données disponibles (DD).

Ces évaluations révèlent ainsi que la quasi-totalité des écosystèmes forestiers de Madagascar ont connu une régression de leur distribution par le passé et subissent encore aujourd'hui de fortes pressions, principalement du fait de leur conversion en zones agricoles. Les forêts sempervirentes de l'Est de Madagascar et en particulier les forêts littorales et les forêts denses de haute altitude, ont surtout très fortement régressé au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, même si un regain de déforestation a pu être constaté ces dernières années (Green & Sussman, 1990 ; ONE et al., 2013, Rakotomalala et al., 2015). Mais ce sont dorénavant les forêts sèches, fourrés et brousses littorales de l'ouest et du sud-ouest qui subissent les plus forts taux de régression.

Les différents écosystèmes des forêts humides de l'Est sont ainsi tous évalués comme menacés (VU et EN) ou quasi-menacés (NT) de par leur régression historique, alors que les Forêts sèches de l'ouest, les Fourrés et forêts sèches épineuses sur sables roux et calcaires du sud et du sud-ouest et les Brousses littorales du

Sud-Ouest sont évalués En Danger (EN) pour leur régression en cours. Ce déplacement des foyers de déforestation est corroboré par les plus récentes publications, (Yesuf et al., 2019).

L'écosystème forestier le plus menacé correspond à de très rares forêts humides situées au cœur des régions sèches de l'Ouest et en proie à des incendies récurrents d'origine agricole. Les experts malgaches s'accordent également sur le probable très haut niveau de menace des forêts riveraines des cours d'eau, pourtant pas assez documentés pour être scientifiquement évalués. L'ensemble des écosystèmes de zones humides n'a également pu être évalué, la plupart des dégradations qu'ils subissent affectant plutôt leur état écologique que leur distribution spatiale.

Les récifs coralliens frangeants des côtes Est sont également fortement menacés (En Danger, EN), impactés par le réchauffement des eaux marines qui entraîne leur blanchiment massif. L'ensemble des récifs de l'Ouest, également évalués En Danger (EN), sont quant à eux menacés par la très importante augmentation de la turbidité des eaux côtières au cours des dernières décennies, de par l'effet de l'érosion massive des sols entraînée par la déforestation (Obura et al., 2017). Les mangroves des côtes Ouest de Madagascar, qui représente plus de 50 % des mangroves du pays, figurent également parmi les écosystèmes les plus menacés de Madagascar de par les projections de leur régression à l'horizon 2050.

### Quels enseignements pour les milieux terrestres ?

Il est nécessaire de formuler une discussion critique de la portée géographique des travaux d'étude, en soulignant les variations de la vulnérabilité des écosystèmes similaires en fonction de leur localisation et de la typologie des écosystèmes évalués, ainsi que de l'éventuelle reconnaissance des sous-types d'écosystèmes qui pourrait aider à produire des observations plus pertinentes et sensibles. Les lacunes et les incertitudes dans les données et les cartes de distribution doivent également être mentionnées.

La Liste rouge des écosystèmes de Madagascar fournit des informations quant à la vulnérabilité des écosystèmes terrestres et des zones humides d'eau douce, sur la base des meilleures données disponibles et via l'utilisation d'un ensemble cohérent de critères d'évaluation.

Globalement, la déclinaison de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN à Madagascar fournit de nombreuses informations supplémentaires sur la classification et la description des écosystèmes





malgaches, notamment sur leur distribution biogéographique, sur les pressions et les menaces qui pèsent sur eux, leur état et les tendances éventuelles de leurs évolutions ainsi que les moyens pour leur conservation et les opportunités de restauration de ceux qui apparaissent menacés. L'élaboration de modèles conceptuels représentant le fonctionnement écologique des écosystèmes est également un élément majeur de vulgarisation.

Les informations fournies peuvent être utilisées pour les politiques du gouvernement malgache relatives à la conservation de la nature, en relation avec les objectifs de la Stratégie de Madagascar sur la biodiversité d'ici 2025. D'autres applications comprennent la revitalisation de la classification des habitats et types de végétation ou encore la synergie avec d'autres projets de conservation et/ou projets sectoriels.

Parmi ces écosystèmes, les plus vulnérables et les plus exposés aux pressions et menaces les plus intenses (catégories EN, CR et VU) correspondent aux forêts de l'Est de Madagascar, notamment les forêts littorales, ainsi que les forêts humides de basse et hautes altitudes. Cependant, et malgré les fortes pressions connues sur les écosystèmes malgaches, de nombreux efforts restent à fournir pour mettre en place des systèmes d'information performants et collecter des données précises quant à l'impact de ces pressions sur les écosystèmes, et ce afin d'appliquer de manière robuste les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Ainsi, les statuts et catégories attribués aux différents habitats étudiés et évalués pourront évoluer si les données et les informations fournies sont d'avantage détaillées et cohérentes.

## Et pour les milieux marins et côtiers ?

---

Une liste rouge des écosystèmes représente une estimation du risque de leur disparition sur la zone couverte par l'évaluation, et où la disparition correspond à un état où le fonctionnement de l'écosystème est altéré au point qu'il ne peut maintenir ses espèces caractéristiques. Cette compilation de données réalisée à Madagascar a pour objectif d'améliorer et de disséminer les connaissances sur l'état de ces écosystèmes, afin d'orienter les interventions dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie et des plans d'actions nationaux sur la biodiversité.

Cependant, les écosystèmes marins et côtiers sont plus susceptibles de subir une modification de leur fonctionnement (modification des paramètres physiques et/ou modification des relations entre les espèces), plutôt que des pertes de superficie par transformation directe, celle-ci étant plutôt le résultat à long terme de leur modification. Ainsi, l'application des seuls critères A et B de la Liste rouge des écosystèmes ne fournit pas les résultats les plus probants. Les critères C et D ont donc également été

appliqués dans la mesure du possible et en fonction des données disponibles.

Ces évaluations pour l'établissement de la Liste Rouge des écosystèmes de Madagascar ont été réalisées par les experts nationaux et furent basées sur les informations en leur possession, ainsi que sur la confrontation avec les différentes sources de données concernant leurs superficies respectives, les inventaires, etc. disponibles dans la littérature ou en ligne et accessible. Les résultats de ces évaluations, les premiers du genre, montrent ainsi que la dégradation de ces écosystèmes marins est plus marquée dans le Sud-ouest de Madagascar qu'au Nord-est de l'île. Le milieu marin et côtier reste cependant en général très peu connu à Madagascar et, de ce fait, ces écosystèmes sont très peu considérés sur bien des domaines (scientifique, financier ...) et à tous les niveaux, notamment dans la prise de décision. Ces évaluations devraient en particulier supporter l'engagement de Madagascar à quintupler l'étendue couverte par ses aires marines protégées.





## Sources de données et d'informations

---

Les données nationales ont été collectées et recueillies auprès des représentants des experts ayant travaillé à l'échelle nationale concernant le contexte écologique, les tendances qualitatives et quantitatives (au cours des 50 dernières années), les tendances à long terme (passé) et futures lorsque cela est possible, les pressions et les menaces en jeu, les mesures de conservation adoptées ou d'autres sources de données et d'informations pertinentes.

Pour l'évaluation des écosystèmes terrestres et d'eau douce, 25 experts nationaux ont constitué un « Comité d'experts », pour rassembler et analyser ces données couvrant les quatre biomes de Madagascar et leurs écosystèmes respectifs, pour leur évaluation. Ainsi, toutes les informations disponibles sur les écosystèmes présents dans le pays ont été regroupées, constituant les données de base pour l'évaluation selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes.

Les récifs coralliens, les herbiers marins et les mangroves sont des écosystèmes très bien identifiables et bénéficiant d'une robuste description écologique. En revanche, la dissociation entre estuaires et deltas n'est pas vraiment appropriée dans le cas de la côte Ouest de Madagascar (Hervieu, 1966). De surcroît, les estuaires et les deltas sur ces côtes sont également colonisés au fur et à mesure par les mangroves. Cette superposition d'écosystèmes rend difficile leur individualisation pour l'évaluation.

Pour le cas du littoral Est, les forts courants marins, les houles et les vagues engendrées par les Alizés ont favorisé l'établissement d'un chapelet de lagunes côtières dont les exutoires vers la mer ne s'ouvrent que

très épisodiquement. Ce réseau de lagune constitue un écosystème qui a pu être individualisé des estuaires et deltas. De plus, la topographie des littoraux orientaux, étroits et à pente relativement abrupte, a limité l'envergure des estuaires et ne favorise guère la formation de delta. Dans ces conditions, les estuaires et les deltas de la Côte Ouest ne peuvent être associés aux lagunes et petits estuaires de la côte Est.

Les données sur les superficies sont le plus souvent fournies à l'échelle nationale, quand elles existent. Par ailleurs, les méthodologies utilisées pour réaliser ces estimations ne sont pas toujours claires, outre certaines confusions et divergences dans la définition des écosystèmes en question. Dans le meilleur des cas, les informations les plus récentes donnent plus de détails spatiaux, sans références antérieures. Les méthodes satellitaires actuelles d'évaluation de superficie, à l'instar de Landsat, permettront de disposer d'informations spatio-temporelles pour appréhender l'évaluation de la distribution des écosystèmes, en référence au critère A (changements de superficie) à des échelles plus petites.

Dans ce contexte, seules les données sur les mangroves ont permis une évaluation par rapport aux changements de superficie. Plusieurs auteurs ont avancé des chiffres différents à des périodes différentes, ou même aux mêmes périodes. Une série de valeurs à l'échelle nationale acquises selon la même méthode est disponible mais ne peut convenir qu'à une évaluation nationale. Les séries spatio-temporelles acquises à posteriori, à l'aide de Landsat, a permis cette évaluation.



## Tableaux synthétiques

**Tableau 1 : Synthèse des évaluations pour les écosystèmes terrestres de Madagascar.**

N°	Ecosystème	Principale menace et observations	Catégorie de menace attribuée
1	Forêts littorales de L'Est	Ces forêts ont très fortement régressé au cours des 50 dernières années (A1).	EN
2	Forêts denses humides de basse altitude de l'Est	Ces forêts ont fortement régressé au cours des 50 dernières années (A1), bien qu'il soit possible que ce déclin soit plus important encore à l'échelle du siècle dernier.	VU
3	Forêts denses humides de moyenne altitude de l'Est	S'il est possible que le déclin de ces forêts soit relativement important à l'échelle des dernières décennies, ces forêts sont principalement menacées par leur déclin en cours constaté et estimé sur la période 2005-2055 (A2b).	NT
4	Forêts denses humides de haute altitude de l'Est et des Hautes Terres Centrales	Ces forêts ont très fortement régressé, que ce soit au cours des siècles derniers (A3) ou au cours des 50 dernières années (A1).	EN
5	Forêts azonales de l'Est sur cuirasses ferrugineuses	Ces forêts présentent une distribution restreinte et sont soumises à la forte menace que représente l'exploitation minière (B1b).	EN
6	Forêts humides de l'Ouest	Ces forêts ont une distribution très restreinte et présentent un déclin continu provoqué par les incendies répétitifs (B1a).	CR
7	Forêts subhumides de l'Ouest	Ces forêts sont probablement menacées, aucune donnée ne permet cependant d'évaluer leur vulnérabilité.	DD
8	Forêts galeries ou rivulaires	Ces forêts sont sans aucun doute très fortement menacées, mais aucune donnée quantifiée ne permet d'évaluer leur vulnérabilité.	DD
9	Forêts de Tapia	Ces forêts sont très menacées de par leur importante régression historique (A3).	EN
10	Forêts sèches de l'Ouest	Les données analysées estiment que ces forêts présentent, sur la période 1975-2025, une très importante réduction de leur distribution (A2b).	EN
11	Fourrés et forêts sèches épineuses sur sables roux et calcaires du Sud et du Sud-Ouest	Ces forêts montrent une forte régression sur la période 1975-2025 (A2b).	EN
12	Fourrés xérophiles du Sud et du Sud-Ouest	Cet écosystème est sous la menace de l'intensification des pratiques agricoles sur brûlis mais les données sont insuffisantes concernant leurs impacts.	DD
13	Brousses littorales du Sud-Ouest	Les brousses littorales ont une distribution très restreinte et présentent un déclin continu du fait des activités anthropiques de mise en culture et d'exploitation (B1a). Elles sont ainsi en déclin.	EN
14	Brousses et fourrés éricoides	Cet écosystème est peu étudié mais semble ne pas être confronté à d'importantes menaces.	LC
15	« Roranga » ou formations herbeuses secondaires de l'Est	Les incertitudes concernant le rythme de dégradation de ces formations secondaires, déjà issues d'une dégradation des milieux naturels forestiers de l'Est de l'île ne permet pas d'évaluer leur vulnérabilité.	DD
16	Savanes de l'Ouest et des Hautes Terres Centrales	Les incertitudes concernant leur risque d'effondrement vers des « pseudo-steppes » et/ou zones plus ou moins dénudées et désertiques ne permettent pas d'évaluer cet écosystème.	DD
17	Système Karstique, massif des « Tsingy »	La dégradation environnementale en cours et estimée à l'avenir, ainsi que la perturbation actuellement constatée de son fonctionnement écologique en font un écosystème menacé (C2b / D2b).	VU
18	Végétation Saxicole	Malgré une pression anthropique accrue ces dernières 25 ans, aucune donnée ne permet d'évaluer cet écosystème.	DD
19	Inselberg	Non Evalué (NE).	NE



**Tableau 2 : Synthèse des évaluations pour les écosystèmes des zones humides continentales de Madagascar.**

N°	Ecosystème	Principale menace et observations	Catégorie de menace attribuée
1	Eaux souterraines	Cet écosystème est menacé par la pollution, la déforestation (érosion, ensablement et envasement), les changements climatiques (assèchement des poches d'eau, augmentation de la température), l'exploitation minière ou encore la divagation du bétail, mais aucune donnée ne permet d'évaluer sa vulnérabilité à l'échelle de Madagascar.	DD
2	Cours d'eau (Fleuves, Rivières et Ruisseaux)	La dégradation de la qualité des eaux de surfaces est principalement constatée sur le plan physique, caractérisée par la présence de fortes teneurs en particules argilo-sableuses d'origine latéritique, due à l'érosion de lits de cours d'eau et bassins versants et donnant cette particularité de couleur rouge à l'eau dans la grande majorité des cours d'eau du pays.	DD
3	Lacs et Etangs	L'ichtyofaunes de ces écosystèmes est très riche et souvent endémique, mais actuellement très menacée par dominés les espèces introduites et exotiques. Cependant, malgré leur valeur écosystémique très importante, ces écosystèmes sont encore très peu étudiés à Madagascar.	DD
4	Marais d'eau douce	Ces écosystèmes connaissent des phénomènes de rétrécissement en superficie et de diminution de profondeur dus à des actions anthropiques (déforestation, défrichement de végétation, ensablement et feux de brousse), mais aucune donnée quantifiée ne permet de renseigner la méthodologie UICN.	DD

**Tableau 3 : Synthèse des évaluations pour les écosystèmes marins et côtiers.**

N°	Type	Catégories ou Statut proposé	Critères déterminants
1	Les récifs coralliens du Nord-Est de Madagascar	LC	
2	Les récifs coralliens de l'Est de Madagascar	EN	B1
3	Les récifs coralliens du Sud de Madagascar	DD	
4	Les récifs coralliens du Sud-Ouest et de l'Ouest de Madagascar	EN	D2
5	Les récifs coralliens du Nord-Ouest de Madagascar	VU	B1
6	Les herbiers marins des côtes Nord-est de Madagascar	DD	
7	Les herbiers marins des côtes Nord-ouest de Madagascar	VU	B1
8	Les herbiers marins des côtes Sud-ouest de Madagascar	DD	
9	Les herbiers marins des côtes Est de Madagascar	DD	
10	Les mangroves de la côte Nord-Ouest de Madagascar	VU	A2
11	Les mangroves de la côte Ouest de Madagascar	EN	A2
12	Les estuaires et deltas de la côte Ouest de Madagascar	DD	
13	Le système lagunaire du littoral de Madagascar	DD	



# UNE PREMIÈRE QUANTIFICATION DU RISQUE D'EFFONDREMENT DES ÉCOSYSTÈMES DE MADAGASCAR

## Forêts et formations forestières

### Forêts littorales de l'Est

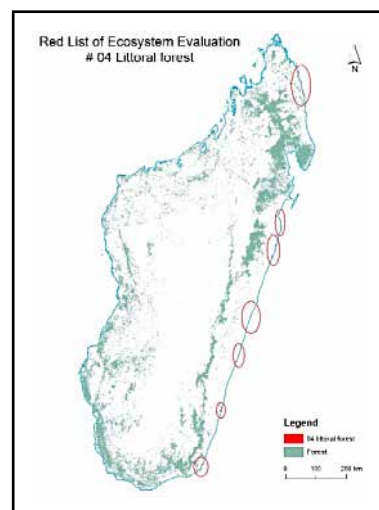
Les forêts littorales se trouvent le long de la côte Est de Madagascar, entre 0 et 50 m d'altitude, allant d'Antsiranana (13° 00 S) jusqu'à Taolagnaro (25° 00S). Leur superficie actuelle est estimée à 293 km<sup>2</sup>. Ces forêts peuvent présenter deux sous-types de végétation selon le type de sol : une forêt sur sable et une forêt marécageuse. Ces forêts abritent près de 13 % des espèces de plantes indigènes de Madagascar (environ 1500 espèces), dont environ 380 espèces ne sont rencontrées que dans cet écosystème.

Les forêts littorales de Madagascar sont actuellement très fragmentées et représentées par quelques centaines de petits fragments seulement, sur un total de 29.294 ha. Elles poussent sur un sol fragile mais jouent plusieurs rôles : elles protègent le sol contre l'érosion par les vagues ou le vent, fournissent de l'humus qui rend la terre fertile pour les espèces végétales qui s'y trouvent, bien qu'il soit peu épais, et fournissent également de la nourriture pour les espèces animales qui y vivent.

Les forêts littorales se rencontrent souvent non loin des villages et

hameaux. Auparavant, ces forêts ne constituaient qu'une source de bois de chauffe et de construction pour les villageois qui dépendent des ressources naturelles mais, devant la démographie croissante, elles deviennent plus menacées à cause des multiples utilisations comme le bois d'œuvre, bois de chauffe, culture sur brûlis ou encore la chasse. De plus, le sol des forêts littorales est souvent riche en minerais tels que l'ilménite et le Zircon. De ce fait, il existe des exploitations artisanales ou industrielles, licites ou illicites, effectuées par certaines sociétés comme Rio Tinto - Quit Madagascar Minerals (QMM) ou Mainland Mining Ltd. Les exploitations minières consistent en général à détruire totalement la forêt et provoquent, sinon la disparition de la parcelle de forêt, du moins la fragmentation des massifs.

En plus des menaces d'origine anthropiques, la forêt littorale est également exposée aux effets des changements climatiques, notamment aux cyclones d'intensités croissantes ou à l'augmentation du niveau de la mer. Les perturbations de l'écosystème



© Rasolohery Andriambolantsoa.

et des changements de sa structure favorisent l'installation des espèces invasives, qui pourraient provoquer la disparition des espèces les moins compétitives. L'espèce invasive la plus fréquente dans la forêt littorale est *Melaleuca quinquenervia*.

L'écosystème « Forêts littorales de l'Est » est évalué **En Danger (EN)** à Madagascar, selon les critères A & B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par sa régression constatée au cours des 50 dernières années.

### Forêts denses humides de basse altitude de l'Est

Les forêts humides de basse altitude s'étendent du Nord au Sud de la côte Est de Madagascar, entre 0 et 800 m d'altitude, depuis le District de Vohémar jusqu'au District de Fort Dauphin, en incluant une partie du Sambirano. Leur superficie est

estimée à 14.950 km<sup>2</sup>, dont 39 % se trouverait dans les aires protégées. Ces forêts se développent sur des sols latéritiques humifères reposant sur de socle cristallin (igné et métamorphique) et sont soumises à de fortes pluviométries

durant presque toute l'année (entre 1500 et 2400 mm/an). On recense entre 250 et 500 espèces végétales suivant les stations écologiques dont plus de 80 % sont endémiques de Madagascar, ainsi que 7 espèces de lémuriens parmi celles évalués

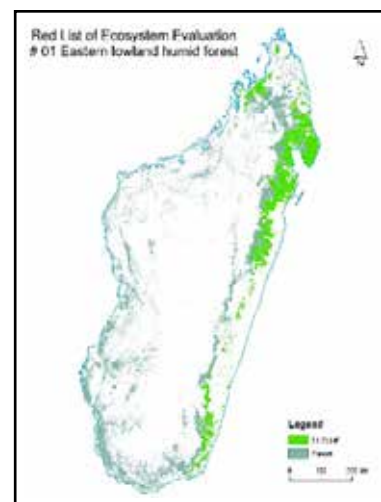


comme menacées d'extinction selon la Liste rouge des espèces menacées de l'UICN.

Les forêts humides de l'Est de Madagascar ont des fonctions écologiques très importantes, notamment dans la protection des bassins versant et la prévention de l'érosion de sols, ainsi qu'une importante capacité de séquestration de carbone. Elles sont cependant très menacées par la progression des cultures de rentes réalisées sur brûlis et leur exploitation pour diverses ressources, qu'elles soient minières ou biologiques (bois précieux, faune, etc.).

Les déforestations et défrichements, les coupes sélectives de bois, l'exploitation minière ou encore le braconnage sont ainsi responsables d'un fort déclin de ces forêts, estimé à plus de 35 % depuis les années 1970. L'écosystème « Forêts denses humides de basse altitude de l'Est » est évalué **Vulnérable (VU)** à Madagascar, selon les critères A & B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par sa régression constatée au cours des 50 dernières années. Cependant, ce déclin est probablement bien plus important encore à l'échelle du siècle dernier, même s'il a pu être surestimé dans la littérature via des

études se référant à la végétation potentielle de Madagascar.



© Rasolohery Andriambolantsoa.

## Forêts denses humides de moyenne altitude de l'Est

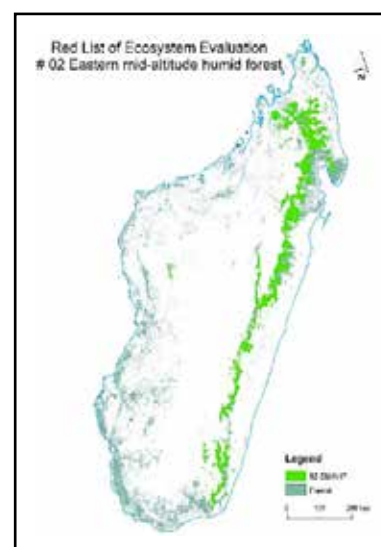
Les forêts humides de moyenne altitude s'étendent du Nord au Sud de la côte Est de Madagascar, entre 800 et 1.200 m d'altitude, depuis le District de Vohémar jusqu'au District de Fort Dauphin en incluant une partie du Sambirano. Leur superficie est estimée à 26 000 km<sup>2</sup>, dont près de 60 % se trouverait au sein de 44 aires protégées différentes.

Comme les forêts de basse altitude, ces forêts se développent sur des sols latéritiques humifères reposant sur de socle cristallin (igné et métamorphique) et sont soumises à de fortes pluviométries durant presque toute l'année (entre 1.500 et 2.400 mm / an). La hauteur des arbres dominants diminue cependant avec l'altitude, tandis que la flore épiphyte est de plus en plus développée. Ces forêts humides de moyenne altitude hébergent 11 espèces de lémuriens dont 8 sont menacées d'extinction selon la

Liste rouge des espèces menacées de l'UICN, notamment *Indri indri* (En Danger), *Propithecus diadema* (En Danger) et *Varecia variegata* (En Danger Critique), pour lesquels cet écosystème abrite plus de 70 % de la population mondiale. On observe également dans ces forêts près de 130 espèces de reptiles et amphibiens dont plusieurs inféodées à cet écosystème.

Les principales menaces auxquelles sont confronté ces forêts sont le défrichement pour l'agriculture, les coupes illégales et la chasse. Si ces forêts ont sans doute très fortement régressé par le passé, il existe peu de données historiques pour documenter cette régression. Ainsi, l'écosystème « Forêts denses humides de moyenne altitude de l'Est » est évalué **Quasi Menacé (NT)** à Madagascar, selon les critères A & B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN,

de par sa régression en cours et estimée sur la période 2005-2055. Il est cependant fortement possible que ce déclin soit plus important encore à l'échelle des dernières décennies.



© Rasolohery Andriambolantsoa.



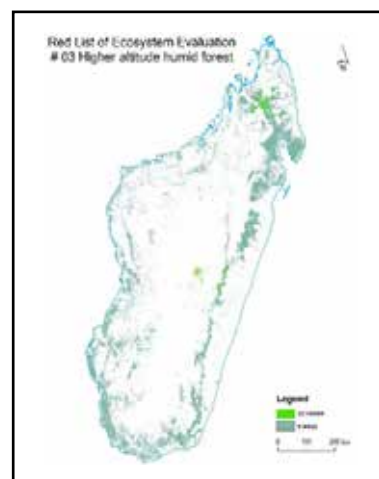
## Forêts denses humides de haute altitude de l'Est et des Hautes Terres Centrales

Les forêts denses humides de haute altitude de l'Est et des Hautes Terres Centrales de Madagascar se trouvent sur les versants Est et les crêtes dorsales de Madagascar. Elles se situent entre 1.200 et 2.000 m et s'étendent aujourd'hui sur 3.192 km<sup>2</sup>. Ce sont des forêts sempervirentes plus ou moins sclérophylles, pluristratifiées à basses futaies, dont la hauteur varie en général entre 8 et 12 m. Elles sont riches en lichens mais les autres épiphytes, telles que les ptéridophytes, les bryophytes, les orchidées et les champignons sont moins abondants qu'à plus basse altitude. Les zones d'altitudes élevées où se développent cet écosystème se caractérisent par une succession de collines, de vallées et de différentes unités topographiques telles que sommets, versants, replats, crêtes et bas-fonds.

Les forêts humides de haute altitude sont des forêts primaires

et, parce qu'elles se développent généralement sur des terrains accidentés et qu'elles protègent des sols instables, toute destruction est irréversible. La forêt ne peut pas revenir à un état initial et perd à jamais ses fonctions écologiques. Elle évolue alors vers des forêts secondaires, des formations herbeuses à espèces graminéennes ou des plantations, où les sols sont alors très largement soumis aux phénomènes d'érosion.

Les principales menaces auxquelles sont confronté ces forêts sont les feux de végétation en saison sèche, mais surtout les activités des populations locales. En effet, les ouvertures créées par la coupe de bois comme les incendies de renouvellement de pâturages qui touchent les lisières forestières perturbent le fonctionnement de l'écosystème, favorisent la progression d'espèces invasives et entraînent un processus de



© Rasolohery Andriambolantsoa.

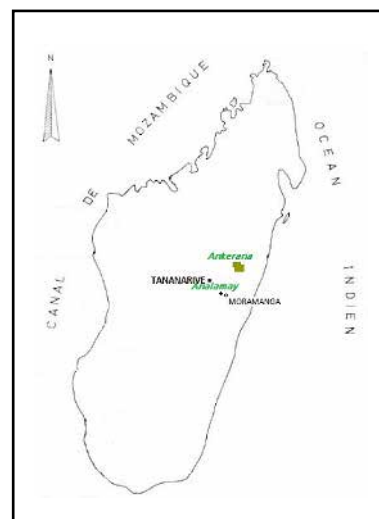
dégradation et d'érosion des sols. L'écosystème « Forêts denses humides de haute altitude de l'Est et des Hautes Terres Centrales » est évalué **En Danger (EN)** à Madagascar, Selon les critères A & B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par son importante régression historique et récente.

## Forêts azonales de l'Est sur cuirasses ferrugineuses

Les forêts azonales sur cuirasses ferrugineuses de Madagascar ont une distribution restreinte et ne sont présentes que sur 2 sites : Analamay (Région d'Alaotra-Mangoro) et Ankerana (Région d'Atsinanana), pour une superficie respectivement de 6.800 ha et 1.380 ha. Ces forêts présentent une végétation en partie rabougrie et sclérophylle qui ne sont pas caractéristiques du climat humide de l'Est de Madagascar. Elles doivent en effet leur existence à des sols ferralitiques comprenant des blocs et des dalles de cuirasse ferrugineuse plus ou

moins compacte, résistant à l'effet d'érosion et limitant l'infiltration de l'eau. Ces forêts azonales sont riches en orchidées épiphytes et renferment en partie des espèces floristiques similaires au domaine central de Madagascar.

Le principal facteur de vulnérabilité de cet écosystème, depuis une quinzaine d'années, est le décapage du substrat par l'exploitation à ciel ouvert des sols ferralitiques riches en Nickel, Cobalt et autres minéraux. Ce décapage entraîne une modification du profil pédologique et détruit



© Rasolohery Andriambolantsoa.





les communautés floristiques et faunistiques autochtones, parfois endémiques.

De plus, l'apport technique de la restauration écologique après exploitation ne pourrait reconstituer qu'un nouveau type de végétation forestière en équilibre avec les nouvelles conditions générales existantes, car il serait difficile ou presque

impossible de remettre en place le substrat de cuirasse ferrugineuse et/ou ferralitique responsable du caractère azonale de ces forêts. Même si des études, des suivis et de l'évaluation écologique de ces forêts ont été déjà faits par l'équipe scientifique de l'environnement de la société minière par le passé, il est encore nécessaire de les renforcer pour atténuer les menaces qui

pèsent sur ces écosystèmes et leurs services écosystémiques.

L'écosystème « Forêts azonales de l'Est » est évalué **En Danger (EN)** à Madagascar, selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par sa distribution restreinte et la forte menace que représente l'exploitation minière.

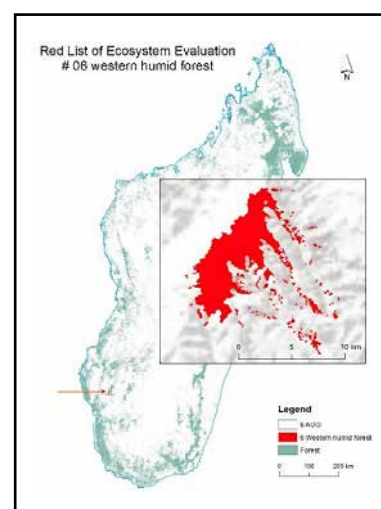
## Forêts humides de l'Ouest

Cet écosystème correspond à une très faible superficie de forêts au sein du biome « sec » de l'Ouest de Madagascar. La présence de ces forêts humides est liée à l'existence d'un effet Foehn inverse très local provoquant d'importantes précipitations. D'une superficie estimée à 4 487 ha au sein du district de Sakaraha, ces forêts humides sempervirentes comprennent un certain nombre d'espèces de flore endémiques locales.

Ces forêts sont fortement menacées par les feux de forêts, pratiqués pour

l'agriculture et le pâturage. En effet, si seuls 600 ha de peuplements auraient été perdus depuis 1975, les feux touchent chaque année les lisières de ce massif forestier sur un front continu, à flanc de montagne.

D'une Zone d'occurrence de 158 km<sup>2</sup> seulement, l'écosystème « Forêts humides de l'Ouest » est évalué **En Danger Critique (CR)** à Madagascar, selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par sa distribution très restreinte et le déclin continu provoqué par les incendies répétés.



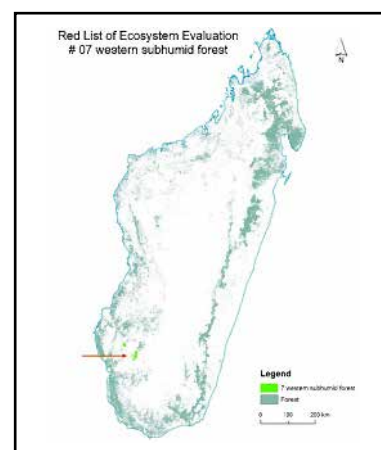
© Rasolohery Andriambolantsoa.

## Forêts subhumides de l'Ouest

Au nord des forêts humides de l'Ouest se trouvent environ 43.000 ha de forêts sèches semi-caducifoliées, sous un climat subhumide (600 – 1 200 mm an). Ces formations sont ripicoles et dominées par *Abrahamia* et *Syzygium* se développent sur des substrats calcaires et de grès, sur des sols sableux et acides.

Très peu connues, les principales menaces pesant sur ces forêts sont les feux de forêts pour l'agriculture

et le pâturage, les coupes sélectives et la collecte illicite de plantes horticoles, le braconnage et l'exploitation minière. En l'absence de données quantifiées ou fiables, cet écosystème est évalué **Données Insuffisantes (DD)** à Madagascar, selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.



© Rasolohery Andriambolantsoa.



## Forêts galeries ou rivulaires

Les forêts galeries, forêts rivulaires ou ripisylves correspondent à l'ensemble des formations ligneuses et/ou boisées présentes sur les rives d'un cours d'eau (fleuve, rivière, ruisseau), y compris les endroits alluvionnaires submergés et inondables à l'étiage. Ce type de forêt s'observe dans les différentes régions de quatre biomes de Madagascar, entre 50 et 1.700m d'altitude, mais elles sont cependant plus développées sur les versants nord-ouest et ouest ainsi qu'au sud-ouest de Madagascar, en dessous de 300m d'altitude.

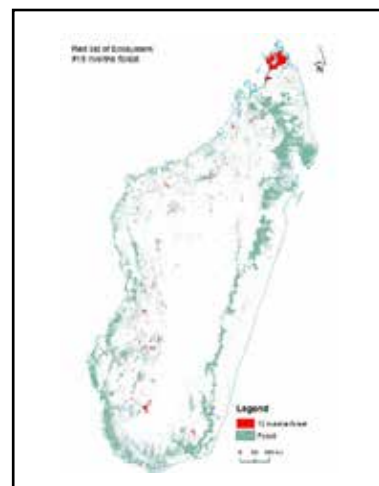
Il s'agit d'une végétation forestière bordant les cours d'eau dont l'existence est conditionnée par le caractère humide et alluvionnaire des sols. Les grands arbres qui forment la canopée sont des espèces à feuilles caduques, tandis que les arbres et arbustes des strates intermédiaires sont des espèces à feuilles persistantes.

De ce fait, on y observe à la fois la flore des régions sèches (*Adansonia* spp., *Gyrocarpus americanus*, *Givotia madagascariensis*, *Tamarindus indica*, *Pithecellobium dulce*, *Ficus* spp., *Commiphora* spp., *Alchornea* spp., *Acacia* spp., etc.) et des régions humides (*Mammea* spp., *Garcinia verrucosa*, *Syzygium* spp., *Dalbergia* spp., *Diospyros* spp., *Cynometra* spp., *Canarium* spp., *Euphorbia*

*turricalli*, etc.). Cet écosystème abrite plusieurs espèces de flore (plantes terrestres et aquatiques) et de faune (en particulier, les poissons, les reptiles et amphibiens, les lémuriens et les oiseaux) autochtones et endémiques.

Les ripisylves jouent un rôle écologique important. En particulier, elles offrent des habitats naturels spécifiques (« écotones »), variant selon l'altitude et l'importance du cours d'eau (du ruisseau ou torrent de montagne jusqu'à l'estuaire et parfois les mangroves). Elles forment parfois des bandes forestières assurant le rôle de corridor biologique, augmentent la connectivité écologique des paysages et des différents écosystèmes et jouent pour ces raisons un rôle majeur pour le maintien de la biodiversité (biodiversité forestière, des savanes et des cours d'eau notamment). Enfin, véritables filtres naturels, elles protègent la qualité de l'eau d'une partie des zones humides du bassin versant, des berges et des sols riverains. La forêt galerie constitue de plus des habitats de refuge des diverses espèces animales face aux changements climatiques.

Sous l'emprise humaine, ces formations finissent par céder leur place progressivement à une mosaïque de formations



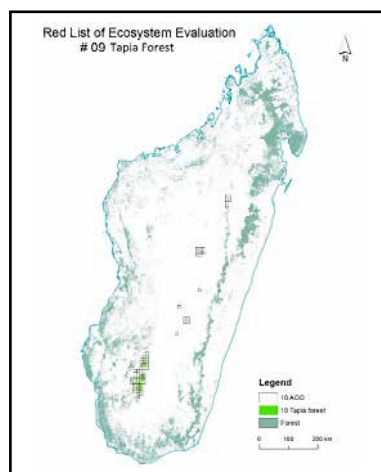
© Rasolohery Andriambolantsoa.

buissonnantes et/ou broussailleuses et de savanes. La forêt galerie est en effet fortement impactée par le défrichement lié aux cultures par abattis et sur brûlis, les coupes de bois sélectives, la collecte de bois de chauffe et charbonnage et l'exploitation minière artisanale. D'après les observations sur terrain, l'ensemble des forêts galeries de Madagascar serait fortement réduit en superficie et dégradé sur le plan structurel et physiologique. Cependant, la présence des forêts galeries dans les Aires Protégées n'est pas quantifiée et, à ce jour, aucune information chiffrée n'est disponible pour évaluer la vulnérabilité de ces forêts. L'écosystème « forêts galeries » est par conséquent évalué **Données Insuffisantes (DD)** selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.



## Fourrés et/ou forêts sèches

### Forêts de Tapia



© Rasolohery Andriambolantsoa.

Les forêts de Tapia sont des forêts sempervirentes dominées par des espèces sclérophylles et héliophiles. Principalement dominées par *Uapaca bojeri*, *Sarcolaena oblongifolia*,

*Pentachlaena latifolia*, *Schizolaena microphylla*, *Asteropeia labatii*, *Weinmannia* spp. et *Agarista* spp, deux familles de plantes endémiques (*Sarcolaenaceae* et *Asteropeiaceae*) caractérisent cet écosystème qui se développe entre 500 et 1 800 m d'altitude sur des terrains desséchés des parties occidentale et centrale des principaux plateaux de Madagascar. Des peuplements importants sont également présents dans le sud et dans le parc national de l'Isalo.

La forêt de Tapia est présente sur l'ensemble des plateaux malgaches, ce qui lui a valu d'être exposée à de multiples pressions humaines, notamment : la fabrication de charbon de bois, la collecte de bois

de chauffage et de bois d'œuvre, le pâturage et la modification du régime des feux.

Ces menaces entraînent la transformation de la forêt de Tapia en prairies, car une fréquence trop élevée d'incendies limite la régénération des arbres caractéristiques de ces forêts, pourtant adaptés au passage du feu.

Si 20 % de ces forêts sont aujourd'hui protégées au sein de parcs nationaux, leur déclin historique a été estimé comme compris entre 70 et 90 %. L'écosystème « forêts de Tapia » est évalué **En Danger (EN)** à Madagascar, selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.

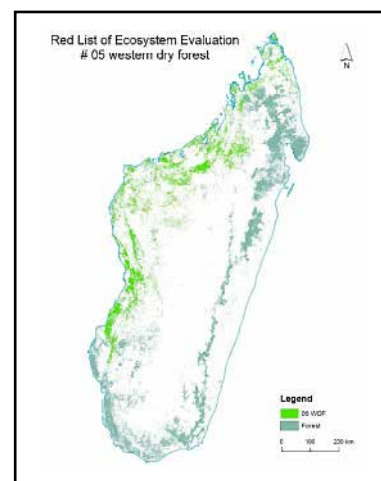
### Forêts sèches de l'Ouest

La forêt sèche de l'Ouest occupe presque 1/5ème de la surface de Madagascar car elle s'étend depuis le sud-ouest jusqu'au nord et au nord-est. C'est une formation discontinue, interrompue par un certain nombre d'enclaves appartenant à la formation humide, qui constitue des niches écologiques de plusieurs espèces de plantes et d'animaux qui sont la plupart endémiques et rares.

Les grands et moyens arbres qui forment la canopée sont tous des espèces à feuilles caduques, tandis que les arbustes des strates moyenne et inférieure sont des espèces à feuilles plus ou moins persistantes, notamment les espèces d'*Albizia*. Au nord, d'autres espèces spécifiques de la région apparaissent. Le relief

de l'ouest est marqué par une pente douce généralement dominé par des vastes plaines alluviales surmontées parfois par des massifs volcaniques au nord. Le climat est de type subhumide tempéré ou frais, subhumide chaud et semi-aride.

Cet écosystème « forêts sèches de l'Ouest » fait partie du domaine de l'ethnie Sakalava, peuple de grands éleveurs. Les sociétés pré-sakalava et sakalava utilisaient déjà abondamment la forêt en y pratiquant l'agriculture sur brûlis et prélevant diverses ressources forestières (collectes et chasses). Si aujourd'hui près de 17 % de ces forêts est inclus dans le système d'aires protégées, ces différentes



© Rasolohery Andriambolantsoa.

activités humaines sont sources de nuisance et de dégradation de l'écosystème. Celui-ci perd progressivement ses composantes essentielles qui le caractérise, et





plusieurs hectares de sa surface disparaissent chaque année. Cette perte s'est de plus aggravée depuis les années 1970, depuis que le maïs constitue une importante culture commerciale d'exportation. Cette activité a commencé dans le sud-ouest de Madagascar mais, en raison de l'insuffisance des surfaces

cultivables, les habitants ont massivement quitté leurs villages pour trouver des nouvelles terres cultivables vers le Nord. Une vague d'immigration a alors concerné les zones nord et nord-ouest ainsi que le nord de Madagascar, et entraîné l'extension de l'activité de culture sur brûlis ou « hatsake », ainsi que

la production des charbons de bois.

L'écosystème « Forêts sèches de l'Ouest » est évalué **En Danger (EN)** à Madagascar, selon les critères de la liste rouge des écosystèmes de l'UICN, du fait de la réduction de sa distribution en cours sur la période 1975-2025.

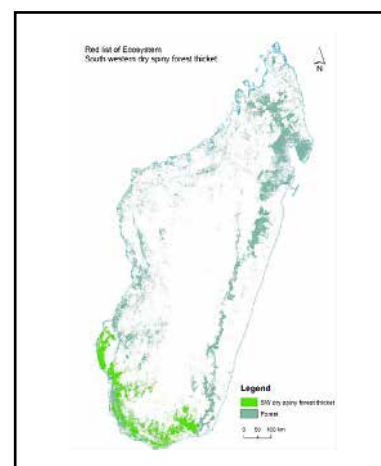
### Fourrés et forêts sèches épineuses sur sables roux et calcaires du Sud et du Sud-Ouest —

Le sud et le sud-ouest de Madagascar constitue un écosystème unique du fait de la particularité de ses espèces structurantes et de sa physionomie très caractéristique dont le climat et le sol sont les facteurs principaux de cette particularité. Cet écosystème est aussi caractérisé par une endémicité élevée, atteignant 90 % pour la flore (Razanaka, 1996). Les fourrés et forêts sèches épineuses couvrent une superficie de 18 355 km<sup>2</sup>, sur le plateau calcaire et les crêtes sur socle ou grès de l'intérieur des terres des versants sud et ouest, au sud du fleuve Mangoky et jusqu'à la limite du district d'Amboasary et de Taolagnaro dans les zones plus éloignées de la côte, à une altitude comprise entre 0 à 300 m. La physionomie de cet écosystème varie en fonction du substrat et du gradient pluviométrique, depuis une formation buissonnante à hauts fourrés jusqu'à une forêt basse de moins de 10 m de haut.

On distingue deux grands domaines : le domaine côtier constitué par les

formations dunaires à sables roux, très filtrant, et domaine calcarogréseux sur les affleurements de calcaires associés à des sols peu profonds. Dans ces régions, l'eau est un facteur limitant en particulier pour la végétation. Des sols calcimorphes peu épais et très filtrant représentent en effet un facteur aggravant de l'aridité climatique, tandis que des sols sableux lessivés dans lesquels l'eau s'accumule à des profondeurs accessibles aux racines peuvent au contraire compenser dans une certaine mesure un climat sec.

Depuis les années 1970, cette région est soumise à des pressions anthropiques qui conduisent à une perte des couvertures végétales importantes. Cette perte est due non seulement à une croissance démographique importante mais aussi à l'insuffisance et la fluctuation des revenus agricoles. L'immigration des populations venant d'Androy liée à leurs besoins en ressources contribue également à ces changements car celles-ci seraient



© Rasolohery Andriambolantsoa.

responsables de près de la moitié de la déforestation annuelle constatée dans cette zone, pour la culture des maïs principalement.

L'écosystème « Fourrés xérophi les et forêts sèches épineuses sur sables roux du Sud et du Sud-ouest » est évalué **En Danger (EN)** à Madagascar, selon les critères de la liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par sa régression en cours et estimée sur la période 1975-2025.



## Brousses et fourrés

### Fourrés xérophiles du Sud et du Sud-Ouest

L'écosystème « fourrés xérophiles du sud et du sud-ouest » se trouve dans les zones littorales et sub-littorales du sud et sud-ouest de Madagascar. Constitué d'une fine bande de végétation basse très ouverte, sa limite Nord commence au sud de Morombe en passant par Manombo. Sa limite sud s'étend jusqu'à cap Sainte Marie et Faux-Cap. Le climat est du type subaride dans les zones sub-littorales et arides dans les zones littorales, avec un maximum de sécheresse dans la partie sud : 274 mm/an à Soalara, 356 mm/an à Toliara. La pluviosité augmente d'une part le long de la côte en allant vers le nord (453 mm/an à Morombe), d'autre part vers l'intérieur des terres avec une valeur de 804 mm/an à Befandriana.

La végétation varie d'un fourré bas arbustif de moins de 3 m de haut, floristiquement pauvre, à un fourré arboré haut pouvant aller jusqu'à 10 à 12 m. Ces différents types de végétation forment une mosaïque complexe dont les limites entre les différentes unités structurales et/ou physiologiques se font d'une manière transitoire qui les rend difficile à déterminer. Ceci nous amène à regrouper toutes ces formations au sein d'un unique écosystème, à l'exception des fourrés bas sur sables



calcaires qui forment un groupe homogène le long de la côte sud-ouest (brousses littorales du Sud-Ouest).

De par la menace que représente l'intensification des pratiques agricoles sur brûlis et le manque de données concernant leurs impacts, l'écosystème « Fourrés xérophiles du Sud et du Sud-Ouest » est évalué **Données Insuffisantes (DD)** à Madagascar, selon les critères de la liste rouge des écosystèmes de l'UICN.

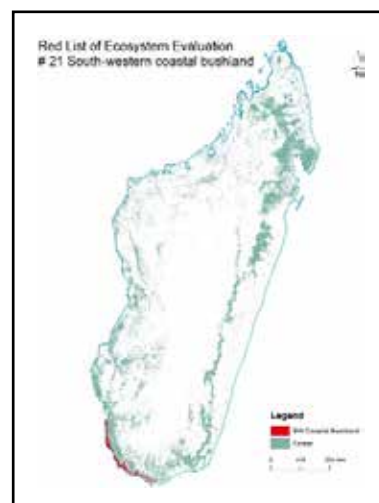
### Brousses littorales du Sud-Ouest

Les Brousses littorales du sud-ouest sont une formation végétale qui se trouve le long des côtes du sud-ouest de Madagascar. Ce type de végétation composé d'une mosaïque de fourré/végétation buissonnante dont la hauteur dépasse rarement 4 m, forme une bande côtière littorale étroite au sud-ouest à partir de Soalara jusqu'au Cap Sainte Marie, à une altitude comprise entre 0 à 50 m. Cet écosystème couvre une surface de 1.761 km<sup>2</sup>.

Il s'agit d'une formation très adaptée sur le plan biologique

et assez pauvre floristiquement, surtout au niveau de la strate moyenne arbustive où *Euphorbia stenoclada* est largement dominant (Lebigre, 2001). La strate inférieure est par contre constituée de quelques espèces rares xérophytes, notamment *Stapelianthus insignis*.

Cet écosystème se trouve sur une région la plus aride de Madagascar, où la saison sèche dure plus de neuf mois. Il arrive même que les pluies ne tombent pendant plus d'une année.



© Rasolohery Andriambolantsoa.



En revanche, l'humidité atmosphérique relative est toujours supérieure à 80 %, ce qui se traduit par des valeurs très faibles d'évapotranspiration et par d'abondantes rosées matinales.

Les conditions édaphiques jouent un rôle prépondérant dans la délimitation du domaine de l'écosystème lui-même du fait de leur intervention comme facteur d'aggravation ou de compensation du climat. En outre, d'autres facteurs tels que l'humidité atmosphérique

très élevée, surtout pendant la saison sèche, ainsi qu'une température élevée, constituent des facteurs déterminant dans l'existence de cet écosystème.

Du fait de ces particularités, la pratique de l'agriculture est limitée aux cultures vivrières adaptés à cette condition climatique extrême. Pourtant, les principales menaces de cet écosystème sont liées aux activités humaines dont la plus importante est la conversion de la couverture végétale en champs de

culture. En effet, cet écosystème constitue la seule partie cultivable dans cette zone littorale du fait de sa localisation sur des sols sableux.

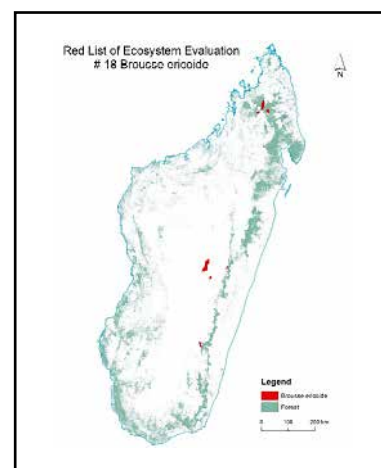
L'écosystème « Brousses littorales du sud-ouest » est évalué **En Danger (EN)** à Madagascar selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par sa distribution restreinte et son déclin constaté du fait des activités anthropiques de mise en culture et d'exploitation, ainsi que de par sa régression en cours.

## Brousses et fourrés éricoides

Les brousses et fourrés éricoides se développent à plus de 1.800 m d'altitude dans les régions de l'Est et des Hautes Terres Centrales de Madagascar, du nord au sud aux alentours des Monts Marojejy et Tsaratanana (Sambirano en partie) jusqu'à Andringitra-Ivohibe. Elles couvrent près de 1.400 km<sup>2</sup>. Cet écosystème est sous l'influence des vents humides océaniques du sud et sud-est (alizés) se déchargeant progressivement de leur humidité, à la fois soumis à une pluviométrie très limitée et à des conditions de brouillards épais et de crachins presque durant toute l'année. Les températures annuelles connaissent des écarts thermiques important, entre -11°C et 22°C de moyenne mensuelle.

Composée d'individus tortueux à houppiers épars et très diffus, cette végétation à canopée très ouverte de hauteur comprise entre 1 et 4 m se compose d'espèces particulières adaptées aux conditions sévères du milieu et à taux d'endémicité important (plus de 80 %), accompagnées de nombreux épiphytes (Mousses et Lichens). Elle se développe sur des sols latéritiques de massifs rocheux squelettiques, qui reposent sur un socle cristallin.

Peu étudié, cet écosystème ne semble cependant pas confronté à d'importantes menaces, à l'exception d'incendies naturels ou anthropiques, ainsi qu'à la collecte d'espèces floristiques et faunistiques



© Rasolohery Andriambolantsoa.

pour leurs valeurs commerciales. L'écosystème « Brousses et fourrés éricoides » est évalué **Préoccupation Mineure (LC)** à Madagascar, selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.





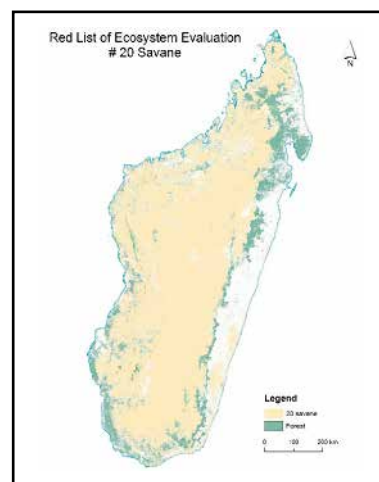
## Formations herbeuses

### Roranga, ou formations herbeuses secondaires de l'Est

Les « Roranga », ou formations herbeuses mixtes boisées, s'observent entre 0 et 2.700 m d'altitude des régions écologiques Est et d'une partie humide de Hautes Terres Centrales de Madagascar. Elles sont constituées par de groupements herbeux humides dominés par des espèces de Poaceae ou Graminae et des fougères et couvriraient près de 140.000 km<sup>2</sup>, en mosaïque avec des peuplements ligneux et herbacés primaires : forêts humides de basse / moyenne / haute altitude, brousses éricoides et prairies altimontaines. Ces formations sont en effet issues de la dégradation des écosystèmes forestiers humides et leur existence est conditionnée par la mise à feu de végétation liée aux cultures itinérantes sur brûlis, pratiques courantes au sein des zones géographiques de l'Est de Madagascar à climat tropical humide et pratiquement sans saison sèche.

Cet écosystème secondaire n'a cessé de gagner en superficie depuis les années 1970, du fait de la réduction très marquée des écosystèmes forestiers humides sous l'action des facteurs anthropiques. Ces Roranga constituent néanmoins un habitat de plusieurs espèces de plantes et d'animaux de milieux humides ouverts dont certaines espèces sont autochtones et rares. Cependant cet écosystème fait aussi l'objet de plusieurs activités humaines (cultures de rente, pâturage et agriculture, exploitation minière, collecte des plantes utiles et médicinales, etc.) qui sont parfois sources de dégradation. Des changements notables sont ainsi actuellement observés concernant la dégradation progressive des Roranga en « végétation plus dégradée ».

Ainsi, avec les rythmes des facteurs anthropiques actuels, l'écosystème est susceptible de continuer à se dégrader progressivement au cours



© Rasolohery Andriambolantsoa.

des 50 prochaines années. Malgré sa très forte progression par le passé, l'écosystème « Roranga » est évalué **Données Insuffisantes (DD)** à Madagascar selon les critères de la liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par les incertitudes concernant le rythme de dégradation de ces formations secondaires, déjà issues d'une dégradation des milieux naturels forestiers de l'Est de l'île.

### Savanes de l'Ouest et des Hautes Terres Centrales

Les savanes sont caractéristiques des secteurs tropicaux à saison sèche marquée, et s'observent en général dans différentes régions écologiques de Madagascar se trouvant associées à la forêt sèche et aux fourrés xérophiles de l'ouest (comprenant le nord, le nord-ouest, le moyen-ouest) et du sud et sud-ouest, la forêt humide, la forêt sclérophylle et la végétation des bois de Tapia des Hautes Terres Centrales et des pentes

occidentales. Elles s'étendent depuis le fleuve Mangoky au sud-ouest jusqu'au cap d'Ambre au nord, comprenant la grande partie de la région des Hautes Terres Centrales. Au nord-est, leur limite se trouve aux environs d'Iharana (Vohémar). Elles s'observent entre 0 et 2.700 m d'altitude et couvrent une superficie de plus de 245.000 km<sup>2</sup>.

Ces savanes sont de formations herbeuses avec quelques végétaux

ligneux ou non, dominées par des espèces graminéennes présentant des touffes d'herbes continues pouvant atteindre 80 cm de hauteur et parcourues annuellement par les feux. Leur existence est en effet conditionnée par le passage fréquent de feux de brousse, caractéristiques des zones géographiques à climat tropical et saison sèche marquée. Cependant, sous l'effet répétitif et intensif de ces feux au cours d'une longue période (plus de 50 ans),

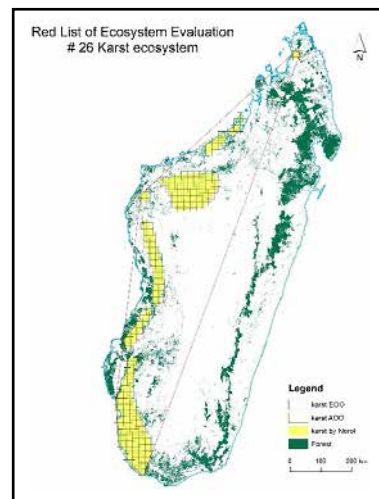


les savanes sont remplacées par un aspect de végétation herbeuse dégradée plus pauvre dominée par *Aristida rufescens* à touffes très espacées appelées « pseudo-steppes », avec des griffes d'érosion de sols apparaissant de place en place.

Ce type de végétation savanicole n'a cessé d'augmenter progressivement depuis les années 1970, suite à la réduction très marquée des écosystèmes forestiers sous l'action des facteurs anthropiques. En revanche, la transformation récente de savanes en pseudo-steppes n'a

pas de données chiffrées. Les facteurs les plus impactant sur cet écosystème sont d'origine anthropique, notamment les feux de brousse très répétitifs et/ou intensifs suivis de l'érosion de sols par ruissellement, accentué par une topographie pentue.

L'écosystème « Savanes de l'Ouest et des Hautes Terres Centrales » est évalué **Données Insuffisantes (DD)** à Madagascar selon les critères de la liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par les incertitudes concernant son risque d'effondrement vers des « pseudo-



© Rasolohery Andriambolantsoa.

steppes » et/ou zones plus ou moins dénudées et désertiques.

## Montagnes et massifs rocheux

### Système Karstique, massif des « Tsingy »

Le système karstique de Madagascar renferme les massifs de rochers appelés « Tsingy », ainsi que les plantes et les animaux adaptés à ces habitats particuliers que sont les plateaux calcaires sur substrat karstique.

Cet écosystème se répartit le long de la côte ouest de Madagascar (Rossi, 1977) dans les localités suivantes : Orangea (N), Ankarana (N), NosyHara (N), Analamerana (N), Antsingilava (NW), Namoroka (W), Beanka (W), Bemaraha (W), Mikea (SW), Ranobe (SW), Amoron'i Onilahy (SW), Tsimanampesotse (SW) et cap Sud-ouest (SW).

Une végétation typique de forêts sèches caducifoliées et/ou semi-caducifoliées couvre la majeure partie de cet écosystème karstique. En ce qui concerne la faune, elle est fortement diversifiée et ne peut pas être généralisée du fait que cet écosystème s'observe dans plusieurs zones biogéographiques allant du Nord au Sud de la partie ouest de Madagascar. D'où l'existence d'espèces micro endémiques que les régions écologiques du nord ne partagent pas avec celles du Sud.

A cause de la particularité du paysage, les Tsingy font partie d'une source d'attraction touristique potentielle pour les visiteurs étrangers. Malgré, l'importance de leurs habitats particuliers, ils ne sont pas épargnés par des pressions qui pèsent sur leur biodiversité à cause des besoins en ressources des communautés locales environnantes (Ceclu, 1999). Comme menaces majeures, ont été mentionnées l'exploitation minière illégale et la collecte illicite des espèces de flore et de faune endémiques CITES, les coupes de bois forestiers ainsi que la perte et la fragmentation liées à la prospection pétrolière. Ces perturbations constituent les pressions majeures touchent non seulement la biodiversité autochtone et endémique mais aussi l'intégrité du substrat karstique.

En tenant compte des données et des informations disponibles, y compris des différentes observations effectuées par les experts, l'écosystème karstique « Tsingy » peut être évalué **Vulnérable (VU)** à Madagascar, selon les critères de la liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par sa future dégradation environnementale et perturbation écologique.



## Végétation saxicole

La végétation saxicole ou rupicole de Madagascar s'installe sur des substrats rocheux comme le cas de Massif rocheux de dimensions différentes (granites, basaltes, roches métamorphique, quartzitique, gneissique ; représentée par des Inselbergs, affleurements rocheux). Ces stations écologiques s'observent généralement sur les hautes terres centrales de Madagascar.

Il s'agit d'une végétation plus ou moins xérophytique composée des plantes grasses et ou éricoïdes avec des formes d'adaptation biologique très poussées (Reviviscence, crassulescence, geophytisme et carnivorisisme, nanisme, etc.). Cet écosystème constitue aussi l'une des végétations pionnières et figure parmi les plus anciens à Madagascar.

Les principales menaces pour cet écosystème sont les activités anthropiques. Ce sont les activités minières, les feux de brousses ou de pâturages, les prélèvements abusifs des espèces ornementales et /ou médicinales qui causent la réduction des composantes biologiques et la perte en espèces. Les populations combinent également ces activités avec la transformation des zones herbeuses humides en terrain de culture.

Cependant, aucune donnée ne permet d'évaluer le risque d'effondrement de cet écosystème, évalué **Données Insuffisantes (DD)** à Madagascar selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.

## Inselbergs

Cet écosystème n'a pu être décrit ni évalué par manque de données disponibles.

## Cours d'eau (fleuves, rivières et ruisseaux)

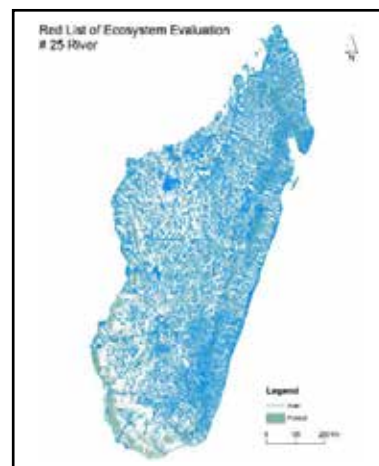
Les milieux lotiques correspondent aux milieux d'eau courante tels les fleuves, les rivières et les ruisseaux. Le réseau hydrographique de Madagascar couvre une longueur totale de plus de 3000 km si l'on ne prend en compte que des fleuves et des rivières ayant des largeurs supérieures à 10 m.

Le réseau hydrographique orienté vers l'Est est formé de cours d'eau permanents au régime torrentiel. En raison de l'étroite plaine côtière orientale, les fleuves forment parallèlement à la côte sableuse avec laquelle ils entrent en contact un important réseau de lagunes. Tandis que dans la partie occidentale, le plateau descend progressivement, présentant des plaines sédimentaires avec un réseau hydrographique complexe. Les cours d'eau sont nombreux et présentent un caractère permanent à part ceux du Sud qui peuvent s'assécher complètement vers la

fin de la saison sèche (Chaperon et al., 1993).

Madagascar est presque entièrement situé dans la zone tropicale mais l'influence du relief, de la latitude, de l'exposition crée une très grande diversité du climat entraînant une complexité extrême des régimes hydrologiques. Dans l'ensemble, la géologie influence le régime des rivières malagasy surtout par l'intermédiaire du relief dont la configuration actuelle est déterminée par la nature des roches, liée aux mouvements tectoniques et à l'évolution morphologique par suite des phénomènes d'érosion.

La dégradation de la qualité des eaux de surfaces est principalement constatée sur le plan physique, caractérisée par la présence de fortes teneurs en particules argilo-sableuses d'origine latéritique, due à l'érosion de lits de cours d'eau et bassins versants et donnant cette



© Rasolohery Andriambolantsoa.

particularité de couleur rouge à l'eau dans la grande majorité des cours d'eau du pays.

Le tarissement des sources des massifs forestiers de hautes montagnes dû à la déforestation et à la dégradation des bassins versants est un phénomène de plus en plus courant même au niveau des aires





protégées. Par manque de donnée quantifiées, cet écosystème est évalué **Données Insuffisantes (DD)** à Madagascar selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes

de l'UICN. La protection des bassins versants et en particulier de la couverture forestière est une priorité. La modification des aspects physico-chimique de l'écosystème

a des répercussions sur les habitats des espèces aquatiques et l'équilibre dans la fonction écologique.

## Lacs et étangs

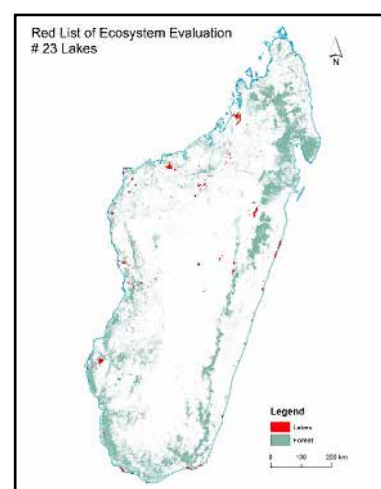
Cet écosystème correspond aux étendues d'eau qui en toute saison ont une profondeur supérieure à 1,50 m, avec toujours une surface d'eau libre et une végétation émergée ou immergée qui ne se rencontre que sur les berges ou dans les zones temporairement inondées.

Les lacs tectoniques sont dus à des accidents tectoniques: lac Alaotra (220 km). Ce type de lac est généralement de forme allongée. Les lacs de plaines sont localisés surtout dans la partie Ouest de Madagascar. De faible profondeur, leur drainage est mal assuré et leur superficie est variable suivant les saisons : cas des lacs Bemamba, Bemarivo, Kimanomby, Iboboka, Hima. Enfin, les lacs volcaniques sont des lacs formés dans des cratères, de forme arrondie ou ovale, de

superficie relativement faible et de profondeur élevée. : cas des lacs Itasy, Triteriva, Andraikiba, de la montagne d'Ambre (Grand lac, petit lac, ...), Nosybe (avec 12 petits lacs).

Ce sont des écosystèmes riches en espèces ichthyofaunes, mais actuellement dominés par les espèces introduites et exotiques (Alaotra, Ihotry, Itasy). De nombreuses espèces sont menacées (poissons, oiseaux d'eau, *Hydrotriche hottoniflora* (NT) et beaucoup sont endémiques *Hapalemur griseus alaotrensis*, *Ardea humbloti*, *Haliaetus vociferoides*, *Anas melleri*, *Aythya innotata*, *Tachybaptus rufolavatus*, *Hydrotriche hottoniflora*.

Très peu étudiés à Madagascar et évalués **Données Insuffisantes (DD)** à



© Rasolohery Andriambolantsoa.

Madagascar selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, ces écosystèmes ont pourtant une valeur écosystémique très importante car ils maintiennent une fonctionnalité écologique pour la survie des espèces.

## Marais d'eau douce

Les marais sont constitués en général par des plantes hydrophytes et/ou hélophytes et peuvent être catégorisés en deux types : marais continentaux et marais littoraux.

Ces marais abritent une diversité floristique et faunistique inestimable en fonction de la nature de l'eau qu'ils contiennent et dépendant de la profondeur. D'une Ils offrent des bénéfices environnementaux en jouant un rôle important dans la régulation hydraulique et l'épuration des eaux, par décantation et oxygénation. De plus, les ressources naturelles liées aux marais offrent des bénéfices socio-économiques en conditionnant le support d'activités de subsistance

et l'exercice d'activités économiques comme la pêche, l'agriculture, etc.

De nos jours, ces écosystèmes connaissent des phénomènes de rétrécissement en superficie et de diminution de profondeur dus à des actions anthropiques (déforestation, défrichement de végétation, ensablement et feux de brousse) accompagnés par des phénomènes naturels (variation climatique, forte concentration des précipitations). Ils sont cependant évalués **Données Insuffisantes (DD)** à Madagascar selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, Par manque de donnée quantifiées. Leur conservation est cependant nécessaire pour préserver leur intégrité.



## Eaux souterraines

Les eaux souterraines correspondent à toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol. Les nappes peuvent être contenues dans des aquifères de type poreux ou fissurés, tandis qu'en milieu karstique la roche peut présenter des conduits et grottes dans lesquels l'eau peut circuler beaucoup plus vite et s'ouvrant à l'extérieur par une série de grottes et d'avernes. Ces eaux sont les lieux de vie d'organismes aquatiques : stygobies, stygophiles et stygoxènes, Amphipodes (*Dussartiella madagassa* (Bogidiellidae), *Austroniphargus bryophilus* et *Austroniphargus petiti* (Austrotrichidae), Copépodes (*Bryocyclops pauliani*, *Thermocyclops incisus speluncus*, *Caridina isaloensis grandidieri*,

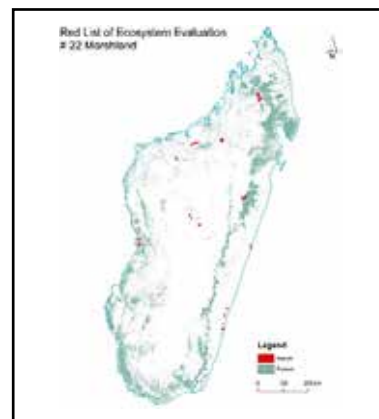
*Caridina nilotica*, *Caridina troglodonta*, *Caridina microphtalma*, *Parisia macrophtalma*, *Parisia microphtalma*, *Parisia edenta* et *Typhlopatsa pauliani*) et Isopodes (*Anopsilana poissoni*), insectes et poissons.

Diverses menaces pèsent sur cet écosystème encore peu étudié, comme la pollution, la déforestation (érosion, ensablement et envasement), les changements climatiques (assèchement des poches d'eau, augmentation de la température), l'exploitation minière ou encore la divagation du bétail.

## Les récifs coralliens

Les récifs coralliens de Madagascar appartiennent au domaine indopacifique tropical, dans l'écorégion marine (corallien tropical) de l'océan indien occidental. Ils constituent l'un des habitats marins les plus étendus de cette région. Ils s'étendent sur quelques 3.450 km (McMahon & Webster, 2002) incluant les bancs coralliens et hauts fonds du large pour une superficie estimée à 5.076 km<sup>2</sup> (Andréfouet et al., 2013). La littérature combinée

au Programme d'Évaluation Rapide marine permet d'avancer que Madagascar abrite près de 60 % de la macrofaune d'invertébrés marins de l'Océan Indien occidental. Au total, 380 espèces de coraux ont été recensées, dépassant l'estimation de 340 espèces pour la région Océan Indien occidental (Veron & Turak, 2005). Ce chiffre pourrait encore augmenter en cas d'intensification des expéditions scientifiques (Cooke et al., 2003).



© Rasolohery Andriambolantsoa.

## Les récifs coralliens du Nord-Est de Madagascar

Les récifs coralliens de la côte Nord-Est s'étendent du Cap d'Ambre (Antsiranana, pointe Nord de Madagascar) jusqu'à Masoala entre les coordonnées 49°14'E- 12°S et 50°22'E-15°10'S.

Ils sont caractérisés par des habitats et structures différents de ceux des autres régions de Madagascar. 281 espèces de coraux y ont été identifiées (275 espèces de scléractiniaires et six espèces non-scléractiniaires) appartenant à 61 Genres et 17 Familles. Les espèces d'intérêt particulier incluent les genres monospécifiques endémiques au niveau régional (*Craterastrea laevis*, *Anomastrea irregularis*,

*Horastrea indica* et *Gyrosmlia interrupta*) ; des espèces observées en Indonésie (*Anacropora pillai* et *Turbinaria irregularis*) ; des espèces rares décrites récemment (*Psammocora albopicta*) et une espèce d'*Echinopora* potentiellement non-décrite. Le taux de couverture corallienne est élevé (en moyenne 48%) et la population corallienne comprend de larges colonies.

Comme dans plusieurs régions du globe, les récifs de Madagascar subissent actuellement plusieurs types de dégradation d'origine anthropique et naturelle. Dans le Nord Est de Madagascar, les dégradations



sont principalement dues aux catastrophes naturelles, cette région étant une zone de passage par excellence des cyclones. Les fortes vagues engendrées par ces derniers occasionnent une dégradation mécanique des coraux, de même qu'une dessalure des eaux causée par les inondations et les pluies continues. A cela s'ajoute le changement climatique, notamment l'augmentation de la température, qui entraîne le phénomène de blanchissement corallien.

D'après les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, les récifs coralliens du nord-est de Madagascar sont évalués **Données insuffisantes (DD)** selon le critère A et **Préoccupation Mineure (LC)** selon le critère B, ces récifs n'étant pas considérés comme en déclin continu ni susceptible de s'effondrer à court terme.

Critère	A	B	C	D	E	TOTAL
Sous-critère 1	DD	LC	DD			
Sous-critère 2	DD	LC	DD			
Sous-critère 3	DD	LC	DD			
Catégorie	DD	LC	DD			LC

## Les récifs coralliens de l'Est de Madagascar

Sur la côte Est, les formations coralliennes s'étendent du Cap Masoala à la Baie de Toamasina et dans la zone côtière de Farafangana, principalement sous forme de récifs frangeants. Dans le triangle Masoala-Marantsetra-Foulpointe, des conditions particulières ont permis le développement d'un système récifal, ainsi que vers l'extrême sud (Taolagnaro-Faux Cap). Du fait du régime des alizés, on y observe toute l'année une houle d'Est Sud-Est. Ils se caractérisent par des récifs frangeants rencontrés au niveau de Vohémar, Cap Est, Masoala, Mananara, Sainte Marie, Tamatave et Foulpointe (Gabrié et al., 2000). La longueur du récif de la côte Est est estimée à 611 km, depuis le Cap d'Ambre jusqu'à Toamasina. La plus grande partie de la côte orientale du pays est constituée par un immense cordon littoral de sable très rectiligne, avec lagunes de barrage. Il semblerait qu'il n'y ait que des récifs frangeants actuels ou anciens, avec chenal d'embarcations actuel ou fossile, en l'occurrence à Toamasina et sur l'île Sainte-Marie. Les récifs coralliens de la baie de Toamasina comptent parmi les plus développés de Madagascar bien qu'ils aient été peu étudiés (Maharavo et al., 2002).

Au niveau des zones les plus peuplées, on note les impacts de la pêche intensive, les problèmes de sédimentation liés à une déforestation intense, le problème d'extraction de coraux et les pollutions diverses. Les dégradations dues aux catastrophes naturelles, notamment au niveau des zones de passage de cyclones sont aussi très importantes, auxquelles s'ajoutent les effets des changements climatiques et notamment le réchauffement de la température, qui entraîne le phénomène de blanchissement corallien. Pour les récifs déjà sous stress, le phénomène devient irréversible et provoque des dégâts considérables. Ainsi, la majeure partie des platiers récifaux les plus accessibles est déjà très dégradée.

D'après les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, les récifs coralliens de l'Est de Madagascar sont évalués « **Données insuffisantes** » (**DD**) selon le critère A et **En Danger (EN)** selon le critère B, ces récifs coralliens étant considérés comme en déclin continu au sein d'une zone d'occurrence inférieure à 20.000 km². La catégorie retenue est **En Danger (EN)**.

Critère	A	B	C	D	E	TOTAL
Sous-critère 1	DD	EN	DD			
Sous-critère 2	DD	LC	DD			
Sous-critère 3	DD	LC	DD			
Catégorie	DD	EN	DD			EN





## Les récifs coralliens des côtes sud de Madagascar

La côte sud et sud-est est une zone peu riche en récif corallien du fait de la présence des grands fleuves permanents, et donc des embouchures à salinité faibles qui ne sont pas favorables au développement des coraux. Cependant, cette partie sud-est de Madagascar est très intéressante en termes d'endémisme. Environ 800 espèces de mollusques à coquilles ont été collectées montrant un endémisme remarquable : probablement de l'ordre de 25 %. Parmi les suspicions de découverte, une espèce de *Tridacna*, une espèce de *Pleuroploca*, une espèce de *Nassarius* (trouvé dans la Baie des Gallions – à 15 km au Sud de Taolagnaro) et beaucoup d'autre pourraient être des espèces nouvelles, ce que le séquençage confirmera ou infirmera en principe facilement (Tianarisoa, 2010). Plus de 253 espèces de poissons ont été recensées, dont au moins 4 nouvelles pour la science. 8 espèces réputées endémiques d'Afrique du Sud ou du Mozambique ont été repérées à Madagascar pour la première fois. Le sud et le sud-est de Madagascar constitue la principale zone de production de langoustes néritiques, la

principale espèce étant *Panulirus homarus*, rencontrés surtout dans les habitats rocheux. La productivité de ces littoraux est élevée du fait de la présence d'upwelling et des turbulences océaniques qui dérivent vers le sud dans la Canal de Mozambique et à proximité d'importants estuaires.

Les menaces principales sur les habitats marins et côtiers du Sud de Madagascar sont essentiellement la pollution maritime par le déversement d'hydrocarbures, la pêche industrielle intensive, la collecte illicite de ressources marines (en l'occurrence les coraux noirs et Mollusques) et l'érosion côtière de par la montée du niveau de la mer.

D'après les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, les récifs coralliens du sud de Madagascar sont évalués « **Données insuffisantes** » (DD) selon le critère A et Préoccupation Mineure selon le critère B, cet écosystème n'étant pas considéré comme en déclin continu.

Critère	A	B	C	D	E	TOTAL
Sous-critère 1	DD	LC	DD			
Sous-critère 2	DD	LC	DD			
Sous-critère 3	DD	LC	DD			
Catégorie	DD	LC	DD			DD

## Les récifs coralliens du Sud-Ouest et de l'Ouest de Madagascar

Sur la côte ouest, le développement des récifs coralliens est important dans les parties nord et sud. De vastes récifs frangeants longent la côte du nord d'Androka jusqu'au cap Saint-Vincent, tandis qu'une vaste barrière récifale appelée le « Grand Récif », plus grande barrière récifale de l'Océan Indien occidental, accompagnée d'une série de récifs situés à l'intérieur de lagons, s'est développé autour de Toliara. Entre la baie des Assassins et Morombe, une série de récifs coralliens forment un système de barrière récifale fragmenté qui réapparaît au nord du delta de Mangoky.

164 espèces de coraux durs appartenant à 55 genres et 17 familles, dont 19 non encore observées ailleurs qu'à Madagascar, et au moins 4 genres probablement des espèces nouvelles pour la science ont été mis en

évidence autour d'Andavadoaka et Salary (Harding, 2006). Les espèces d'intérêt particulier incluent les genres monospécifiques endémiques au niveau régional : *Craterastrea laevis*, *Anomastrea irregularis*, *Horastrea indica* et *Gyrosmilia interrupta*.

Comme dans plusieurs régions du globe, les récifs de Madagascar subissent actuellement plusieurs types de dégradation d'origine anthropique et naturelle. Au niveau des zones les plus peuplées, on note les impacts de la pêche intensive (exemple : le Grand Récif de Toliara), les problèmes de sédimentation liés à une déforestation intense en amont, le problème d'extraction de coraux, et les pollutions diverses. A cela s'ajoute le problème lié au changement climatique notamment l'élévation de la température qui



entraîne le phénomène de blanchissement corallien. La principale menace pour les récifs coralliens du Sud-Ouest et de l'Ouest de Madagascar reste l'augmentation de la turbidité des eaux côtières, de par les volumes colossaux de sédiments transportés par les fleuves du fait de l'érosion des sols qui constitue l'un des records mondiaux.

La couverture corallienne dans les sites peu profonds et fortement exploités est restée stable, autour de 5-10 %, pour une couverture d'algues d'environ 60 à 80 %. Au sud de Toliara, la richesse spécifique est plus élevée et la santé des récifs meilleure à mesure que l'on s'éloigne de Toliara (CI, 2006) : le taux de couverture des coraux durs varie de 10 % à 60 %. Le

Grand Récif de Toliara a subi une sévère dégradation entre 1978 et 2008 : la perte de la quasi-totalité des espèces architecturales sur la pente récifale et leur remplacement par des algues. Cette dégradation s'étend également sur le platier récifal et le lagon. Aussi, la biomasse de poissons a fortement diminué (Jadot et al., 2015).

L'évaluation de l'écosystème suivant les critères A et B de l'IUCN le classe comme **Données Insuffisantes (DD)**. Cependant, les taux de recouvrement algaux observés comme la vitalité des coraux permettent d'évaluer les récifs coralliens du Sud-Ouest et de l'Ouest de Madagascar comme **En Danger (EN)** selon le critère D.

Critère	A	B	C	D	E	TOTAL
Sous-critère 1	DD	LC	DD	DD		
Sous-critère 2	DD	LC	DD	EN		
Sous-critère 3	DD	LC	DD	DD		
Catégorie	DD	LC	DD	EN		EN

## Les récifs coralliens du Nord-Ouest de Madagascar

Les récifs coralliens de Madagascar sont surtout très développés le long de la côte ouest depuis Androka (au sud) limité par le fleuve Linta et s'étend vers le nord jusqu'à Antsiranana. En termes de biodiversité corallienne, Les sites les plus riches dans le Nord-Ouest de Madagascar sont essentiellement Nosy Ankarea (143 espèces), Nosy Fisaka (129 espèces), Nosy Sakatia (125 espèces), Baie de Befotaka (123 espèces) et Andavakalovo de l'Archipel Nosy Hara (122 espèces). Les espèces d'intérêt particulier incluent les genres monospécifiques endémiques au niveau régional : *Craterastrea laevis*, *Anomastrea irregularis*, *Horastrea indica* et *Gyrosmlia interrupta*.

Une déforestation récurrente qui prévaut à travers le pays a entraîné une érosion massive des sols et l'augmentation subséquente de la sédimentation terrigène transportée vers les zones côtières, causant des dommages considérables à certains

récifs coralliens (Cockroft, 1994 ; Cockroft & Young, 1998 ; Gabrié et al., 2000). Les zones touchées par la sédimentation sont essentiellement la baie de Mahajamba et la baie de Baly (sous-région sud-ouest et ouest) et la baie de Narinda (sous-région nord-ouest). Au niveau des zones les plus peuplées, on note notamment les impacts de la pêche intensive (exemple : aux alentours de Nosy-Be). Enfin, s'ajoute à cela le problème lié au changement climatique et notamment le réchauffement de la température, qui entraîne le phénomène de blanchissement corallien.

Dans l'ensemble, les bancs coralliens du large sont plus ou moins préservés tandis que les récifs frangeants connaissent des cas de dégradation et des menaces dues notamment aux activités anthropiques.

L'évaluation des récifs coralliens du Nord-Ouest de Madagascar selon les critères A et B de l'IUN les classe comme **Vulnérables (VU)**.

Critère	A	B	C	D	E	TOTAL
Sous-critère 1	DD	VU	DD			
Sous-critère 2	DD	LC	DD			
Sous-critère 3	DD	LC	DD			
Catégorie	DD	VU	DD			VU



## Les herbiers marins

Les herbiers marins sont des peuplements d'angiospermes marines principalement répartis dans les eaux côtières tropicales et tempérées. Madagascar abrite certains des herbiers les plus vastes de l'océan Indien (Gullstrom et al., 2002 ; Green & Short, 2003). Ces herbiers sont plus représentés dans les zones côtières du nord-ouest et du sud-ouest par rapport à la zone orientale (Hantanirina & Benbow, 2013). Ils forment souvent des prairies monospécifiques, où l'on connaît jusqu'à 12 espèces d'herbes marines, et abritent une grande diversité de macroalgues et d'épiphytes associées, ainsi qu'un grand nombre d'organismes benthiques, démersaux et pélagiques et de prédateurs tels que les tortues vertes et les dugongs.

De nombreux herbiers marins vont des fonds mous subtidaux intertidaux aux fonds superficiels

superficiels. La composition et la persistance des herbiers marins étaient associées à des substrats boueux, sableux, sableux et grossiers. La dynamique des herbiers peut être induite par les variations naturelles et les perturbations humaines. La menace commune des herbiers marins le long des zones côtières malgaches est l'augmentation des eaux de ruissellement dues à la déforestation, notamment l'abattage des mangroves, qui entraîne une turbidité accrue et une prolifération d'algues.

En tant qu'écosystème associé aux mangroves et aux récifs coralliens, la surface des prairies d'herbiers serait supérieure à celle des récifs coralliens, qui est estimée à environ 3.000 km<sup>2</sup> dans les eaux côtières malgaches. L'écosystème d'herbiers est très sensible aux perturbations anthropiques, qui ont probablement eu une incidence sur leur statut.

Dans l'ensemble, les herbiers marins forment de vastes prairies dans de bonnes conditions sur les sites éloignés des établissements humains, c'est-à-dire sur plusieurs sites le long des côtes nord-est.



*Distribution des principaux herbiers marins de Madagascar*

### Les herbiers marins des côtes Nord-est de Madagascar

Bien que des efforts limités aient été déployés pour étudier les herbiers marins, en comparaison d'autres habitats côtiers peu profonds, les informations disponibles révèlent la présence d'herbiers extensifs et d'assemblages d'algues et d'herbiers très divers le long de la côte nord-est. Les herbiers se trouvent soit proches des zones côtières, soit dans les zones plus éloignées et profondes où ils sont dans un état vierge. Une évaluation rapide réalisée en 2011 a révélé la présence de vastes herbiers marins entre l'extrémité nord de Madagascar et Vohémar; cet écosystème couvre à certains endroits dix kilomètres de côte. Les herbiers sont en parfait état le long de ces côtes, sauf à proximité des égouts ou des établissements humains plus vastes.

Ces herbiers sont en train de changer sous l'effet de l'augmentation de la population des villages côtiers et du développement côtier. L'impact du changement climatique représente une menace relativement nouvelle qui induit l'élévation du

niveau de la mer, l'augmentation de la température de l'eau, ainsi que de la fréquence et l'intensité des tempêtes. La température de surface de la mer devrait augmenter jusqu'à 6 ° C et l'élévation du niveau de la mer devrait augmenter de 50 cm dans la région nord de Madagascar, à l'horizon 2100. Les épisodes de températures chaudes de l'eau de mer peuvent également endommager les herbiers marins.

Le nombre de données spécifiques relatives à la zone de couverture et à l'étendue de la perte d'herbiers est insuffisant à Madagascar. Par conséquent, il n'est pas possible d'évaluer le risque en fonction de leur répartition et de leur couverture, comme de la dégradation de leur environnement physique.

L'écosystème « Herbiers marins des côtes Nord-est » est évalué **Données Insuffisantes (DD)** selon les critères A et B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Cependant, ces herbiers des côtes Nord-est apparaissent moins menacés que les herbiers des autres façades littorales de Madagascar.





## Les herbiers marins des côtes Nord-ouest de Madagascar

Les herbiers des côtes Nord-ouest de Madagascar se trouvent principalement dans les grandes baies, les zones côtières et dans des fonds marins plus profonds où ils forment souvent des prairies monospécifiques. La menace commune des herbiers marins le long des zones côtières malgaches est l'augmentation des eaux de ruissellement dues à la déforestation, renforcé par l'abattage des mangroves, qui provoque une sédimentation accrue, une augmentation de la turbidité et une prolifération d'algues. La sédimentation est notamment importante dans l'estuaire de Betsiboka, qui draine les plus grandes rivières de Madagascar. L'une des influences humaines directes les plus dévastatrices qui menacent l'écosystème d'herbiers est due à la pêche intensive dans les zones côtières de Madagascar. Le développement côtier (infrastructures et pollution) ainsi que le changement climatique Madagascar ont également des impacts sur cet écosystème.

Il existe peu de données spécifiques sur la zone de couverture concernant l'étendue et la régression des

herbiers marins à Madagascar, et en particulier sur la côte nord-ouest. Cependant, l'ampleur des pressions anthropiques et climatiques sur l'écosystème fournit des preuves du déclin continu des composants biotiques. Les fortes charges sédimentaires dans les eaux côtières du nord-ouest semblent avoir entraîné une perte généralisée de diversité et de biomasse d'herbiers, ainsi que de la faune et de la flore qu'ils abritent. En outre, la surpêche réduit la quantité de gros poissons herbivores qui mangent les épiphytes qui poussent sur les feuilles des herbiers. En l'absence de ces poissons, les épiphytes deviennent envahissant et réduisent la quantité de lumière solaire atteignant les herbiers, ce qui entrave le processus de photosynthèse et réduit la couverture globale des herbiers.

L'écosystème « Herbiers marins des côtes Nord-Ouest » est évalué **Vulnérable (VU)** selon les critères A et B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, de par sa faible zone d'occurrence et l'affirmation de son déclin continu.

## Les herbiers marins des côtes Sud-ouest de Madagascar

Une grande variété d'écosystèmes marins, notamment des récifs barrières et frangeants, des lagons peu profonds et des pentes abyssales caractérisent la côte sud-ouest de Madagascar. De vastes herbiers marins ont ainsi été signalés autour de plusieurs sites, notamment de la baie de Bombetaka et de Mahajanga, où ils apparaissaient en relativement bon état en comparaison des autres secteurs. Sur la côte centre-ouest, les herbiers marins sont caractérisés par une biomasse rare et faible. À proximité de certaines îles, de platiers de récifs de marée et de haut-fonds au large, il existe de vastes zones de fonds marins peu profonds aux eaux claires en capacité de fournir de bonnes conditions pour les herbiers marins. D'autres herbiers sont présents dans les zones côtières d'Andavadaoka et de Morombe, ainsi qu'au sein de la baie de Ranobe. Des herbiers marins étendus d'environ 2 000 ha ont été observés sur la côte sud, par exemple au sein du

Parc marin de Nosy Ve / Androka. Des études menées dans plusieurs sites, notamment la baie de Ranobe dans la lagune de Toliara, a montré les changements dans la couverture des herbiers marins à proximité des villages côtiers peuplés.

Le nombre de données spécifiques relatives à la zone de couverture et à la perte d'herbiers est insuffisant à Madagascar. Par conséquent, il n'est pas possible d'évaluer le risque en fonction de la répartition et de sa couverture ou de la dégradation de l'environnement physique. Cependant, les charges sédimentaires élevées dans les eaux côtières déterminent certainement la vulnérabilité de l'écosystème. L'écosystème « Herbiers marins des côtes Sud-ouest » est évalué **Données-Insuffisantes (DD)** selon les critères A et B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.



## Les herbiers marins des côtes Est de Madagascar

Les informations disponibles révèlent une faible couverture d'herbiers sur la côte Est de Madagascar. La partie orientale de la péninsule de Masoala et du parc marin de Mananara présente de vastes herbiers marins, bon habitat pour les dugongs dans la région nord-est. De plus, les herbiers marins de Sainte-Marie sont bien développés et constituent également un important lieu d'alimentation et de reproduction pour les dugongs. Ailleurs, la répartition des herbiers des côtes Est se localise dans quelques sites de la baie d'Antongil.

Les pressions anthropiques, notamment la déforestation en amont (ruissellement), le développement de pratiques de pêche destructives telles que la pêche à la senne sur les plages, le chalutage, le piétinement, le développement côtier (infrastructures et pollution) et le changement climatique ont entraîné une diminution de la couverture d'herbiers dans les eaux côtières de Madagascar. Le nombre de données spécifiques relatives à la zone de couverture et à l'étendue de la perte d'herbiers est cependant insuffisant à Madagascar. Par conséquent, il n'est pas possible d'évaluer le risque en fonction de la réduction de la distribution ou de la dégradation de l'environnement physique.

L'écosystème « Herbiers marins des côtes Sud-ouest » est évalué **Données-Insuffisantes (DD)** selon les critères A et B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.



*Les mangroves de Madagascar.*



## Les mangroves

Les mangroves correspondent à un écosystème intertropical se développant en zones intertidales. A Madagascar, les mangroves se structurent autour de huit espèces de palétuviers qui se rattachent à la flore caractéristique des mangroves des régions côtières d'Afrique de l'Est (Spalding et al., 2010). Faisant partie des vieilles mangroves de la région Indopacifique, ces palétuviers sont de petite taille. La faune, très riche, comporte d'innombrables espèces importantes sur le plan de la conservation, économique et ou social (Andriamala, 2007).

Certaines sont inféodées à l'écosystème ou y passent une grande partie de leur cycle biologique, d'autres y sont juste observées. Plusieurs oiseaux réputés menacés, endémiques ou migrateurs les fréquentent pour s'alimenter (Kiener, 1972).

Nourricerie pour la crevette pénéide et habitat pour le crabe de palétuvier, ces mangroves recèlent également de nombreuses espèces ichtyques commerciales dont certaines deviennent de plus en plus rares. Les mangroves de Madagascar se développent sur une

substrat meuble provenant de la sédimentation des apports terrigènes des cours d'eau et ou de sable marin déposés par les vagues et les houles (Jones et al., 2016). Elles sont soumises à une alternance d'exondation et d'inondation au gré des marées de type semi-diurne.

Outre ses fonctions de stabilisation de l'espace littoral, de protection des autres écosystèmes qui lui sont associés (récifs coralliens, herbiers) contre l'hyper sédimentation et de régulation des inondations, l'écosystème de mangrove entretient une biodiversité marine et terrestre importante.

Les menaces sur les mangroves consistent essentiellement en la sédimentation excessive, des inondations prolongées, des sécheresses et précipitations anormales, des cyclones et vents violents. Les pressions anthropiques les plus préoccupantes se résument à leur déforestation pour des raisons multiples, notamment pour le charbonnage, le bois de chauffe et les installations humaines à proximité.

## Les mangroves des côtes Nord-ouest de Madagascar

98 % des mangroves de Madagascar sont localisées le long de la côte ouest. La région Nord-Ouest concentre 46,58 % des mangroves du pays, au niveau d'estuaires (Narinda, Loza, Antsena, Betsiboka), de deltas (Mahavavy du Nord, Ifasy, Sambirano) ou de fond de baies (Sahamalaza, Rafaralafy, Mahajamba, Mrambitsy).

La satisfaction des besoins domestiques des communautés aux abords ou dans les mangroves (bois d'œuvre, bois de construction, bois de chauffe et charbonnage), les prélèvements de bois pour la confection des engins de pêche et le traitement des produits de la petite pêche, l'aquaculture ou la

conversion pour la riziculture ou pour l'acquisition de terrain à bâtir sont autant de menaces sur cet écosystème. Les mangroves du sud de la biorégion Nord-Ouest sont également menacées par la très forte sédimentation observée en arrière des mangroves, résultant de l'érosion continentale charriée par les cours d'eau du fait des activités agricoles.

L'écosystème « Mangroves des côtes Nord-ouest » est évalué **Vulnérable (VU)** selon les critères A et B de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, en raison de son déclin en cours et estimé sur la période 1990-2040.

Critère	A	B	C	D	E	TOTAL
Sous-critère 1	LC	LC				
Sous-critère 2	VU	LC				
Sous-critère 3	DD	LC				
Catégorie	VU	LC				VU





## Les mangroves de la côte Ouest de Madagascar

Les mangroves de la région Ouest représentent 54 % des mangroves du pays. Tous les types de mangroves sont rencontrés sur la côte Ouest : mangroves d'estuaires, mangroves de deltas, mangroves de fond de baie, mangroves d'embouchure, mangroves littorales et mangroves lagunaires. Elles se développent au niveau d'estuaires (Kapiloza, Sohany), de deltas (Mahavavy du Sud, Tsiribihina, Mangoky, Manambolo), au fond des baies (Boeny, Baly, Antalihy, Tsingilofilo), au niveau d'embouchures (Sambao), sur le littoral (Tambohorano, Morondava), au niveau de lagunes (Mahamavo, Cap Saint André Maintirano, Belo-sur-mer). Les accrétions littorales, progression de l'espace terrestre vers l'espace marin résultant d'une sédimentation

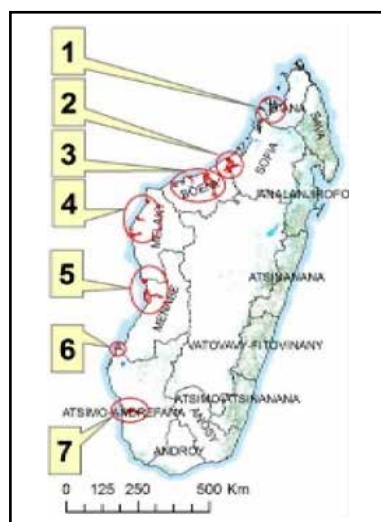
d'apports terrigènes, sont favorisées au niveau des deltas (Mangoky, Tsiribihina...) : l'alluvionnement continental engendre une progression du delta.

Des études localisées donnent une tendance globale au niveau des sites. Dans la plupart des cas, le phénomène de dégradation l'emporte sur celui de reconstitution de la mangrove : les superficies des mangroves en voie de dégradation, dégradées et des tannes augmentent.

L'évaluation de ces mangroves selon les critères A et B de l'IUCN les catégorisent comme **Vulnérable (VU) / En Danger (EN)**, en raison du taux de réduction de leur superficie calculée sur les périodes 1990-2040 et 2000-2050.

Critère	A	B	C	D	E	TOTAL
Sous-critère 1	NT	LC				
Sous-critère 2	VU/EN	LC				
Sous-critère 3	DD	LC				
Catégorie	VU/EN	LC				VU/EN

## Les estuaires et deltas de la côte Ouest de Madagascar



© Tsiky Rabetrano.

Les estuaires et deltas sont des écosystèmes importants de Madagascar, notamment sur la côte Ouest. L'estuaire est défini par

rapport aux limites côté terre de la zone d'influence des eaux marines (marées) sur la partie aval des fleuves et rivières. Le delta, quant à lui, est la zone d'accumulation alluviale de forme grossièrement triangulaire édifiée par un cours d'eau à son arrivée dans une mer à faible marée ou un lac. Dans l'ouest malgache, où l'amplitude des marées est élevée, atteignant voire dépassant 3 m en période de vives eaux, il n'y a pas de limite tranchée entre estuaire et delta. L'estuaire est souvent associé à une zone deltaïque (plus interne) ou bien fait partie intégrante de celui-ci (Hervieu, 1966).

La charge sédimentaire des fleuves, la topographie à l'approche de l'embouchure, l'hydrodynamisme

(marée, courants marins), permettent d'individualiser 3 grandes unités d'estuaires et deltas : les estuaires prolongés par des deltas typiques ou embryonnaires débouchant sur des baies plus ou moins fermées, de Tuléar jusqu'au Cap Saint André; un système d'estuaires à double circulation, du Cap Saint André à la presqu'île d'Ampasindava; les estuaires et deltas du Sambirano et de la Mahavavy aboutissant dans une baie largement ouverte au-delà de la presqu'île d'Ampasindava, allant vers le nord.

La faune, très riche, comporte d'innombrables espèces importantes sur le plan de la conservation, économique et ou social, certaines inféodées à l'écosystème ou qui y

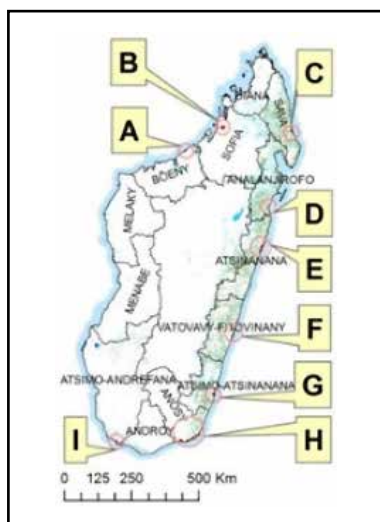


passent une partie de leur cycle biologique. Plusieurs oiseaux réputés menacés, endémiques ou migrateurs y séjournent pour s'alimenter. Cet écosystème est notamment une zone de nurserie pour la crevette pénéide et un habitat pour le crabe de palétuvier (Rafalimanana & Caverivière,

2008). Estuaires et deltas recèlent également de nombreuses espèces ichthyques commerciales dont certaines deviennent de plus en plus rares : *Mugil macrolepis*, *Arius madagascariensis*, etc. Bon nombre de Mollusques y sont également recensés.

Peu de données spécifiques sur leurs superficie, l'évaluation des zones d'occurrence et les surfaces sont disponibles. Ainsi, il n'est pas possible d'apprécier les risques en se basant sur ces critères d'évaluations. Ce manque d'information nous a conduits à évaluer l'écosystème comme **Données Insuffisantes (DD)**.

## Le système lagunaire du littoral de Madagascar



© Tsiky Rabetrano.

La lagune est par définition une étendue d'eau à salinité variable, séparée de la mer par un cordon littoral ouvert par une passe et résultant de la fermeture de baies ennoyées par une transgression marine récente. Elle constitue un des écosystèmes marins du littoral de Madagascar qui se situe dans la Région de l'Indopacifique Occidentale.

Les lagunes du littoral malagasy abritent une diversité

exceptionnelle caractérisée par plusieurs espèces faunistiques endémiques tels les poissons (*Paratilapia pollenii*, *Ptychochromis betsileanus*), *Paretroplus polyactys*, *Bedotia madagascariensis*, *Ptychochromoides* sp. etc.), pour certaines menacées selon la classification de l'IUCN. Par contre, la flore est pauvre en diversité mais présente quelques espèces caractéristiques exclusives. Les lagunes sont en effet associées à une diversité de formations végétales qui sont favorables à la présence d'espèces endémiques, et aussi menacées selon la classification de l'IUCN (Lope, 2009).

Sur tout le long du littoral est entre Fénérive-Est et Taolagnaro, des cours d'eau aboutissent dans le système lagunaire de surface plus ou moins important, allongé parallèlement à la côte pour former une voie d'eau, le Canal de Pangalana.

La lagune la plus importante du littoral ouest est Loza qui est relativement profonde ; les profondeurs des autres lagunes

documentées sont entre de 2 à 12 m. Les fonds des lagunes sont de type vaseux ou sablo-vaseux ou sableux.

Les lagunes constituent des nurseries pour de nombreuses espèces, tels les poissons d'eaux saumâtres, marines et dulçaquicoles. Elles assurent parfois le renouvellement de stock de poissons dans le Canal de Pangalana (Lasserre, 1979). Par ailleurs, ce sont aussi des réserves ornithologiques importantes. L'intensification des activités anthropiques combinée avec la démographie galopante fragilisent et menacent les lagunes du littoral de Madagascar.

Peu de données spécifiques concernant les changements historiques concernant les zones d'occurrence et les surfaces des lagunes sont disponibles. Ainsi, il n'est pas possible d'apprécier les risques en se basant sur ces critères d'évaluations. Ce manque d'information nous a conduits à évaluer l'écosystème « **Données Insuffisantes** ».

# BIBLIOGRAPHIE

Andréfouët S., Guillaume M. M. M., Delval A., Rasoamanendrika F. M. A., Blanchot J. et Bruggemann J. H. (2013).

**'Fifty years of changes in reef flat habitats of the Grand Récif of Toliara (SW Madagascar) and the impact of gleaning'.**

Coral Reefs. Available at: DOI 10.1007/s00338-013-1026-0.

Andriamalala JCA. (2007).

**'Etude écologique pour la gestion des mangroves à Madagascar, Comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de télédétection'.**

Thèse de Doctorat, Université de Bâle, Institut Natur, Landschafts und Umweltschutz (NLU-Biographie) 283p.

ASCLME/SWIOFP. (2012).

**'Transboundary Diagnostic Analysis for the western Indian Ocean'.**

Volume 1, 122p.

Baron R. (1889).

**'The Flora of Madagascar'**

Journal of the Linnaean Society, Botany 42, pp 246–294.

Bland L.M., Keith D.A., Miller R.M., Murray N.J. and Rodríguez, J.P. (eds.) (2016).

**'Lignes directrices pour l'application des critères et catégories de la Liste Rouge des Écosystèmes de l'UICN: Version 1.0'.**

Gland, Suisse : IUCN. ix + 114pp. Originellement publié en tant que Guidelines for the application of IUCN Red List of Ecosystems Categories and Criteria, Version 1.0 (Gland, Suisse: UICN, 2016).

Bland L.M., Nicholson E., Miller R.M., Andrade A., Carre A., Etter A., Ferrer-Paris J.R., Herrera B., Kontula T., Lindgaard A., Pliscof P., Skowno A., Valderrabano M., Zager I. and Keith D.A. (2019).

**'Impacts of the IUCN Red List of Ecosystems on Conservation Policy and Practice'.**

Conservation Letters.

Available at: <https://doi.org/10.1111/conl.12666>.

Ceclu, A. (1999).

**'Le climat de la terre : la perception humaine d'un fait naturel, L'éducation géographique'.**

Formation du citoyen et conscience géographique, Sainte-Foy. Presses de l'Université du Québec, pp 127-149.

Chaperon P., Danloux J. and Ferry L. (1993).

**'Fleuves et Rivières de Madagascar'.**

ORSTOM Editions. 883p.

Cockcroft V.G. & Young D. (1998).

**'An investigation about the status of coastal marine resources along the west coast of Madagascar'.**

Unpublished report, WWF.

Cockcroft VG. (1994).

**'Status and exploitation of Madagascar's coastal marine resources'.**

Daryl P. Domning (Ed). Sirenews (ISSN 1017-3439). Howard University, Washington DC, USA.

Conservation International (2006).

**'A Marine Biodiversity Assessment of the Extreme North-East of Madagascar'.**

Editors: Jean Maharavo, Philippe Razafinjato, Thomas A. Oliver and Ando Rabearisoa.

Cooke A., Lutjeharms J.R.E., and Vasseur P. (2003).

**'Marine and coastal ecosystems of Madagascar'**

In: Goodman S.M., Benstead J.P., (Eds.), The natural History of Madagascar, University of Chicago Press, Chicago, pp 179-208.

Du Puy D. and Moat J. (1998).

**'Vegetation mapping and classification in Madagascar (using GIS): implications and recommendations for the conservation of biodiversity'.**

In: C.R. Huxley, J.M. Lock and D.F. Cutler (editors). Chorology, taxonomy and Ecology of the African and Madagascan floras. Royal Botanic Gardens, Kew.

Elouard, J.-M., and Gibon, F. M. (2001).

**'Biodiversité et biotypologie des eaux continentales de Madagascar. Antananarivo'**

Institut de Recherche and Développement (IRD), Centre National de la Recherche pour l'Environnement (CNRE), and Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Aquatiques et leur Environnement (LRSAE).

Faramalala, M. H., (1995).

**'Formations végétales et domaine forestier national de Madagascar, 1 :1,000,000 color map'.**

Conservation International (CI), Direction des Eaux et Forêts (DEF), Centre National de Recherches sur l'Environnement (CNRE) et Foiben-Taotsaritanin'i Madagasikara (FTM).





Gabrié C., Vasseur P., Randriamiarana H., Maharavo J. and Mara E. (2000).

**'The coral reefs of Madagascar, In Coral Reefs of Indian Ocean: Their ecology and conservation'.**

Edited by Tim Mc Clanahan, Charles R.C. Sheppard, David Obura ; Oxford University Press 2000.

Gabrié C., Vasseur P., Randriamiarana H., Maharavo J. and Mara E., 2000.

**'The coral reefs of Madagascar, In Coral Reefs of Indian Ocean: Their ecology and conservation'.**

Edited by Tim Mc Clanahan, Charles R.C. Sheppard, David Obura ; Oxford University Press 2000.

Goodman S.M., Pidgeon M., Hawkins F.A. and Schulenberg T.S. (1997).

**'The birds of the south-eastern Madagascar'.**

*Fieldiana Zoology* 87, pp 1-132.

Green E.P. and Short F.T. (2003).

**'World atlas of seagrasses'.**

Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. Berkley, University of California Press.

Green G. M. and Sussman R. W. (1990).

**'Deforestation history of the eastern rain forests of Madagascar from satellite images'.**

*Science* 248, pp 212-215.

Gullström M., Castro M., Bandeira S.O., Björk M., Dahlberg M., Kautsky N., Rönbärk P., Öhman M.C. (2002).

**'Seagrass Ecosystems in the Western Indian Ocean'.**

*Ambio* 31, pp 588-596.

Hantanirina J.M.O and Benbow S. (2013).

**'Diversity and coverage of seagrass ecosystems in the south-west'.**

*African Journal of Marine Species* 35, pp 291-297.

Harding S., Randriamanantsoa B., Hardy T., Curd A. (2006).

**'Coral Reef Monitoring and Biodiversity Assessment to support the planning of a proposed MPA at Andavadoaka'.**

WCS & Blue Ventures, 100p.

Harper G.J., Steininger M. K., Tucker C. J., Juhn D. and Hawkins F. (2007).

**'Fifty years of deforestation and forest fragmentation in Madagascar'.**

*Environmental Conservation* N° 34 (4), pp 1-9.

Hervieu J. (1966).

**'Contribution à l'étude du milieu fluvio-marin sur la côte occidentale de Madagascar'.**

*Revue de Géographie, Univ. Madagascar*, n°8, pp 11-65.

Humbert H. and Cours Darne G. (1965).

**'Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. 3 coupures à 1/1.000.000 de Madagascar'.**

*Travaux de la Section Scientifique Et de l'Institut Français de Pondichéry, hors-série no 6*, 3 maps.

Humbert H. and Cours Darne G. (1965).

**'Notice de la carte de Madagascar'. Extrait des travaux de la section scientifique et technique de l'Institut français de Pondichéry'.**

*Hors-série No. 6.*

IPBES (2019).

**'Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its seventh session - Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services'.**

Paris, May 2019, 44 pp.

IUCN (2016). Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.), (2016).

**'Nature-based Solutions to address global societal challenges'.**

Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp.

Jadot, C. and Darling E.S. (2015).

**'Madagascar: A Baseline Assessment of Coral Reef Fisheries'.**

Wildlife Conservation Society, Bronx NY USA, 13p.

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. Available at: doi:10.3390/rs8020106.



Keith D. A., Rodríguez J. P., Rodríguez-Clark K. M. et al. (2013).

**'Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems'.**

*PLoS ONE* 8, e62111.

Keith D.A., Rodríguez J.P., Brooks T. M., Burgman M.A., Barrow E.G., Bland L., Comer P.J., Franklin J., Link J., McCarthy M.A., Miller R.M., Murray N. J., Nel J., Nicholson E., Oliveira Miranda M.A., Regan T.J., Rodríguez-Clark K.M., Rouget M. and Spalding M.D. (2015).

**'The IUCN Red List of Ecosystems: Motivations, Challenges, and Applications'.**

*Conservation Letters*: 8, pp 214-226. Available at : doi:10.1111/conl.12167.

Kiener A. (1972).

**'Ecologie, Biologie et possibilités de mise en œuvre des mangroves malgaches'.**

*Bulletin de Madagascar* n°308.

Koechlin, J. Guillaumet, J.L. and Morat, P. (1974).

**'Flore et Végétation de Madagascar'.**

Vanduz, Cramer.

Lasserre, G. (1979).

**'Bilan de la situation des pêches aux Pangalanes-Est (Zone Tamatave-Andevorante) au Lac Anony (région Fort-Dauphin). Perspective et aménagement'.**

*Rapport pour ONU/FAO pour projet MAG/76/002*: 38p.

Lebigre, JM., Réaud-Thomas, G., Rejela M. (2001).

**'Androka (Extrême-Sud de Madagascar) : cartes d'évolution des milieux'.**

Bordeaux, CRET, Iles et Archipels, n°30, 72p.

Lope J.-C. (2009).

**'Etude de la capacité biotique dans les trois lagunes de Petriky (Ambinanibe, Andranasy, et Andratoloharano) de la Région Anosy à Fort-Dauphin'.**

*Thèse de Doctorat en Océanologie Appliquée, Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara*. 337p.

Maharavo J., (2002).

**'Etat des récifs coralliens de Madagascar'.**

*Rapport national 2002, Réseau de Suivi de l'Etat des récifs coralliens dans le sud-ouest de l'Océan Indien*.

Mcmahon K. and Webster F. J. (2002).

**'An assessment of coral reefs in northwest Madagascar, Kalmar'.**

*Sweden Coral reef degradation in the Indian Ocean*, Available at: [http://works.bepress.com/kathryn\\_mcmahon/17/](http://works.bepress.com/kathryn_mcmahon/17/).

Missouri Botanical Garden. (2014).

**'Inventaires de références des sites du projet MRPA - lot n°1 : Ampasindava-Galoka - DP N°01 - 13 /DP/UCPE/MRPA'.**

*Rapport final*. London: MBG.

Obura D., Oliver T.A., Di Carlo G. and Rabearisoa A. (eds) (2011).

**'A marine rapid biodiversity assessment in the Northeast of Madagascar'.**

*Bulletin of Biological Assessment* 61. Conservation International, Arlington, Virginia. 102pp.

ONE, DGF, FTM, MNP and CI (2013).

**'Evolution de la couverture de forêts naturelles à Madagascar 2005 – 2010'.**

Antananarivo.

Perrier de la Bathie H. (1921).

**'La Végétation malgache'.**

Pierre S. (2012).

**'Point study of Human Impacts on Vegetal covers and species diversity of seagrass in Southwest Madagascar'.**

*SIT Madagascar Biodiversity and natural Resource Management*/New York University.

Rafalimanana T., & Caveriviere A. (2008).

**'Présentation du milieu et des espèces, in Les crevettes côtières de Madagascar, Biologie, exploitation, gestion, IRD'.**

édition, 2008, pp 21-40.

Rakotomalala F.A, Rabenandrasana J. C., Andriambahiny J. E., Rajaonson R., Andriamalala F., Burren C., Rakotoarijaona J.R., Parany B.L.E., Vaudry R., Rakotoniaina S., Ranaivosoa R., Rahagalala P., Randrianary T., Grinand C. (2015).

**'Estimation de la déforestation des forêts humides à Madagascar utilisant une classification multitemporale d'images Landsat entre 2005, 2010 et 2013'.**

*Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, n° 211-212, pp 11-23.



**Rossi, G. (1977).**

**‘Karst tropical et structure, l'exemple malgache’.**

*Norois. vol. 95, no 2, pp 173-196.*

**Salomon J.-N. (1987).**

**‘Le Sud-Ouest de Madagascar’.**

*Thèse de Doctorat. Tome I. Université d'Aix-Marseille, 420p*

**Spalding M., Kainuma M., Collins L. (2010).**

**‘World Atlas of Mangroves’**

*Earthscan: London, UK, 2010.*

**Veron, J.E.N. and Turak E. (2005).**

**‘Reef corals of northwest Madagascar. In: McKenna, S., G.R. Allen and H. Randrianasolo (eds.) A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Coral reefs of Northwest Madagascar.’**

*RAP Bulletin of Biological Assessment 31. Conservation International, Washington DC, USA. Pp. 23-30.*

**Vörösmarty, Charles J., Fekete, B. M., Tucker B. A. (1998).**

**‘Global River Discharge, 1807-1991, V. 1.1 (RivDIS). Data set. Available on-line [<http://www.daac.ornl.gov>] from Oak Ridge National Laboratory’**

*Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A.*

**White F. (1983).**

**‘The vegetation of Africa’.**

*A descriptive memoir to accompany the Unesco/AETFAT/UNSO. Vegetation map of Africa. Natural Resources Research 20. Unesco. Paris.*

**WIOMER (2012).**

**‘Document de Synthèse de l'Analyse Ecorégionale de l'Ecorégion Marine des Iles de l'Océan Indien occidental’.**

*RAMP-COI.*

**Yangambi (1956).**

**‘Classification phytogéographique de Yangambi, Adansonia, ser. 2, 18 (2) : 243-256. Paris’.**

*ISSN 0001-804X.*

**Yesuf G., Brown K.-A., Walford N. (2019).**

**‘Assessing regional-scale variability in deforestation and forest degradation rates in a tropical biodiversity hotspot’.**

*Remote Sensing in Ecology and Conservation 2019;5 (4), pp 346-359. Available at : <https://doi.org/10.1002/rse2.110>*

**Zbigniew K. (2012).**

**‘Une analyse globale de la chaîne d'approvisionnement de la Pêcherie du crabe de Mangrove (Scylla serrate) à Madagascar’.**

*Programme pour la mise en œuvre d'une stratégie de pêche pour la région Afrique orientale-australe et Océan Indien, Commission de l'Océan Indien, Rapport SF/2012/24, 54p + annexes.*



