



The COMBO Project: CONservation, impact Mitigation and Biodiversity Offsets in Africa
Le Projet COMBO : CONservation, Minimisation des impacts, et compensation au titre de la BiODiversité, en Afrique
O Projeto COMBO: CONservação, Mitigação do impacto e compensações de BiODiversidade em África



Guide méthodologique relatif à la planification spatiale en appui aux secteurs de développement visant l'absence de perte nette de biodiversité à Madagascar

Juillet 2020



AFD



Citation recommandée	COMBO, 2019. Guide méthodologique relatif à la planification spatiale en appui aux secteurs de développement visant l'absence de perte nette de biodiversité à Madagascar	
Date	Mars 2020	
Maitrise d'Ouvrage	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable de Madagascar	Mr. Le Secrétaire Général du MEDD
Rédacteurs	Projet COMBO	Alexia AUSSEL – BIOTOPE Aristide ANDRIANARIMISA - WCS Daniela ANTONACCI – WCS Suzanne COTILLON - BIOTOPE Fabiel QUETIER - BIOTOPE Rija RAJAONSON – WCS José RALISON - BIOTOPE Dimby RAZAFIMPAHANANA - WCS Amrei VON HASE – Forest Trend

Table des matières

Table des matières	1
Liste des tableaux	4
Liste des figures	5
Abbreviations	6
1. Introduction	9
1.1. But	10
1.2. Objectifs	10
2. Contexte	10
3. Objectifs cibles de conservation	12
4. Collecte et compilation de données	14
4.1. Objectifs	14
4.2. Approches méthodologiques de l'analyse et résultats	15
4.3. Principales données utilisées et demandées par les utilisateurs	15
4.3.1. Utilisation des terres / occupation du sol	15
4.3.2. Cartes d'écosystèmes historiques	15
4.4. Biodiversité et distribution d'espèces	16
4.5. Autres informations sur la biodiversité et distribution d'espèces	18
5. L'évaluation de la biodiversité à Madagascar	20
6. Les types d'écosystèmes à Madagascar	22
6.1. Écosystèmes terrestres	22
6.1.1. Illustration des écosystèmes terrestres	23
6.1.2. Quantification de conservation de l'écosystème terrestre	24
6.2. Écosystèmes marins et côtiers	25
6.3. Statut et état des écosystèmes	26
6.3.1. Classification et liste rouge des écosystèmes	26
6.3.2. Statut des écosystèmes forestiers de Madagascar	29
6.3.3. La déforestation à Madagascar	29
6.3.4. L'évolution de la déforestation	30
6.3.5. La pauvreté comme facteur qui affecte l'environnement	31
6.4. Etat des écosystèmes	32
7. Services écosystémiques	32
8. Espèces	34
	1

9.	Les facteurs de changement et les pressions sur la biodiversité	37
9.1.	Facteurs de changement de la biodiversité	37
9.2.	L'exploitation irrationnelle : surexploitation des ressources naturelles, trafics, pressions, cueillette et chasse.	38
9.3.	Le changement d'utilisation des terres	38
9.4.	Les feux	39
9.5.	La déforestation	40
9.6.	Les maladies	40
9.7.	Le développement industriel : Gisements miniers et pétroliers	41
9.8.	La pollution	43
9.9.	Les espèces envahissantes	44
9.9.1.	L'invasion des populations d'espèces introduites	44
9.9.2.	Plantes envahissantes : Des plantes envahissantes changent la physionomie de différents écosystèmes (terrestres et aquatiques)	44
10.	Pressions sur les écosystèmes terrestres à Madagascar	44
10.1.	Pressions sur les écosystèmes forestiers	44
10.2.	Pressions sur les zones humides	45
10.3.	La pollution	45
10.4.	Variation des régimes hydriques	45
10.5.	Pêche intensive	45
10.6.	Activités et informations importantes pour la phase suivante du projet COMBO	45
10.6.1.	Zones cibles/à éviter susceptibles d'être déforestées : Carte de Probabilité de déforestation (Analyse de Bioscene)	45
10.6.2.	Le changement climatique	46
10.7.	Identification des différents types/degrés d'impacts	47
10.7.1.	Partie terrestre	47
a.	Evaluation des ressources forestières mondiales 2015 – Madagascar	47
b.	Evolution et changement de la superficie des forêts naturelles et au fil du temps :	48
c.	Vulnérabilité aux changements climatiques	50
10.7.2.	Partie marine	52
10.8.	Action 7 Établir des partenariats pour le développement durable. Cartographie des facteurs anthropiques du changement pour la planification de la conservation de la biodiversité dans l'Océan Indien occidental.	52
10.9.	Empreinte humaine	54
11.	Facteurs / tendances positifs pour la rétention et l'amélioration de la biodiversité	56
11.1.	Tendances futures	56

11.1.1.	Les carrés miniers : Cartographie des permis miniers délivrés (Données BCMM 2014), suivant la validité des permis	56
11.1.2.	Projet Infrastructures de développement (WWF WCS OAT) : L'initiative de l'Etat, à travers le ministère tutelle de l'aménagement du territoire, pour l'harmonisation entre les infrastructures de développement et les infrastructures écologiques	57
11.2.	Facteurs positifs de changement	60
11.2.1.	Existence des aires protégées	60
11.2.2.	Les engagements du gouvernement (sites de restauration, GIS data)	62
11.2.3.	Politique de reboisement du gouvernement	65
11.2.4.	Le potentiel de restauration de paysages forestiers, Madagascar	66
12.	Comment utiliser ces éléments pour mettre en œuvre la hiérarchie d'atténuation à l'échelle d'un territoire ou d'un projet ?	66
12.1.	Qu'est-ce que la hiérarchie d'atténuation ?	66
12.2.	Juridiction pour l'élaboration et la planification de la stratégie d'atténuation	68
12.3.	Planification d'un système d'atténuation à l'échelle d'un projet	80
12.3.1.	Cartographier l'étendue historique des écosystèmes forestiers	80
12.3.2.	Cartographier le couvert forestier actuel	81
12.3.3.	Évaluer l'étendue actuelle des écosystèmes forestiers (habitats forestiers restants)	82
12.3.4.	Evaluer les conditions de dégradation des terres	83
12.3.5.	Évaluer le statut de conservation des écosystèmes forestiers	84
12.3.6.	Identifier des zones prioritaires pour la biodiversité	84
12.3.7.	Identifier des zones de conservation existantes	85
12.3.8.	Évaluer et réviser les scénarios de développement	85
12.3.9.	L'évitement	85
12.3.10.	Réduction	87
12.3.11.	Restauration	87
12.3.12.	Compensation	87
13.	Résumé des recommandations	89
14.	Bibliographie et Webographie	90
15.	Annexes :	94
15.1.	Autres lacunes identifiées pour la section « Data Collection and Compilation »	94
15.1.1.	Approche « Paysage » et « Biosphère »	94
15.2.	Descriptif des écosystèmes :	95
15.3.	Informations additionnelles sur le Système des Aires Protégées de Madagascar (SAPM) :	97
15.3.1.	La naissance du SAPM (Système des Aires Protégées de Madagascar) :	97
15.4.	Cartes illustratives sur l'utilisation des données existantes :	99

Carte 1 : carte d'écosystème d'une zone	99
Carte 2 : Différents habitats de l'aire protégée Corridor Ankeniheny Zahamena	100
Carte 3 : Le système SAPM de Madagascar	101
Carte 5 : Priorisation pour compensation écologique – Projet Ambatovy	103
Carte 6 : Répartition des poissons endémiques – Projet Ambatovy	103
Carte 7 : Les écosystèmes impactés par le projet Ambatovy	104
Carte 8 : Sensibilité de végétation, Projet Toliara Sands	105
Carte 9 : Valorisation de l'environnement et de la biodiversité	106
Carte 10 : Concept de modèle écologique	107
Carte 11 : les reliquats de forêt littorale en 2012, Projet QMM Fort-Dauphin	108
Carte 12 : Répartition des sites archéologiques et culturels sur le site minier, projet Ambatovy	109
Carte 13 : Évaluation des Impacts Environnementaux et Sociaux, Projet minier Ranobe	110
Carte 15 : Plan de réhabilitation du projet minier de Ranobe	112
Carte 16 : Déforestation des mangroves au Nord-Ouest de Madagascar	113
Carte 17 : Paiements pour services environnementaux, étude ou mis en œuvre à Madagascar	114
Carte 18 : Plan d'Action pour la Biodiversité, projet QMM	115

Liste des tableaux

Tableau 1 : Engagements de Madagascar sur la conservation de la biodiversité	13
Tableau 2 : Types d'écosystème terrestre de Madagascar et leur superficie (Source : Atlas de la végétation de Madagascar, 2007)	23
Tableau 3 : Quantification de conservation de l'écosystème terrestre par rapport aux aires protégées terrestres existantes à Madagascar (RBG Kew 2007 ; SAPM 2017)	25
Tableau 4 : Quantification de conservation de l'écosystème marin et côtier par rapport aux aires protégées marines et côtières existantes à Madagascar (Sources : Promesse de Sydney ; SAPM 2017)	25
Tableau 5 : Résultats de l'évaluation des menaces sur les écosystèmes de Madagascar	27
Tableau 6 : L'occupation des carrés miniers en superposition avec la couverture forestière (Sources : BCMM – carrés miniers 2018 ; BioScene Madagascar – Couverture forestière 2014)	41
Tableau 7 : Situation des données annuelles (FAO FRA 2015)	48
Tableau 8 : Perception de la vulnérabilité face au changement climatique, par secteur ; Source : COI (Etude de vulnérabilité aux changements climatiques, Evaluation qualitative - Mars 2011)	51
Tableau 9 : Résumé des aires protégées existantes à Madagascar, suivant la classification IUCN (SAPM, 2017)	60
Tableau 10 : Questionnement sur l'élaboration d'une stratégie pour la hiérarchie d'atténuation	70

Liste des figures

Figure 1 : Carte des écorégions de Madagascar	16
Figure 2 : Les douze espaces de croissance (SNOST, 2015)	19
Figure 3 : Atlas de la végétation de Madagascar (RBG-Kew, 2007).....	24
Figure 4 : Carte des principaux écosystèmes marins. Récifs coralliens : Andréfouet (2009) ; Mangroves : Moat & Smith (2009) ; Herbiers marins : Green EP, Short FT (2005).....	26
Figure 5 : Cartes historiques de la déforestation à Madagascar	30
Figure 6 : Suivi national de l'évolution du couvert forestier de 2000, 2005, 2010, 2015 et 2019	31
Figure 7 : Cartographies des points de feux à Madagascar durant l'année 2018 (Source : Firecast Conservation International)	40
Figure 8 : Illustration de la carte interactive montrant l'évolution de la déforestation à Madagascar (Bioscene Mada, 2019)	46
Figure 9 : Empreinte humaine moyenne, population et PIB	56
Figure 10 : Cartographie de validité temporelle des titres miniers existants (BCMM, 2014)	57
Figure 11 : Infrastructure écologique et espaces de croissance	58
Figure 12 : Infrastructures structurantes et espaces de croissance	59
Figure 13 : Cartographie des aires protégées à Madagascar, suivant les catégories IUCN (REBIOMA, 2018)	61
Figure 14 : Zones prioritaires du MEEF pour 2016	62
Figure 15 : Approche pour la restauration des paysages forestiers	63
Figure 16 : Bassins versants prioritaires pour la restauration des paysages forestiers	64
Figure 17 : Carte de l'étendue historique des écosystèmes forestiers.....	81
Figure 18 : Carte des écosystèmes forestiers actuels	82
Figure 19 : 1) Étendue historique des écosystèmes forestiers, 2) Couvert forestier actuel et 3) Étendue actuelle des écosystèmes forestiers	82
Figure 20 : 1) A gauche, carte de l'empreinte humaine ; 2) A droite, les mesures de l'état de dégradation.	83
Figure 21 : Zones prioritaires pour la conservation de la biodiversité	84
Figure 22 : Aires protégées	85
Figure 23 : Proposition d'aménagement routier	86
Figure 24 : Illustration du choix d'alternatives, confronté aux caractéristiques de biodiversité, pour un projet d'aménagement routier	86
Figure 25 : Tableau comparatif des impacts des différentes alternatives de routes	87
Figure 26 : Processus de sélection de zones de compensation	88
Figure 27 : Carte des paysages prioritaires du GEF-SGP	95

Abbreviations

Acronymes	Définition
4D	Dynamique Démographique et Développement Durable
AEA	Annual Emission Allocations
AFR100	African Forest Landscape Restoration Initiative
AOO	Area of Occupancy
AP	Aire protégée
ASM	Artisanal and Small-scale Mining
ASM -PACE	Artisanal and Small-scale Mining in Protected areas and critical Ecosystems
ATBC	Association for Tropical Biology and Conservation
BCMM	Bureau du Cadastre Minier de Madagascar
BioSceneMada	Biodiversity scenarios under the effect of climate change and future anthropogenic deforestation in Madagascar
CAZ	Corridor Ankeniheny-Zahamena
CCI	Climate Change Initiative
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
CEPF	Critical Ecosystem Partnership Fund
CI	Conservation International
CICES	Common International Classification of Ecosystem Services
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species
CNRE	Centre National de Recherches sur l'Environnement
COI	Commission de l'Océan Indien
COMBO	COnservation, Minimisation des impacts, et compensation au titre de la BiODiversité
COP	Conference of the Parties
CPGU	Cellule de Prévention et Gestion des Urgences à la Primature
DoCs	Drivers of change
EDUCMAD	Programme d'amélioration de l'éducation Scientifique et Technique à Madagascar
EIE	Etudes d'Impact Environnementales
EIES	Etudes d'Impact Environnementales et Sociales
EOO	Extent of Occurrence
EPIC	Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial
ESFUM	Écosystème forestier à usage multiple
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAPBM	Fondation pour les Aires Protégées et la Biodiversité de Madagascar
FEM	Fonds Environnemental Mondial
FRA	Forest Resources Assessment
FTM	Foiben-Taosarintanin'i Madagasikara
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GDF	Gestion Durable des Forêts
GEF	Global Environment Facility
GEF-SGP	Global Environment Facility - Small Grants Programme
GERP	Groupe d'Étude et de Recherche sur les Primates de Madagascar
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

Acronymes	Définition
ICC	Initiative sur le changement climatique
INBAR	International Network for Bamboo and Rattan
INSTAT	Institut National de la Statistique
IRD	Institut de recherche pour le développement
IUCN	International Union for Conservation of Nature
KBA	Key Biodiversity Areas
LOAT	Loi d'aménagement du territoire
MadBIF	Madagascar Biodiversity Information Facility
MAP	Madagascar Action Plan
MATSF	Ministère de l'aménagement du territoire et du service foncier
MAVOA	Madagascar Voakajy
MBG	Missouri Botanical Garden
MCSO	Centre Betty et Gordon Moore pour la Science et les Océans
MECIE	Mise En Conformité des Investissements avec l'Environnement
MEEF	Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts
MEEMF	Ministère de l'Environnement de l'Ecologie, de la Mer et des Forêts
MEFT	Ministère de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme
MEM	Ministère de l'Energie et des Mines
MEOR	Méthodologie d'Evaluation des Opportunités de Restauration
MEPATE	Ministère d'Etat chargé des Projets Présidentiels, de l'Aménagement du Territoire et de l'Equipement
MNP	Madagascar National Parks
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer
NAP	Nouvelle aire protégée
NBSAP	The National Biodiversity Strategy and Action Plan
NG	Net gain
NNL	No net loss
OAT	Observatoire de l'aménagement du territoire
OATF	Observatoire de l'aménagement du territoire et du foncier
ODD	Objectif de Développement Durable
ODD	Objectifs de Développement Durable
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
ONE	Office National pour l'Environnement
PADAP	Projet d'Agriculture Durable par une Approche Paysage
PAG	Plan d'Aménagement et de Gestion
PIB	Produit Intérieur Brut
PIC	Pôles Intégrés de Croissance
PIP	Projet d'Investissement Public
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PSE	Payement des Services Ecosystémiques
PTA	Plan de travail annuel
QGIS	Quantum GIS (Système d'Information Géographique Libre et Open Source)
QMM	QIT Madagascar Minerals
RBG-Kew	Royal Botanic Gardens, Kew

Acronymes	Définition
REBIOMA	Réseau de la Biodiversité de Madagascar
RPF	Restauration des Paysages Forestiers
SAPM	Système des Aires Protégées de Madagascar
SE	Services Ecosystémiques
SGFD	Sites de Gestion Forestière Durable
SNAT	Schéma National d'Aménagement du Territoire
SNGF	Silo National des Graines Forestières
SNOST	Schéma National des orientations sectorielles et transversales
SNRPF	Stratégie Nationale des Restauration des Paysages et des Forêts
SPANB	Stratégies et Plans d'Actions Nationaux pour la Biodiversité
SPCR	Strategic Program for Climate Resilience
SRAT	Schémas d'Aménagement du Territoire
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
USD	United States Dollar
VCF	Vegetation Continuous Fields
WAVES	Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services
WCS	Wildlife Conservation Society
WWF	World Wildlife Fund
ZCB	Zones Clés pour la Biodiversité

1. Introduction

La conception et l'application des outils de mise en œuvre de politiques et de lois impliquant la hiérarchie d'atténuation, y compris les compensations de la biodiversité, reposent en grande partie sur de solides connaissances sur cette biodiversité. Cela s'applique à tout le niveau comme à l'échelle d'un site, d'un projet, d'une Région et d'un vaste territoire d'un pays. Comme les décisions relatives à l'affectation d'une portion de la zone vouée au développement cherchant à minimiser les dommages causés à la biodiversité dépend du niveau et de la qualité de sa biodiversité, la disponibilité des informations sur cette dernière demeure ainsi cruciale. Ces informations doivent au moins être plus adéquates en termes de qualité et de quantité pour pouvoir alimenter la planification de paysage en tant qu'outil d'aide à la prise de décision. C'est dans cette optique que le présent rapport synthétise les informations connues sur la biodiversité à Madagascar sous l'angle de fournir des données utiles pour permettre de mieux statuer sur l'affectation de différentes zones dans un projet de développement pour minimiser les préjudices sur la biodiversité. Toutefois, il est impératif de mentionner que représenter de façon synthétique la biodiversité soit par la liste des espèces, soit par l'abondance ou tout autres métriques, est un défi vu que la biodiversité et l'écosystème sont complexes et nul indicateur ne peut les représenter aussi fidèlement que possible. De ce fait, l'approche « *proxy* » (ou substitution) constitue une solution mondialement connue, mais ceci requiert encore des données plus fiables. Néanmoins, la sortie récente du statut international des écosystèmes à Madagascar, liste Rouge de l'UICN, constitue déjà un point de départ important de cette approche, car il permet de classer les différents écosystèmes par rapport à leur vulnérabilité. Pour y arriver, le présent rapport traite en détails les points ci-dessous afin de mieux informer les décideurs et initiateurs de projets à déterminer les efforts nécessaires pour mettre en œuvre la hiérarchie d'atténuation, y compris les compensations de la biodiversité :

- L'analyse du statut de la biodiversité qui repose sur le niveau de connaissance actuelle, les données et informations disponibles sur les espèces, les écosystèmes et sur les services écosystémiques. Ceci est fait dans un souci de déceler les besoins en matière d'informations cruciales manquantes à collecter ne serait-ce que lors de l'étude d'impact. De plus, les informations sur où trouver les différents types de données existantes, par exemple, le cas de divers portails de données actuels, constituent une partie de cette analyse du statut de la biodiversité.
- Ensuite, l'analyse des principaux facteurs affectant la biodiversité, tant ceux dégradant que ceux favorisant le maintien de la biodiversité, telles les diverses pressions, ont été traités. Si ceux dégradant demeurent les plus connus, les différentes initiatives et engagements des pays favorables à la préservation de la biodiversité comme la création de toutes les catégories des aires protégées de UICN et leur extension méritent d'être considérées. De ce fait, si la compensation de la biodiversité choisie par l'initiateur des projets de développement peut aller dans ce sens, ils vont augmenter leur impact positif en concourant à ces engagements internationaux du pays. Cette analyse traite également les futures tendances des différents facteurs (dégradants et favorables) pour mieux anticiper les dispositifs à prendre dès maintenant.
- La priorisation de la biodiversité qui identifie l'aire prioritaire de la préservation de la biodiversité terrestre et marine de Madagascar. Les résultats actuellement disponibles à travers les différentes priorisations existantes ont été accomplis pour dresser les zones pouvant intéresser la mitigation hiérarchique et la compensation de la biodiversité. Une anticipation pour la tendance future a été traitée pour voir jusqu'où les différentes zones peuvent être sujettes à des modifications éventuelles comme face aux changements climatiques.
- La hiérarchie d'atténuation, illustrée par des exemples de démonstration à l'échelle nationale et au niveau site, constitue la partie plus pratique de ce rapport en tant que guide pour les

initiateurs de projets et les détenteurs de décision du pays. Elle utilise des scénarii simples afin de donner une aperçue pratique du processus de hiérarchie d'atténuation jusqu'à la décision d'affectation de zone.

- Pour finir, le présent rapport mène et utilise d'exemples d'évaluation de planification spatiale pour étayer la planification et expliquer le processus de prise de décisions relatives à la hiérarchie d'atténuation, y compris les compensations de la biodiversité.

1.1. But

Ce rapport met en évidence et explique un éventail de données, d'informations, d'outils et d'approches qui sont importants pour soutenir l'élaboration de politiques inclusives pour la biodiversité (notamment la politique d'atténuation et de compensation), la planification et la prise de décision à différentes échelles (du niveau national au niveau du projet). L'objectif est d'aider les gouvernements et les autres parties prenantes à mettre en place et à améliorer des processus pour soutenir leurs systèmes de planification et d'atténuation de la biodiversité et à améliorer les résultats de la biodiversité à la lumière des pressions du développement.

1.2. Objectifs

- Fournir un complément utile d'informations, y compris les données, les outils et la méthodologie disponibles et / ou nécessaires pour intégrer les considérations relatives à la biodiversité dans les processus de planification et de prise de décision (par exemple, l'utilisation des terres / les décisions de développement) et pour aboutir à de meilleurs résultats en matière de biodiversité que ce qui est actuellement le cas. Nous fournirons des recommandations à l'appui.
- Résumer les meilleures informations disponibles sur l'état de la biodiversité, y compris le type, l'état, l'intégrité, l'abondance, l'état de la menace, l'unicité et sur les menaces pour la biodiversité (notamment : changement de la couverture terrestre, moteurs du déclin des espèces).
- Développer / fournir / mettre en évidence les outils et la méthodologie, ainsi que les recommandations pertinentes, qui aideront à rassembler ces informations pour soutenir une meilleure prise de décision. Cela peut inclure la modélisation de la répartition des espèces, la cartographie des écosystèmes, la définition des priorités, les approches de la planification de l'atténuation et la prise de décision.

2. Contexte

Madagascar, la plus vieille île du monde,¹ est un point chaud de biodiversité mondiale, caractérisé par une biodiversité riche et unique, qui cependant est soumise à de fortes menaces. Il a été classé parmi les dix-sept pays méga-divers de la planète, hébergeant jusqu'aux trois quarts du nombre estimé d'espèces dans le monde. Madagascar abrite 12-14.000 espèces de plantes vasculaires, dont 90% sont endémiques et présentes dans quelques sites seulement. L'île compte 340 espèces indigènes de reptiles, dont plus de la moitié des espèces de caméléons de la planète. Le taux d'endémisme est quasiment de 100% pour les 222 espèces d'amphibiens, de 80% pour les plantes à fleurs, 95% pour les reptiles. Cependant, l'île a perdu presque la moitié de sa couverture forestière durant les soixante dernières années² ; les récentes études de la FAO³ en 2020 montrent que 21% (12.4 Mha) de l'étendue du pays

¹ Mongabay <https://news.mongabay.com/2019/05/its-now-or-never-for-madagascars-biodiversity-experts-say/>

² CIRAD <https://ur-forets-societes.cirad.fr/actualites/madagascar-a-perdu-44-de-son-couvert-forestier-naturel-en-seulement-soixante-ans>

³ GFW <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/MDG/?category=land-cover>

sont recouvertes de forêts, dont 24% sont classifiées comme forêts primaires. Les caractéristiques écologiques uniques de l'île, combinées avec les menaces environnementales pressantes (culture sur abatis-brûlis, coupe illégale de bois précieux, accroissement de la pression de l'orpaillage sur la biodiversité⁴, trafic d'espèces⁵) font que Madagascar est considéré, selon certains, comme étant " la plus haute priorité de conservation dans le monde »⁶.

Sur le plan social, la population de Madagascar est de 25.640.920 en 2018 selon le troisième recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de l'Institut National de la Statistique (INSTAT), et elle est estimée à plus de 28 millions d'habitants en 2020⁷, soit une augmentation de plus de 2,5 millions par rapport aux données de 2018. A ce rythme, les habitants à Madagascar doubleront vers l'année 2043 et atteindront la barre de 100 habitants/Km² contre 43,4 habitants/Km² en 2018 selon l'INSTAT. La population est extrêmement jeune, environ deux tiers de la population a moins de 25 ans (64%) et près de la moitié a moins de 15 ans (47%). L'extrême jeunesse de la population malgache entraîne une demande sociale croissante en éducation, santé, emplois, logements et infrastructures, ce qui représente également un défi pour l'environnement⁸. Selon la Banque Mondiale, l'enjeu de développement à Madagascar est suffisamment préoccupant. Le pays est classé au quatrième rang des pays avec les taux les plus élevés de malnutrition chronique, et près d'un enfant de moins de cinq ans sur deux souffre d'un retard de croissance. Environ 97 % des enfants malgaches âgés de 10 ans ne peuvent pas lire et comprendre un texte court et adapté à leur âge. Et 4 enfants sur 10 abandonnent l'école primaire avant la dernière année⁹. Les conditions de vie dans les zones rurales sont particulièrement difficiles, c'est pourquoi l'environnement rural doit faire face au besoin sans cesse grandissant en terres arables et ressources naturelles. Avec de tel développement humain, le PIB par habitant à Madagascar demeure l'un des plus faibles au monde (521 USD en 2021, contre 502 USD en 2020), la croissance économique étant largement absorbée par la croissance démographique¹⁰. Ce contexte met le pays dans un risque croissant de diverses pressions sur les ressources naturelles malgré les textes réglementaires en vigueur. Le plus important est la poursuite de la dégradation des habitats naturels causée par la pratique du défrichement, surtout pour la production agricole à court terme ainsi que le système foncier associé qui offre la possibilité d'un titre de propriété d'une zone préalablement défrichée à des fins agricoles¹¹.

Les textes réglementaires nationaux régissant la conservation et le développement durable se basent sur la Charte de l'Environnement (loi 2015-003). Dans ses principes, elle stipule que l'environnement constitue une préoccupation prioritaire de l'Etat. Et, la protection et le respect de l'environnement sont d'intérêt général. Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde du cadre dans lequel il vit. D'ailleurs, l'objectif essentiel est de réconcilier la population avec son environnement en vue d'un développement durable. Parmi les textes réglementaires en vigueur sont le décret MECIE (Mise En Compatibilité des Investissements avec l'Environnement) (décret 99-954 modifié par le décret 2004-167), et la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (NBSAP 2015-2025). De plus, la jurisprudence malgache considère que le contenu des conventions internationales ratifiées par Madagascar s'intègre automatiquement à la loi nationale. Ainsi, la convention de Sydney, la Convention sur la Diversité Biologique (CDB), la CITES, la Convention Ramsar, la convention de Nairobi, la Convention Africaine sur

⁴ Mongabay <https://news.mongabay.com/2019/05/its-now-or-never-for-madagascars-biodiversity-experts-say/>

⁵ WWF, 2012, Artisanal and Small-scale Mining in Protected areas and critical Ecosystems Programme (ASM -PACE)

⁶ Mittermeier, Russell A ; Hawkins, Frank ; Rajaobelina, Serge ; and Olivier Langrand, 2005. Wilderness Conservation in a Biodiversity Hotspot. *International Journal of Wilderness*, Vol. 11 no. 3

⁷ <https://www.worldometers.info/world-population/madagascar-population/>

⁸ <https://madagascar.unfpa.org/en/topics/population-matters-5>

⁹ <https://www.banquemondiale.org/fr/country/madagascar/overview#1>

¹⁰ <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Pays/MG/indicateurs-et-conjoncture>

¹¹ Aubert, S., Rambintsotra, S., & Razafiarjaona, J. (2013). L'insécurité foncière dans et autour des Aires Protégées de Madagascar : un obstacle à surmonter pour la conservation de la biodiversité et le développement rural. *Développement Durable et Territoires*, 4(Vol. 4, n° 1), 0–23. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.9661>

la Faune et la Flore qui ont été ratifiées par Madagascar impliquent une série d'engagements en faveur de la biodiversité (détaillés dans la section 3). Les principaux sont ceux d'Aichi (notamment pour la mise en protection d'écosystèmes terrestres et maritimes), de Sydney (pour un triplement de la surface couverte par les Aires Protégées d'ici 2024), et du challenge de Bonn (pour la restauration d'écosystèmes forestiers dégradés).

Entre 2003 et 2016, la surface couverte par le système des aires protégées de Madagascar a été multipliée par 4¹², pour atteindre 7,1 millions d'hectares répartis sur 122 sites (Gardner and al, 2018). La couverture forestière globale du pays est à la baisse (9 450 000ha en 2005, 8 490 000ha en 2013)¹³. De façon générale, le taux annuel de déforestation a augmenté progressivement pendant les deux dernières décennies jusqu'à atteindre 1,1% entre 2010 et 2014, ce qui équivaut à 99.000ha par an¹⁴.

Les principales initiatives de catégorisation et d'aménagement de l'espace en rapport avec la biodiversité en cours actuellement dans le pays sont :

- Les Key Biodiversity Areas (KBA) à l'échelle nationale, qui définissent des zones prioritaires de conservation.
- Détermination et cartographie des Ecosystèmes sur la liste rouge de l'IUCN à l'échelle nationale, suivant une nouvelle typologie et prenant en compte les menaces pesant sur les écosystèmes.
- Les zones prioritaires de conservation, à l'échelle nationale, établies par le ministère ?
- Le Système des Aires Protégées de Madagascar (SAPM).
- La volonté du président récemment élu de reboiser 40 000 ha chaque année sur l'ensemble du territoire (Déclaration faite au One Planet Summit à Nairobi le 14 mars 2019).
- L'initiative du groupe de travail ABCG Land Use Management¹⁵ de développer des plans de protection des zones critiques (terres, forêts et eaux), dont les résultats des analyses ont été utilisés par Conservation International pour proposer des alternatives sur le tracé d'un projet d'autoroute allant de la capitale vers Toamasina et qui devra traverser le Corridor Ankeniheny-Zahamena pour réduire l'impact négatif sur la biodiversité.

Ces engagements et initiatives en faveur de la biodiversité doivent s'aligner avec les textes régissant l'aménagement du territoire tels que la loi d'aménagement du territoire (LOAT) qui se décline dans les différentes régions, notamment en Schémas d'Aménagement du Territoire (SRAT), ou encore la Stratégie Nationale pour la biodiversité (2015-2025) et la Politique Nationale de l'environnement pour le Développement durable. L'une des principales entraves à une bonne prise en compte de la biodiversité dans *l'aménagement du territoire (la planification spatiale)* est le manque de données en matière de biodiversité. (cf Rapport C2.1)

3. Objectifs cibles de conservation

En termes d'objectifs de la conservation de la biodiversité de Madagascar, les Stratégies et Plans d'Actions Nationaux pour la Biodiversité (SPANB) 2015-2025, mentionne comme principaux objectifs : ***“l'avenir de la Diversité Biologique de Madagascar, avec l'espoir que sa connaissance et sa***

¹² Mongabay <https://news.mongabay.com/2019/05/its-now-or-never-for-madagascars-biodiversity-experts-say/>

¹³ Rakotomala, F. (2020). Estimation de la déforestation des forêts humides à Madagascar utilisant une classification multitempore d'images Landsat entre 2005, 2010 et 2013. *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 1 (211-212), 11–23. <https://doi.org/10.52638/rfpt.2015.537>

¹⁴ https://bioscenemada.cirad.fr/wp-content/uploads/2021/01/Rapport_Final_BioSceneMada.pdf

¹⁵ <https://abcg.org/preserving-madagascars-rich-biodiversity-how-land-use-planning-multi-sector-engagement-is-turning-the-tide/>

compréhension conduiront vers des résultats positifs et concourront vers la diminution sinon l'éradication de la perte en biodiversité ». Ceci signifie que le pays cherche à minimiser la perte de la biodiversité. Pour y arriver, Madagascar s'attèle aux indicateurs quantitatifs au niveau national de sa biodiversité à travers la préservation d'un certain pourcentage de ses écosystèmes naturels : 6 millions d'hectare des aires terrestres depuis 2003 et 2,4 millions d'hectares d'aires marines en 2014. Ce choix semble motivé par la disparité des informations sur les espèces et certainement en alignement avec les engagements du pays selon les cadres internationaux qui sont mise en œuvre au niveau des cadres nationaux. Ces engagements sont :

- Cadre au niveau international : CBD, Aichi Target (détails tableau ci-dessous)
- Cadre au niveau national : Vision Durban, Promesse de Sydney, ODD- 15 (détails tableau ci-dessous)

Tableau 11 : Engagements de Madagascar sur la conservation de la biodiversité

Engagement	Date	Objectifs	Date de réalisation	Indicateur (surface)	Situation 2019
Vision Durban	2003	Triplement des aires protégées	2015	1,7 M ha à 6 M ha	Environs 13 sites couvrants 486 463 hectares (8,1%) sans promoteurs
Aichi Target # 11	2010	Préserver 17% écosystèmes terrestres et 10% marins et côtiers	2020	17% du territoire terrestre 10% du territoire marin	Rapport national (2019) : 101 AP terrestres couvrant 4,895,651 ha (8.39%), 9 AP marines couvrant 643,755 ha (1.09%), et 13 AP mixtes (marines et côtières) couvrant 1,559,833 ha (2.65%)
Aichi Target #15 : restauration forestière	2010	Restaurer 15% des écosystèmes dégradés	2020	2,5 M ha en 2020 4 M ha en 2030	Obligation annuelle de restauration d'un minimum de 1% de la superficie d'AP gérées par gestionnaire dans les habitats dégradés
Promesse Sydney	2014	Triplement AP marines (800 000 hectares en 2014)	2024	2,4 M ha en 2024	En progression
ODD-15	2018	Restaurer les zones dégradées	2030	40.000 hectares par an	En progression : directives du Ministère aux Gestionnaires des APs

Les objectifs ci-dessus sont importants pour Madagascar car ils permettent de :

- Mesurer le progrès du pays en conservation et en action sur la biodiversité à travers des indicateurs globaux au niveau international et national.

- Augmenter la visibilité internationale du pays, et favoriser ainsi la coopération et attirer l'intérêt des donateurs internationaux pour la conservation, la biodiversité et les actions liées au développement durable.
- Rendre les efforts menés au pays compris et comptabilisables aux engagements internationaux.
- Aviser le Monde sur la présence des « normes » (ou standards ou mécanismes) tenant en compte l'environnement naturel et social tel le cas de MECIE.

De la même manière, les objectifs ci-dessus (cf. Tableau 1) aident Madagascar à évaluer le statut de sa biodiversité de manière globale. Souvent l'utilisation des indicateurs à échelle plus réduite, par exemple, l'estimation de taille de populations restantes d'une espèce donnée, s'avère plus coûteuse que de déterminer son aire de distribution. De plus, la superficie d'habitats naturels constitue une approche mondialement connue comme *proxy* de la biodiversité y afférente¹⁶¹⁷. C'est pourquoi l'approche a été adoptée lors de différents exercices de priorisation des écosystèmes à préserver à Madagascar lors de l'identification des zones prioritaires.

Au vu des objectifs de conservation de la biodiversité à Madagascar et en alignement aux SPANB 2015-2025 du pays, qui stipule le besoins en « **outils utiles aux planificateurs et décideurs de l'aménagement du territoire à prendre des décisions spatiales qui maximisent la prévention des risques, réduisent la perte en biodiversité et maintiennent les services écosystémiques** », le projet COMBO peut contribuer activement dans l'atteinte de ces objectifs en fournissant des outils et mécanismes visant à :

- Eviter la perte de la biodiversité liée aux investissements, en particulier les industries extractives, en utilisant des outils d'aide à la prise de décision (outils techniques reconnus et relativement faciles) pour une meilleure planification spatiale favorable à la conservation de la biodiversité ;
- Identifier les zones de compensation en biodiversité (sites offsets) pour augmenter la superficie protégée formellement à Madagascar telles les sites orphelins, autres zones sensibles d'intérêt régional, national, etc.
- Rendre l'utilisation de l'espace pour le développement sans porter préjudice à l'état de la biodiversité et harmoniser le développement avec la conservation.

4. Collecte et compilation de données

4.1. Objectifs

La fiabilité des données et des informations disponibles sur la biodiversité constitue des principaux éléments pour toutes décisions à la conservation et d'autre approche y afférente telle la hiérarchie d'atténuation. Particulièrement pour cette dernière, la qualité des données aura des conséquences sur les décisions relatives à la politique, à la mesure de gain/perte en biodiversité et à la planification spatiale des activités compensatoires. De ce fait, il serait crucial de faire une analyse des lacunes sur les données existantes, qui doit permettre de savoir et de comprendre l'état actuel des sources de données disponibles sur les différents thèmes à aborder. Cette analyse fournit une base de connaissance non seulement sur la qualité et évolution de la biodiversité, mais aussi sur les options à considérer pour les utilisateurs dans la mise en œuvre du processus de la hiérarchie d'atténuation.

¹⁶ HUMPHRIES, C.J., WILLIAMS, P.H. & VANE-WRIGHT, R.I. (1995) Measuring biodiversity value for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 93–111.

¹⁷ Groom, G.B., Bladt, J., Moeslund, J.E. & Ejrnæs, R. 2018. Developing biodiversity proxies. Technical description. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 42 pp. Technical Report No. 123. <http://dce2.au.dk/pub/TR123.pdf>

Pour aider les acteurs de développement et de conservation vers une bonne direction dans la démarche d'atténuation, on doit savoir quelles sont les données et informations existantes, l'état, le type, leurs disponibilités, leurs sources respectives, et les lacunes, soit en termes de qualité, soit en termes d'existence de données.

4.2. Approches méthodologiques de l'analyse et résultats

Une constatation des données qui existent actuellement a été faite, suivie de l'identification des sources à travers des recherches et échanges directs auprès des entités clés détenteurs des données. Ensuite, classées par thématiques suivant un canevas préétabli, les informations disponibles sur les données ont été mises sous une table de données, dénommée métadonnées. Après compilation, un total de 117 lignes d'entrée de données a été enregistré dans la table de métadonnées. Chaque ligne d'entrée montre les bases d'informations décrivant les spécificités de chaque donnée. Répartis dans 9 différents thèmes, suivant un niveau d'échelle en termes d'ampleur spatiale, l'accessibilité à chaque donnée varie selon les conditions requises par chaque détenteur des données.

4.3. Principales données utilisées et demandées par les utilisateurs

4.3.1. Utilisation des terres / occupation du sol

- **Couverture forestière de 1953 à 2014.** Données raster sur la déforestation historique à Madagascar (1953 ; 1973 ; 1990 ; 2000 ; 2005 ; 2010 ; 2014). Etude faite par BioSceneMada (<https://bioscenemada.cirad.fr/>).
- **Couverture terrestre de l'ICC.** Dans le cadre de la CCI (*Climate Change Initiative*) de l'Agence spatiale européenne, le partenariat *CCI Land Cover* a publié la série chronologique annuelle de la couverture terrestre mondiale sur 300 m CCI de 1992 à 2015. Cet ensemble de données unique a été produit grâce au retraitement et à l'interprétation de 5 missions satellites différentes.
- **Atlas de la végétation pour Madagascar (RBG-Kew, 2007).** Premier atlas de la végétation pour Madagascar, il a combiné les données de végétation issues des travaux sur le terrain et les images satellites dans un système d'information basé sur des cartes. Le résultat est un outil d'aide à la décision pour les utilisateurs dont la mise à jour serait très utile (voir carte 2 dans l'appendice pour les données utilisées pour les habitats).

4.3.2. Cartes d'écosystèmes historiques

- **Moat & Murray ecosystem types.** Données non publiées, mais utilisées lors de l'atelier IUCN Ecosystem Redlist, à Madagascar en 2017.
- **Ecorégions.** L'écorégion représente une unité géographique de planification, nécessaire pour la conservation de la biodiversité et pour la définition d'objectifs de conservation (WWF, 2005). Il s'agit des données qui comprennent sept écorégions terrestres, cinq écorégions d'eau douce et deux écorégions marines. Madagascar est l'un des rares pays à faire entièrement partie du programme Global 200.

Pour les données utilisées pour les études d'impact environnementales, voir carte 1 dans l'appendice

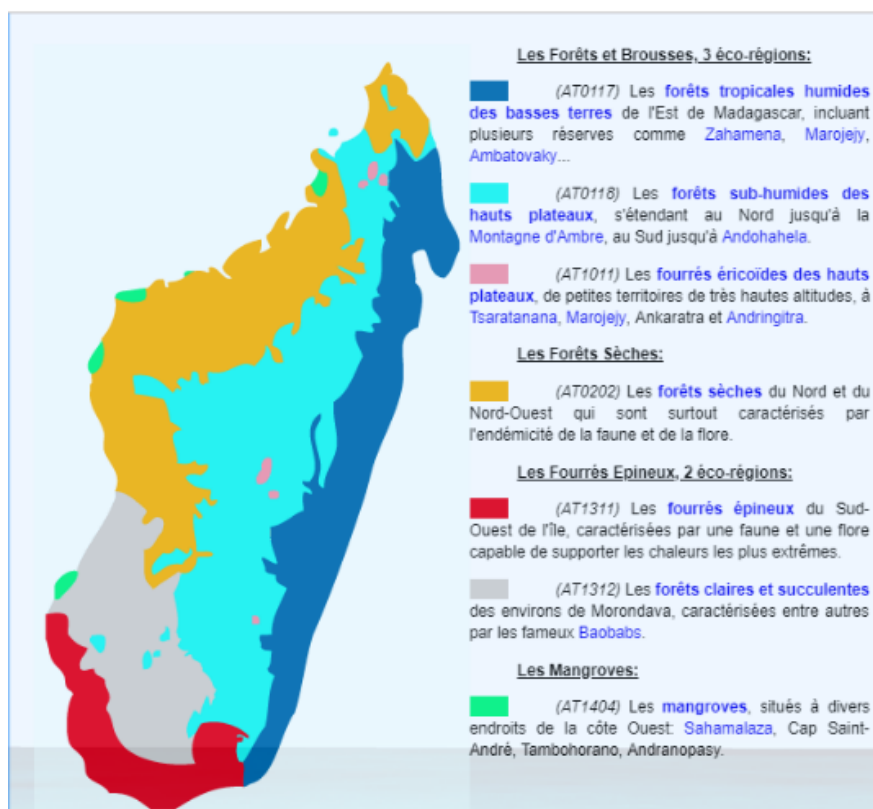


Figure 11 : Carte des écorégions de Madagascar

Précision et fiabilité des données : Inexistence ou insuffisance des données sur les écosystèmes à Madagascar, et aussi sur la fiabilité (mise à jour) des données existantes

A Madagascar on aperçoit une inexistence ou une insuffisance des données sur les écosystèmes, ainsi qu'une fiabilité mitigée à cause de l'absence de mise à jour des données existantes.

- Pour les écosystèmes terrestres, la biogéographie de la végétation est disponible, dont l'Atlas de la végétation de Madagascar publié en 2007, qui cependant n'a pas encore été mise à jour après sa sortie jusqu'à ce jour ; pourtant il demeure parmi le plus utilisé (*voir Carte 4 dans l'appendice*).
- Pour les écosystèmes marins et côtiers les informations demeurent peu disponibles et demandent encore d'efforts au niveau national, non seulement sur l'exploitation des données et informations existantes qui restent difficiles à trouver, mais aussi pour la nécessité d'un document qui définit officiellement les types, la distribution, et la qualité de ces écosystèmes.

4.4. Biodiversité et distribution d'espèces

- **Le portail REBIOMA** (<http://www.rebioma.net/>). Mise en place par WCS Madagascar, il a comme objectif principal d'améliorer la planification de la conservation à Madagascar. Il inclut des données d'occurrence des espèces et résultat de probabilité de leur distribution spatiale par la modélisation, l'explorateur d'espèces et le tableau de bord des données.
- **La base de données de BioScene Madagascar** (<https://bioscenemada.cirad.fr>). Le projet BioScene Mada a constitué une base regroupant les données de 4 969 espèces, traitant 303 588 points d'occurrence de 3 262 plantes, de 769 vertébrés et de 1 533 invertébrés représentatifs de la biodiversité à Madagascar. L'acquisition de ces nouvelles données ont permis d'enrichir la

base de données REBIOMA. Ces données ont été utilisées pour modéliser la niche climatique des espèces et estimer leur vulnérabilité aux changements climatique. Cette analyse permettra d'identifier les hotspots présents et futurs de la biodiversité. A l'échelle de la communauté, ces données ont également été utilisées pour mettre en évidence l'effet du climat sur la structure des communautés. On montre notamment que l'importance du climat dans la détermination de l'assemblage des espèces est très variable d'un groupe taxonomique à l'autre.

- **L'Association Vahatra** (<http://www.vahatra.mg/historical.html>). Elle a comme objectif de développer un programme d'enseignement et de recherche axé sur la biodiversité de la faune terrestre de Madagascar et l'avancement des scientifiques de terrain nationaux bien formés dans les aspects modernes de la biologie de conservation. Elle met à disposition les données sur la biodiversité (publications, ouvrages publiés, résultats de recherches...) et contribue à la publication des revues scientifiques (en anglais et en français) concernant la flore et la faune, l'écologie, la conservation, la biogéographie, systématique et la paléontologie de Madagascar ainsi que des îles des Comores, Mascareignes et Seychelles ([Malagasy Nature](#))
- **Lemurs portal** (<https://www.lemursportal.org/>). L'objectif de ce portail en ligne est de combler les lacunes de données existantes et faciliter les échanges et le partage d'expertise et de données entre un grand nombre des parties prenantes ayant de rôle dans la conservation des lémurins. Les principaux groupes d'utilisateurs sont les chercheurs universitaires (internationaux et nationaux), les professionnels de la conservation, les décideurs politiques (notamment le ministère de l'Environnement et de l'Office national de l'environnement - ONE), les touristes et les professionnels du tourisme, le secteur privé et le grand public. La fonctionnalité du portail comprend : une base de données exhaustive sur les espèces, un forum en ligne et une application mobile pour la science citoyenne.
- **UICN** (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Organisation internationale œuvrant dans le domaine de la conservation de la nature et de l'utilisation durable des ressources naturelles. Elle met à sa disposition un portail de données en ligne, la liste rouge des espèces menacées (<https://www.iucnredlist.org/>), qui est devenue la source d'information la plus complète et de notoriété mondiale sur l'état de conservation des espèces animales, fongiques et végétales. Ouvrages de référence pour la connaissance en taxons à Madagascar.
 - **Biogeography and Ecology of Madagascar** (Battistini & Richard-Vindard 1972). Cela comprend documents rédigés par certains des plus grands scientifiques français spécialistes de la nature et s'intéressant à Madagascar sur les paysages, la géologie, la climatologie, les sols, la végétation et la vie animale (insectes, arachnides, mollusques terrestres, poissons, reptiles, oiseaux, mammifères). De plus, les graves problèmes d'érosion, de déforestation et de conservation de la nature à Madagascar font l'objet de nombreuses discussions.
 - **Diversité et endémisme à Madagascar** (Lourenço & Goodman 1999). Méthodes et les résultats des recherches sur l'origine, la systématique, la phylogénie et la distribution des plantes et animaux de Madagascar. Ces informations sont aussi utiles pour la définition des priorités en matière de conservation des espèces à Madagascar
 - **The Natural History of Madagascar** (Book, Goodman & Benstead 2003). Il rassemble une grande partie de ce que l'on sait actuellement sur le biote de Madagascar, la géologie et les sols, la paléontologie, la flore, la faune, et la conservation à Madagascar.
 - **Les aires protégées terrestres de Madagascar : leur histoire, description et biote** (Goodman et al. 2019). Trois tomes, produit de l'Association Vahatra, qui sert de référence fondamentale pour la recherche, la conservation, la promotion de

l'écotourisme, et la gestion des aires protégées. Il s'agit aussi d'un outil aux gestionnaires des aires protégées, aux biologistes de conservation, aux étudiants et chercheurs, et aux agences de voyages et guides de l'écotourisme. Voir carte 3 dans l'appendice « cartes illustratives des données utilisées sur le système des aires protégées à Madagascar ».

4.5. Autres informations sur la biodiversité et distribution d'espèces

Pour la **FLORE** de Madagascar, un grand volume de données est disponible sur le catalogue **Tropicos** (www.tropicos.org/Project/Madagascar) géré par le Missouri Botanical Garden (MBG). Ce catalogue énumère toutes les espèces de plantes vasculaires indigènes et naturalisées à Madagascar en termes de taxonomie, distribution géographique, écologie, état de conservation, etc.

Pour les **INVERTEBRES**, qui représentent le groupe le moins connu de l'île, cependant avec un haut niveau de micro endémisme, malheureusement, aucune estimation adéquate ne peut être avancée pour Madagascar dans l'état actuel des connaissances (cf : page 31 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01124053/document>).

Empreinte humaine. Le document "l'Atlas de l'empreinte écologique et de la biocapacité des pays francophones" (https://www.francophonie.org/IMG/pdf/571_atlas empreinte ecolo franc fr web.pdf)¹⁸ c'est un outil pour informer et sensibiliser les responsables politiques des pays francophones sur l'importance d'intégrer la comptabilité de l'empreinte écologique et de la biocapacité, dans les politiques et stratégies économiques pour un développement durable.

Les références suivantes donnent des indications sur le développement et la population humaine :

- Répartition spatiale : Population par Quartier selon la déclaration des chefs fokontany en 2009 (INSTAT) (http://www.resiliencemada.gov.mg/layers/geonode:pop_fkt)
- Densité de la population à Madagascar : Population et densité des principaux centres urbains de Madagascar (http://www.resiliencemada.gov.mg/layers/geonode:pop_centres_urbains)
- Population de Madagascar par District de 1994 à 2015 : La projection démographique par District de 1994 à 2015 à partir des données du recensement général de la population et de l'habitat de 1993 à Madagascar (http://www.resiliencemada.gov.mg/layers/geonode:population_par_districts)
- Statistiques pour les réseaux routiers à Madagascar. Foiben-Taosarintanin'i Madagasikara/Institut Géographique et Hydrographique de Madagascar est un « Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial » (EPIC) et aussi l'organisme étatique qui fournit et édite officiellement les données spatiales et les cartographies sur les données en système d'information géographique de Madagascar (www.ftm.mg)
- Carrés miniers : Données du Bureau du Cadastre Minier de Madagascar - BCM (<http://bcm.mg/>)

Ci-après des **institutions et organismes nationaux** fournisseurs de données.

- L'Institut National de la Statistique (INSTAT) <https://www.instat.mg/>. Il produit les principales statistiques officielles de Madagascar qui sont les résultats d'enquêtes et d'études ou les analyses relatives à la situation économique et sociale du pays. Parmi ces données, l'utilisateur a accès aux informations économiques (taux de croissance du PIB, taux d'inflation, évolution des

¹⁸ IFDD, organe subsidiaire de l'OIF et l'IUCN, avec la contribution technique de l'équipe de Global Footprint Network, et l'appui financier de la Fédération Wallonie Bruxelles et de la France

entreprises, etc.), aux informations sociodémographiques (population, éducation, emploi, santé, etc.)

- GeoNode (<http://www.resiliencemada.gov.mg/>): C'est une plateforme pour la gestion et la publication des données géospatiales (sous tutelle de la Cellule de Prévention et Gestion des Urgences à la Primature – CPGU) qui rassemble des projets de logiciels *open-source* pour le partage des données et la création des cartes interactives. Principaux thématiques présentés dans le portail : cyclones, inondations, pluies, glissement de terrain, sécheresse, infrastructures.

Développement économique : espaces de croissance. Le document Schéma National des orientations sectorielles et transversales SNOT 2015-2025 (mars 2015), développé par le Ministère d'Etat chargé des Projets Présidentiels, de l'Aménagement du Territoire et de l'Equipement (MEPATE) est le document d'aménagement du territoire élaboré à travers l'existence du Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT). Il a pour but de permettre aux responsables de la planification économique de prendre en compte la dimension spatiale du développement et les cohérences que cette prise en compte recommande pour accroître l'efficacité de l'effort de développement. Ce schéma d'orientation identifie « 12 espaces de croissances » qui sont des leviers de développement et ont pour effet d'exiger, à l'intérieur de ces espaces, la recherche de cohérence, synergie et coordination aussi que possible des différents programmes publics, sectoriels et transversaux.

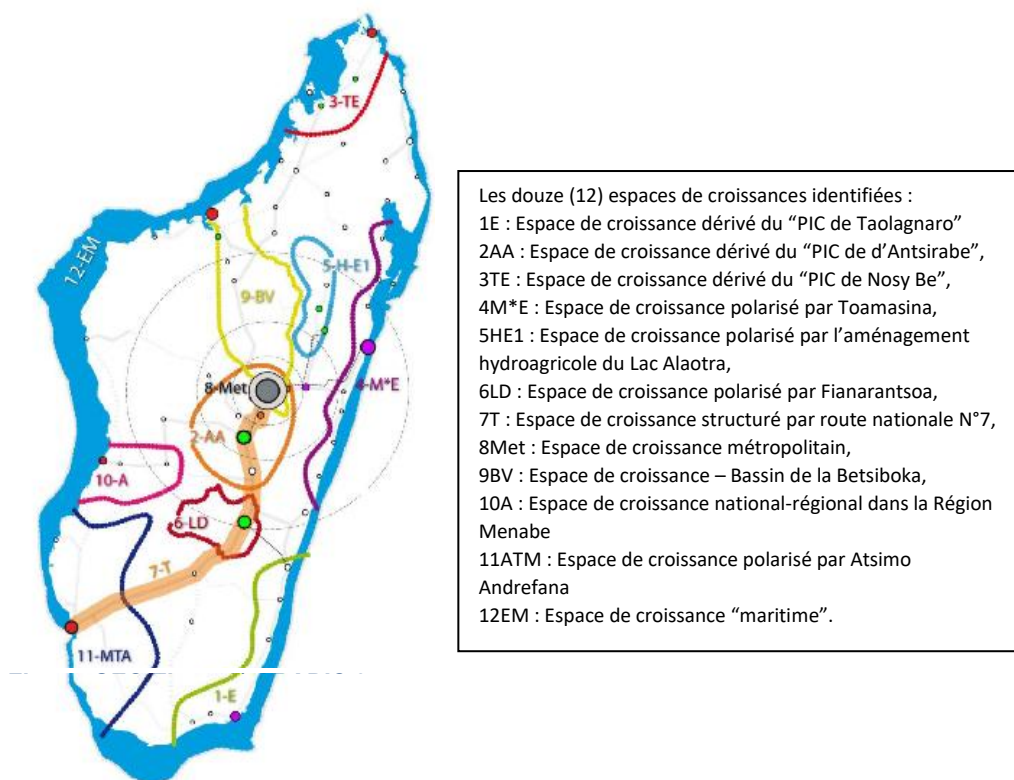


Figure 22 : Les douze espaces de croissance (SNOT, 2015)

Les espaces de croissance relevés par le SNOT ne constituent pas la seule et exclusive modalité de mise en œuvre du Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT) puisqu'ils ne concernent en outre que des objectifs pour une période limitée (10 ans). Dans le contexte, l'élaboration de la prochaine étape du SNAT qui consiste à mettre en œuvre le SNAT à long terme (30 ans) sera nécessaire et souhaitable

afin de définir les principales orientations pour le développement des grands ensembles territoriaux de Madagascar.

5. L'évaluation de la biodiversité à Madagascar

L'évaluation de la biodiversité à Madagascar est largement dominée par les informations produites par les scientifiques. Elles concernent plutôt les taxons (espèces incluses) que les écosystèmes et les services écosystémiques. Bien que l'accès aux données soit limité, car la plupart des informations se trouve publiée dans des ouvrages, ceux-ci demeurent une source fiable pour l'appréciation de l'état de la biodiversité de Madagascar, grâce aux résultats de compilations faites par des spécialistes. Les principales informations obtenues à partir de ces ouvrages concernent surtout le niveau de connaissance sur la richesse spécifique des divers taxons, sur les principales menaces qui pèsent et parfois sur la tendance globale de la dégradation de l'écosystème dont forestier. En dehors de ces livres, les informations disponibles dans le projet BioScene Madagascar forment un autre résumé récent et adéquat du statut de la biodiversité de Madagascar. Actuellement, les thèmes disponibles sur l'évaluation de la biodiversité à Madagascar sont :

- **La distribution des espèces dans les aires protégées terrestres (Goodman et al. 2019).** Elle constitue les plus récentes informations disponibles concernant 98 aires protégées des six catégories d'UICN, totalisant 6 384 226 hectares de forêts (~72% de surface forestière restante de Madagascar) dont 56% de 0-500 m d'altitude et 22% au-dessus de 1 000 m d'altitude. Elle estime la diversité de flore malgache à 11 641 espèces dont 84% endémique mais prévoit à 14 000 espèces avec la tendance actuelle de 60-90 nouvelles espèces décrites chaque année (Phillipson et al. 2017). Ce livre traite aussi la déforestation par aire protégée de 1996-2006 et de 2006-2016
- **La déforestation historique à Madagascar de 1990 et de 2000- 2014 (BioScene Madagascar).** Résultat d'analyse historique de la couverture forestière avec 30 m de résolution – qui aboutit à l'estimation de 8,9 millions hectares restants de forêts naturelles en 2014 où 46% se trouve même à moins de 100 m de la bordure¹⁹, donc sujettes à des dégradations et potentiels sites de restauration. Ces informations traitent aussi 303 5880 points d'occurrence vérifiées concernant 4 969 espèces à Madagascar : 3262 Plantes, 769 Vertébrés et 1533 invertébrés.
- **Estimation de la déforestation des forêts humides à Madagascar utilisant une classification multitemporelle d'images Landsat entre 2005, 2010 et 2013 (Rakotomala F.A et al., 2015).** L'objectif de cette étude était d'estimer le niveau de la déforestation et de mieux comprendre la dynamique des forêts humides de l'Est de Madagascar entre 2005-2010-2013. Une approche de classification supervisée d'images Landsat multitemporelles utilisant l'algorithme Random Forest a été utilisée. Une carte complète de l'évolution du couvert forestier à 30 mètres de résolution spatiale a été produite sur 20,5 millions d'hectares.
- **Evaluation du statut international UICN des espèces (Red List).** C'est une évaluation de notoriété internationale accessible au public sur le niveau de menace sur un gradient bien connu. Ces informations sont très utiles pour classer les espèces en priorité de conservation, souvent utilisée par les compagnies

¹⁹ Vieilledent G., C. Grinand, F. A. Rakotomalala, R. Ranaivosoa, J.-R. Rakotoarijaona, T. F. Allnutt, & F. Achard (2018). Combining global tree cover loss data with historical national forest-cover maps to look at six decades of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Biological Conservation*, 222: 189-197

- **Evaluation du statut de la biodiversité des écosystèmes aquatiques d'eau douce de Madagascar** (Máiz-Tomé et al. 2018). Ce rapport présente les informations les plus récentes sur l'état de conservation et répartition des espèces d'eau douce dans les eaux intérieures de Madagascar et des îles de l'Océan Indien et les raisons derrière leur statut en déclin. Sites importants pour la conservation cette biodiversité est également identifiée. Ces informations sont cruciales pour la prise des décisions sur ce type d'écosystème encore faiblement inclus dans le SAPM.

Quant à l'évaluation nationale, en dehors des ouvrages sur le niveau de connaissance ci-haut, elle s'intéresse surtout sur la priorisation des aires d'importance particulière à la conservation. Ceci se fait surtout par le biais des ateliers et/ou consultations de l'avis des experts nationaux et internationaux :

- Etat de la biodiversité en vue de priorisation de zones de conservation (Habitat & Vertébrés terrestres : Ganzhorn et al. 1997 ; Oiseaux : BirdLife International, 1998 ; Plantes-UICN : Callmander et al. 2007)
- Evaluation de stratégie de conservation des amphibiens (Andreone et al. 2008, Vieites et al. 2016), lémuriers (Schwitzer et al. 2013 (eds.))
- Evaluation de la vulnérabilité de la biodiversité au changement climatique (Conservation International & World Wildlife Fund 2007).

Les informations disponibles sur l'évaluation de la biodiversité de Madagascar sont utiles pour toute gestion spatiale car elles aident à :

- Déterminer la barre des objectifs à atteindre en termes de pourcentage d'aire de distribution ou taille des populations à conserver selon un objectif visé fort – modéré – faible, etc.
- Identifier les zones prioritaires en conservation de la biodiversité : utile pour les zones à conserver, à éviter pour les transformations indispensables dans les investissements de développement, en particulier les exploitations minières.
- Guider le pays à dresser les priorités tant sur les écosystèmes, que les espèces et les zones à préserver.
- Atteindre les objectifs du pays par rapport aux engagements internationaux : exemple CBD, Convention Ramsar, Madagascar Strategic Program for Climate Resilience (Madagascar SPCR) programme du Gouvernement, etc.

A l'état actuel de la connaissance, les types d'information qui manquent sur l'évaluation de la biodiversité à Madagascar sont :

1. Une évaluation des écosystèmes qui est importante pour déterminer les écosystèmes ou habitats critiques à Madagascar (Liste Rouge des Ecosystèmes de UICN, disponible dans un futur proche)
2. Des cartes plus précises des écosystèmes dégradés pouvant guider les actions de restauration à travers les « offsets » et répondre aux objectifs nationaux de restauration (carte sortie pour les aires protégées dans le livre de Goodman et al. (2019))
3. Une évaluation des paysages et/ou écorégions dont l'approche a été adoptée à Madagascar dès la fin des 1990 (Burgess et al. 2004) dont les informations peuvent alimenter l'évaluation de la biodiversité avec tous les composants (humain, paysager, interaction etc.). Pourtant, peu d'informations existent car les données sont pour le moment établies au niveau des sites.

6. Les types d'écosystèmes à Madagascar

6.1. Écosystèmes terrestres

La classification des types d'écosystèmes présents à Madagascar varie. Nous mentionnons ici les plus significatifs.

- **Carte des formations végétales et Domaine forestier national** (basée à partir des études faites par M. H. Faramalala en 1995). D'après les Informations diffusées par le Centre d'échange d'information de Madagascar/CDB²⁰, il est noté qu'à Madagascar, la Carte des formations végétales et Domaine forestier national, représente la situation la plus actuelle des écosystèmes terrestres. Ces écosystèmes sont les habitats naturels très diversifiés des êtres-vivants, et les pressions qui pèsent sur eux, notamment sur les écosystèmes forestiers (22,6% de l'île), constituent également des menaces pour la biodiversité faunistique et floristique. Ils peuvent être classés en quatre grandes catégories, elles-mêmes subdivisées en plusieurs types (H. Humbert, 1965) :
 - Les formations primaires : les forêts primaires, et les fourrés
 - Les formations secondaires : Les forêts secondaires ou *savoka*, les savanes, et la steppe
 - Les formations particulières : Ce sont des formations végétales spécialisées qui sont régies par des conditions écologiques particulières, comme la végétation des affleurements rocheux, la végétation des marais et marécages et les mangroves
 - Les plantations artificielles et les cultures : Reboisements ; plantations d'Anacardiens ; autres différents types de cultures pratiquées souvent sur les anciens emplacements des différents types de formation forestière déjà détruite par l'homme : cultures vivrières, riziculture, cultures de rente, cultures maraîchères.
- **MadBIF – CNRE** (www.madbif.mg/page/utiliser/flore). Cette classification prévoit les principaux écosystèmes terrestres suivants :
 - La formation primaire qui existait depuis les temps anciens avant toute intervention même humaine dont la forêt primaire et le fourré xérophile.
 - La formation secondaire couvre plus de la moitié de l'île. Elle correspond à la forme de dégradation des forêts primaires et se manifeste par différent stade évolutif allant de stade ligneux (arbre et arbustive) au stade herbeux (savane et pseudo-steppe).
 - Les forêts secondaires et « savoka » sont des formations arborées de la région orientale et du « Sambirano » qui s'installe après la destruction de formation primaire par la pratique du « tavy ». Le « savoka » a une composition hétérogène et l'espèce prédominante confère une physionomie particulière : « savoka » à *Ravenala madagascariensis*, « savoka » à *Harunga madagascariensis* et *Trema orientalis*.
 - Les savanes. Formation herbeuse comportant des arbres isolés et d'arbuste. Ces savanes occupent la grande espèce dans la région occidentale et sur les hautes terres centrales.
 - Les pseudo-steppes. Formation herbeuse ouverte du Sud résultant du défrichement et de la dégradation des fourrés xérophiles.

Quelques formations particulières ont été observées telles que la végétation des affleurements rocheux (rupicole) et la végétation des marais et des marécages. Les plantations artificielles et les cultures sont

²⁰ <http://mg.chm-cbd.net/biodiversity/especes-et-ecosystemes/biodiversite-terrestre/les-principaux-ecosystemes>

représentées par le reboisement en grande partie par l'*Eucalyptus* et le *Pinus* sp. (Repartie essentiellement dans la région de Haute terre : Alaotra Mangoro, Haute Matsiatra, Vakinankaratra). Des plantations d'anacardier sont localisées dans la région Nord et Nord-Ouest.

Pour la « carte illustrative des écosystèmes », voir Carte 7 dans l'appendice

6.1.1. Illustration des écosystèmes terrestres

Pour les écosystèmes terrestres à Madagascar, la classification de la végétation a été traitée par Koechlin et al. (1974). Depuis, beaucoup de changements sont apparus à cause de la destruction continue des écosystèmes. Face à cette situation, une nouvelle étude sur la subdivision de la végétation de la Grande Ile a débuté à partir de l'année 2000. En 2007, Moat et Smith²¹, avec le concours du RBG Kew ont publié un nouvel ouvrage « l'Atlas de la Végétation de Madagascar » (Moat & Smith, 2007) qui présente la nouvelle classification de la végétation de Madagascar. Ainsi, selon cette étude, l'écosystème terrestre de Madagascar est subdivisé en 15 unités bien distinctes.

Tableau 22 : Types d'écosystème terrestre de Madagascar et leur superficie (Source : Atlas de la végétation de Madagascar, 2007)

Types d'écosystème terrestre	Superficie totale en 2005 (km ²)	% de la couverture terrestre
Mosaïque formation herbeuse – formation herbeuse boisée des plateaux	246.687	41,67
Mosaïque formation herbeuse boisée – formation buissonnante	135.739	22,93
Forêt humide dégradée	58.058	9,81
Forêt humide	47.737	8,06
Forêt sèche de l'Ouest	31.970	5,4
Cultures	23.522	3,97
Forêt sèche épineuse du Sud-Ouest	18.355	3,1
Zones humides	5.539	0,94
Forêt sèche épineuse dégradée du Sud-Ouest	5.427	0,92
Forêt subhumide de l'Ouest	4.010	0,68
Mangroves	2.433	0,41
Formation buissonnante côtière du Sud-ouest	1.761	0,3
Forêt de Tapia	1.319	0,22
Forêt littorale	274	0,05
Forêt humide de l'Ouest	72	0,01

21 www.mg.chm-cbd.net/implementation/Documents_nationaux/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement-2012/chapitre_5_ecosysteme_terrestre.pdf/download/en/1/Chapitre%205_Ecosysteme_Terrestre.pdf

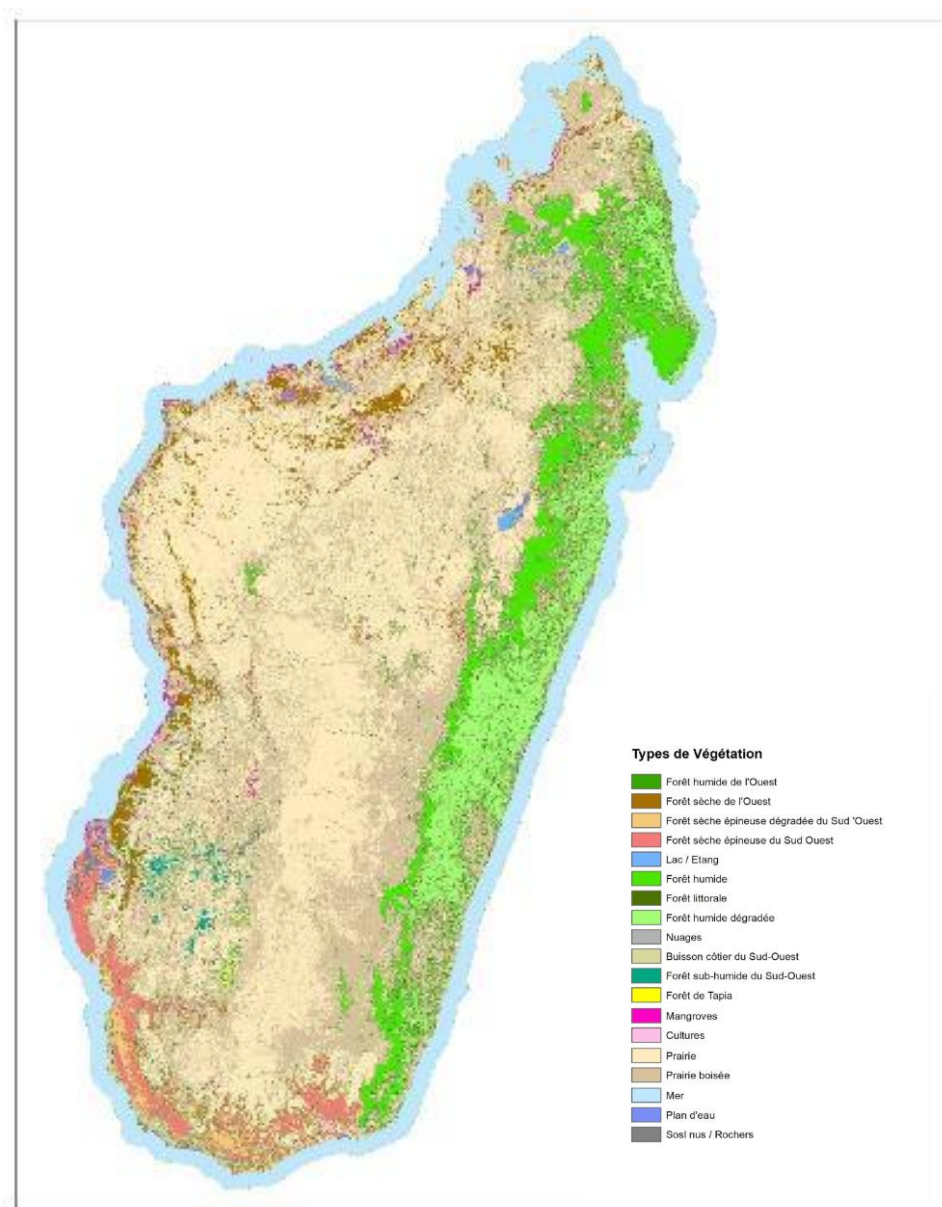


Figure 33 : Atlas de la végétation de Madagascar (RBG-Kew, 2007)

6.1.2. Quantification de conservation de l'écosystème terrestre

Les tableaux ci-dessous donnent les données de quantifications des écosystèmes terrestres par rapport à différents facteurs.

Tableau 33 : Quantification de conservation de l'écosystème terrestre par rapport aux aires protégées terrestres existantes à Madagascar (RBG Kew 2007 ; SAPM 2017)

Type d'écosystème terrestre	Superficie totale de l'écosystème en 2005 (km²)	Superficie de l'écosystème intégré dans les aires protégées terrestres (km²)	Pourcentage de l'écosystème intégré dans les aires protégées terrestres (%)
Mosaïque formation herbeuse – formation herbeuse boisée des plateaux	246.687	5.986	2,43
Mosaïque formation herbeuse boisée – formation buissonnante	135.739	7.866	5,80
Forêt humide dégradée	58.058	2.064	3,55
Forêt humide	47.737	24.086	50,46
Forêt sèche de l'Ouest	31.970	8.427	26,36
Cultures	23.522	1.911	8,12
Forêt sèche épineuse du Sud-Ouest	18.355	6.164	33,58
Zones humides	5.539	1.879	33,93
Forêt sèche épineuse dégradée du Sud-Ouest	5.427	1.570	28,94
Forêt subhumide de l'Ouest	4.010	423	10,55
Mangroves	2.433	792	32,55
Formation buissonnante côtière du Sud-ouest	1.761	25	1,39
Forêt de Tapia	1.319	272	20,65
Forêt littorale	274	64	23,32
Forêt humide de l'Ouest	72	38	52,18

Tableau 44 : Quantification de conservation de l'écosystème marin et côtier par rapport aux aires protégées marines et côtières existantes à Madagascar (Sources : Promesse de Sydney ; SAPM 2017)

Type d'écosystème	Superficie totale de l'écosystème (ha)	Superficie de l'écosystème intégré dans les aires protégées marines et côtières (ha)	Pourcentage de l'écosystème intégré dans les aires protégées marines et côtières (%)
Mangroves	287.238	4.596	1,6
Récifs coralliens	493.601	161.279	32,67
Herbiers	576.207	87.503	15,18

6.2. Écosystèmes marins et côtiers

Les principaux écosystèmes marins et côtiers comprennent les récifs coralliens, les mangroves, les lagunes, les plages sableuses, les plages de galets et les affleurements rocheux²².

Les récifs coralliens, zones de haute potentialité biologique, à diversité floristique et faunistique considérable, sont des écosystèmes très complexes et productifs qui fournissent des ressources vivantes à la population. Le Grand Récif de Toliara est le mieux connu (environ 320 publications disponibles). Pour les récifs coralliens, Madagascar dispose d'une étendue de 2 230 km² (Mc Kenna, 2005), une information qui a été confirmée par Splanding et al, 2011 en estimant la quantification de plus de 2 000 km².

La flore des écosystèmes de mangroves est composée des palétuviers et les espèces d'arrière mangroves, formant d'importants peuplements. La plupart des mangroves s'insèrent dans les bassins sédimentaires formant ainsi dans la partie Nord et Ouest côtière de l'île. Les végétaux des zones récifales incluent les algues marines et les Phanérogames marines.

La faune des zones côtières et marines consiste en plusieurs classes variant des Madréporaires, Cnidaires et Mollusques aux Echinodermes et Mammifères marins. La faune des mangroves présente une biodiversité certaine, marquée par un certain endémisme pour les espèces aquatiques à Madagascar ; l'avifaune en est la plus diversifiée.

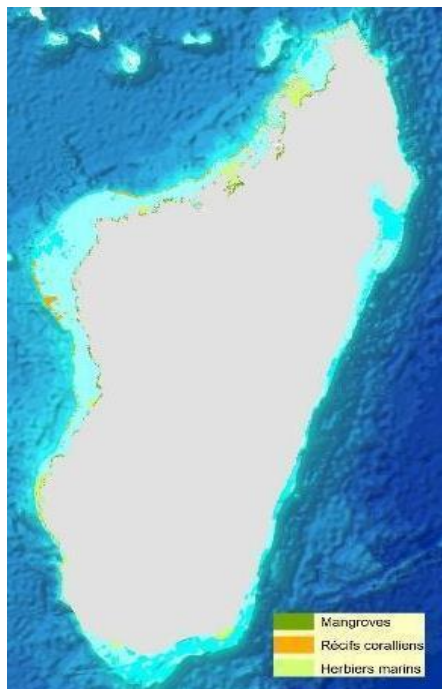


Figure 44 : Carte des principaux écosystèmes marins. Récifs coralliens : Andréfouet (2009) ; Mangroves : Moat & Smith (2009) ; Herbiers marins : Green EP, Short FT (2005)

6.3. Statut et état des écosystèmes

6.3.1. Classification et liste rouge des écosystèmes

En 2020, un rapport d'évaluation intitulé « [Dynamiques spatiales des écosystèmes terrestres, côtiers et marins de Madagascar](#) » (IUCN, 2020) était sorti. C'est le fruit de travail de différents experts depuis

²²

http://mediatheque.accesmad.org/educmad/pluginfile.php/62675/mod_resource/content/0/Les%20%C3%A9cosyst%C3%A8mes%20marins%20et%20c%C3%B4tiers%20de%20Madagascar.pdf

2018, de réaliser une large synthèse bibliographique, afin de décrire précisément ces écosystèmes terrestres, marins et côtiers selon les prérogatives requises par la méthodologie suivant l'application des critères de la liste rouge de l'UICN.

Cette première tentative dévaluation de la biodiversité de Madagascar à l'échelle des écosystèmes a notamment permis de formaliser non seulement une typologie d'écosystèmes à l'échelle nationale, qui soit reconnue par l'ensemble des acteurs impliqués, mais aussi l'évaluation de la dynamique spatiale de ces écosystèmes à l'échelle nationale, même si les données adaptées à la méthodologie de cet outil étaient incomplètes. Le tableau ci-dessous donne une synthèse des résultats de cette évaluation.

Tableau 55 : Résultats de l'évaluation des menaces sur les écosystèmes de Madagascar

N°	Ecosystèmes Terrestres	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	EN
2	Forêts denses humides de basse altitude de l'Est	Ces forêts ont fortement régressé au cours des 50 dernières années, 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 constate et estime sur la période 2005-2055	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 ou au cours des 50 dernières années	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	EN
6	Forêts humides de l'Ouest	Ces forêts ont une distribution très restreinte et présentent un déclin continu provoqué par les incendies répétitifs	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	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	EN
11	Fourrés et forêts sèches épiphytes sur sables roux et calcaires du Sud et du Sud-Ouest	Ces forêts montrent une forte régression sur la période 1975-2025	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. 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	DD

		dégradation des milieux naturels forestiers de l'Est de l'île ne permet pas d'évaluer leur vulnérabilité.	
16	Savanes de l'Ouest et des Hautes Terres Centrales	Les incertitudes concernant leur risque d'effondrement vers des « pseudosteppes » 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	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
N°	Ecosystèmes des zones humides continentales	Principale menace et observations	Catégorie de menace attribuée
20	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
21	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
22	Lacs et Etangs	L'ichtyofaunes de ces écosystèmes est très riche et souvent endémique, mais actuellement très menacée par domines les espèces introduites et exotiques. Cependant, malgré leur valeur écosystémique très importante, ces écosystèmes sont encore très peu étudiés à Madagascar.	DD
23	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
N°	Ecosystèmes marins et côtiers (type)	Catégorie ou Statut proposé	
24	Les récifs coralliens du Nord-Est de Madagascar	LC	
25	Les récifs coralliens de l'Est de Madagascar	EN	
26	Les récifs coralliens du Sud de Madagascar	DD	
27	Les récifs coralliens du Sud-Ouest et de l'Ouest de Madagascar	EN	
28	Les récifs coralliens du Nord-Ouest de Madagascar	VU	
29	Les herbiers marins des cotes Nord-est de Madagascar	DD	
30	Les herbiers marins des cotes Nord-ouest de Madagascar	VU	

31	Les herbiers marins des cotes Sud-ouest de Madagascar	DD
32	Les herbiers marins des cotes Est de Madagascar	DD
33	Les mangroves de la cote Nord-Ouest de Madagascar	VU
34	Les mangroves de la côte Ouest de Madagascar	EN
35	Les estuaires et deltas de la côte Ouest de Madagascar	DD
36	Le système lagunaire du littoral de Madagascar	DD

Sur les 36 écosystèmes qui ont été évalués au cours de ce travail d'application de la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, 16 écosystèmes ont été évalués comme menacés (VU, EN, CR). Un 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). Les résultats de l'évaluation présentent donc que les dynamiques spatiales des écosystèmes à Madagascar sont fortement régressives.

On note que la publication officielle des résultats de cette étude n'est pas encore faite.

6.3.2. Statut des écosystèmes forestiers de Madagascar

Les récentes études de la FAO en 2020 montrent que 21% (12.4 Mha) de l'étendue du pays sont recouvertes de forêts, dont 24% sont classifiées comme forêts primaires²³. Le reste est considéré comme perturbées et comme de type « autres forêts naturellement régénérées », où les traces d'activités humaines sont clairement visibles.

La superficie des forêts primaires a régressé considérablement depuis l'année 2000, allant de 3 214 000 à 3 036 000 ha en 2010. Quant aux forêts de plantation, la superficie est passée de 272 000 à 415 000 ha pour les dix dernières années (FRA, 2010). Ces forêts de plantation comprennent les vastes zones de reboisement de pins (Haute Matsiatra, Haut Mangoro et Vakinankaratra), des eucalyptus (sur les Hautes Terres) et d'autres espèces tels que l'anacarde (Majunga), ainsi que les reboisements communales et/ou villageois et ceux des particuliers.

Pour la carte illustrative des données utilisées sur la priorisation de l'habitat, voir Carte 5 dans l'appendice.

6.3.3. La déforestation à Madagascar

La figure ci-dessous montre l'évolution de la déforestation à Madagascar des 60 dernières années d'après l'étude menée par le projet BioScene Mada.

²³ GFW <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/MDG/?category=land-cover>

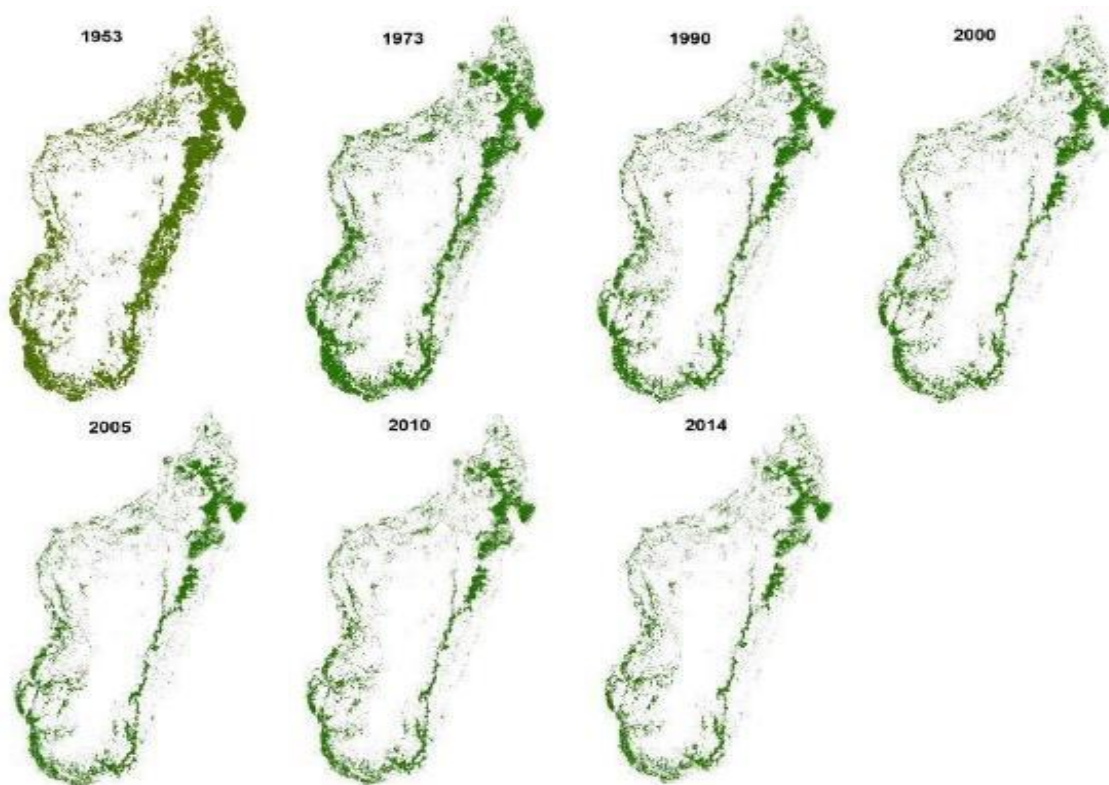


Figure 55 : Cartes historiques de la déforestation à Madagascar ²⁴

6.3.4. L'évolution de la déforestation

Une étude de la déforestation à Madagascar pendant les 60 dernières années (1953-2014) est conduite en 2018 par un groupe d'experts²⁵, utilisant des données historiques (1953-2000) et des données plus récentes de perte de couverture forestière (2001-2014). Cette étude a permis de produire une carte de la couverture forestière d'une résolution de 30m à partir de 1990, et d'estimer une perte de 44% des forêts naturelles pendant cette période de 60 ans. Depuis 2005, la déforestation s'est progressivement accrue jusqu'à atteindre 99.000 ha par année de 2010 à 2014, correspondant à un taux annuel de 1,1%.

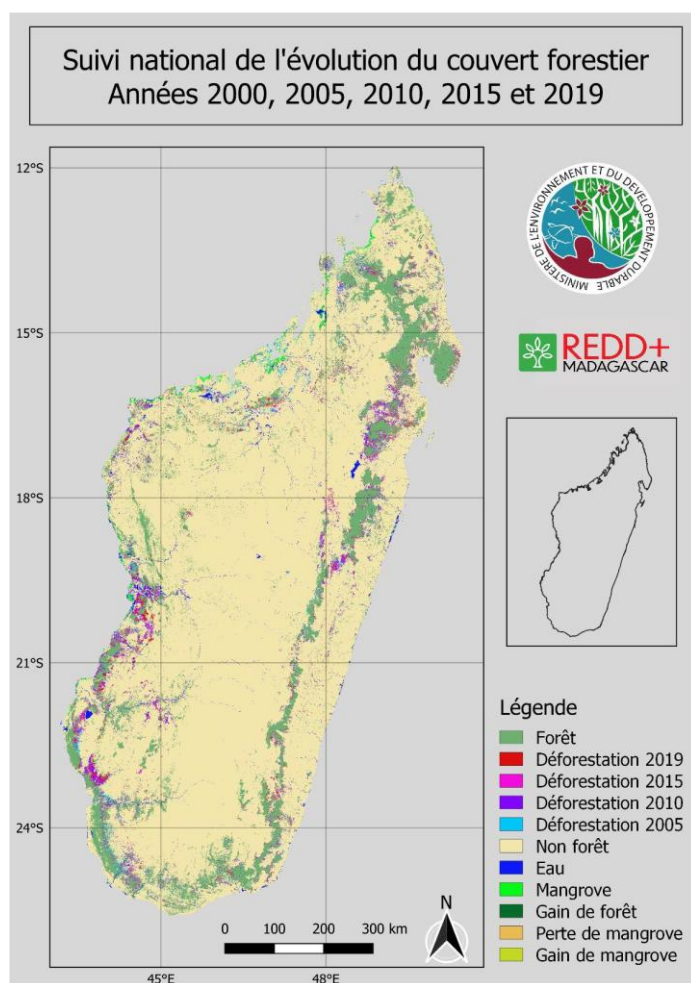
Après l'engagement de Madagascar dans le processus de préparation à la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+), le laboratoire d'observation des forêts de Madagascar (LOFM), fonctionnel depuis février 2018, contribue à la collecte de données d'activités pour les forêts de Madagascar servant au calcul d'émission de référence pour les forêts ou NERF national.

Le LOFM a fait une analyse de la déforestation nationale dans le but d'obtenir une mise à jour sur la dynamique de changements du couvert forestier national pour les périodes 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015, 2015-2019.

Le résultat de la cartographie de l'évolution du couvert forestier à l'échelle nationale a été présenté et validé à travers un atelier de validation et de partage en décembre 2021 à Antananarivo. Cette cartographie est aussi un outil qui appuie le Ministère de l'environnement et du développement durable (MEDD) dans la mise en place d'un système de surveillance des terres par satellite (SSTS).

²⁴ <https://bioscenemada.cirad.fr/maps/>

²⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320718301125>



Classe	Surface (ha)	Couverture (%)
Forêt	7 661 442	12,94%
Déforestation 2019	572 004	0,97%
Déforestation 2015	707 809	1,20%
Déforestation 2010	715 313	1,21%
Déforestation 2005	599 314	1,01%
Non-forêt	48 090 445	81,23%
Eau	599 181	1,01%
Mangrove	225 629	0,38%
Gain de forêt	5 783	0,01%
Perte de mangrove	24 079	0,04%
Gain de mangrove	1 523	0,00%

Figure 66 : Suivi national de

l'évolution du couvert forestier de 2000, 2005, 2010, 2015 et 2019

6.3.5. La pauvreté comme facteur qui affecte l'environnement

D'après le rapport national sur le développement humain en 2018²⁶ établi par le PNUD, Madagascar fait partie des pays les plus pauvres d'Afrique. L'estimation la plus récente sur la période de 2005-2014 du taux de pauvreté au seuil de 1,90 USD en parité du pouvoir d'achat est de 77,8% pour Madagascar. Sur la même période, les pays qui ont des taux similaires sont le Burundi (77,7%) et la République Démocratique du Congo (77,1%). Aucun autre pays, que ce soit en Afrique sub-saharienne ou ailleurs, ne présente un taux de pauvreté aussi important.

Madagascar est aussi l'un des pays les plus affectés par les catastrophes naturelles. 16 des 22 Régions du pays sont à risque de cyclones tropicaux, de sécheresses prolongées, de précipitations variables, et de graves inondations. Plus de 9 millions de personnes ont été touchées par ces aléas climatiques entre 2014 et 2015. La sécheresse déclenchée par El Niño depuis septembre 2015 a créé une situation de précarité sans précédent dans le Grand Sud de Madagascar, notamment dans les sept Districts des Régions d'Atsimo Andrefana, Androy et Anosy, considérées comme les plus pauvres de la Grande Ile. Le changement climatique aggrave

²⁶ [https://www.undp.org/content/dam/madagascar/docs/rndh-2018/Rapport%20National%20sur%20le%20D%C3%A9veloppement%20Humain%20\(RNDH\)%20-%20Madagascar%202018%20-%20R%C3%A9sum%C3%A9.pdf](https://www.undp.org/content/dam/madagascar/docs/rndh-2018/Rapport%20National%20sur%20le%20D%C3%A9veloppement%20Humain%20(RNDH)%20-%20Madagascar%202018%20-%20R%C3%A9sum%C3%A9.pdf)

les facteurs de pauvreté, dont l'impact est également rendu plus sévère par les atteintes à l'environnement (déforestation, érosion, urbanisation).

En outre, la croissance démographique constitue un facteur d'aggravation sérieux pour la situation de l'environnement. En effet, le niveau de pauvreté de la population contraint les habitants à avoir recours aux ressources naturelles de façon destructrice en privilégiant le court terme au détriment d'une utilisation rationnelle qui revêt un caractère durable.

6.4. Etat des écosystèmes

Madagascar est dans un niveau très alarmant de dégradation des écosystèmes naturels (Rapport du Fonds de partenariat pour les écosystèmes critiques - CEPF, 2014²⁷)

Comme le bien-être humain et le développement économique dépendent largement de l'utilisation des ressources naturelles, les écosystèmes sont soumis à d'énormes pressions. Les populations humaines ont toujours perturbé les écosystèmes et la biodiversité à travers le hotspot depuis des siècles, mais ces pressions anthropiques sont aujourd'hui renforcées en raison de la croissance de la population, et exacerbées par le changement climatique, menaçant gravement des écosystèmes déjà dégradés et souvent fragmentés. La déforestation et la perte d'habitat se poursuivent à un rythme alarmant à Madagascar, la plupart du temps comme une réponse aux besoins en terres agricoles et en énergie pour les communautés locales.

Aussi, selon le rapport du CDB, des menaces réelles existent également du fait de la perturbation causée par le changement climatique et la pollution, les feux, le changement d'utilisation des terres ou la mise en place d'infrastructures, etc. Ce qui entraîne indéniablement une perte dans la diversité biologique. Cette perte est surtout visible en observant le changement physiognomique des écosystèmes.

L'écosystème terrestre, et notamment l'écosystème forestier de Madagascar, est ainsi dans un état de dégradation critique. Les résultats de la liste rouge des écosystèmes devra donner un aperçu fiable et complet à ce propos. Dans l'interim, le « **Rapport sur l'Etat de l'Environnement à Madagascar 2012** » notamment dans le chapitre 5²⁸ donne une description sur les conditions et états des écosystèmes à Madagascar.

Pour la carte illustrative des données utilisées sur la sensibilité de la végétation, voir Carte 8 dans l'appendice.

Pour la carte illustrative des données utilisées sur les zones humides, voir Carte 10 dans l'appendice

Pour la carte illustrative des données utilisées sur la forêt littorale du Sud Est, voir la carte 11 dans l'appendice.

7. Services écosystémiques

La Charte de l'Environnement de Madagascar reconnaît les quatre catégories de Services Ecosystémiques (SE) mondialement adoptées (Common International Classification of Ecosystem Services : CICES) pour le pays :

1. **Services de production** : aliments, eau, combustibles matériaux de confection ou de construction ;

²⁷ https://www.cepf.net/sites/default/files/ecosystemprofile_madagascar_fr.pdf

²⁸ http://mg.chm-cbd.net/implementation/Documents_nationaux/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement-2012/chapitre-5_ecosysteme_terrestre.pdf/download/en/1/Chapitre%205_Ecosysteme_Terrestre.pdf

2. **Services de régulation** : du climat, des crues, des épidémies, purification de l'eau et de l'air ;
3. **Services de support** : cycle des éléments, formation des sols ;
4. **Services culturels** : esthétique, spirituel, éducatif, récréatif et touristique.

Bien que la Charte de l'Environnement reconnaisse ces services écosystémiques (SE) comme composants essentiels de la biodiversité de Madagascar, seule la nécessité de « partage équitable des avantages tirés des services environnementaux » en est sa principale préoccupation, en termes d'utilisation des ressources génétiques et biologiques et des revenus dérivés des marchés « carbone ». De plus, malgré la présence du projet *Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services* (WAVES), les informations existantes sur les SE à Madagascar sont globalement produites par un nombre restreint de scientifiques : approvisionnement en eau (Wendland et al. 2009), les plus détaillées ne concernent que les KBAs (Neugarten et al. 2016). Cette dernière initiative a testé tous les outils actuellement disponibles pour l'analyse des SE de l'UICN²⁹, mais seules *Co\$ting Nature*³⁰ lors de la phase exploratoire et *WaterWorld*³¹ ont été les méthodes finalement utilisées. En outre, Neugarten et al. (2016) ont particulièrement pris en compte les avis des parties prenantes et les experts lors de l'évaluation de leurs résultats sur les KBAs à Madagascar. Ces avis ont apporté plus de crédibilité dans la démarche d'autant plus que ces auteurs ont conçu les guidelines de l'évaluation des SE de l'UICN (Neugarten et al. 2018).

En dehors des analyses sur les KBAs, la plupart des informations disponibles sur le SE concernent des propositions de mécanisme pour le paiement des services écosystémiques (PSE) au lieu d'analyse des SE (Wendland et al. 2009). Ainsi, comme l'analyse de Neugarten et al. (2016) a surtout visé à guider la stratégie d'investissement du *Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF)* dans les KBAs, les résultats peuvent être utiles à identifier les sites avec de potentiels SE qui seront à considérer dans la détermination des sites de compensation (site offsets). Bien que l'analyse fut limitée par la disponibilité de données spatiales, l'abandon de l'évaluation monétaire, les principaux résultats de ce manuscrit peuvent servir de proxy sur les SE à Madagascar, qui peuvent être résumées ci-dessous :

- Chevauchement des sites d'importance en biodiversité et des sites fournissant le plus de SE.
- Dépendance étroite de nombreuses communautés locales aux SE fournis par tous types d'écosystèmes naturels, notamment forêts et marins côtiers.
- Parmi les SE les plus évidents à Madagascar sont : les produits forestiers non ligneux, pêches à petite échelle, approvisionnement en eau et le carbone.

Parmi les SE étudiés à Madagascar à l'échelle du paysage/site sont pour le moment l'eau (Rogers et al. 2010) et les plantes médicinales (Golden et al. 2012). Toutefois, ce sont des études respectivement limitées sur un seul site et par conséquent n'aident pas encore à généraliser la tendance sur le pays entier.

SE relatifs aux sources d'eau (Rogers et al. 2010) :

- Le SE lié à l'eau pour l'agriculture et l'eau potable reste pour le moment le plus utilisé comme proxy pour représentés SE à Madagascar.

²⁹ Neugarten, R.A., Langhammer, P.F., Osipova, E., Bagstad, K.J., Bhagabati, N., Butchart, S.H.M., Dudley, N., Elliott, V., Gerber, L.R., Gutierrez Arrellano, C., Ivanić, K.-Z., Kettunen, M., Mandle, L., Merriman, J.C., Mulligan, M., Peh, K.S.-H., Raudsepp-Hearne, C., Semmens, D.J., Stolton, S., Willcock, S. (2018). Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas. Gland, Switzerland: IUCN. x + 70pp.

³⁰ Mulligan M. Trading off agriculture with nature's other benefits, spatially. (2015). In: Zolin CA, Rodrigues R de AR, editors. *Impact of Climate Change on Water Resources in Agriculture*. CRC Press -p. 184.

³¹ Mulligan M. (2013). WaterWorld: a self-parameterising, physically based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. *Hydrology Research*, 44(5): 748.

- Par importance aux SE aux besoins des communautés le rang des écosystèmes est le suivant : écosystèmes côtiers et marins (sources de poissons), mangroves et récifs (sources de poissons et mitigation des aléas climatiques), forêts (approvisionnement en eau, mitigation des aléas climatiques, sources de nourritures et valeurs culturelles).

SE relatifs aux plantes médicinales pour les communautés locales (Golden et al. 2012) :

- Le recours à la médecine traditionnelle est important pour les communautés isolées à cause de l'isolement par rapport au centre de santé : 94,2% (n = 1659).
- Pas moins de 86% collectent directement les plantes médicinales pour guérir les maladies et moins de 1% achètent auprès d'autres personnes.
- L'équivalent monétaire de SE des plantes médicinales tourne autour de 5,40–7,90 \$ par personne par an ou 30,20–44,30 \$ par ménage par an, qui représente 43–63% de la médian de leur revenu annuel.
- L'équivalent SE offert par les plantes médicinales peut aller de 17 \$ par hectare par année dans le cas présent.

Pour la carte illustrative des données utilisées pour les études d'impact environnementales, voir Carte 1 dans l'appendice.

Toutes les informations ci-dessus montrent que la considération des SE dans la politique de mitigation (y compris la compensation) devient un impératif compte tenu de la dépendance étroite des communautés environnantes aux ressources naturelles observée à la fois dans les KBAs et à l'échelle de paysage/site. Pour combler les lacunes en matière de SE à Madagascar, l'analyse doit se faire dans les paysages en-dehors des KBAs et à une échelle plus réduite pour obtenir des estimations plus adéquates en vue d'une compensation plus équitable. Notons, par exemple, que les grands projets miniers ont développé des plans de compensation louables ; mais dans la plupart des cas, la mise en œuvre présente encore des lacunes, en particulier sur la considération des impacts sociaux économiques de la mise en place des sites de compensation³².

Pour la carte illustrative des données utilisées pour la comptabilité verte, Voir Carte 9 dans l'appendice

Pour la carte illustrative des données utilisées sur les sites archéologiques, voir Carte 12 dans l'appendice.

8. Espèces

La connaissance des sources de données disponibles sur les espèces d'un paysage constitue un atout particulier dans la planification spatiale d'un endroit, tout en respectant la hiérarchie d'atténuation. Un pays ou un paysage comporte d'innombrables espèces de faune et de flore. Le temps et l'argent nécessaires pour suivre et approfondir chaque espèce sont la plupart du temps exorbitants. C'est pourquoi des critères d'identification des espèces préoccupantes tels la taille de population, l'aire de répartition géographique et la diminution respective sont couramment sélectionnés dans l'évaluation de l'importance d'une espèce ; ces critères deviennent les principaux éléments pour le classement des espèces selon leur risque d'extinction.

Les données sur le biote ou l'ensemble des organismes vivants à Madagascar sont diffusées dans plusieurs sources (mondial et national) dont les plus connues et fréquentées sont celles de l'UICN, du GBIF, de Tropicos, de Rebioma, de Lemurs portal et de Malagasy nature grâce à leur accès facile. Toutes

³² C. Bidaud, K. Schreckenberger, J. P.G. Jones, 2018. The local costs of biodiversity offsets: Comparing standards, policy and Practice. Land Use Policy 77 43–50.

ces sources de données donnent accès aux utilisateurs les caractères des nombreuses espèces (endémicité, distribution, reproduction, biologie, etc.) et son niveau de menace. Cependant, chaque source de données a sa propre caractéristique, marquée par sa force et sa faiblesse.

En ce qui concerne la source des données de la Liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) <https://www.iucnredlist.org> dont l'actualisation des informations se fait de façon régulière à travers des travaux de groupes de spécialistes, environ 98 500 espèces dans le monde entier sont catégorisées (Éteint-EX, Éteint à l'état sauvage-EW, En danger critique-CR, En danger-EN, Vulnérable-VU, Quasi menacé-NT, Préoccupation mineure-LC, Données insuffisantes-DD, Non évalué-NE) selon les critères de l'UICN (population et taille de la population A-C-D, sous-populations B-C, individus matures A-B-C-D, génération A-C-E, réduction A, déclin continu B-C, fluctuations extrêmes B-C, gravement fragmentée B, zone d'occurrence A-B, zone d'occupation A-B-D, localités B-D, analyse quantitative E). Cependant, le niveau d'évaluation des différents groupes taxonomiques n'est pas équivalent pour laquelle certains taxa sont faiblement évalués à cause de l'insuffisance, voire l'absence des données. Basées sur les types d'habitats, les zones d'occurrence de certaines espèces sont parfois surestimées sans prendre en compte de l'hétérogénéité d'habitats.

A propos de la source de données du GBIF (Global Biodiversity Information Facilities), accessible sur le site https://www.gbif.org/occurrence/search?offset=600&publishing_country=MG&advanced=1, elle fournit des cartes d'occurrence de biodiversité issues des données d'observation. Pour Madagascar, plus de 140 000 données d'occurrence d'espèces sont observées dans ce site malgré la qualité de ces données qui ne sont pas scrutées par des experts.

Les données de bonne qualité à libre accès sur les plantes malgache s'observent sur le site de Tropicos (<http://www.theplantlist.org/1/>) qui donne accès aux informations de plus de 1,3 million d'espèces de plantes tropicales. Ce site partage également des informations relatives à la flore de Madagascar telles que la liste des aires protégées et les cartes y afférentes. Cependant, le nombre d'espèces acceptées pour certains groupes de plantes (gymnospermes, angiospermes, monocotylédones, Rosidae, Asteridae, etc.) aussi bien que le nombre total des espèces de plantes supérieures de Madagascar cataloguées dans ce site sont incomplets. Les données synthétiques dans le tableau d'information sur ces groupes de plantes supérieures de Madagascar sont quelquefois non fiables car ce tableau est toujours en cours de construction.

REBIOMA (Réseau de la Biodiversité de Madagascar), un projet dans le Programme WCS Madagascar, a comme objectif principal d'améliorer la planification de la conservation à Madagascar. Le portail REBIOMA (<http://data.rebioma.net>) est dédié pour le partage de données d'occurrence validées de plus de 320 000 espèces et la modélisation de leurs niches écologiques. Ce portail est créé pour faciliter la communication et l'échange d'informations sur la biodiversité de Madagascar. Cependant, la qualité des résultats de modélisation de certaines espèces menacées semble être limitée à cause de l'insuffisance des données d'occurrence de ces espèces. Par ailleurs, l'alimentation du portail n'est pas périodique à cause de l'absence de financement pour la mobilisation des détenteurs de données et le regroupement des experts taxonomiques pour la validation des données.

Notons toutefois le travail effectué par le projet BioScene Mada (<https://bioscenemada.cirad.fr/>) qui a constitué une base regroupant les données de plus de 300 000 observations (points de présence) pour 4 969 espèces. Cette base regroupe des données animales (vertébrés et invertébrés) et végétales (arbres et autres plantes) pour une grande variété de groupes taxonomiques, représentatifs de la biodiversité à Madagascar, et ont permis d'enrichir la base de données REBIOMA. Ces données ont été utilisées pour modéliser les niches climatiques des espèces et estimer leur vulnérabilité aux changements climatique.

Après de longues années de collaboration avec le Centre de Documentation Scientifique et Technique-CIDST dans le partage d'information sur la biodiversité dont les informations ont été publiées dans l'ouvrage « Recherche pour le développement, Série Sciences Biologiques », l'Association Vahatra a

commencé depuis 2009 et publie des travaux de recherches scientifiques sur la biodiversité dans des ouvrages comme *Malagasy Nature* (<http://www.vahatra.mg/malagasynaturefr.html>). À ce jour, dix volumes ont paru et sont tous disponibles en ligne ou conditionné par l'achat. Ces informations ultraprécises (dans des localités précises) sont validées par des experts. En effet, la couverture de ces informations est géographiquement limitée ne couvrant pas l'ensemble de l'île et généralement sur les aspects biologiques, notamment sur les vertébrés terrestres.

Le portail des lémurien a été conçu pour répondre aux besoins et demandes des groupes d'utilisateurs, avec une base de données de plus de 15 000 occurrences des espèces de lémurien (<https://www.lemursportal.org/>), et uniquement destiné à ce groupe d'animaux phares de Madagascar. C'est une base de données à libre accès dont les informations publiées sont vérifiées et validées par des experts nationaux et internationaux. Le portail dispose aussi d'une base de document (articles, mémoires, journal...) sur les lémurien (plus de 1 000 documents) ainsi que des informations exhaustives sur les 110 espèces de lémurien. 27 experts nationaux et internationaux contribuent à la validation des données et informations disponibles sur le portail.

Malgré les lacunes des données sur l'ensemble des taxa, pourtant nécessaires pour la bonne mise en œuvre de la hiérarchie d'atténuation, la Liste Rouge des espèces menacées de l'UICN est une source d'information complète pour un certain groupe d'espèces. Ces informations se focalisent sur leur statut, taxonomie, biologie, distribution géographique, population, habitat et écologie, menaces et les actions de conservation. Quelquefois, ces informations sont parcellaires à cause de l'insuffisance de données pour l'espèce évaluée (e.g. manque d'information précise sur la distribution, la zone d'occurrence, etc.). Pour le statut, cette liste se base sur un système d'évaluation du risque d'extinction de l'espèce fait par des groupes d'experts. Pour la flore par exemple, le Groupe des Spécialistes des plantes de Madagascar a produit en 2011 une liste de 1 537 espèces menacées suivant les catégories CR-EN-VU de l'UICN parmi les 12 000 à 13 000 espèces de plantes vasculaires supérieures recensées à Madagascar. Pour la faune, la dernière évaluation des statuts de lémurien fait par le groupe des spécialistes en primates a montré la présence de centaine d'espèces de lémurien dont 90% sont menacées d'extinction (CR-EN-VU) dans la nature (données en attente de publication officielle). Compte tenu des espèces d'oiseaux malgaches, environ 15% sont menacées d'extinction (CR-EN-VU). Pour les herpétofaunes, les espèces menacées d'amphibiens sont estimées à 30 à 40% et environ 50% pour les reptiles. Basé toujours sur les catégories de l'UICN, un total de 50 espèces de poisson d'eau douce connues dans le hotspot (Madagascar et ses îles voisines) sont menacées d'extinction, issue d'un atelier d'évaluation de la faune ichtyologique de l'hotspot (Máiz-Tomé *et al.*, 2018).

En se référant à la zone d'occurrence (EOO) de la base de données de l'UICN, le terme endémique est défini comme la limitation de distribution d'une espèce donnée. Les espèces de vertébrés terrestres et de plantes ayant moins de 50 000 km² de zone d'occurrence sont classées dans les espèces à distribution limitée. Pour les espèces marines, celles à moins de 100 000 km² de zone d'occurrence sont rangées dans les espèces à distribution limitée. La plupart de la biodiversité malgache est endémique de Madagascar. Environ 80% des espèces de plantes vasculaires connues à Madagascar sont endémiques de l'île (Madagascar Catalogue 2017 - <http://legacy.tropicos.org/Project/Madagascar>) et la moitié des espèces de plantes aquatiques connues à Madagascar sont également endémiques de la grande île (Manjato *et al.*, 2017). Toutes les espèces de lémurien sont endémiques de Madagascar. Le nombre d'espèces d'oiseaux endémiques de Madagascar est de l'ordre de 107 d'après les ouvrages et articles des années 1990. Plus de 90% d'espèces d'amphibiens et de reptiles sont endémiques de Madagascar. Environ 58% des espèces de poissons d'eau douce évaluées dans le hotspot sont endémiques. Issues des différentes méthodes de modélisation (e.g. maxent), la distribution de nombreuses espèces endémiques de Madagascar sont cartographiées et les informations y afférentes sont observées dans le site web de Rebioma, UICN, GBIF ou dans l'Atlas de la végétation de Madagascar (Moat & Smith, 2007) et l'Atlas d'une sélection des vertébrés terrestres de Madagascar (Goodman & Raherilalao, 2013).

Malgré toutes ces informations de statut de protection et distribution de nombreuses espèces, les données de toutes les espèces de Madagascar sont toujours lacunaires. Des données d'occurrence (EOO) et d'occupation (AOO) sont insuffisantes pour certaines espèces menacées. En plus, la couverture géographique des études sur les espèces menacées est souvent limitée par l'accessibilité des sites et/ou le moyen financier. Ces différentes limites rendent difficile les analyses et les prises de décisions au niveau de sites spécifiques.

En effet, l'effort de Rebioma dans la modélisation des aires de distribution des espèces menacées et celui de BioScene Mada sur l'identification des zones de conservation prioritaires devraient être supportés par COMBO et ses partenaires et l'alimentation de données dans ce site web devrait être périodique. Tout cela nécessite la mobilisation des détenteurs de données et le regroupement des experts taxonomiques pour la validité des données. En d'autres termes, la collaboration du projet COMBO avec les institutions de recherche telles que l'Association Vahatra, le Groupe d'Étude et de Recherche sur les Primates de Madagascar-GERP, le Missouri Botanical Garden-MBG, Royal Botanic Garden-RBG Kew, Madagascar Voakajy-MAVOA, Asity, etc. devrait être renforcée pour que les lacunes de données d'occurrence d'espèces soient comblées et les informations rendues publiques.

Notons les exercices de modélisation menés par le projet BioScene Mada³³ à partir des données des espèces et sur le climat (température moyenne annuelle, saisonnalité de la température, précipitations annuelles, déficit en eau, nombre de mois secs) et des variables physiques (radiation solaire, géologie), et qui ont permis d'établir la niche climatique des espèces et de modéliser l'aire de distribution présente et de prédire la distribution future de l'ensemble des espèces. Ainsi, l'impact du changement climatique et de la déforestation à Madagascar a été étudié pour 55 des 111 espèces de lémuriens connues à Madagascar ; les résultats montrent que le changement climatique devrait diminuer l'habitat des lémuriens de plus de 60% en moyenne. En comparaison, la déforestation seule contribuerait à une diminution de 50% de l'habitat, ce qui signifie que si les lémuriens sont incapables de s'adapter au changement climatique, alors ce dernier sera plus néfaste pour eux que la déforestation. Par conséquent, il semble important de conserver en priorité les sites les plus climatiquement stables. Il apparaît aussi que plus de 55% des refuges climatiques sont à l'extérieur du réseau des aires protégées ; cela souligne la nécessité de développer davantage le réseau d'aires protégées actuel. De plus, 75% de ces refuges sont fortement menacés par la déforestation. *Pour la carte illustrative des données utilisées pour les études d'impact environnementales, voir Carte 6 dans l'appendice.*

9. Les facteurs de changement et les pressions sur la biodiversité

9.1. Facteurs de changement de la biodiversité

D'après le 5ème rapport national de la convention sur la diversité biologique, Madagascar, en mars 2014, la diversité biologique de Madagascar se trouve en face de différentes menaces d'origines diverses (anthropiques ou naturelles). Elle évolue suivant les facteurs ci-après :

- Exploitation irrationnelle
- Changement d'utilisation des terres
- Feux
- Déforestation
- Maladies
- Développement industriel
- Pollution
- Espèces envahissantes

³³ https://bioscenemada.cirad.fr/wp-content/uploads/2021/01/Rapport_Final_BioSceneMada.pdf

- Changement climatique

Dans cette liste des facteurs de changement, il y a aussi des informations additionnelles venant d'autres sources, pour quelques-unes de ces différentes menaces.

9.2. L'exploitation irrationnelle : surexploitation des ressources naturelles, trafics, pressions, cueillette et chasse.

L'exploitation irrationnelle a des impacts aussi bien sur les écosystèmes que sur les composantes biologiques. Tous les types d'écosystèmes sont affectés à cause des modes irrationnels d'exploitation. Il s'agit d'une surexploitation des ressources au-delà du potentiel de reproduction et de pérennisation des espèces, d'une exploitation sélective qui prélève les meilleurs géniteurs au détriment des futures générations, et des exploitations illicites.

La surexploitation des arbres de grande taille continue, principalement des bois précieux tels que les palissandres et le bois de rose, et le rythme de la perte de la diversité biologique est sans précédent, avec des dizaines de milliers de lianes qui ont été coupées pour faciliter le transport de bois précieux. De plus, l'exploitation irrationnelle du bois pour l'industrie, la construction, et surtout pour le besoin en charbon et en bois de chauffe constitue une grave menace.

Les pressions de chasse dans différentes régions de l'île ont des impacts importants sur certaines populations pour la faune. Par exemple, les poissons font l'objet d'une surexploitation dans plusieurs localités de l'île, les pêcheurs ne respectant pas généralement la période légale de pêche, et utilisant des filets à maille non réglementée. La collecte des espèces d'amphibiens et de reptiles pour le commerce international ou pour la consommation locale s'effectue souvent dans les mêmes endroits facilement accessibles. La collecte des œufs et des jeunes des colonies reproductives d'oiseaux s'observe à Madagascar, cette pratique constitue une menace grave et croissante pour les populations concernées. La chasse des espèces d'oiseaux de grandes tailles comme les canards sauvages est une pratique courante dans plusieurs régions de l'île. Les membres de la sous-famille des *Tenrecinae* sont largement consommés par les riverains comme gibier ou viande dans la brousse. Les lémuriniens sont chassés comme gibiers dans certaines régions de Madagascar.

Pour les espèces marines, les tortues marines et les mammifères marins (dugongs, baleines, dauphins) dont les principales menaces sont la capture intentionnelle des espèces à des fins commerciales et la capture directe ou accidentelle.

Concernant les micro-organismes et champignons, la destruction des habitats forestiers constitue une grave menace pour eux. Certaines composantes de la *mycoflore* risquent d'être perdues à jamais avant même leur identification. Les forêts de *Tapia* sont très menacées alors qu'elles soient des formations spéciales et constituent des niches à champignons comestibles, en plus de leurs vocations de site naturel écologique.

9.3. Le changement d'utilisation des terres

En ce qui concerne le changement d'utilisation des terres on se réfère spécifiquement à :

- L'exploitation abusive et non réglementée des bassins versants et des lacs ;
- La diminution des habitats naturels dans les zones humides à cause des extensions des terrains de culture en particulier ;
- Le défrichement et la pratique de la culture sur brûlis ;
- Les coupes intensives des mangroves ;
- L'extension des terrains agricoles.

Il existe une exploitation abusive et non réglementée des bassins versants et des lacs à cause de la déforestation pour l'agriculture et feu de brousse pour le pâturage. La diminution des habitats naturels dans les zones humides est due à des extensions des terrains de culture, en particulier la riziculture. Les écosystèmes sont modifiés ou transformés à d'autres fins (riziculture ou aquaculture).

Le défrichement et la pratique de la culture sur brûlis constituent une grave menace sur les forêts surtout dans les zones orientales et méridionales.

Pour les zones de mangroves, des coupes intensives sont également pratiquées pour leur conversion en zone agricole.

Pour les formations de savane herbeuses du centre et de la région orientale, le principal facteur de raréfaction palpable est l'extension des terrains agricoles.

Les forêts naturelles humides de montagnes, au centre et au sud de la côte orientale malgache est menacée par deux fronts : à l'Est étroitement lié aux cultures de rente, et à l'Ouest lié au développement de la riziculture irriguée (Bois et forêts des tropiques 2003 N 276).

Pour la carte illustrative des données utilisées sur le changement des occupations du sol, voir Voir Carte 13 dans l'appendice

9.4. Les feux

Les feux de brousse répétitifs destinés au pâturage et à la culture sur brûlis ou simplement causés par des incendies volontaires ravagent chaque année des milliers d'hectares de savane et de surface forestière, et tuent d'innombrables espèces animales, végétales et de microorganismes.

D'après les données fournies par Conservation International, sur les points de feux enregistrés par Firecast³⁴ (un système de surveillance et d'alerte pour les forêts et les feux dans les régions tropicales), en 2018, il y avait 359 594 points de feux détectés dans tout Madagascar. Parmi ces points, 33 580 points de feux étaient détectés dans les aires protégées terrestres.

³⁴ <https://firecast.conservation.org/>

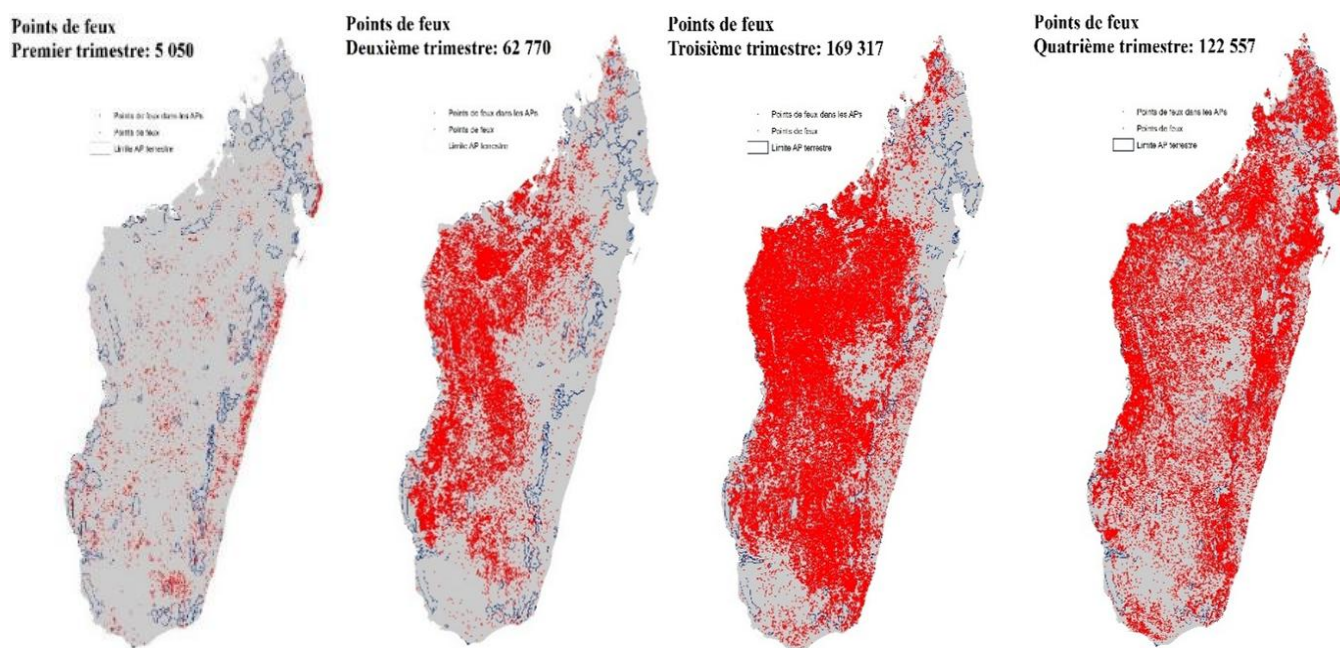


Figure 77 : Cartographies des points de feu à Madagascar durant l'année 2018 (Source : Firecast Conservation International)

9.5. La déforestation

La déforestation, qui est à un niveau alarmant à Madagascar, a des conséquences néfastes sur différents écosystèmes dont les zones humides. L'érosion hydrique, elle entraîne l'ensablement des cultures de bas-fonds notamment la riziculture, l'envasement des zones humides et la sédimentation au niveau des milieux marins et côtiers.

Les zones les plus dénudées se développent en « lavakas³⁵ », les cours d'eau charrient ainsi une charge sédimentaire élevée qui se dépose au niveau et au large des embouchures (tel est le cas de l'embouchure de la Betsiboka dans le Nord-Ouest). L'absence de couverture végétale favorise également l'érosion éolienne des plages qui a des conséquences très dommageables sur les mangroves et les récifs. Les sédiments sont certainement à l'origine de l'extension des mangroves vers la mer (cas des mangroves de la baie d'Ambaro). Toutefois, les excès de sédiments déposés par les cours d'eau et ou le vent (cas des mangroves du Sud-Ouest de Madagascar) entraînent soit une régression de cet écosystème vers la formation de tannes, soit leur mort. Les conséquences de ces régressions se répercutent sur la santé des récifs et la régénération des stocks halieutiques. Elles favorisent également les érosions côtières. L'hyper sédimentation au niveau des récifs coralliens conduit à leur dégradation (cas des récifs du sud-ouest de Madagascar). Conjuguée à une surexploitation sélective, le phénomène aboutit à un déséquilibre de l'écosystème récifal en faveur des espèces envahissantes (oursins, étoiles de mer, algues), cas observés dans le sud-ouest.

La déforestation conduit à une réduction de l'aire de distribution, à la perte de l'habitat naturel et à l'extirpation locale des espèces vulnérables. Pour les lémuriens et les espèces dépendantes des forêts, la perte d'habitat due à la déforestation est particulièrement très cruciale pour leur survie.

9.6. Les maladies

L'existence de la maladie des abeilles (*Apis mellifera*) à Madagascar est un danger pour l'apiculture.

³⁵ Ravin de forme généralement ovoïde et à parois abruptes, entaillant des manteaux d'altérites sous savane.

Le risque de contamination par la propagation du pathogène *chytride* ou *Batrachochytrium dendrobatidis* représente aussi un danger non négligeable pour les amphibiens malgaches. La maladie n'est pas encore détectée à Madagascar, mais les études effectuées ont révélé que les espèces malgaches sont très sensibles à ce pathogène.

L'aquaculture en eaux marines et saumâtres est touchée par l'attaque de certaines maladies. Il y a d'abord la hausse du taux de mortalité larvaire due à la prolifération microbienne (Razafimamonjison, 2011) ; ensuite, les diverses pathologies comme le risque d'anoxie et le muscle blanc (Randriamiarinarivo, 2012) ; puis, les maladies nutritionnelles (phénomène de tête verte) (Ramahazo, 2003). En outre, la prédation et le commensalisme constituent une menace non négligeable à l'élevage des crevettes (Ratsimanarisoa, 2000).

Certaines espèces forestières semblent être devenues plus vulnérables et perdent leur capacité d'adaptation à des périodes prolongées de sécheresse. Il s'ensuit l'apparition de maladies causées par des agents pathogènes tels que le *psylle* des Eucalyptus qui font des ravages sur de vastes surfaces notamment sur les haut-plateaux centraux.

9.7. Le développement industriel : Gisements miniers et pétroliers

Madagascar dispose de richesses minérales importantes, dispersées sur l'ensemble du territoire. De nombreux gisements ont été identifiés et les possibilités d'exploitation se déclinent comme les minerais industriels, les pierres précieuses, et l'or. A l'exception des grandes exploitations industrielles intégrées à l'économie nationale, les activités minières concernent surtout une multitude de petits exploitants du secteur informel.

Pour la politique minière à Madagascar, l'objectif principal du code minier malgache en 2005 (Loi n°2005-021) est d'accroître les résultats du secteur par l'augmentation significative des investissements et de la croissance et la promotion des activités des grandes mines sans pour autant délaisser les mines artisanales, dont l'orpaillage, identifié comme une activité d'appoint pour beaucoup de paysans malgaches.

D'après le code minier sorti en 2005, les permis miniers sont classés en :

- Permis de Recherche « R », qui confère à son titulaire le droit exclusif d'effectuer la prospection et la recherche à l'intérieur du périmètre délimité
- Permis d'Exploitation « E », qui confère à son titulaire le droit exclusif d'entreprendre l'exploitation ainsi que la prospection et la recherche à l'intérieur du périmètre délimité (La durée de validité du permis d'exploitation est de quarante (40) ans. Il est renouvelable une ou plusieurs fois pour une durée de vingt (20) ans pour chaque renouvellement) ;
- Permis Réserve aux petits Exploitants miniers « PRE », et qui leur confère le droit d'entreprendre à la fois prospection, recherche et exploitation à l'intérieur du périmètre délimité.

Tableau 66 : L'occupation des carrés miniers en superposition avec la couverture forestière (Sources : BCMM – carrés miniers 2018 ; BioScene Madagascar – Couverture forestière 2014)

Type de permis minier	Superficie de forêt superposée avec les carrés miniers (ha)	Pourcentage de couverture par rapport à la superficie totale des forêts (%)
E	71.309	0,80
PRE	61.108	0,68
R	1.466.281	16,51

Mis à part les permis légaux, plusieurs cas d'irrégularités ont été répertoriés, comme les expropriations de terrains, les exploitations illégales et la licéité apparente des exploitants, font que l'extraction d'or ou

autres minerais est devenu un problème pour la nation et sa population. Par exemple, dans la partie Nord du Corridor Ankeniheny-Zahamena en 2012 (dans le Parc National Zahamena) dans la localité de Bemainty et Didy, une grande partie des exploitants qui s'y trouvaient sont illicites. Les forêts denses humides de l'Est sont habituellement les plus impactées par ces activités.

A Madagascar, l'impact des grands projets d'exploitation des gisements miniers et pétroliers est significatif, sans oublier l'existence des exploitations illicites qui ont connu une expansion considérable, comme le cas de l'exploitation des pierres précieuses à Ilakaka et à Didy, ou de l'orpaillage à Daraina.

Concernant l'exploitation minière artisanale et à petite échelle dans les zones protégées et les écosystèmes critiques, WWF a publié en Septembre 2012 un rapport d'étude intitulé « *Artisanal and Small-scale Mining in Protected areas and critical Ecosystems Programme (ASM - PACE)* ».

L'objectif de l'ASM-PACE est d'aborder les impacts environnementaux de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle, tout en tirant parti de son potentiel économique, social et de responsabilisation dans certains des écosystèmes les plus importants du monde. Le projet utilise une base scientifique de connaissances, de méthodes participatives et d'approches fondées sur les droits pour travailler avec les mineurs et leurs communautés - plutôt que de s'opposer - à la conception de solutions durables et avantageuses pour tous. Le projet est exclusivement axé sur les activités d'exploitation minière artisanale et à petite échelle se produisant dans et autour des aires protégées et des écosystèmes prioritaires.

À l'échelle mondiale, l'exploitation artisanale de l'or est le plus gros « problème » en termes d'impacts environnementaux négatifs. Cependant, d'autres minéraux ont des impacts localisés importants au sein d'écorégions ou de pays comme l'exploitation minière de pierres précieuses colorées à Madagascar. L'extraction alluviale de pierres précieuses et d'or a lieu dans et autour des parcs nationaux du pays.

Les quatre types principaux d'exploitation artisanale à petite échelle sont :

- L'exploitation permanente ;
- L'exploitation saisonnière ;
- L'exploitation à l'assaut ou « *rush mining* » ;
- L'exploitation à poussé de choc ou « *shock-push ASM* ».

Pour le troisième type, par exemple, il s'agit de migrations massives de mineurs artisanaux vers un site d'exploitation artisanale à petite échelle basé sur la perception que les opportunités de revenus attendus des gisements récemment découverts dépassent de loin les revenus réels des personnes attirées. Comme le cas à Madagascar, l'extraction minière migratoire est courante. Dans ce contexte, des dizaines de milliers de personnes descendent sur un site spécifique à la fois, sur la base de rumeurs d'une nouvelle découverte de saphir ou d'or.

Ceci engendre un problème important pour la gestion des parcs nationaux, une activité d'exploitation minière artisanale qui génère réellement des revenus. Dans le pays, riche en ressources mais économiquement pauvre, l'exploitation artisanale à petite échelle dans des zones protégées telles que le parc national d'Ankarana offre une opportunité aux communautés de se lancer dans une profession entrepreneuriale et indépendante sans avoir à s'inquiéter du détenteur de la propriété.

Pour la carte illustrative des données utilisées sur l'exploitation minière, voir Carte 15 dans l'appendice

Des projets et implants industriels, de grande ampleur ou à petite échelle constituent de graves pressions abusives sur l'environnement. De nombreuses espèces rares et uniques de l'île sont directement menacées par le développement de ces projets et des zones sensibles sont menacées par les récentes découvertes de gisement d'or et de pierres précieuses. Les exploitations minières à petite échelle ont

également des impacts considérables sur l'agriculture et l'approvisionnement en eau des populations riveraines.

9.8. La pollution

Les écosystèmes aquatiques (marins et côtiers, et les zones humides et eaux continentales) sont les plus affectées par les pollutions. Les sources de pollution sont diverses comme les eaux de ruissellement des bassins versants, les lavandières, les ordures et le déversement des produits toxiques (chimiques ou non) et l'absence des latrines.

D'après une note de la Banque Mondiale sur l'environnement à Madagascar, l'industrialisation accroît la pollution³⁶. Dans ce contexte, les problèmes de perte de milieu naturel et de pollution pourraient bien s'accroître de manière significative, notamment pour les grands projets miniers. Pour la partie marine, les marées noires sont très rares, comme celle qui s'est produite dans le sud de l'île à Faux-Cap en 2016.

D'après le rapport du PNUD en 1991 sur un aperçu de la situation actuelle mais également de l'évolution de cette situation de [l'Etat de l'Environnement à Madagascar](#)³⁷, le problème de la pollution des eaux commence à devenir de plus en plus préoccupant dans la grande île, comme par exemple sur la qualité des eaux potables.

Le Bilan Hydrologique qui résulte le cycle de l'eau, devra donc définir un équilibre permanent entre, d'une part, les précipitations, et d'autre part, les pertes par évapotranspiration, les écoulements et la réserve d'eau disponible. Une rupture de cet équilibre va entraîner une diminution des ressources utilisables, qui peut également être provoquée par une dégradation de la qualité de ces ressources disponibles. Ces problèmes étant généralement dus à une détérioration de l'état de l'environnement : D'une part, il y a baisse des réserves du fait de l'accroissement de l'évapotranspiration et de la baisse de l'infiltration dans un milieu dégradé ; d'autre part, il y a dégradation de la qualité physique (transport solide en suspension dû à l'érosion), biologique, chimique et bactériologique (pollution) des ressources.

Il y a aussi la pollution tellurique provenant des terres et sédiments arrachés par l'érosion dans les bassins versants dénudés qui occupent plus de 77% de la superficie totale de l'île. Ces éléments charriés par les fleuves aboutissent à la mer ou se déposent dans les zones côtières.

Certains déchets chimiques issus des activités agricoles et industrielles des grands périmètres agricoles ou des usines implantées dans les zones côtières, peuvent être entraînés par les eaux de ruissellement et polluer ainsi aussi bien les terrains de cultures, que la nappe phréatique, les cours d'eau et finalement les écosystèmes marins et littoraux. Madagascar ne dispose encore ni de législation ou de réglementation régissant le traitement des polluants, ni des moyens technologiques pour en faire l'évaluation.

Depuis que l'Ouest de l'Océan Indien est devenu le passage obligé des gros tankers transportant le pétrole et autres huiles lourdes en provenance ou à destination des pays producteurs du Moyen-Ouest, le risque d'accident et de pollution marine par les hydrocarbures pèse aussi sur les zones littorales malgaches. Des cas plus que probables sont constitués par les navires qui déversent délibérément ou accidentellement du pétrole dans les enceintes portuaires ou dans les zones limitrophes des côtes. Malheureusement, de telles pratiques indécrites et dangereuses sont incontrôlables.

Selon la distribution de la consommation d'énergie dérivée des produits pétroliers sus-indiqués, le secteur transport est le plus grand responsable de la pollution de l'air dans les centres urbains (Emission de gaz carbonique, d'hydrocarbure, d'oxyde d'azote ...).

³⁶ <https://madagascar50.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/06/environnement.pdf>

³⁷ (UNDDSMS/MAG/91/007) - Banque Mondiale (IDA/2125 MAG)

9.9. Les espèces envahissantes

9.9.1. L'invasion des populations d'espèces introduites

Les perturbations d'origine anthropiques favorisent la présence des espèces exotiques envahissantes nuisibles à la diversité biologique. Elles ont la faculté de coloniser facilement tous les milieux et entrent en compétition avec les organismes autochtones, en particulier au niveau de la niche écologique. En outre, elles sont ravageuses et/ou vecteurs de parasites. L'invasion des populations de l'espèce introduite, *Rattus rattus* dans les habitats naturels et anthropogéniques (forêt, savane, mangrove, etc.) à Madagascar provoquent un dégât énorme sur la biodiversité. La prolifération de l'espèce dans le système forestier, particulièrement dans les fragments de forêt comme la Réserve Spéciale d'Ambohitantely et le massif d'Analavelona ne joue pas en faveur des espèces autochtones telles que des espèces de petits mammifères, d'oiseaux, etc. Pour les poissons, plusieurs espèces exotiques envahissantes et nocives sont inventoriées à Madagascar, en particulier *Channa maculata* et *Gambusia holbrooki* et récemment une espèce d'écrevisse appartenant au genre *Procambarus*. Ces deux espèces de poissons introduits concourent à l'éradication de la faune aquatique endémique de l'endroit colonisé ; et que *Procambarus* nuit non seulement la faune aquatique mais aussi la flore dont la riziculture. Pour les oiseaux, l'abondance d'*Acridotheres tristis* ne cesse d'augmenter, sa zone d'occurrence couvre presque la totalité du pays. Pour les fourmis, les espèces exotiques et envahissantes telles que *Technomyrmex albipes* et *Pheidole megacephala*, etc. constituent un réel danger. Des études sur l'implantation de l'espèce invasive *Technomyrmex albipes* a été réalisée dans la forêt de Tampolo (Ratsirarson et al., 2005).

9.9.2. Plantes envahissantes : Des plantes envahissantes changent la physionomie de différents écosystèmes (terrestres et aquatiques)

Leur grande faculté de reproduction entrave le développement des autres espèces, notamment celles natives. En effet, les espèces envahissantes occupent de vastes espaces et pompent les nutriments dans les sols au détriment des autres végétaux. A titre d'exemple, l'envahissement des forêts de Tapia par le genre *Pinus* est très alarmant pour la conservation in situ d'*Uapaca bojeri* et d'autres espèces natives abritées par cet écosystème.

Un récent colloque « Espèces exotiques envahissantes des îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien : capitalisation des acquis, identification des lacunes dans leur connaissance actuelle et des besoins pour leur évaluation et gestion » qui s'est tenu à l'Université d'Antananarivo en 2013 a permis de faire un état des lieux préliminaires à Madagascar. 110 espèces de plantes seraient des plantes envahissantes (Rabarimanarivo, sous presse). Lors de ce colloque, certaines espèces ont fait l'objet de communication particulière (*Grevillea banksii*, *Pinus sp.*, *Salvinia molesta*, *Melaleuca quinquenervia*, *Eichornia crassipes*, *Casuarina equisetifolia*, *Psidium cattleianum*, *Dicranopteris linearis*, *Acanthospermum australe*, *Ziziphus mauritiana* et *Eucalyptus sp.*).

10. Pressions sur les écosystèmes terrestres à Madagascar

10.1. Pressions sur les écosystèmes forestiers

Les écosystèmes forestiers de Madagascar sont menacés d'une forte dégradation à tel point que plusieurs espèces forestières risquent de disparaître définitivement, sans même avoir été découvertes. L'action humaine reste la plus déterminante dans la dégradation des forêts dans la mesure où une grande proportion de la population totale reste tributaire des ressources naturelles de façon permanente. Cela entraîne une perte au niveau de la diversité biologique et une fragmentation des

écosystèmes forestiers. Il s'en suit une modification de la diversité des ressources génétiques forestières. Défrichements, feux de brousse et feux de forêts, surexploitations forestières, et exploitations minières, sont les principaux facteurs de dégradation des ressources forestières à Madagascar. A ceux-là s'ajoutent les cataclysmes naturels notamment les cyclones.

10.2. Pressions sur les zones humides

Le défrichement, l'expansion agricole et l'érosion en sont les plus importantes. Sur les sept sites Ramsar de Madagascar, le site de Torotorofotsy est le plus dégradé actuellement. En effet, la superficie du marais se réduit suite à des aménagements agricoles. Les bordures du marais sont aujourd'hui devenues des rizières, et les forêts entourant le site, les protégeant contre l'ensablement, connaissent une dégradation à cause des défrichements, la culture sur brûlis et l'exploitation forestière illicite. Le Lac Alaotra subit également les effets néfastes de l'expansion des rizières mais surtout les effets de l'érosion qui provoque des phénomènes d'envasement qui risquent de combler le lac.

10.3. La pollution

Le Lac Tsarasaotra est le plus touché par la pollution. Les eaux usées en amont polluent l'eau du lac et modifient la qualité de l'eau et menacent ainsi les poissons. De même, les aigrettes, héron garde-bœufs ou héron Bihorau à calotte noire, ainsi que la rousserole de Newton habitués des eaux propres qui sont menacées vu que leurs nourritures se trouvent infestées. Mais ces dégradations causées par les pollutions affectent quasiment toutes les zones humides non inscrites dans la liste des sites Ramsar.

10.4. Variation des régimes hydriques

Avec le changement climatique, on remarque une intensification des cyclones et des fortes pluies pouvant causer des inondations importantes. Ces phénomènes d'inondation pourraient avoir des impacts négatifs par l'intensification des phénomènes de sédimentation et ainsi de l'envasement et le comblement des zones humides. Par ailleurs la reproduction des espèces aquatiques se trouve également perturbée.

10.5. Pêche intensive

Pour l'écosystème marin, la dégradation des récifs coralliens causée par la pêche intensive provoque la prolifération des algues vertes (*Turbinaria sp*) qui empêche le développement des coraux et aussi les oursins épineux (*Diadema sp*), qui éliminent les prédateurs et les poissons herbivores brouteurs d'algues (REEM, 2012). Par ailleurs, des explosions d'abondance de certaines méduses sont rapportées à certains moments de l'année : ce phénomène se produit régulièrement durant la saison chaude dans la zone du Sud-Ouest et du Nord-ouest.

10.6. Activités et informations importantes pour la phase suivante du projet COMBO

10.6.1. Zones cibles/à éviter susceptibles d'être déforestées : Carte de Probabilité de déforestation (Analyse de Bioscene)

En août 2019, durant la 56^{ème} édition du « Annual Association for Tropical Biology and Conservation (ATBC) à Antananarivo, l'équipe du projet BioSceneMada (<https://bioscenemada.cirad.fr>), a présenté l'évolution de la couverture forestière à Madagascar pendant le symposium « Restoration ». Divisée en trois parties, le présentateur a d'abord parlé de l'historique de la déforestation de 1973 jusqu'en 2017, ensuite des causes actuelles de la déforestation à Madagascar, puis des projections futures du couvert forestier à l'horizon 2050 selon un scénario de déforestation à taux constant (100 000 ha/an,

correspondant à la déforestation annuelle moyenne sur la période 2005-2015), et finalement sur les perspectives à venir par rapport à la politique de l'état Malagasy.

Particulièrement pour la troisième partie, une analyse spatiale de modélisation a été faite. Le résultat montre la probabilité spatiale de déforestation à 30 m en 2010, la projection du changement de la couverture forestière sur la période 2010-2050 en supposant une déforestation de 100 000 ha / an, et une carte interactive de l'évolution de la déforestation à Madagascar³⁸

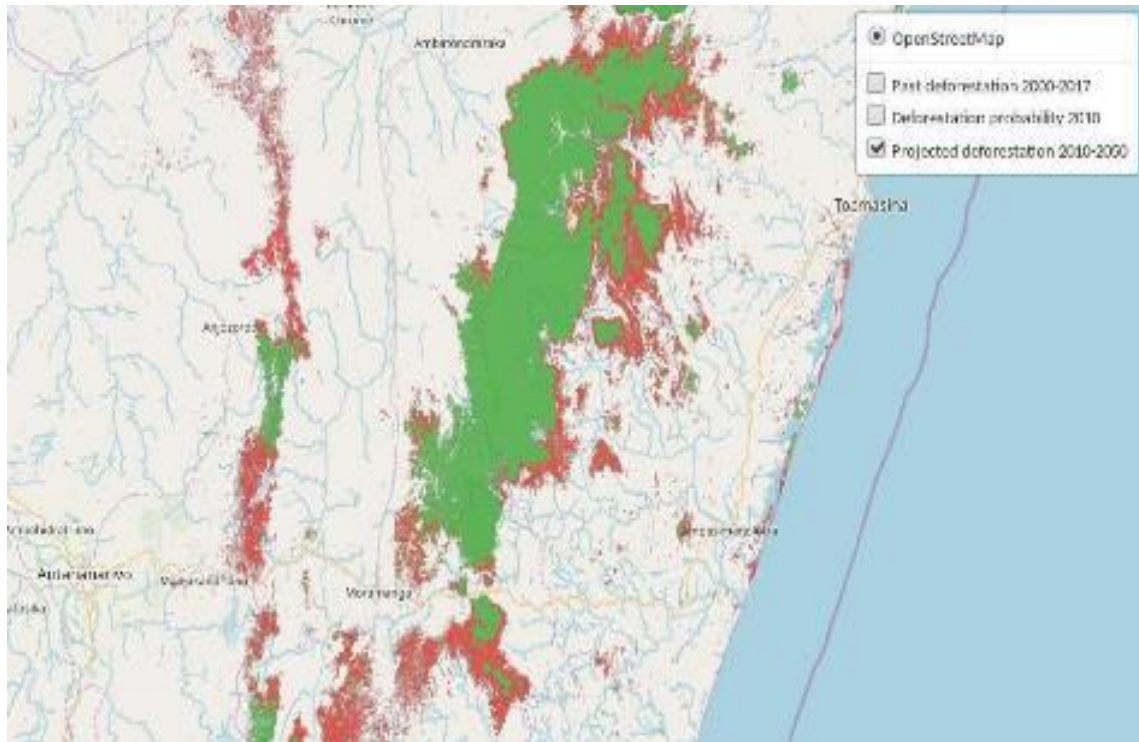


Figure 88 : Illustration de la carte interactive montrant l'évolution de la déforestation à Madagascar (Bioscene Mada, 2019)

10.6.2. Le changement climatique

Dans un rapport international intitulé "La vie sauvage dans un monde en réchauffement"³⁹, les auteurs interpellent sur les effets du changement climatique sur la faune et la flore de 35 régions prioritaires pour la conservation de la biodiversité, dont Madagascar. Ces régions renferment les écosystèmes les plus exceptionnels au monde, abritant une biodiversité irremplaçable mais hautement menacée.

La capacité de dispersion de certaines espèces, dont les oiseaux et les mammifères, vers des habitats plus adéquats pourraient aider ces deux groupes à limiter leur risque de disparition. Avec une augmentation de température de 2°C et une capacité de dispersion adéquate, 14% des espèces d'oiseaux et 7% des espèces de mammifères seront à risque d'extinction dans les années 2080. Ce qui n'est pas le cas des plantes, amphibiens et reptiles, dont le risque d'extinction est plus élevé.

Le rapport de WWF inclut également les résultats d'une étude de 2015 montrant que la population de 57 espèces de lémuriens diminuera de 60% si la température de la planète augmente entre 2°C à 4°C. Dans un tel cas, trois zones ont été identifiées comme des refuges climatiques pour les lémuriens qui

³⁸ <https://forestatrisk.cirad.fr/mada/>

³⁹ <http://www.wwf.mg/?uNewsID=324610>

sont la péninsule du Masoala, la rivière Mangoky et une zone dans le nord-ouest du pays, incluant Ankarafantsika.

Le cas de Madagascar est alarmant. Selon l'information diffusée par la RFI en août 2018⁴⁰, 25 % des espèces (mammifères, oiseaux, plantes) pourraient disparaître en cas d'augmentation de 2 degrés. Or, de récentes projections tablent sur une augmentation de 2,6 degrés d'ici à 2055. Un désastre pour la biodiversité du pays, endémique à plus de 80 %. Les lémuriens sont directement concernés. Il pourrait y avoir des cyclones de plus en plus intenses, avec perturbation de la saison des pluies, et bouleversement du calendrier culturel.

10.7. Identification des différents types/degrés d'impacts

10.7.1. *Partie terrestre*

a. **Evaluation des ressources forestières mondiales 2015 – Madagascar**

D'après le rapport de la FAO sur l'évaluation des ressources forestières mondiales 2015, cas de Madagascar⁴¹ le secteur forestier de Madagascar a un rôle capital dans la vie de la société malgache. C'est à travers la forêt que le peuple malgache se procure bon nombre de produits forestiers pour satisfaire les besoins vitaux des familles tels que les bois de construction, les bois d'énergie, les plantes médicinales, les produits de chasse pour la consommation familiale et la commercialisation etc. Ce capital régresse dans le temps du fait que l'utilisation de cette ressource est devenue une pression fautive d'une gestion rationnelle appropriée.

D'après les données auprès de la Direction Générale des Forêts provenant des organismes d'appui, la couverture forestière en 2000 était estimée à 9 725 155 ha (source Conservation Internationale et Jarijala/USAID - 2005) et à 9 220 040 ha en 2010 (source, ONE, FTM, MNP). Cette superficie forestière est estimée à partir d'images Landsat de l'année 2005 et 2010 recoupées avec des données chiffrées existantes.

Pour l'année 2010, il y a quelques sous-estimations sur le total par rapport aux détails. L'analyse des informations de 2010 à titre indicatif adopte la même méthodologie qu'en 2005 et n'ont pas été vérifiées sur le terrain et sont donc considérées comme moins fiables que les données de 1996. Depuis 2005, la superficie plantée est de l'ordre de 25 000 ha par an. La campagne de 2007/08 a même connu une augmentation spectaculaire de 34 000 ha qui est due en partie à la promotion du reboisement industriel et quelques reboisements communaux et privés. Il n'existe pas d'expansion naturelle de la forêt suite à la pression exercée par la population qui cherche des terres cultivables.

Due à l'inexistence d'autre inventaire susceptible d'être comparable avec l'inventaire national dont on dispose, il s'est avéré nécessaire d'utiliser les données annuelles sur la situation du défrichement et des feux de forêts pour estimer la superficie en 1990, 2000, 2010 et 2015 comme il a été adopté dans le FRA (Évaluation des ressources forestières mondiales/ *Global Forest Resources Assessment*) 2005. Les feux de forêts incluant les défrichements autorisés et non autorisés sont parmi les principales causes de la déforestation à Madagascar. Il faut noter que les feux proviennent des feux de défrichement mal gérés, de la divagation des feux de prairies ou de pâturages, soit d'incendies volontaires (acte de mécontentement surtout politique).

⁴⁰ <http://www.rfi.fr/emission/20180821-changement-climatique-madagascar-biodiversite-pays-danger>

⁴¹ <http://www.fao.org/3/a-az264f.pdf>

Tableau 77 : Situation des données annuelles (FAO FRA 2015)

Superficie (ha)	Avant 1996	Après 1996	Après 2000	Après 2005	2010 - 2014
Défrichement	149.224	112.378	72.453	5.696	8.151
Feux de forêt	271.667	135.475	112.901	110.373	58.526
Feux dans les autres terres boisées	1.113.174	1.581.925	1.399.163	1.774.712	1.333.594

Les taux annuels de défrichement des feux de forêts et des feux dans les autres terres boisées ont été estimés par rapport à la moyenne des données de 2001 à 2010 respectivement de 3 726 ha/an, de 19 615 ha /an et de 273 000ha/an.

b. Evolution et changement de la superficie des forêts naturelles et au fil du temps :

Suite à une nouvelle estimation d'experts, la forêt primaire couvre environ 24 % des forêts⁴². Les autres 73,5% sont considérés comme perturbés et comme de type « Autres forêts naturellement régénérées » et la plantation à 2,5%.

La moyenne de plantation entre 1990 et 2000 est estimée à 4.100 ha/an. Elle est estimée à 3.600 ha/an entre 2000 et 2005. La tendance des plantations est croissante car le programme national prévoit un reboisement de 250 000 ha entre 2007 et 2012, la moyenne de plantations a été de 20 745 ha/an entre cette période. Depuis 2005, on estime cependant que la superficie plantée annuelle en moyenne est de l'ordre de 25 000 ha/an. La campagne de 2007/08 a connu une augmentation spectaculaire de 34 000 ha due à la promotion de reboisement industriel et reboisements privés (Promotion plantations à vocation biodiesel).

Pour les mangroves, la tendance est sûrement décroissante parce que les populations s'attaquent aux mangroves pour la fabrication de charbon de bois ainsi que pour la collecte de bois d'énergie et bois de chauffe. En plus, l'extension de l'exploitation crevetteière sur les côtes ouest de Madagascar provoque la destruction des mangroves. Aussi, compte tenu de la crise politique à Madagascar depuis 2009 et qui a perduré, les activités du secteur sont presque paralysées. A titre d'exemple, la stratégie de reboisement est peu suivie à cause du manque de moyens; les plantations avant l'année 2000 ne sont pas élevée par rapport à celle des années postérieures à l'année 2000 ; mieux vaut retenir le 272 000ha pour l'année 2000 et changer en 9 179 000ha des forêts primaires.

Taux de matériel sur pied et de croissance des forêts :

Comme résultat d'estimation et de prévision, pour le volume total et commercial des forêts en 1990, 2000, 2005 et 2010 :

- Pour les années de référence, le calcul a été fait en appliquant à la superficie forestière (indiquée dans T1 pour les années 1990, 2000, 2005 et 2010) la même valeur de m³/ha que l'année 1996 soit 171 m³/ha de forêts.
- Le volume commercial est estimé à environ 28% du matériel sur pied pour les forêts et 10% pour les autres terres boisées (estimation d'expert).
- Le volume de 45 m³/ha a été appliqué à la superficie forestière de T1 pour les autres terres boisées. La valeur de 45 m³/ha est un chiffre indicatif pris à la suite des deux inventaires locaux des forêts dans deux écorégions différentes : Partie Est caractérisée par la forêt dense humide

⁴² GFW <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/MDG/?category=land-cover>

et la partie Ouest caractérisée par la forêt dense sèche. Pour l'année 2010, l'estimation du matériel sur pieds par espèces se fait par la recherche d'une proportion des espèces par rapport au total à chaque période, la tendance par espèce qui sont appliquées au total du matériel sur pied en 2010.

La situation de la production forestière :

L'application de la politique forestière (en 1997) qui détermine la gestion forestière durable et la mise en œuvre de l'Engagement de l'Etat à travers la Déclaration Présidentielle à Durban de tripler la superficie des Aires Protégées à Madagascar a désormais défini l'orientation des stratégies et des planifications forestières. A ces termes, les forêts ont été zonées de manière à ce qu'elles soient incluses en grande partie soit dans le système des aires protégées soit dans les sites de gestion forestière durable (SGFD) qui sont principalement destinées pour la production durable. Le reste de la partie est consacrée pour le reboisement (non exploitable sauf sur le site de 70 000 ha de la société FANALAMANGA et une partie de la superficie de 60 000 ha de la zone Haute Matsiatra sur le sud des Hauts plateaux).

La forêt de production est formulée pour satisfaire les besoins en bois de tout genre. La mise en place des SGFD a commencé en 2006 jusqu'à l'obtention de 2,5 millions d'ha en 2010. Concernant les aires protégées, 4 000 000 d'ha environ d'aires protégées (forêt) sont prévues en 2010. Cependant les informations concernant la mise en œuvre de ces programmes manquent et ils n'ont pas pu être intégrés dans le FRA 2015.

En principe, la répartition des forêts selon la vocation serait sortie des zonages régionaux qui devraient s'effectuer en 2009. Cependant les résultats n'étaient pas validés et ne sont alors pas considérées dans ce rapport. En attendant, les mêmes pourcentages de la forêt assignée à une fonction déterminée sont utilisés pour l'année 2015.

Superficie forestière affectée à la protection des sols et de l'eau et aux services écosystémiques

On n'a pas de réponse précise ni claire à ce sujet

Superficie forestière protégée et affectée à la conservation de la biodiversité :

Pour la conservation de la biodiversité, les forêts de conservation appelées communément « sites de Conservation » sont actuellement changées en Système d'Aires Protégées de Madagascar englobant toutes forêts à vocation conservatrice (protection de l'habitat, protection de la faune et de la flore, protection des sources d'eau, protection des sols et des bassins versants, services écologiques...). A cet effet, les forêts pour les services sociaux, les forêts de protection des sols et de l'eau y sont groupées. Actuellement, l'on n'a pas encore terminé le zonage forestier. En 2014, 04 grands SGFD (de l'ordre de 554 752 ha) ont été mis en place. Cette année, 05 autres grands SGFD (de l'ordre de 248 873 ha) seront à finaliser. Pour les SGFD potentiels, on est à la recherche d'appui financier.

Superficie forestière endommagée chaque année :

On n'a pas de réponses précise ni très claire. Pourtant, les causes d'endommagement des forêts sont dues aux feux, les infestations d'insectes et survenance de maladies (qui pourraient provoquer une réduction perceptible de la santé de la forêt due à une augmentation brusque du nombre d'insectes nuisibles), et les événements météorologiques extrêmes.

Pour la réduction du couvert arboré, elle cible la forêt qui a subi une réduction du couvert arboré détectée par le capteur MODIS VCF de plus de 20% entre 2000 et 2010, dans la gamme de couvert arboré de 30 à 80%. Le rapport retient la superficie forestière au couvert arboré réduit (1 000 ha) d'une valeur de 1 593 ha de superficie forestière au couvert arboré réduit (source FAO STAT – FRA 2015).

Les politiques forestières et le cadre réglementaire existants à l'appui de la mise en œuvre de la gestion durable des forêts :

On a les politiques soutenant la gestion durable des forêts (GDF), et la législation et réglementations soutenant la gestion durable des forêts.

Par exemple (source FRA 2015) :

- Politiques soutenant la gestion durable des forêts (GDF). Dans le cadre d'une gestion durable des forêts, la politique forestière malagasy prévoit la gestion participative des forêts par la population riveraine. Concrètement, une loi et ses textes d'application ont permis la mise en œuvre des transferts de gestion des forêts par les Communautés de base liés par un contrat de gestion avec l'Etat et dans le respect des Plans d'Aménagement et de Gestion. En outre, la mise en place du cadre légal
- Législation et réglementations soutenant la gestion durable des forêts :
 - Loi N°96-025 du 30 Septembre 1996 relative à la gestion locale des ressources naturelles renouvelables ;
 - Loi N°97-017 du 08 Août 1997 portant révision de la législation forestière ;
 - Décret N° 97-1200 du 02 Octobre 1997 portant adoption de la politique forestière malagasy.

c. Vulnérabilité aux changements climatiques

D'après le rapport de la Commission de l'Océan Indien en Mars 2011, sur l'étude de vulnérabilité aux changements climatiques évaluation qualitative - Madagascar, une analyse de la vulnérabilité par secteur a été faite.

Le rapport rend compte des démarches effectuées dans ce sens pour le cas de Madagascar, ainsi que les résultats y afférents. Les échanges et constats ont conduit aux premières conclusions suivantes sur la base des conclusions de la Direction Générale de la Météorologie produites en 2008 :

D'ici 2099, la température augmentera de 0,5°C à 3°C, avec des élévations moyennes de 0,5°C environ tous les 20 ans. Quant à la pluviométrie, les précipitations moyennes annuelles diminueront de 5% à la fin du siècle sur l'ensemble de l'île. On prévoit néanmoins une augmentation de 5% à 10% des précipitations en Décembre/Janvier/Février (saison chaude et pluvieuse). Les saisons sont perturbées : venue tardive des pluies qui, lorsqu'elles arrivent, sont très intenses et souvent violentes ; sécheresse accentuée dans le Sud ; montées généralisées (mais inégales) de la température, même sur les hautes terres centrales ; répartition pluviométrique ayant connu des variabilités.

Pour les perspectives et enjeux pour la stratégie régionale d'adaptation, Madagascar est classé comme le troisième pays à risque en termes de vulnérabilité au changement climatique. Le changement climatique, en perturbant les modes de vie et de production, bouleverse inévitablement la société et les communautés. Des familles entières peuvent être amenées à migrer, pour fuir la désertification et se déplacer vers des localités plus propices en termes de ressources en eau (cas dans le Sud), tandis que d'autres peuvent ne pas se redresser à tous points de vue après avoir subi plus d'un cyclone au cours de la même saison (cas fréquents sur les Hautes Terres et dans la partie Est et Sud-Est).

Pour chaque secteur ou système, les changements ou perturbations d'état ne doivent pas être attribués aux seuls faits du changement climatique, et réciproquement, les effets directs, indirects, potentiels et probables du changement climatique doivent être approfondis.

Plusieurs facteurs peuvent entrer en jeu. Pour le système forêt/biodiversité, en particulier, les documents, aussi bien que les entretiens avec les experts scientifiques insistent sur le fait que l'on est encore en phase d'observation continue et d'études, et que par conséquent, aucune conclusion ne doit être jugée comme définitive à l'heure actuelle.

Le tableau ci-dessous présente la perception de la vulnérabilité par rapport au changement climatique selon les secteurs.

Tableau 88 : Perception de la vulnérabilité face au changement climatique, par secteur ; Source : COI (Etude de vulnérabilité aux changements climatiques, Evaluation qualitative - Mars 2011)

Secteur	Perception de la vulnérabilité	Commentaires
Agriculture	Forte	Sensibilité du secteur agricole est forte par rapport aux perturbations ou changements climatiques et repose sur : · La variabilité des précipitations et la fréquence des catastrophes naturelles intenses ; · L'irrégularité des saisons pluvieuses, dans certains endroits, qui perturbent le calendrier agricole ; · Les pressions anthropiques ; · La mauvaise gestion des ressources en eau ; · La forte érosion des versants, et dans certains endroits, · La menace acridienne
Forêt / biodiversité	Moyenne	Les modèles de changement climatique prévoient pour 2080 une perte de 11 à 27% des habitats si des migrations sont possibles, et 17 à 50% sinon. L'immensité du territoire et les altitudes permettront toutefois d'offrir des zones de refuges pour les espèces, avec des migrations du sud vers le nord et les hautes terres centrales.
Les ressources en eau	Forte	La ressource en eau sera généralement suffisante et disponible. Toutefois elle reste très inégale dans sa disponibilité selon les régions. Les prévisions de pluviométrie et d'élévation de la température suivant les endroits vont venir aggraver la disponibilité réelle. De fait, les principaux cours d'eau alimenteront « seulement » 57% du pays.
La pêche et les zones côtières	Forte	Selon la localisation géographique et les conditions climatiques qui entourent un écosystème (ce serait différent à Nosy-Be dans le Nord-Ouest et dans le Menabe dans l'Ouest/ Sud-ouest), chaque écosystème subira et réagira différemment par rapport à un autre, face au changement climatique.
Transports et infrastructures	Moyenne	Les voies de communication terrestre sont des routes et des pistes : 44% des routes nationales sont jugées en mauvais état, contre seulement 31% en bon état. (Source : Banque Mondiale, Note de Politique - Juin 2010). Le réseau routier mesure 49 638 km, dont un peu plus de 5 300 km sont goudronnés, et le reste, en terre. (Source : Ministère du Transport et de la Météorologie - 2009). Si le secteur est sensible au climat (état des routes, pistes et ouvrages) et son amélioration relève des politiques de développement du pays, le changement de climat ne modifie pas de façon significative la situation.
Gestion des risques et des catastrophes	Moyenne à Forte	Madagascar est le pays le plus exposé aux chocs climatiques dans l'Océan Indien : cyclones, inondations, sécheresse. Les cyclones à eux-seuls, représentent une menace permanente pour les populations vivant sur les côtes, dans les vallées exposées, et dans les villes en dehors des Hauts Plateaux. Madagascar figure parmi les 10 premiers pays exposés aux cyclones dans le monde

10.7.2. *Partie marine*

En janvier 2017, WWF a publié un rapport, sous le titre « Relancer l'économie de l'Océan Indien occidental : plaidoyer pour un avenir durable – Synthèse⁴³ », cas de la zone de l'Océan Indien.

L'Océan Indien occidental représente pas moins de 8,1 pour cent de la surface totale des océans et est bordé par plus de 15 000 km de littoral. Parmi ses sous-régions variées figure le Nord du canal du Mozambique, point chaud de biodiversité marine tropicale : récifs coralliens, mangroves, marais salants, herbiers marins et habitats pélagiques et d'eaux profondes y abritent une multitude d'espèces dont dépendent tant les économies que les moyens de subsistance des communautés.

Le bon état des écosystèmes océaniques et côtiers forme le socle de la richesse de la région et offre parallèlement un immense potentiel de développement durable. Basé sur les informations disponibles, ce rapport illustre l'importance cruciale que revêtent les « actifs » marins et côtiers pour les économies de la région, les moyens de subsistance et le bien-être de leurs populations. L'analyse présentée dans ce rapport évalue le « produit marin brut » annuel de la région de l'Océan Indien occidental, équivalent du produit intérieur brut (PIB) annuel d'un État, à au moins 20,8 milliards d'US\$. La base totale d'actifs océaniques de la région (ou « fonds de richesses communes »), elle, est estimée à au moins 333,8 milliards d'US\$. Ces deux valeurs renvoient à la fois aux productions directes de l'océan (ex. la pêche), aux services rendus par l'océan (ex. le tourisme marin) et aux bénéfices secondaires associés aux littoraux (ex. la séquestration du carbone). L'économie de l'Océan Indien occidental est donc comparable aux plus grandes économies nationales de la région.

Le rapport décrit un plan d'action sur 15 ans contenant les solutions à mettre en œuvre pour renverser les tendances négatives en cours et bâtir une économie bleue océanique visant le développement durable, ceci grâce à des investissements dans les actifs naturels et à une gestion économique prudente. Le cadre proposé s'inscrit dans l'Agenda 2030 des Nations Unies (Objectifs de développement durable ou ODD) fixé par la communauté internationale. Il s'articule autour de sept mesures essentielles destinées à se renforcer mutuellement, et donc à être appliquées en synergie :

- Action 1 : mettre en œuvre une gestion efficace des richesses de l'océan.
- Action 2 : assurer la durabilité des pêches à petite échelle et industrielles, et de l'aquaculture.
- Action 3 : Passer à des économies du XXI^e siècle résilientes au changement climatique et neutres en carbone.
- Action 4 : Adopter une approche durable et inclusive de l'économie bleue.
- Action 5 : Mettre en œuvre une planification et une gestion intégrées des océans.
- Action 6 Investir dans le capital social en tant que pierre angulaire de la prospérité future.

10.8. *Action 7 Établir des partenariats pour le développement durable. Cartographie des facteurs anthropiques du changement pour la planification de la conservation de la biodiversité dans l'Océan Indien occidental.*

En 2009, une publication intitulée « Cartographie des facteurs de changement anthropiques pour la planification de la conservation de la biodiversité dans l'Océan Indien occidental⁴⁴ » (Lagabrielle et al., 2009), est sortie et préparée pour le réseau d'aires marines protégées des pays de la Commission de

⁴³ <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/13692WWF2.pdf>

⁴⁴

https://www.academia.edu/28113074/Mapping_anthropogenic_drivers_of_change_for_biodiversity_conservation_planning_in_the_Western_Indian_Ocean

l'Océan Indien, dans le cadre du projet de la COI mis en œuvre par WWF Madagascar & Bureau du programme Océan Indien occidental.

Les écosystèmes côtiers et marins mondiaux, y compris ceux de l'Océan Indien occidental, sont de plus en plus exposés à une multitude de facteurs de changement synergiques ou Drivers of Change (DoC). L'identification, la quantification et la cartographie des DoC d'écosystèmes marins représentent une étape clé vers la gestion des écosystèmes et la planification de la conservation. Dans cette étude, 15 facteurs de changement anthropiques ont été identifiés et classés en huit grandes catégories : la pêche industrielle pélagique, la pêche côtière, la collecte côtière, la sédimentation terrestre, la pollution des bassins versants par les activités urbaines et agricoles, la perturbation locale des écosystèmes par les activités urbaines, le tourisme et les activités d'expédition. Les DoCs ont été cartographiés à l'aide d'un ensemble de techniques d'analyse spatiale comprenant la logique floue, l'analyse de noyaux et l'océanographie par satellite.

L'étude examine un ensemble de facteurs de changement écosystémiques dans l'Océan Indien occidental et à cartographier leur distribution et leur intensité dans l'espace à partir de données de télédétection et de données socio-économiques, à l'aide de techniques de modélisation spatiale SIG. Les DoCs ont été cartographiées pour les divers écosystèmes côtiers et marins de la région de la Commission de l'Océan Indien, avec des experts régionaux. Les cartes ont été développées à des fins de planification de la conservation régionale afin d'optimiser la gestion et la mise en œuvre des zones de protection marines.

Les facteurs des changements sont un processus d'adaptation continu où les menaces pesant sur divers écosystèmes sont cartographiées sur l'espace pour toute la région. La variabilité de la plupart de ces menaces dans la région est significative bien que la résolution spatiale modérée à faible pour la plupart des jeux de données.

La procédure de pondération a identifié les principales DoCs respectives de l'écosystème identifiées par les experts et les participants à un atelier. Ceci reflète les opinions des experts et la méthode adoptée permet de les cartographier, même s'il existe une grande incertitude. Les couches de DoCs doivent encore être validées. Les pondérations associées aux DoCs restent subjectives, mais elles représentent généralement les connaissances des experts en ce qui concerne les effets des DoCs sur les habitats. La méthode paramétrique de pondération, par exemple la méthode de l'amplitude du cosinus (Ross, T. J., 2004) devrait être appliquée et comparée au processus conduit par des experts et exécuté ici. Une analyse supplémentaire devrait être axée sur le raffinement de la cartographie des DoCs et la validation des facteurs de pondération associés aux DoCs à l'aide de données au sol. L'analyse des bassins versants pour identifier l'accumulation de sédiments, intégrant des scénarios d'utilisation des sols, devrait être entreprise de manière à valider l'observation satellitaire et à fournir à la direction un support de décision pour la conservation des bassins versants.

Les DoCs liées au changement climatique devraient être intégrées dans une analyse future afin de fournir un aperçu complet des pressions sur la biodiversité. De plus, l'analyse ne prend pas en compte les nouvelles DoCs telles que l'exploration et l'exploitation de pétrole / gaz. Des travaux supplémentaires devraient être entrepris pour cartographier ces DoCs spécifiques.

Le modèle n'intègre aucune variable liée à la réglementation ou à la gouvernance. Cela devrait être intégré dans d'autres études régionales dans la région de la COI.

L'étude a adopté les activités humaines comme des DoCs potentielles, alors qu'elles sont aussi des opportunités potentielles pour la conservation (par exemple, le tourisme). Un changement de paradigme vers un « système socio-écologique couplé » devrait être entrepris à l'avenir.

Enfin, la tentative de développer des scénarios pour la conservation de la biodiversité dans la région de la COI devrait être redéveloppée et validée avec un panel d'experts. Les parties prenantes devraient

également être intégrées dans le processus de création de scénarios afin de pouvoir connaître les conséquences potentielles de leurs choix de développement sur les écosystèmes.

10.9. Empreinte humaine

En 2006, dans l'ÉCONOMIE RURALE 294-295, Bénédicte GASTINEAU & Frédéric SANDRON de l'Institut de recherche pour le développement, UMR 151 LPED Université de Provence-IRD ont écrit, sur le sujet « Démographie et environnement à Madagascar⁴⁵ ». Dans l'article, il y a une question qui se pose : « Population et environnement : quels paradigmes ? », pour essayer de trouver la relation entre la population et l'environnement à Madagascar. On cite par exemple que du côté des institutions chargées de la préservation de l'environnement, le ton est souvent le même : « La vitesse de déforestation est liée à la croissance démographique ».

La problématique de l'environnement se présente de manière aiguë en termes de déséquilibres entre les ressources naturelles d'une part (terres cultivables, eaux, végétations ligneuses, etc.), et d'autre part les besoins accrus de la population en croissance rapide à la recherche d'une amélioration générale de leur condition de vie » (ONE, 2002). Mais là encore, les actions sont restées très sectorielles. Peu d'opérations transversales ont été mises en place, même si des cellules de réflexion sur la question environnementale ont été installées dans certains ministères, comme celui en charge de la Population.

L'enclavement, la pauvreté, l'instabilité politique, les représentations sociales de la nature sont des variables déterminantes dans la relation entre la population et l'environnement.

S'intéressant à un type d'écosystème dans la région du Sud-Ouest de Madagascar par exemple, Case et al. (2004) identifient un grand nombre de causes à la déforestation autres que la croissance démographique telle que l'insuffisance et la fluctuation des revenus agricoles, l'absence de droits fonciers, le développement de la culture du maïs encouragée par des prix à l'achat élevés. Dans cette même région, les taux très élevés de déforestation s'expliquent aussi par l'immigration des populations Antandroy qui, par besoin d'argent et notamment pour acheter du bétail, dégradent la forêt qui était auparavant protégée par un ensemble de croyances et de tabous respectés par la population locale (Banque mondiale, 2003b). Plus que l'aspect démographique de la migration, c'est ici son aspect socioéconomique qui prévaut.

L'ensemble de ces études et l'analyse historique proposée montrent qu'une vision déterministe et mécaniste de l'impact de la population sur l'environnement à Madagascar est erronée. Les systèmes population-ressources sont complexes, divers et plus que la densité démographique ou l'effectif de la population, de nombreux facteurs politiques, économiques, culturels ou sociaux influencent la dégradation ou la préservation de l'environnement.

Pour les aspects méthodologiques de l'étude, les résultats sont ceux d'un programme de recherche intitulé « Dynamique démographique et développement durable (4D) ». Il étudie les liens entre les dynamiques démographiques, économiques et l'utilisation du milieu naturel. La zone d'étude se situe dans les Hautes Terres malgaches. Plus précisément, il s'agit de neuf fokontany de la commune d'Ampitatafika, sur la RN7 à mi-chemin d'Antsirabe et de la capitale Antananarivo, peuplés de 1 621 ménages. La riziculture y est l'activité dominante.

Comme résultats donc, dans la zone d'étude, la très large majorité des paysans se sentent concernés par les problèmes d'environnement : 95 % des chefs de ménage déclarent d'ailleurs que l'ensemble des individus sont concernés par ceux-ci. Ils ont tout à fait conscience du lien entre les activités humaines et la dégradation ou la protection de l'environnement. Par conséquent, ils savent aussi qu'ils peuvent changer leurs pratiques pour protéger ou améliorer la qualité de leurs sols. Il était constaté aussi que

⁴⁵ <https://journals.openedition.org/economierurale/921?file=1>

dans l'Enquête référence 4D que les agriculteurs formés ou aidés techniquement sont plus nombreux à avoir des pratiques favorables au maintien de la fertilité des sols. L'adoption de ces pratiques est aussi plus fréquente dans les ménages dont le chef est alphabétisé.

Le fait de savoir lire et écrire est une variable favorable : l'accès à l'information est facilité ainsi que le fait d'imposer une nouvelle technique vis-à-vis de son entourage social ou familial. Les individus éduqués sont plus aptes aussi à s'affranchir de la coutume.

En conclusion, les auteurs de l'article disent que si l'on se place maintenant dans une optique de gestion durable de l'environnement à Madagascar, la question est alors de savoir comment passer d'une approche scientifique de type « complexe » à une élaboration de politique intégrée. Une proposition de réflexion pourrait donc être d'identifier des secteurs ou des thématiques à l'interface des questions de population et celle d'environnement, comme par exemple le secteur crucial du foncier (MAEP, 2005). Dialectiquement, ceci permet de prendre en compte la complexité des phénomènes tout en la réduisant à certains sous-systèmes jugés pertinents. Les recommandations en faveur d'une approche intégrée sont donc très banales mais leur mode d'opérationnalisation reste un sujet d'actualité. Chercheurs, décideurs et acteurs du développement doivent continuer de mener une réflexion en ce sens pour que les maillons de la chaîne recherche/décision/action restent attachés les uns aux autres. Autre document comme « Madagascar's human footprint on the environment 1993 – 2009 ⁴⁶ », décrit la carte de l'empreinte humaine mesure l'impact cumulatif des pressions directes exercées sur la nature par les activités humaines, sur la base de huit entrées (Venter et al. 2016).

Dans ce document, les données viennent du « *Global terrestrial Human Footprint maps* », de 1993 jusqu'en 2009, dont la date de publication a été le 17 novembre 2016. La couverture spatiale est mondiale, partie terrestre.

Des informations provenant d'analyse en télédétection et enquêtes sur terrain ont été compilées pour huit variables mesurant les pressions humaines directes et indirectes sur l'environnement dans le monde en 1993 et 2009. Il s'agit non seulement des informations les plus récentes de ce type, mais également du premier ensemble cohérent dans le temps des cartes d'empreinte humaine. Des données sur les pressions humaines ont été acquises ou développées pour :

1. les environnements bâtis,
2. la densité de population,
3. les infrastructures électriques,
4. les terres cultivées,
5. les pâturages,
6. les routes,
7. les chemins de fer,
8. les voies navigables.

Les pressions ont été ensuite superposées pour créer les cartes normalisées de l'empreinte humaine pour toutes les zones terrestres non antarctiques. Une analyse de validation utilisant des pressions notées issues de parcelles d'échantillonnage aléatoires de $3114 \times 1 \text{ km}^2$ a révélé un fort accord avec les cartes d'empreinte humaine. Les cartes mises à jour devraient permettre de mieux comprendre les pressions humaines à l'origine des schémas macro-écologiques, ainsi que de suivre les changements environnementaux et de documenter la science de la conservation et son application.

⁴⁶ <https://wcshumanfootprint.org/map/>

Pour le cas de Madagascar, ci-après quelques cartes publiées, qui illustrent les seize ans de changement dans l'empreinte humaine terrestre et ses conséquences pour la conservation de la biodiversité⁴⁷

L'empreinte humaine de Madagascar sur l'environnement 1993 – 2009 :

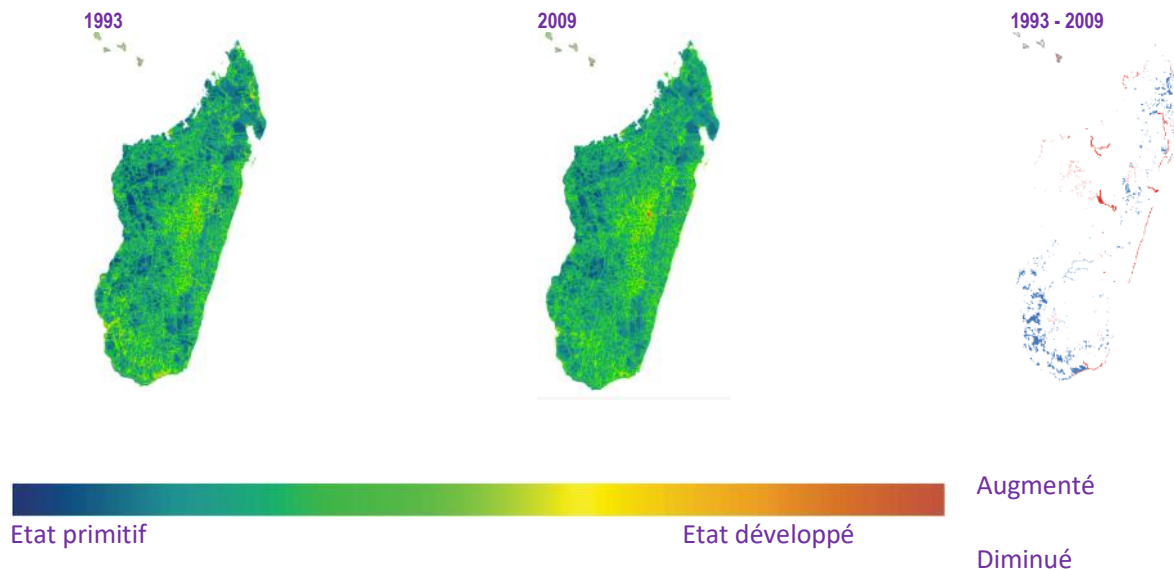


Figure 99 : Empreinte humaine moyenne, population et PIB

11. Facteurs / tendances positifs pour la rétention et l'amélioration de la biodiversité

11.1. Tendances futures

11.1.1. Les carrés miniers : Cartographie des permis miniers délivrés (Données BCMM 2014), suivant la validité des permis

D'après les données spatiales sur les carrés miniers obtenues auprès de la BCMM en 2018, 4 715 titres de permis miniers sur les 2 518 sont expirés, c'est-à-dire ayant une validation d'existence de l'année 2018. Les règles et conditions de renouvellement de ces titres sont décrites dans le code minier malagasy. Pour les 4 715 titres, leurs validités varient de 2019 à 2054.

⁴⁷ Nature Communications 7: 12558. DOI: 10.1038/ncomms12558.

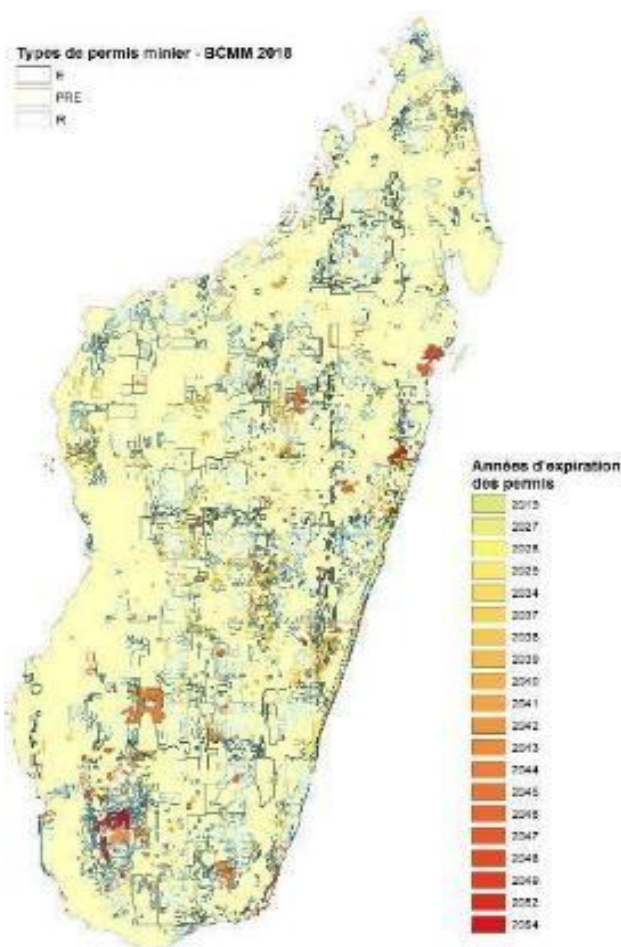


Figure 1010 : Cartographie de validité temporelle des titres miniers existants (BCMM, 2014)

11.1.2. *Projet Infrastructures de développement (WWF WCS OAT) : L'initiative de l'Etat, à travers le ministère tutelle de l'aménagement du territoire, pour l'harmonisation entre les infrastructures de développement et les infrastructures écologiques*

Au début de 2016, le concept d'infrastructure écologique ou infrastructure verte a vu le jour. Une sensibilisation de tous les ministères sectoriels par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et du Service Foncier (MATSF) en novembre 2016 a présenté l'infrastructure environnementale comme étant un élément structurant du développement durable de Madagascar. Un plan d'action pour promouvoir les infrastructures écologiques a été établi conjointement entre le Ministère de l'Aménagement du Territoire à travers l'Observatoire de l'Aménagement du Territoire et du Foncier (OATF), le WWF et WCS dans le but de cartographier les infrastructures écologiques de Madagascar et les systèmes de gestion existant tout en tenant compte de leur cohérence avec les engagements nationaux et internationaux du pays sur la prévision de son capital naturel et développement durable. L'infrastructure écologique représente les espaces des écosystèmes naturels, terrestres et marines ; elle intègre différents types de gestion spatiale comme les aires protégées et toutes les zones définies comme capital naturel. Les infrastructures structurantes démontrent la mise en œuvre de la politique de développement du pays. La carte des infrastructures structurantes ou « infrastructures grises » est issue de plusieurs secteurs.

11.2. Facteurs positifs de changement

11.2.1. Existence des aires protégées

L’UICN a défini six catégories d’aires protégées basées sur l’objectif principal de gestion. Les catégories de l’UICN ont été établies dans le but de fournir des normes ou références internationales et de faciliter la compréhension des aires protégées et leur communication. A ce titre, les catégories de l’UICN constituent des outils pour mieux planifier les aires protégées mais ne doivent en aucun cas supplanter la concertation et la négociation qui sont à la base de la création et de la gestion de toute aire protégée. L’assignation à une catégorie n’est pas une indication du niveau d’efficacité de la gestion d’un site donné.

Tableau 99 : Résumé des aires protégées existantes à Madagascar, suivant la classification IUCN (SAPM, 2017)

Catégories IUCN	Nombre des aires protégées	Superficie totale (ha)	Représentation des sites par rapport à la superficie totale des APs du SAPM (%)	Caractéristique de la catégorie IUCN	Type de l'aire protégée
Cat I	2	110.855	1,46	Reserve Naturelle Intégrale	Aire représentative d’un écosystème particulier dont le but est de protéger les valeurs particulières, notamment biologiques et naturelles dans un périmètre délimité tenant dûment compte des spécificités et coutumes malgaches
Cat II	28	2.521.423	33,13	Parc National	Aire affectée à la protection et à la conservation d’un patrimoine naturel ou culturel original d’intérêt national, tout en offrant un cadre récréatif et éducatif
Cat III	2	4.737	0,06	Monument Naturel	Aire protégée gérée principalement dans le but de préserver des éléments naturels spécifiques associés à la biodiversité
Cat IV	23	442.856	5,82	Aire de Gestion des Espèces/Habitats	Aire protégée gérée principalement à des fins de conservation des habitats ou des espèces
Cat V	41	2.733.898	35,93	Paysage terrestre/marin protégé	Paysage Harmonieux Protégé est une Aire protégée où les interactions entre l’Homme et la Nature contribuent au maintien de la biodiversité ainsi qu’à celui des valeurs esthétiques et culturelles
Cat VI	16	863 195	11,34	Aire Protégée avec utilisation durable des ressources naturelles	Aire gérée principalement à des fins d’utilisation durable des écosystèmes naturels. A ce titre, le tiers au plus de sa superficie totale est affecté à des activités d’utilisation durable des ressources naturelles
Non définie	11	932.887	12,26		

Ces informations sont sorties de la mise à jour faite par l'Association Vahatra/FAPBM en collaboration avec REBIOMA, à partir des dossiers officiels soumis auprès du ministère de tutelle.

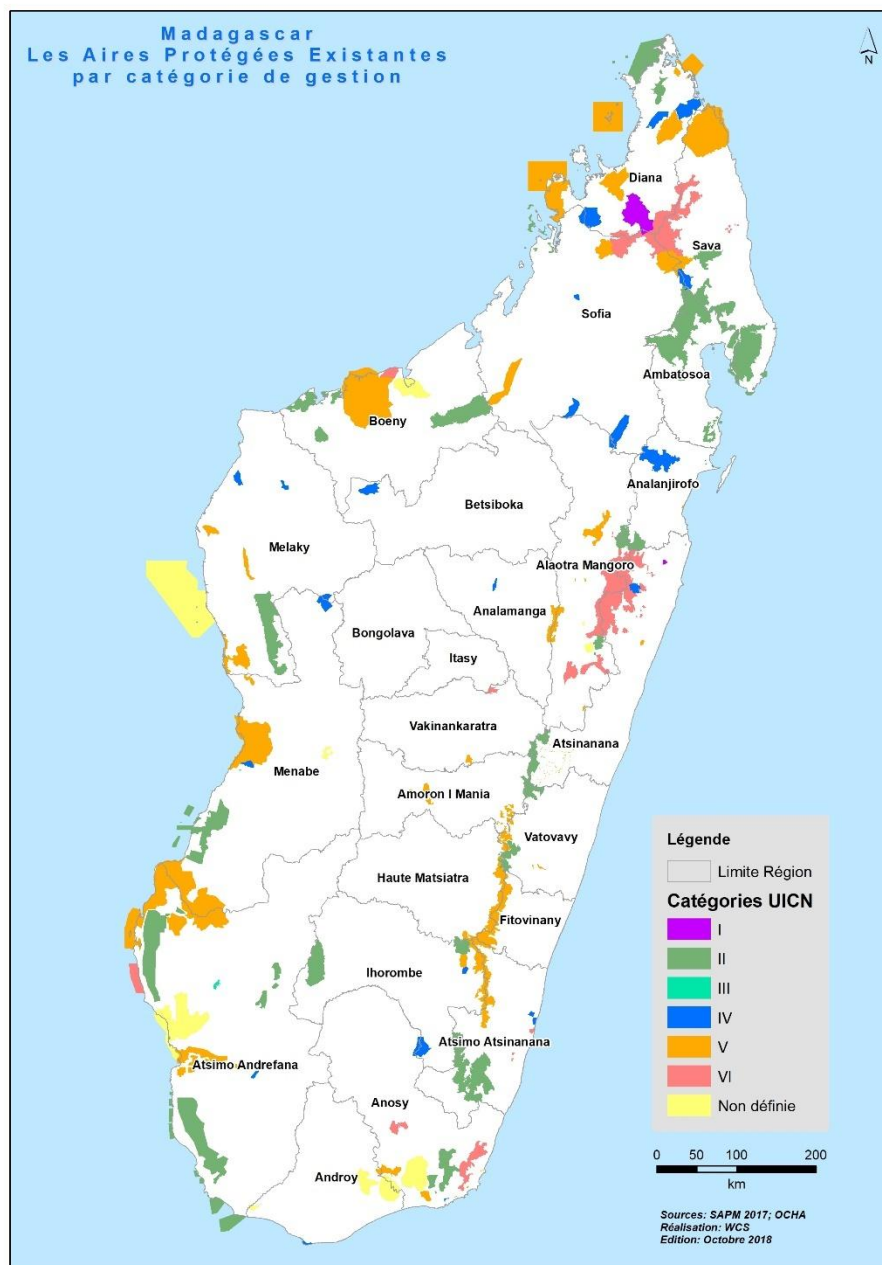


Figure 1313 : Cartographie des aires protégées à Madagascar, suivant les catégories IUCN (REBIOMA, 2018)

11.2.2. Les engagements du gouvernement (sites de restauration, GIS data)

Selon le plan de travail annuel du ministère de tutelle de l'environnement en 2016, les données spatiales disponibles pour les activités du secteur sont :

- Localisation des zones pour extension des aires protégées existantes,
- Localisation des zones pour le renforcement du contrôle forestier,
- Localisation des zones pour le Reboisement.



Figure 1414 : Zones prioritaires du MEEF pour 2016

En outre, l'évolution du processus « Restauration des Paysages Forestiers » (RPF) (<https://panorama.solutions/fr/building-block/developpement-dune-strategie-nationale-de-restauration-des-paysages-forestiers>) a progressé d'une manière remarquable à Madagascar depuis la déclaration d'engagement du pays à restaurer 4 millions d'ha

de terres et de forêts dégradées à l'horizon 2030. Une étude a été menée par GIZ Madagascar, sur la restauration des paysages forestiers (RPF) qui est une priorité clé de l'AFR100 pour assurer un développement durable, dont le rapport final est sorti en février 2018⁴⁸. Afin d'atteindre ces objectifs et d'assurer une implication multisectorielle et multipartenaire dans le processus RPF, une plateforme de coordination de restauration de paysage forestier était lancée en 2016. Après des études et renforcements de capacités identifiées, la plateforme s'est engagée dans le processus d'élaboration et de validation de la Stratégie Nationale RPF (SNRPF) en 2016.

Selon l'identification des blocs de construction, 4 blocs (BB) constitutifs interagissent entre eux, et qui sont :

1. Coordination intersectorielle par le biais de dialogues interministériels et multipartites,
2. Renforcement de capacités des acteurs,
3. Développement d'une stratégie nationale de restauration des paysages forestiers,
4. Analyse spatiale multicritère pour la hiérarchie des paysages pour la restauration.

La création du comité national de la RPF et de la plateforme en tant que structures institutionnelles pour la coordination et les dialogues multipartites (BB1) a constitué la base pour passer de l'engagement politiques de la RPF à la planification de la restauration. Le renforcement des capacités (BB2) a été fourni tout au long du processus pour soutenir le développement de la stratégie nationale de restauration des paysages forestiers (BB3) en tant que document cadre pour une identification et une priorisation plus poussée des paysages à restaurer par une analyse spatiale multicritère (BB4).



Figure 1515 : Approche pour la restauration des paysages forestiers

L'analyse spatiale multicritère menée par la GIZ Madagascar a donc permis d'évaluer différents scénarii dans la priorisation des zones susceptibles de répondre au premier objectif RPF de 4 millions d'hectares. Les figures ci-dessous présentent une série de cartes extraites de cette analyse.

⁴⁸ https://afr100.org/sites/default/files/2022-11/08_RPF_MDG_DSN_Spatialisation.pdf

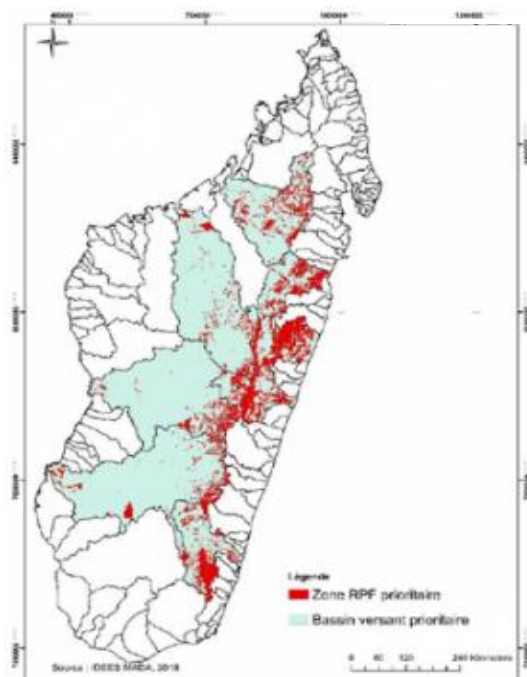
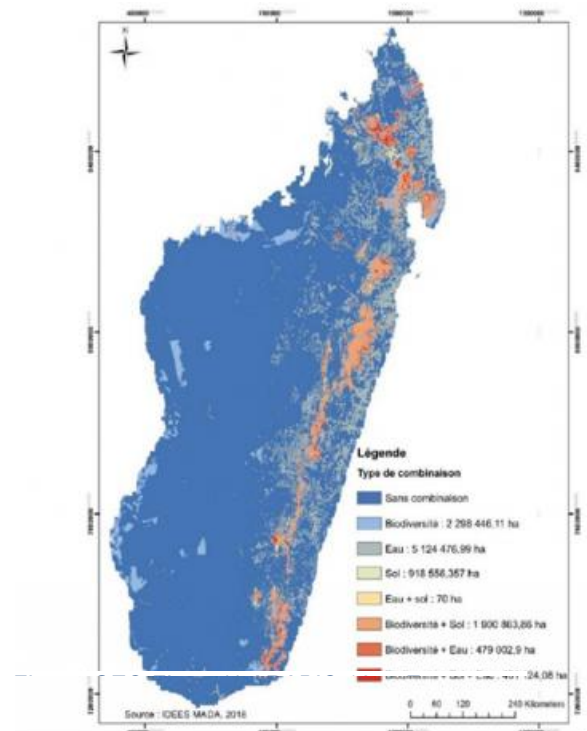
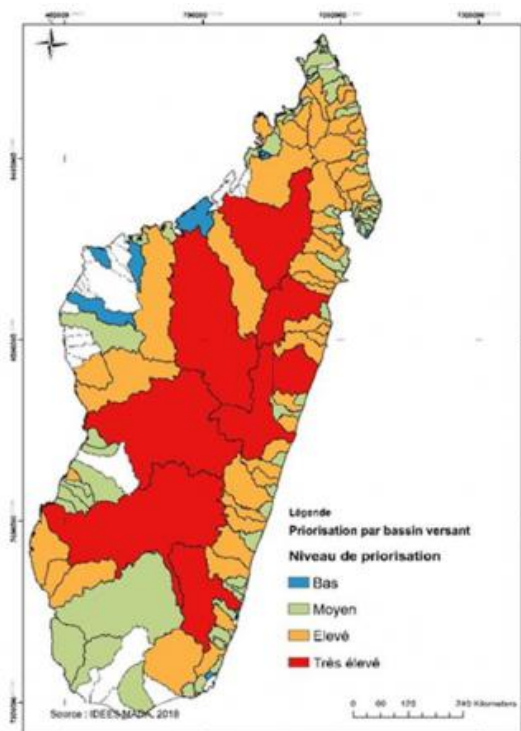


Figure 1616 : Bassins versants prioritaires pour la restauration des paysages forestiers

11.2.3. Politique de reboisement du gouvernement

Selon le Conseil des Ministres du 27 Février 2019⁴⁹, une communication sur le sujet « Recouvrir Madagascar de forêt » a été diffusée, qui annonce que :

« Le Président de la République a tracé les grandes lignes de la reforestation de Madagascar car d'après la recherche faite par le CIRAD la surface de forêt naturelle à Madagascar a diminué de 45% en 60 ans et que la déforestation s'accélère depuis 2005, atteignant aujourd'hui 100 000 ha (plus de 1%) de surface déforestée par an et la forêt naturelle restante, couvre 8,9 millions d'hectares et est très fragmentée. Tous les écosystèmes forestiers sont touchés : les forêts humides de l'Est, les forêts sèches de l'Ouest et les forêts épineuses du Sud, la forêt littorale, la forêt de Tapia, les mangroves et les forêts de plantation. Cette situation pose d'importants problèmes d'érosion des sols et de perte de biodiversité, car 75 % des espèces végétales d'origine ont disparu depuis.

De ce fait, trois techniques seront utilisées pour procéder à la reforestation ou la restauration forestière : le reboisement dont la densité de mise en terre variant de 500 à 1.000 plants/ha, le semis naturel sous certaines conditions et le semis artificiel par drone, qui nécessitent toutefois des travaux à posteriori de mise aux normes pour respecter la densité forestière viable (dépressage).

Les aires protégées, les zones forestières à restaurer (dans les régions Sofia, Menabe, la zone Est, Haute Matsiatra), les terrains appartenant à l'Etat, les terrains attribués à la Société Fanalamanga, sont définis comme étant les périmètres prioritaires de reboisement.

Des mesures seront adoptées dans le cadre de cette politique de reforestation. Elles concernent :

- Le reboisement obligatoire annuel de 40.000 ha par 06 millions d'individus (élèves/étudiants et militaires)
- Le développement de l'énergie de substitution comme l'éthanol, ainsi que de l'industrie des bois ordinaires et des pins, des activités annexes comme la sylviculture, les résines, les champignons ;
- La sécurisation foncière ;
- L'encadrement des migrations sources d'occupations illicites, des défrichements et destruction des aires protégées ;
- La lutte contre tout trafic de ressources naturelles ;
- Le renforcement de la lutte contre les feux de brousse ou encore la mise en place d'un label vert.

Le Silo National des Graines Forestières (SNGF), les pépiniéristes publics et privés ne peuvent pas, aujourd'hui, assurer les besoins pour satisfaire le reboisement des 40.000ha annuels. De ce fait, certaines variétés de graines seront importées dans un premier temps, et le système de laboratoires de clonage devront être à l'étude pour être multipliés dans les régions. Il y a lieu également de procéder à la vulgarisation des variétés d'arbre à croissance rapide tels que le paulownia ou le Pinuskesiya, ainsi que le bambou (projet INBAR) ou l'eucalyptus hybride (une espèce clonée de Fanalamanga).

Pour commencer cette année (2019), un budget de 2,5 milliards Ariary est prévu dans le PIP-2019 du Ministère de l'Environnement pour la restauration forestière et la lutte contre les feux de brousse. Ce budget initial pourra être utilisé avec efficacité pour insuffler et coordonner nos actions pour atteindre nos objectifs, et nous devons travailler en intelligence collective pour mobiliser des ressources pérennes pour institutionnaliser cette politique de reforestation à grande échelle.

⁴⁹ <http://www.presidence.gov.mg/actualites/conseil-des-ministres/73-conseil-des-ministres-du-27-fevrier-2019-recouvrir-madagascar-de-foret.html>

La reforestation est l'affaire de tous. A leur niveau, chaque citoyen, les entreprises privées et publiques exerçant dans le domaine de la foresterie et du bois dont Fanalamanga, les entreprises du secteur privé, les organisations non gouvernementales, les associations, les Collectivités Territoriales Décentralisées telles que les Communes et les Régions, les groupements d'individus ayant des intérêts communs comme les scouts, les syndicats, les partis politiques, et surtout l'Etat en mobilisant les fonctionnaires, l'armée et les étudiants devront s'engager dans la reforestation et la restauration des ressources forestières ».

11.2.4. Le potentiel de restauration de paysages forestiers, Madagascar

Pour lutter contre le réchauffement planétaire, la restauration forestière est un moyen clé pour la production d'oxygène et stockage de dioxyde de carbone par photosynthèse.

D'après l'étude faite par Bastin et al. (2019), Madagascar figure parmi les pays qui a suffisamment d'espace sur la planète, en possession de terres dégradées et dénudées, pour planter et créer de nouvelles forêts sans empiéter avec les zones pour l'agriculture et le développement utiles à l'humanité. C'est une solution pour faire face à l'urgence climatique mondiale et de la perte de la biodiversité au niveau planétaire.

De plus, une deuxième étude faite par Brancalion et al. (2019) identifie clairement Madagascar comme une priorité en termes de bénéfices et de faisabilité de la restauration de forêts, avec des régions du monde où la restauration des forêts tropicales qui sont les plus touchées par la déforestation serait une solution plus réaliste et efficace.

Pour Madagascar, les bénéfices sont nombreux, non seulement au niveau national en terme d'approvisionnement durable en ressources naturelles et conservation de la biodiversité, mais aussi aux engagements internationaux comme les objectifs du millénaire en 2000, révisés en 2015 avec les Objectifs de Développement Durable visant 2030 ; les Objectifs d'Aichi en 2010, visant 2020 ; et celui du « Le Bonn Challenge » visant la restauration de 150 millions d'hectares de terres déforestées et dégradées en 2020.

12. Comment utiliser ces éléments pour mettre en œuvre la hiérarchie d'atténuation à l'échelle d'un territoire ou d'un projet ?

12.1. Qu'est-ce que la hiérarchie d'atténuation ?

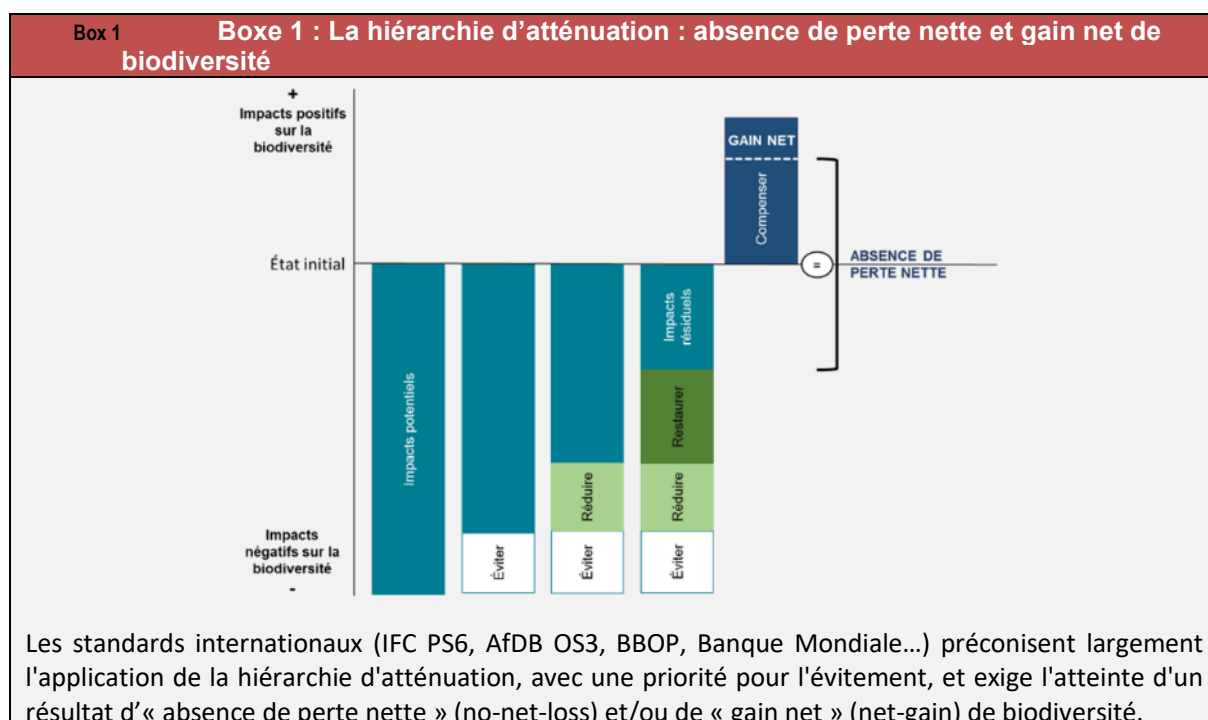
L'évaluation de la biodiversité et la planification territoriale permettent d'appuyer des décisions avisées sur la meilleure façon d'utiliser et de conserver les ressources naturelles. Intégrer la biodiversité dans un processus de prise de décision éclairé, est particulièrement important compte tenu des nombreuses demandes concurrentes qui sont déposées sur le territoire malgache et qui impliquent habituellement de nombreux secteurs, ministères et intervenants différents. Outre une bonne planification prospective de l'utilisation des terres, l'un des outils souvent utilisés pour aider à gérer ce processus est la hiérarchie d'atténuation (aussi appelée séquence ERRC), qui met en lumière la gestion des impacts sur la biodiversité des projets de développement. À l'échelle mondiale, ces politiques — qu'elles soient mises en place par des gouvernements, des institutions financières ou des entreprises — sont de plus en plus axées sur des objectifs d'absence de perte nette (NNL – no net loss) ou de gain net (NG – gain net) de biodiversité (cf. Box 1). Bien que cela soit considéré comme une pratique exemplaire, il est crucial de bien comprendre ce que ces engagements signifient dans un contexte donné, quels choix et quelles options sont disponibles lors de l'élaboration de la politique d'atténuation et ce que ces choix impliquent, à la fois pour la biodiversité et pour les populations locales (plus d'informations à la section 12.2 ci-après).

L'évaluation de la biodiversité et la planification territoriale informent sur (1) l'état actuel de la biodiversité dans un territoire donné et (2) les résultats souhaités en matière de biodiversité au sein d'un paysage donné. Ces concepts sont donc très utiles pour mettre en place, mettre à jour ou accompagner la stratégie d'atténuation à l'échelle d'un pays. Ces informations sont une base de travail pour définir les règles et les exigences de cette stratégie d'atténuation — notamment les méthodes d'évaluation des impacts d'un projet, la définition des caractéristiques de la biodiversité qui sont considérées comme irremplaçables, les indicateurs à utiliser pour caractériser cette biodiversité, les règles d'équivalence écologique et les systèmes de comptabilité à appliquer lors de l'élaboration des exigences de compensation, et le dimensionnement de cette compensation en fonction du résultat fixé en matière de biodiversité. Des recommandations sur ces questions (par exemple, incluses dans les lignes directrices qui accompagnent une stratégie d'atténuation) sont essentielles pour aider les promoteurs de projets et leurs consultants à planifier un projet de développement conforme à la réglementation applicable, et pour aider les organismes de réglementation à prendre des décisions sur la conformité du projet au respect de cette réglementation et, finalement, sur l'octroi de licences à ces projets.

Les résultats de l'évaluation spatiale de la biodiversité peuvent également appuyer l'application directe de la hiérarchie d'atténuation (voir Box 1) à différentes échelles — du paysage et à des échelles spécifiques au site d'un projet — par exemple, pour informer les décideurs sur les impacts à éviter ou des alternatives à envisager dans la conception du projet.

La partie ci-après décrit certains des choix techniques à faire et des règles à suivre lors de l'élaboration d'une hiérarchie d'atténuation (y compris les compensations). Elle explicite également comment la planification spatiale de la biodiversité peut aider à orienter les décisions, tout en respectant les recommandations proposées par la Stratégie nationale pour la mise en œuvre de la hiérarchie d'atténuation et la compensation des impacts sur la biodiversité et les écosystèmes de Madagascar

La partie 11.3 présente comment l'information provenant de l'évaluation et de la planification de la biodiversité pour Madagascar peut être utilisée pour éclairer l'application de la hiérarchie d'atténuation pour un projet hypothétique de développement (par exemple, la construction d'une route).



La hiérarchie d'atténuation implique donc d'éviter les atteintes à la biodiversité et aux services qu'elle fournit ; à défaut, d'en réduire la portée ; enfin, en dernier lieu, de compenser les atteintes qui n'ont pu être évitées ni réduites, en tenant compte des espèces, des habitats naturels et des fonctions écologiques affectées. Dans le cadre de certaines normes internationales, en particulier l'IFC PS6, ce principe doit viser un objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire tendre vers un gain de biodiversité.

On parle de « non-perte nette » lorsque les gains écologiques sur un enjeu ciblé sont au moins égaux aux pertes, et de « gain net » lorsque les gains écologiques estimés sur un enjeu ciblé sont (significativement) supérieurs aux pertes.

L'objectif de cette hiérarchie d'atténuation est de prendre de bonnes décisions afin de limiter les impacts négatifs et de planifier un résultat neutre ou positif du projet pour la biodiversité. L'application rigoureuse de la hiérarchie d'atténuation des impacts implique les étapes suivantes :

1. Premièrement, envisager des solutions de rechange (par exemple, sur l'emplacement du projet de développement) afin d'éviter les impacts sur la biodiversité.
2. Lorsque des impacts qui ne peuvent raisonnablement pas être évités sont prévus, la prochaine étape dans la hiérarchie d'atténuation consiste à minimiser ces impacts, puis à prendre des mesures pour restaurer la biodiversité, où elle a été affectée par les impacts concernés.
3. La dernière étape de la hiérarchie est de compenser les impacts résiduels. La compensation ne devrait être prise en considération que si toutes les autres étapes ont été pleinement examinées et appliquées. La compensation ne porte que sur les impacts résiduels restants, après l'évitement, la réduction et la restauration sur site, dans le but d'équilibrer ces impacts restants afin d'obtenir aucune perte nette ou gain net pour la biodiversité.
4. L'application de la hiérarchie d'atténuation se fait souvent au niveau du projet (par exemple, une partie d'une ESIA et comme cela peut être exigé dans la politique d'atténuation) bien qu'elle puisse également éclairer utilement la planification et la prise de décisions à d'autres échelles spatiales et plus largement aux impacts sur la biodiversité.

Encadré 11 : La hiérarchie d'atténuation, absence de perte nette et gain net de biodiversité

12.2. Juridiction pour l'élaboration et la planification de la stratégie d'atténuation

Afin de permettre la mise en application d'une stratégie d'atténuation robuste et justifiable, visant à atteindre l'absence de perte nette ou le gain net de la biodiversité, un certain nombre de facteurs clés devraient être pris en considération dès le début du processus. Ces facteurs comprennent le cadre réglementaire (par exemple, exigence volontaire ou réglementée), le calendrier de déploiement des actions (par exemple, échelonné ou tout à la fois), la portée juridique de la stratégie d'atténuation et les aspects⁵⁰ techniques. Une gamme d'options est disponible en vertu de chacun de ces facteurs, et le gouvernement et ses intervenants doivent faire des choix qui auront une incidence sur le système d'atténuation choisi.

L'information provenant de l'évaluation de la biodiversité et de la planification spatiale au niveau national est cruciale pour aider à faire un choix éclairé sur la portée juridique du système d'atténuation. À ce sujet, un certain nombre de questions importantes doivent être posées, et les options à évaluer lors de l'établissement du système d'atténuation, sont les suivantes :

- Quel aspect de la biodiversité la stratégie d'atténuation doit-elle traiter ?
- Quels impacts seront couverts par le dispositif d'atténuation, quels impacts doivent être soumis à autorisation et lesquels pourraient être exemptés ?

⁵⁰Ces facteurs ont été décrits dans le cadre de la composante C1 Cadre Réglementaire de COMBO

- Quel est le scénario ou le niveau de référence de la stratégie d'atténuation, par rapport auquel comparer les résultats obtenus en termes de pertes ou de gains de biodiversité ? Les questions qui peuvent aider à y répondre comprennent :
 1. Quel est le résultat souhaité, par exemple au niveau national, pour la biodiversité en question ?
 2. Quels objectifs visent à être atteints, et par quels moyens ?
 3. Comment l'atténuation et la compensation peuvent-elles y contribuer ? Qu'est-ce que cela signifie pour l'absence de pertes nettes ou le gain net ?
- Quelles caractéristiques de la biodiversité devraient être considérées comme « intouchables » sur la base de leur caractère irremplaçable, et devraient donc être impérativement évitées et non affectées par le projet ?
- Quels indicateurs/métriques appliquer aux différentes caractéristiques de la biodiversité pour mesurer leurs pertes et/ou leurs gains ?
- Quelles règles d'équivalence (type, temps, espace) s'appliquent aux pertes et aux gains ?
- Quel système de comptabilité à appliquer lors de l'évaluation de l'équilibre entre les pertes et les gains ?
- Qu'est-ce qui peut compter comme un gain ? Qu'est-ce qui est considéré comme supplémentaire ?

Le tableau ci-après résume brièvement pourquoi ces questions sont importantes pour l'élaboration d'une stratégie d'atténuation et présente les options et les choix qui peuvent être valables pour chacune des questions. Ce tableau suggère également le type d'information qui pourrait être utilisé pour guider ces choix (avec des liens vers d'autres sections du présent rapport où cette information est discutée). Ce tableau récapitulatif a pour but d'illustrer le processus décisionnel impliqué lors de l'élaboration — d'un point de vue purement technique — des règles et du format de la stratégie d'atténuation telle qu'elle s'appliquera aux projets de développement et aux impacts qui sont réglementés en vertu de cette stratégie.

Tableau 1010 : Questionnement sur l'élaboration d'une stratégie pour la hiérarchie d'atténuation

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
1. Quel aspect de la biodiversité, la hiérarchie d'atténuation doit-elle traiter ?	Seuls les impacts sur les caractéristiques de la biodiversité couvertes par la stratégie seront soumis à des exigences d'atténuation et de compensation. Idéalement, le système devrait donc couvrir une portée aussi complète que possible (c.-à-d. biodiversité terrestre et aquatique, écosystèmes ainsi que les espèces et leur habitat). Le choix de la portée dépend de nombreux facteurs, y compris les données disponibles, et il peut être échelonné (par exemple, plus limité au début, devenant plus complet à mesure que les données, la capacité et la coordination s'améliorent).	La stratégie d'atténuation pourrait être axée, par exemple, sur : • La biodiversité terrestre et aquatique, représentée par des proxys appropriés (par exemple, les espèces/habitats/écosystèmes), y compris l'usage et les valeurs culturelles associés (services) ; • La biodiversité terrestre (écosystèmes et espèces) uniquement ; • Un sous-ensemble d'écosystèmes terrestres (par exemple les systèmes forestiers)	Des informations sur la biodiversité d'un pays, les différents types de données, leur répartition et leur statut, peuvent être disponibles à partir de bases de données nationales, de couches SIG et de rapports. Une évaluation nationale de la biodiversité a peut-être également été effectuée pour rassembler et analyser ces informations afin d'identifier l'état et les tendances de la biodiversité. L'une des couches de données de base pour caractériser la biodiversité (par procuration) est une classification des types d'écosystèmes naturels terrestres, cartographiés à travers le pays ou une région en fonction de leur étendue historique. Ceci est combiné avec des informations sur l'évolution de leur surface au cours du temps et le suivi de l'intégrité ou le statut de l'écosystème (c.-à-d. l'étendue restant intacte, dégradée, transformée). Les bases de données nationales et les évaluations de la biodiversité fournissent généralement également des informations sur l'emplacement et l'état de la menace des espèces de la flore et de la faune préoccupantes pour la conservation.	• Cartographie des écosystèmes terrestres, cartographiés en fonction de leur étendue historique et de leur étendue « actuelle ». • Cela pourrait être étendu pour inclure, par exemple, les espèces de la flore et de la faune préoccupantes pour la conservation (classées comme menacées par la liste rouge de l'UICN) et d'autres caractéristiques de la biodiversité, à mesure que la disponibilité des données, les classifications, la cartographie, etc. sont améliorées. • Voir parties 5, 6, 7 8 et 9 pour l'application possible de cette information à la planification des mesures d'atténuation à la prise de décisions au niveau du projet.
2. Quels impacts seront couverts par le dispositif d'atténuation,	Plus le cadre de la politique est exhaustif en termes d'impacts « soumis à autorisation/réglémentés », plus	Le dispositif d'atténuation pourrait être appliqué aux impacts causés, par exemple, par :	Des informations provenant de bases de données nationales, de rapports et, par exemple, d'une évaluation nationale de la biodiversité qui décompose les impacts sur la	Activités et impacts soumis à autorisation sur la base d'une EIE.

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
quels impacts doivent être soumis à autorisation et lesquels pourraient être exemptés ?	la responsabilité d'adresser ces impacts sur la biodiversité et d'atteindre l'objectif défini par cette stratégie est répartie entre les acteurs qui affectent la biodiversité. Un cadre plus limité en termes d'impacts réglementés signifie que d'autres acteurs (par exemple le gouvernement ou les parties prenantes) assument une plus grande part de la responsabilité des impacts, y compris les impacts non soumis à la réglementation.	- Toutes les industries et les activités de développement ayant une « empreinte » sur la biodiversité et couverts par les réglementations des EIE ? - Une sélection de secteurs, tels que l'agriculture intensive et l'exploitation minière, mais en excluant plusieurs autres ?	biodiversité en fonction de leur source (par exemple, entre différents facteurs, acteurs, secteurs). Cela est important pour que les implications de la modification du cadre de la stratégie d'atténuation puissent être facilement identifiées au cours des préparatifs visant à façonner le dispositif et que des décisions éclairées puissent être prises sur la contribution relative, par exemple, de différents secteurs, à l'objectif de la politique.	
3. Quel est le scénario ou le niveau de référence de la stratégie d'atténuation, par rapport auquel comparer les résultats obtenus en termes de pertes ou de gains de biodiversité ? Quel est le résultat souhaité, par	Les objectifs nationaux en matière de biodiversité peuvent, et devraient, idéalement refléter les résultats souhaités pour la biodiversité dans un pays (ou une région). Ces objectifs sont (et devraient être) fixés indépendamment de la stratégie d'atténuation. Par ailleurs, ils peuvent représenter un niveau de référence clair et précis pour le dispositif d'atténuation, afin de s'assurer que les mesures d'atténuation contribuent à l'atteinte de ces objectifs généraux. Le choix du niveau de référence est important car il définit ce que	Les objectifs mesurables en matière de biodiversité relatives à un pays ou à une région pourraient être exprimés comme suit : - Conserver au moins 40 % de la couverture initiale de chaque écosystème terrestre en maintenant et/ou en améliorant sa condition écologique ; - Conserver une population viable d'éléphants (listé comme VU) d'au moins xxx individus ; - Conserver au moins X ha de l'habitat des espèces Y ; - Etc. Ces objectifs (établis indépendamment) pourraient alors être utilisés comme niveaux de référence pour le dispositif d'atténuation, afin de définir les contributions souhaitées de	Les données sur les objectifs existants en matière de biodiversité s'appuieraient sur les engagements internationaux et nationaux d'un pays (par exemples, les objectifs énoncés dans la CDB, tels qu'ils sont énoncés dans le SPANB d'un pays, ou dans la Convention de Bonn, etc.). En outre, des objectifs fondés sur des résultats à atteindre pourraient être explicitement ou implicitement inclus dans la planification territoriale (plans de conservation ou d'utilisation des terres qui intègrent la biodiversité) et les plans de gestion de la biodiversité. Ces plans pourraient explicitement et clairement éclairer les objectifs de biodiversité. Les données utiles pour définir ces objectifs pourraient être tirées d'évaluations de la	- Conserver au moins 40 % de la couverture initiale de chaque écosystème terrestre en maintenant et/ou en améliorant sa condition écologique. - Au fil du temps, le dispositif d'atténuation pourrait être amélioré pour inclure, par exemple, d'autres caractéristiques de la biodiversité (par exemple, les espèces terrestres préoccupantes pour la conservation) et intégrer des cibles proportionnelles à celles-ci.

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
exemple au niveau national, pour la biodiversité en question ? Quels objectifs visent à être atteints en matière de biodiversité, et par quels moyens ? Comment l'atténuation et la compensation peuvent-elles y contribuer ? Qu'est-ce que cela signifie pour l'absence de pertes nettes ou le gain net ?	ces objectifs signifient et quel peut être le résultat attendu pour la biodiversité. Il influe sur la façon dont les pertes et les gains sont évalués, il influence les gains nécessaires pour équilibrer ou dépasser une perte de biodiversité résiduelle donnée, et il détermine dans quelle mesure les politiques et les objectifs d'atténuation et de biodiversité d'un pays sont bien alignés. Lorsque les objectifs en matière de biodiversité sont utilisés comme niveau de référence pour un dispositif NNL/NG, les gains peuvent contribuer à la réalisation de ces objectifs. Il permet également de prendre des décisions éclairées sur la contribution (proportionnelle ou non) de différents secteurs ou acteurs à l'atteinte de l'objectif général. Il convient de noter que d'autres niveaux de référence — différents des objectifs généraux en matière de biodiversité — pourraient être utilisés dans un dispositif d'atténuation. Par exemple des hypothèses fondées sur les tendances futures de la biodiversité, avec un ensemble	l'atténuation et de la compensation à l'atteinte de ces objectifs en matière de biodiversité.	biodiversité et de plans de conservation donnant un aperçu de l'état actuel de la biodiversité mais aussi des résultats souhaitables pour différentes caractéristiques de la biodiversité, combinés avec des recommandations (disponibles auprès de nombreuses sources).	

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
	d'implications différentes pour les évaluations techniques à entreprendre, ainsi que des exigences variées en termes d'atténuation et de résultats en matière de biodiversité. [Voir Box 2 ci-dessous]			
4. Quelles caractéristiques de la biodiversité devraient être considérées comme « intouchables » sur la base de leur irremplaçabilité, et devraient donc être impérativement évitées et non affectées ?	Certaines limites à l'altération des éléments de biodiversité considérés comme irremplaçables, ou ayant une importance de conservation élevée, doivent être imposées. Il est important de définir ces limites afin d'aider à identifier et alerter sur de graves impacts potentiels qui ne pourraient pas pouvoir être compensés – rendant impossible l'atteinte de l'objectif d'absence de pertes nettes ou de gain net. Un exemple extrême de perte de biodiversité irremplaçable serait l'extinction d'une espèce.	Le dispositif d'atténuation pourrait définir ces limites face aux impacts sur : • Les écosystèmes, les espèces et leur habitat fortement menacés (par exemple, ceux qui sont classés en danger critique d'extinction, CR) ; • Les services écosystémiques irremplaçables associés à la biodiversité ; • Tout élément de biodiversité dont le seuil de persistance est préoccupant (par exemple, en termes d'étendue d'un écosystème ou de taille d'une population) ; • Tout élément de la biodiversité cartographiée comme irremplaçable dans un plan de conservation systématique ; • Une combinaison de ce qui précède ; • Etc. • Ces zones devraient être évitées (impacts évités).	Il existe de nombreuses façons de hiérarchiser la biodiversité selon des gradients d'importance, de préoccupation en matière de conservation et d'irremplaçabilité, afin d'aider à définir les priorités en matière de biodiversité. La catégorisation de la Liste rouge de l'UICN, élaborée pour identifier le statut des écosystèmes et des espèces, en est un exemple. D'autres comprennent les zones clés pour la biodiversité (KBA, basées sur une gamme de critères), la planification systématique de la conservation, etc. Pour définir les limites d'un dispositif d'atténuation, il faut envisager toutes les options disponibles et prendre une décision sur i) les catégories à considérer et ii) l'échelle des préoccupations sur laquelle placée ces limites. L'information provenant de l'évaluation de la biodiversité et de la planification spatiale, y compris la prise en compte des objectifs, est utile pour définir les limites. Les plans de conservation et d'utilisation des terres peuvent alors guider l'identification des zones prioritaires où les impacts devraient être	• Écosystèmes fortement menacés (CR) ; • Espèces et leur habitat fortement menacés (CR) ; • Services écosystémiques irremplaçables associés à la biodiversité.

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
			évités au sein du paysage — ou les zones où les compensations pourraient être localisées dans le cadre de mesures d'atténuation et de compensation.	
5. Quels indicateurs/métriques appliquer aux différentes caractéristiques de la biodiversité pour mesurer leurs pertes et/ou leurs gains ?	Des indicateurs/métriques (ou unités de mesure) sont nécessaires dans un dispositif d'atténuation pour s'assurer que les pertes de biodiversité dues au développement et les gains découlant des mesures de compensation sont suffisamment quantifiées et peuvent être équilibrées. Cela se fait généralement grâce à un « système de comptabilisation » qui combine plusieurs types d'informations (sur les pertes et les gains estimés, les niveaux de référence, les règles d'équivalence) afin d'effectuer un calcul permettant de comparer les pertes et les gains. De nombreux types d'indicateurs existent. Les plus couramment utilisées sont les ceux combinant les données de superficie et de condition écologique d'une manière ou d'une autre, par exemple en unités d' « hectares par condition écologique » ou d'« hectares par habitat ». Le choix	Le système d'atténuation pourrait être fondé sur une ou plusieurs des mesures suivantes : • Zone x état de l'écosystème affecté (ou habitat), étant basé sur des mesures significatives de l'état de la biodiversité en question. • Individus ou couples reproducteurs d'une espèce touchée (p. ex. si certaines espèces préoccupantes pour la conservation ne sont pas bien capturées au moyen de mesures et de mesures liées à l'habitat)	Les mesures appropriées pour la biodiversité en question doivent le plus souvent être étudiées et définies dans le cadre de la conception d'un système d'atténuation : les mesures « prêtes à l'emploi » n'existent souvent pas déjà dans un contexte donné. Cependant, au moins une partie de l'information nécessaire pour définir une mesure utile est habituellement disponible, par exemple des renseignements sur les mesures d'état valables pour une caractéristique particulière de la biodiversité. Ces informations pourraient être recueillies auprès de spécialistes, de la littérature sur la biodiversité pertinente pour le pays, des bases de données nationales, des rapports et des évaluations de la biodiversité, ainsi que des systèmes et des approches utilisés à l'échelle internationale (à titre de guide).	• Surface X condition de l'écosystème impactés (habitats), avec des mesures significatives des conditions qui se rapportent à la biodiversité en question Cette mesure pourrait être l'objectif initial, qui pourrait être étendu à temps à des mesures supplémentaires pour la biodiversité qui n'est pas bien couverte par ce genre de mesure

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
	des unités de mesures est très important car il doit refléter la présence et la qualité/intégrité de la biodiversité en question. Souvent, plusieurs indicateurs sont nécessaires pour qu'un dispositif d'atténuation réponde adéquatement aux différentes caractéristiques de la biodiversité, y compris les espèces qui peuvent ne pas être bien représentées à l'aide d'indicateurs liés à l'habitat. Les unités de mesures et les règles d'équivalence (voir ci-dessous) doivent fonctionner conjointement pour permettre de déterminer les équivalences entre perte et de gain de biodiversité.			
6. Quelles règles d'équivalence (type, temps, espace) appliquer aux pertes et gains impliqués dans les compensations ?	Les règles d'équivalence sont importantes dans un système d'atténuation où les compensations consentent à une perte de biodiversité en contrepartie d'un gain proportionnel à cette perte. Pour définir ce qui est considéré comme une équivalence juste ou comparable, des règles doivent être établies. Celles-ci sont généralement basées sur le	Le système d'atténuation pourrait inclure les règles d'équivalence suivantes régissant le type de biodiversité qui peut être substitué : • « Pareil ou mieux » pour les écosystèmes, où : • « Pareil » signifie que les pertes et les gains doivent être localisés dans le même d'écosystème en utilisant une classification et une cartographie des écosystèmes nationaux approuvée et officielle (par exemple, les pertes de mangroves doivent être	Les règles d'équivalence pour régir ce qui est une équivalence acceptable (perte et gain) doivent généralement être établies dans le cadre d'un système d'atténuation. Les données pour éclairer ces considérations proviendront d'une combinaison de sources, y compris des bases de données sur la biodiversité et des évaluations qui classent et cartographient le type de biodiversité, ainsi que son statut et son importance de conservation, et de la planification spatiale.	« Pareil ou meilleur » pour les écosystèmes cartographiés selon typologie/hierarchie des écosystèmes de l'UICN, adaptés au niveau national, et utilisant le statut de liste rouge de l'écosystème pour identifier « mieux » (c'est-à-dire de statut de menace plus élevé et de préoccupation pour la conservation).

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
	concept de « pareil ou mieux ». « Pareil » (de la même nature) signifie que les gains de biodiversité générés par une compensation sont du même type (comparables) que les pertes de biodiversité engendrées par les impacts résiduels. « Mieux » (de nature différente) signifie que le gain de biodiversité est n'est pas forcément du même type, mais qu'il est plus prioritaire pour la conservation par rapport à la perte. Le concept s'applique non seulement au type de biodiversité affectée, à son état et à son importance, mais aussi à son emplacement dans l'espace, ainsi qu'à la temporalité des pertes et des gains. Les questions à considérer pour prendre une décision sur ce qui peut être considéré comme des équivalences acceptables sont, par exemple : La perte d'une forêt humide de basse altitude classée « en danger » est-elle considérée comme acceptable en échange	remplacées par des gains de mangroves) ; « Mieux » signifie une perte dans un écosystème moins menacé (p. ex. LC, VU) pourraient être échangés par des gains dans un écosystème plus fortement menacé (par exemple EN, CR) « Pareil » pour les habitats d'espèces, où la perte de l'habitat ou de la population d'une espèce, doit obligatoirement être remplacée par un gain au sein du même habitat ou de la population de cette même espèce. De la même manière, des règles visant à limiter d'autres changements défavorables à la biodiversité pourraient être établies, telles que des règles relatives à l'emplacement des pertes et des gains (p. ex. dans le même bassin versant) et au moment des pertes (p. ex. gains réalisés avant pertes encourues).	Les plans de conservation et d'utilisation des terres peuvent également aider à orienter l'application des règles d'équivalence lors de l'application de la hiérarchie d'atténuation et de la décision sur les échanges compensatoires (p. ex. pour aider à déterminer où les gains d'un type spécifique de biodiversité devraient être situés par rapport aux pertes).	Cela pourrait s'appuyer sur le temps pour ajouter d'autres règles d'échange importantes, soit en ce qui concerne d'autres caractéristiques de la biodiversité, soit pour intégrer des règles visant à limiter divers types d'équivalences et à assurer des équivalences souhaitables.

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
	d'un gain de conservation dans les hautes terres tropicales largement répandues ? • La perte de forêt aujourd'hui est-elle acceptable en échange d'un gain prévu dans vingt ans ? • La perte de forêt primaire en échange de la restauration d'une forêt dégradée et déjà exploitée deux fois est-elle acceptable ?			
7. Qu'est-ce qui peut être considéré comme un gain, sur la base d'être considéré comme « supplémentaire » ?	Il est important de déterminer ce qui peut être considéré comme un véritable gain pour la biodiversité (c'est-à-dire ce qui est « supplémentaire ») pour qu'un système d'atténuation garantisse que les résultats de compensation équilibrent effectivement une perte de biodiversité ciblée, et que l'absence de perte nette ou le gain net peuvent effectivement être atteints. Pour déterminer et définir ce qui est « supplémentaire », il faut bien comprendre les différents types d'actions de conservation (p. ex. restauration, protection, etc.),	Le système d'atténuation pourrait être fondé sur les décisions d'additionnalité suivantes : • Seules les actions et les résultats de conservation qui ne sont pas déjà exigés par la loi peuvent être considérés comme un gain (supplémentaire) ; • Seules les actions et les résultats de conservations qui ne sont pas déjà engagés dans le cadre des engagements existants (p. ex. les cibles des aires protégées) peuvent être considérés comme des gains « supplémentaires » ; • Seuls les résultats qui restent à produire (c.-à-d. qui ne sont pas déjà initiés avant, par exemple, le système d'atténuation en cours	Les informations nécessaires pour prendre des décisions sur ce qui est considéré comme « supplémentaire » proviendront de sources techniques et juridiques, y compris par exemple des informations rassemblées pour une évaluation (nationale) de la biodiversité qui définit l'état, les tendances et les moteurs de la biodiversité dans le pays, des informations sur les engagements et les objectifs existants, et des informations sur les exigences légales qui impliquent des actions et des résultats environnementaux/biodiversité.	• Les actions et les résultats de conservation qui ne sont pas déjà exigés par la loi peuvent être considérés comme un gain (supplémentaires) ; • Les actions et les résultats qui ne sont pas déjà engagés dans le cadre des engagements nationaux ou internationaux existants peuvent être considérés comme des gains ; • Seuls les résultats qui restent à produire (c.-à-d. qui ne sont pas déjà produits avant, par exemple, le système

Question	En quoi cela est-il pertinent pour la politique ou le système d'atténuation ?	Exemple d'options/choix potentiels pour le système	Informations qui aident à justifier les choix	Option initiale qui pourrait être choisie pour le système (illustration)
	leur probabilité de résultats, l'origine ou les moteurs des actions de conservation (p. ex., elles sont exigées par la loi, elles se produisent en raison de facteurs « naturels »), et la compréhension et la signification de l'état de référence choisi pour le dimensionnement de la compensation. Ces informations alimentent ensuite les décisions sur ce qui peut être « supplémentaire » par rapport aux résultats des actions de conservation existantes qui, pour une raison ou une autre, se seraient « produits de toute façon » et ne compteraient pas comme un gain dérivé de la compensation.	d'élaboration) peuvent être considérés comme un gain ; Les actions et les résultats soigneusement évalués par rapport à un état de référence et déterminés comme supplémentaires dans ce contexte peuvent être considérés comme un gain.		d'atténuation en cours d'établissement) peuvent être considérés comme un gain.

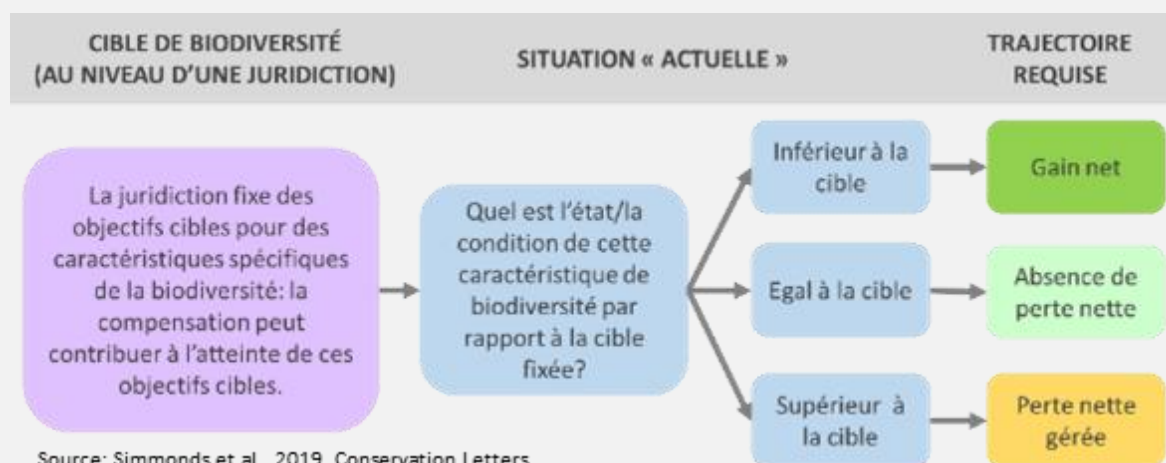
Box 2 La compensation fondée sur des objectifs cibles nationaux dans le cadre d'une stratégie nationale d'atténuation

Les dispositifs d'absence de perte nette/gain net sont de plus en plus utilisés pour formuler des objectifs politiques, par exemple à l'échelle d'une juridiction, et semblent prometteurs pour atteindre des résultats en matière de biodiversité. Toutefois, pour être pertinents, ces objectifs doivent être précisés. En effet, une question clé est l'absence de perte nette ou le gain net par rapport à quel état de référence ? Cette question est cruciale car elle implique également des résultats différents pour la biodiversité.

Ainsi l'objectif d'une politique de conservation doit-il être fixé par rapport à la situation « actuelle » — ce qui signifie que les pertes et les gains de biodiversité au sein d'une juridiction auront comme résultats le même niveau de biodiversité que « actuellement » (à une date précise) ? Ou doit-il être fixé par rapport à une situation hypothétique, traduisant une tendance ou un déclin prévisible de la biodiversité ?

Alternativement, les objectifs généraux en matière de biodiversité pour une juridiction donnée (c.-à-d. un pays) pourraient être choisis comme niveaux de référence pour une politique d'atténuation. Cela permettrait d'aligner le dispositif d'atténuation (y compris les compensations) sur les autres engagements du pays en matière de biodiversité tout en contribuant aux objectifs cibles d'Aichi. Afin d'appuyer la prise de décisions à cet égard (par exemple, pour guider le gouvernement et ses intervenants dans l'élaboration d'une stratégie et d'un dispositif d'atténuation), un cadre de compensation écologique fondé sur des cibles a été élaboré (Simmonds & al, 2019). La figure ci-dessous illustre une partie de ce cadre, en montrant comment l'information sur l'état actuel de la biodiversité à l'échelle d'une juridiction (« situation actuelle ») peut être interprétée par rapport à des objectifs cibles, et donc utilisée afin d'aider à éclairer la décision (« trajectoire requise ») à apprendre en termes de dispositif d'atténuation pour atteindre cet objectif.

Sur cette base, les mécanismes les plus appropriés pour fournir des compensations dans le cadre d'un système d'atténuation peuvent alors être identifiés, c'est-à-dire « maintien » ou « amélioration » ou les deux.⁵¹



Ce schéma illustre comment l'atténuation peut être alignée sur les objectifs cibles de biodiversité juridictionnels (lorsqu'ils sont utilisés pour fournir le scénario/état de référence). La trajectoire requise dépend du fait que l'état actuel d'une caractéristique de la biodiversité soit supérieur, égal ou inférieur à son objectif au moment où cet objectif est fixé (« situation actuelle »). Il s'agit d'une production d'un projet de partenariat Science for Nature and People. Voir aussi BBOP. 2018. Planification gouvernementale pour le gain net de biodiversité : une feuille de route.

Encadré 22 : La compensation fondée sur des objectifs cibles nationaux dans le cadre d'une stratégie nationale d'atténuation

⁵¹L'entretien implique des activités qui préviennent la perte de biodiversité existante à l'avenir, mais qui n'entraînent pas, à l'échelle du paysage, un gain net pour la biodiversité. L'amélioration, en revanche, implique des activités qui augmentent la biodiversité et peuvent donc se traduire par un gain net.

12.3. Planification d'un système d'atténuation à l'échelle d'un projet

Les processus et les résultats d'évaluation/planification spatiales, surtout lorsqu'ils sont entrepris à une échelle relativement fine, peuvent appuyer les décisions du site ou du paysage sur les mesures d'atténuation. Au niveau du projet individuel, il y a 8 étapes principales requises pour éclairer l'application de la hiérarchie d'atténuation :

1. Cartographier l'étendue historique des écosystèmes forestiers
2. Cartographier le couvert forestier actuel
3. Évaluer l'étendue actuelle des écosystèmes forestiers (habitats naturels restants)
4. Évaluer les conditions de dégradation des terres
5. Évaluer le statut de conservation des écosystèmes forestiers
6. Identifier des zones prioritaires pour la biodiversité
7. Identifier des zones de conservation existantes
8. Évaluer et réviser les scénarios de développement

Dans cette partie, ces étapes seront illustrées par un exemple simple pour faciliter l'application de la hiérarchie d'atténuation pour un projet de développement. Il s'agit d'une analyse extrêmement générale et simple, qui décrit les principales étapes utilisées pour appliquer la hiérarchie d'atténuation, et ne doit pas être considérée comme un manuel à suivre pas-à-pas. L'application de la hiérarchie d'atténuation pour un projet réel nécessitera probablement la plupart ou la totalité des étapes décrites ci-dessous, mais elle nécessitera également une vérification sur le terrain, une consultation communautaire, une surveillance de la mise en œuvre des crédits compensatoires, et plus encore.

Cette section est accompagnée d'une présentation PowerPoint et d'un package SIG qui contiennent plus de détails (https://drive.google.com/file/d/1eiSNCMxSwGUoXEVu5P2iSRi1m7Id_nq2/view?usp=sharing). En outre, toutes les données sous-jacentes utilisées dans ce paysage de démonstration sont disponibles pour Madagascar dans son ensemble, pas seulement pour le paysage de l'Est.

12.3.1. Cartographier l'étendue historique des écosystèmes forestiers

Une carte des écosystèmes forestiers « historiques » ou « originaux » constitue la base de l'application de la hiérarchie d'atténuation. Les écosystèmes représentent les « unités » pour lesquelles les impacts et les exigences de compensation sont calculés. Idéalement, une carte de l'étendue historique de l'écosystème devrait être utilisée. Elle indiquerait où les différents écosystèmes se situaient avant que les activités humaines comme l'agriculture ou les villes les perturbent. Ces données sont très utiles car elles permettent d'évaluer quels écosystèmes ont des distributions ou des étendues limitées, et lesquels ont perdu une grande partie de leur aire de répartition historique.

Dans le cadre de cet exemple, la carte des écosystèmes de Nick Murray – reclassification de la carte de l'écosystème de Moat & Smith (2007) en utilisant des données de géologie, d'élévation, de précipitations et de température, a été exploitée. Cependant, cette carte ne couvre pas tous les types d'écosystèmes du pays. Une extraction des écosystèmes forestiers a été faite pour l'exercice de démonstration.

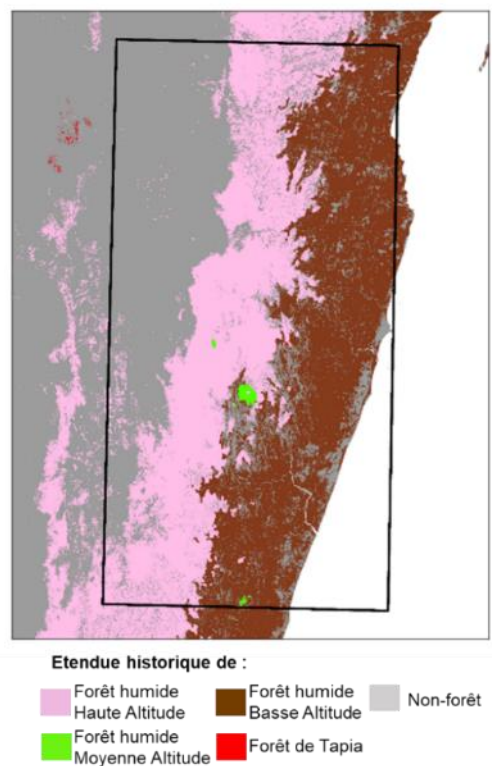


Figure 1717 : Carte de l'étendue historique des écosystèmes forestiers

12.3.2. *Cartographier le couvert forestier actuel*

Afin de pouvoir estimer les surfaces d'habitats convertis à des fins anthropiques comme l'agriculture, les routes, les villes, les réservoirs etc. (cf. partie 6), il est important de s'intéresser au couvert végétal actuel, et plus précisément à l'occupation des terres actuelles. Cela permet également d'identifier les zones qui sont susceptibles de faire l'objet d'une compensation si elles doivent être impactées par un projet (zones d'habitats naturels intacts). Il existe de nombreux jeux de données librement disponibles sur la couverture terrestre mondiale (par exemple <https://www.esa-landcover-cci.org/>), mais ils sont généralement peu précis et par conséquent, des données à l'échelle nationale plus détaillées devraient être obtenues si possible.

A Madagascar, et dans le cadre de cet exercice de démonstration ne traitant que des écosystèmes forestiers, l'étendue actuelle du couvert forestier a été obtenue à partir des données sur le couvert forestier de 2017 du projet Bioscene Madagascar (<https://bioscenemada.cirad.fr/>).

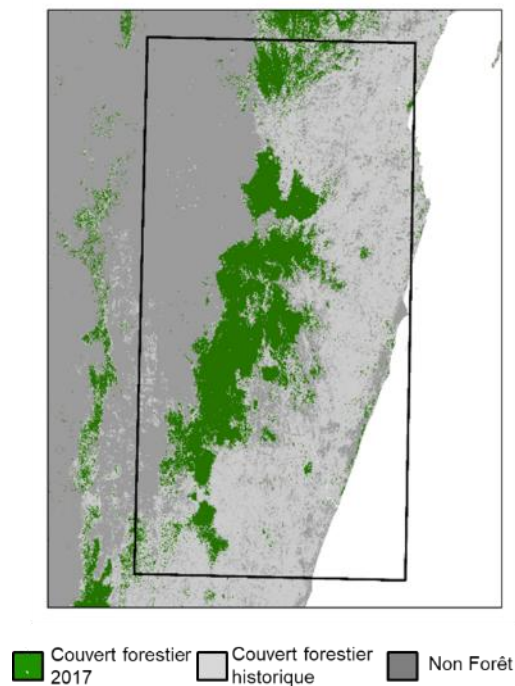


Figure 1818 : Carte des écosystèmes forestiers actuels

12.3.3. Évaluer l'étendue actuelle des écosystèmes forestiers (habitats forestiers restants)

En combinant la carte historique des écosystèmes forestiers avec une carte actuelle de la couverture forestière, il est possible de cartographier l'étendue actuelle des écosystèmes forestiers. Ceci est utile pour nous montrer où subsistent les forêts, et donc où les projets de développement sont susceptibles d'affecter les écosystèmes intacts et nécessitent des compensations.

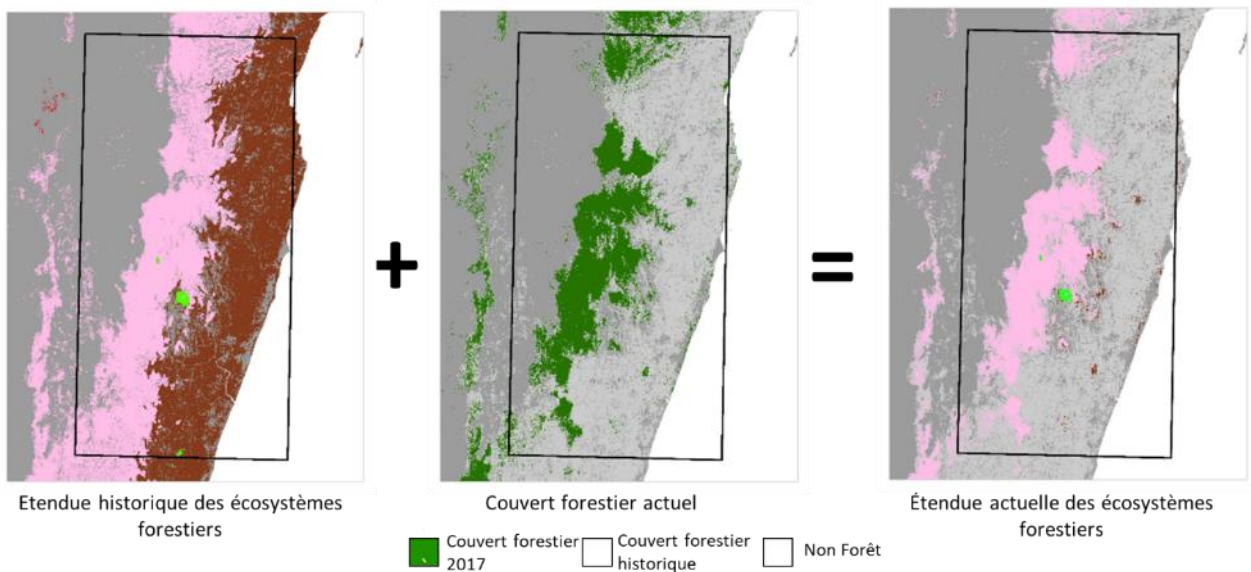


Figure 1919 : 1) Étendue historique des écosystèmes forestiers, 2) Couvert forestier actuel et 3) Étendue actuelle des écosystèmes forestiers

12.3.4. *Evaluer les conditions de dégradation des terres*

Les actions humaines peuvent aussi dégrader des territoires sans les convertir totalement, par le biais d'activités comme la chasse et l'exploitation forestière sélective pour la production de charbon de bois. Ces activités ne sont pas détectées dans les données d'occupation/utilisation des terres, mais qui ont un impact considérable sur la biodiversité.

Pour évaluer la dégradation des terres, il est possible d'utiliser des données proxy pour identifier les zones qui sont probablement dégradées par les activités humaines. Les proxies couramment utilisées sont la densité de la population humaine ou les routes, qui sont toutes deux associées à des niveaux plus élevés d'activités comme la chasse ou la collecte du charbon de bois. Il est également possible d'utiliser l'empreinte humaine (Human footprint) qui représente la pression humaine sur l'environnement, ou l'intégrité de la biodiversité, qui montre le niveau d'impact des pressions humaines (et l'utilisation des terres) sur le nombre d'espèces et d'individus trouvés dans un territoire donné (Figure 47). Il est également possible d'effectuer des mesures de l'état écologique du milieu. A Madagascar, le projet ABCG a estimé les impacts des routes et de la déforestation sur la biodiversité. Ce jeu de données a une résolution beaucoup plus élevée et est plus précis pour Madagascar. Mais si rien d'autre n'était disponible, l'empreinte humaine pourrait être utilisée comme proxy.

L'identification des zones dégradées est importante pour l'application de la hiérarchie d'atténuation car l'état de dégradation des espaces impactés par un développement a des implications directes pour la conception d'un système d'atténuation. Idéalement, le développement sera priorisé par les zones déjà dégradées, afin d'avoir moins d'impact sur la biodiversité que dans un espace naturel bien conservé. De plus, les exigences de compensation pour les impacts dans les zones dégradées peuvent être inférieures à celles des impacts dans les zones intactes. Si la restauration de zones dégradées doit être utilisée comme compensation, la cartographie des zones dégradées permet également d'identifier les zones cibles potentielles pour cette compensation.

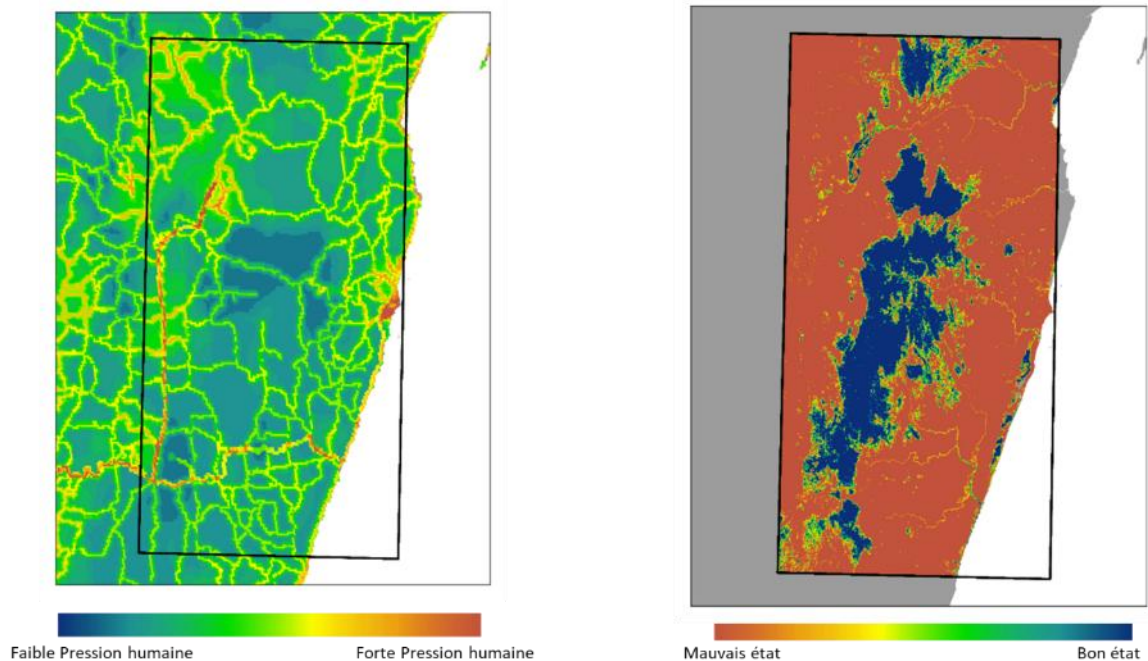


Figure 2020 : 1) A gauche, carte de l'empreinte humaine ; 2) A droite, les mesures de l'état de dégradation.

12.3.5. Évaluer le statut de conservation des écosystèmes forestiers

En étudiant la répartition historique et actuelle des écosystèmes forestiers, il est possible d'évaluer leur niveau de menace, ce qui a d'importantes répercussions sur l'application de la hiérarchie de l'atténuation. Par exemple, le développement peut ne pas être autorisé dans les écosystèmes menacés, et les exigences de compensation peuvent changer en fonction de l'état de menace des écosystèmes. L'UICN a élaboré un cadre mondial d'évaluation de l'état des menaces des écosystèmes, connu sous le nom de Liste rouge des écosystèmes (voir <https://iucnrl.org/>). Ce cadre contient 5 critères qui peuvent être utilisés pour attribuer les écosystèmes à des catégories de risques (p. ex. en voie de disparition, vulnérables). Pour Madagascar, nous avons évalué deux critères, A. Réduction de la distribution géographique et B. Distribution géographique restreinte, car nous n'avons pas les données requises pour évaluer tous les critères. Une évaluation formelle de la LRE est en cours pour Madagascar, mais les résultats ne sont pas encore disponibles publiquement. La Figure ci-contre montre l'état de menace des écosystèmes forestiers.

Figure SEQ Figure * ARABIC 24 –
Statut de conservation des écosystèmes
forestiers.

12.3.6. Identifier des zones prioritaires pour la biodiversité

Bien que la cartographie des écosystèmes et l'identification de leur statut de menace soient cruciales pour l'application de la hiérarchie d'atténuation, il est également important d'examiner d'autres domaines prioritaires pour la biodiversité. Il peut s'agir de zones clés pour la biodiversité (sites importants pour la persistance mondiale de la biodiversité), d'aires de distributions d'espèces menacées, de zones importantes pour les processus biologiques (p. ex. sites de reproduction ou d'agrégation) ou de zones identifiées comme importantes par des analyses quantitatives de planification de la conservation (p. ex. Marxan ou Zonation).

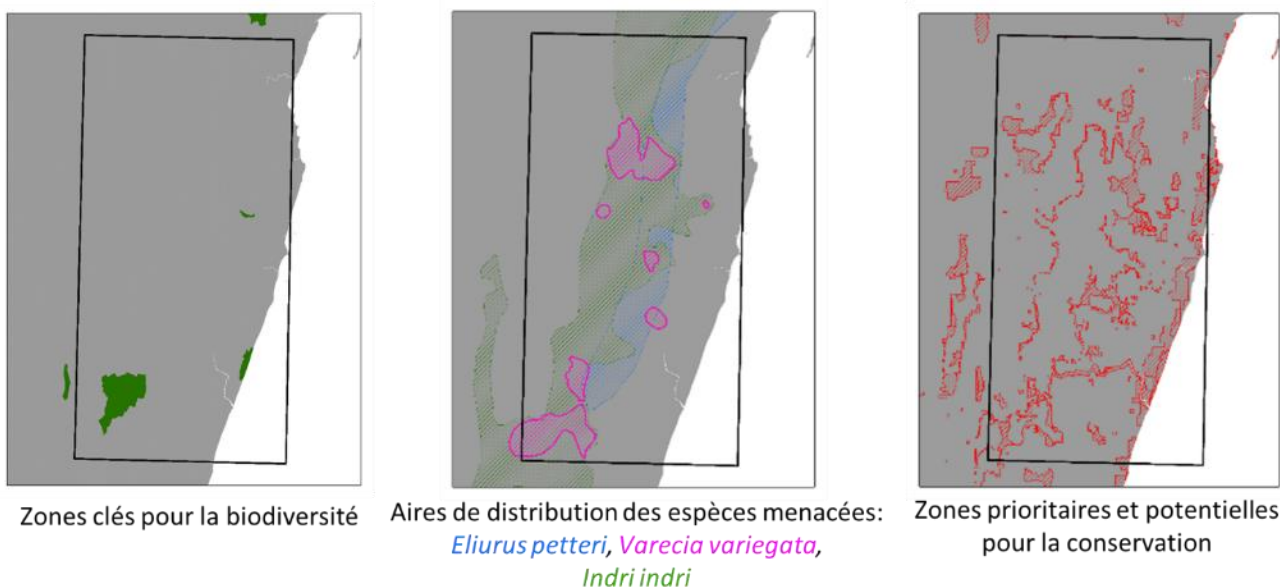


Figure 2121 : Zones prioritaires pour la conservation de la biodiversité

12.3.7. Identifier des zones de conservation existantes

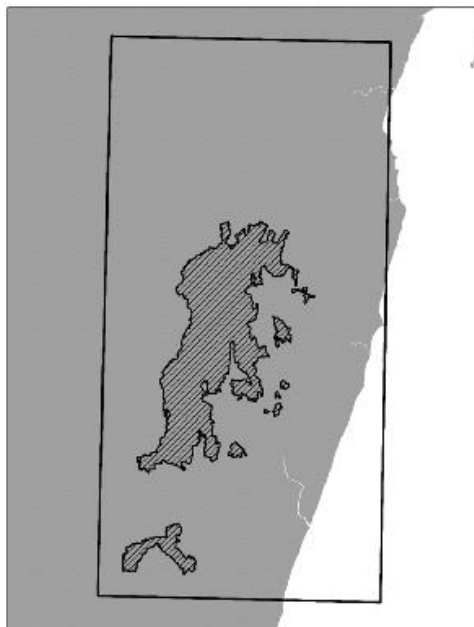


Figure 2222 : Aires protégées

L'information sur les aires de conservation existantes est importante pour la hiérarchie de l'atténuation à bien des égards. Tout d'abord, elle peut éclairer l'évitement, car dans de nombreux cas, le développement ne devrait pas se produire dans les zones protégées. Deuxièmement, il peut aider les compensations potentielles du site, en les localisant à proximité des aires protégées existantes ou (dans certains cas) en utilisant des compensations pour améliorer les parties dégradées des aires protégées existantes. Enfin, il peut alors permettre de calculer la couverture des aires protégées dans divers écosystèmes et potentiellement cibler des compensations vers des zones qui mèneront à la réalisation d'objectifs gouvernementaux de conservation (par exemple, protéger 17 % de tous les écosystèmes). Pour Madagascar, il existe des fichiers SIF officiels des zones de conservation (SAPM - MEDD).

12.3.8. Évaluer et réviser les scénarios de développement

En utilisant toutes les données décrites précédemment, il est possible d'appliquer la hiérarchie d'atténuation pour un projet de développement fictif. Ici, un hypothétique développement routier est utilisé comme exemple pour l'application de 4 étapes de la hiérarchie d'atténuation : l'évitement, la réduction, la restauration et la compensation.

12.3.9. L'évitement

La première étape de la hiérarchie est l'évitement. Il s'agit dans un premier temps d'évaluer les zones potentiellement impactées par le développement de la route. Dans de nombreux cas, il y aura des zones « interdites » préexistantes, où le développement n'est autorisé en aucune circonstance (par exemple, des aires protégées ou des écosystèmes menacés). Si un plan d'aménagement chevauche ces secteurs, il devrait être révisé pour éviter ces impacts. En plus d'éviter les zones d'interdiction, l'évitement peut également consister à réduire l'empreinte du projet (par exemple, réduire la longueur totale des routes), à réviser un aménagement pour minimiser les impacts dans des zones importantes (par exemple, les zones clés de la biodiversité) ou à développer de préférence des zones dégradées pour d'éviter les impacts sur les zones intactes.

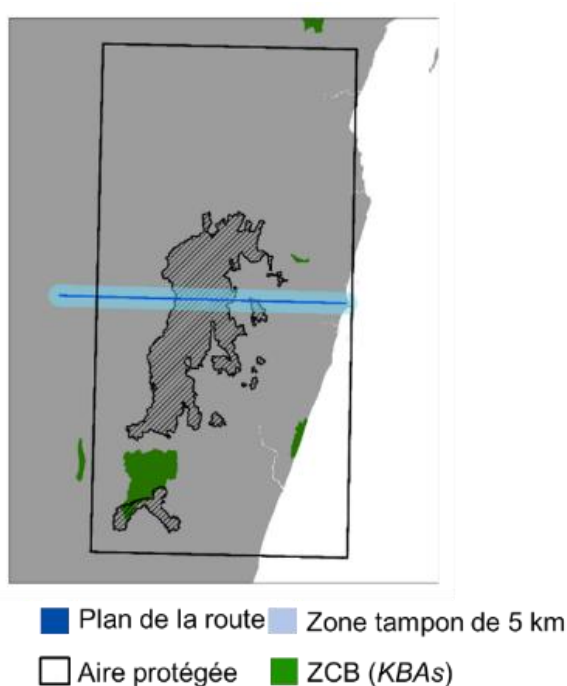


Figure 2323 : Proposition d'aménagement routier

À titre d'exemple, la route proposée traverse une aire protégée (Figure 25). À ce titre, l'aménagement routier initial doit être révisé afin d'éviter ces espaces sensibles. Pour garder cet exemple très simple, nous n'avons examiné que l'emplacement des écosystèmes menacés/prioritaires, mais en réalité, il y aura un grand nombre de préoccupations qui influenceront la conception de plans routiers alternatifs. Il s'agit notamment de l'élévation, le type de sol, les eaux souterraines, la pente, les villages et les villes, et beaucoup plus.

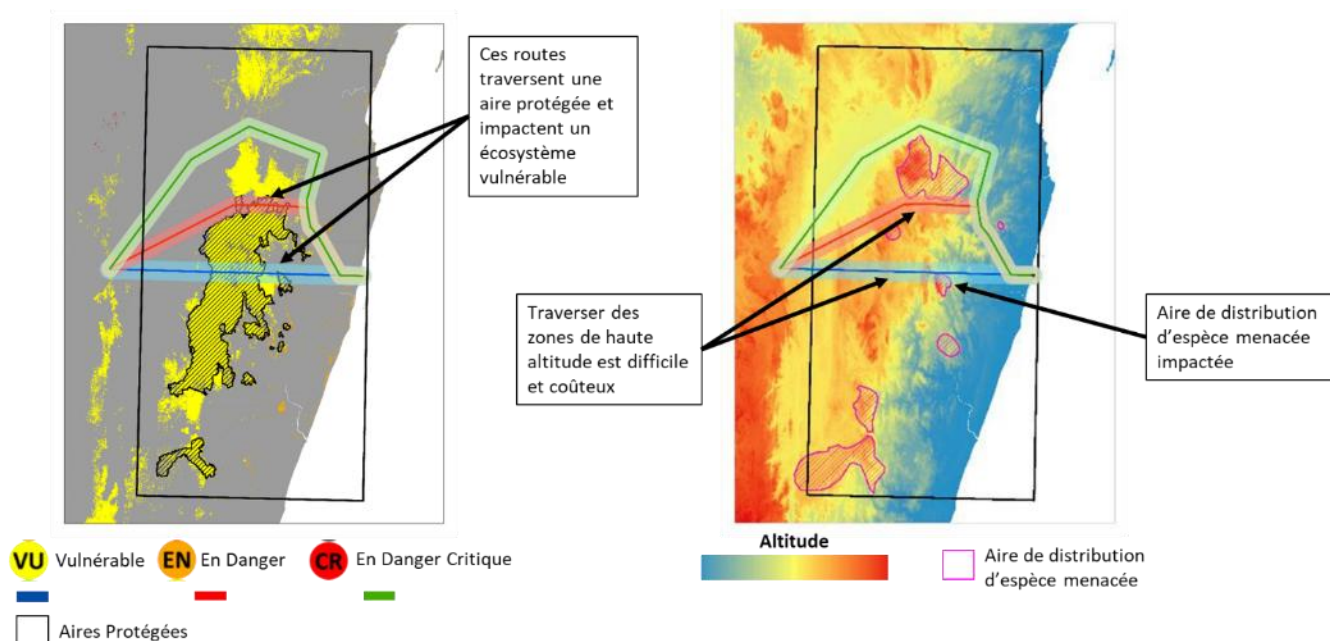


Figure 2424 : Illustration du choix d'alternatives, confronté aux caractéristiques de biodiversité, pour un projet d'aménagement routier

Conception initiale de la route		Conception de l'alternative 1	
Ecosystèmes impactés	Aire de distribution d'espèce menacée impactée	Ecosystèmes impactés	Aire de distribution d'espèce menacée impactée
VU 31941 km ²	 4.2 km ²	VU 12942 km ²	 0.9 km ²
EN 1062 km ²	Longueur de la route 150.8 km	EN 496 km ²	Longueur de la route 181.8 km

Conception de l'alternative 2	
Ecosystèmes impactés	Aire de distribution d'espèce menacée impactée
VU 1494 km ²	 0.1 km ²
EN 387 km ²	Longueur de la route 200.9 km

Figure 2525 : Tableau comparatif des impacts des différentes alternatives de routes

Dans cet exemple, l'alternative 2 est la moins impactante, bien qu'elle soit plus longue : elle a un impact réduit sur les écosystèmes et les espèces menacées, elle ne traverse aucune aire protégée ou zones prioritaires pour la biodiversité. Sur la base de ces critères, cette alternative doit être conservée.

12.3.10. Réduction

Une fois que l'évitement a eu lieu, l'étape suivante est la réduction des impacts. Il s'agit de prendre des mesures pour réduire l'intensité, la durée ou l'étendue des impacts sur le développement. Il existe de nombreux types de mesures de réduction, mais pour une route, elles comprennent : des limites de vitesse réduites pour diminuer la mortalité routière, des clôtures pour empêcher les passages pour animaux sauvages dans des zones dangereuses, ou des passages pour piétons et des passages inférieurs pour faciliter la traversée sécuritaire de la route.

12.3.11. Restauration

Une fois que des mesures de réduction ont été prises par l'aménageur, le projet rentre en phase de restauration. Il s'agit généralement de revégétalisation ou de restauration des zones qui ont été utilisées pendant la construction ou l'exploitation de l'aménagement, mais qui ne sont plus nécessaires une fois le projet terminé. Dans notre exemple hypothétique de route, les routes d'accès au chantier pourraient être restaurées sur aux travaux.

12.3.12. Compensation

La dernière étape de la hiérarchie de l'atténuation consiste à compenser les impacts résiduels, c'est-à-dire les impacts qui n'ont pas pu être évités, réduits ou restaurés. La première étape de ce processus consiste à calculer la superficie totale des impacts résiduels dans chaque écosystème. Cela permet de calculer les besoins de compensation en fonction du mécanisme de compensation de la zone où le développement se produit. Ceux-ci peuvent aller de la simple nécessité de compenser la même quantité de superficie que l'impact, en passant par des systèmes plus complexes qui utilisent des multiplicateurs ou des systèmes basés sur des cibles pour déterminer la compensation requise. Le mécanisme de compensation détermine également si elles doivent se produire dans le même type d'écosystème que ce qui est perdu, ou si les équivalences sont autorisées (différents écosystèmes « out of kind » /règle d'échange « trading up », pour conserver des écosystèmes ayant une plus grande valeur de conservation).

Pour cet exemple hypothétique, nous avons supposé que l'exigence de compensation soit simplement la superficie totale touchée pour chaque écosystème. Après avoir calculé la superficie totale des

compensations requises, l'étape suivante consiste à décider des emplacements appropriés pour les compensations. Cela est déterminé par de nombreux facteurs, y compris la faisabilité environnementale (p. ex., la protection ou la restauration d'une zone est-elle possible ?), la faisabilité sociale (une compensation est-elle possible sans avoir d'impact négatif sur les gens, ou le fait que les gens compensent le succès ?), et d'autres considérations comme la connectivité avec les aires protégées existantes. Il s'agit d'un ensemble de sites de compensation potentiels, mais en réalité, le choix des zones de compensation nécessitera des études locales plus détaillées dans ces zones.

Des compensations à Madagascar sont proposées pour sécuriser les zones qui sont d'une grande importance pour la conservation et contribuent à atteindre les objectifs de protection, qui seront probablement défrichés à l'avenir et/ou où la biodiversité peut être restaurée et améliorée (c'est-à-dire de la valeur ajoutée). Il est donc utile de prendre en compte la probabilité d'une déforestation future - en fonction du changement de l'occupation du sol et d'autres variables prédictives, afin de sélectionner des zones pour chaque écosystème susceptible d'être défriché.

Les zones sélectionnées dans cet exemple sont à risque de déforestation et sont adjacentes aux aires protégées existantes.

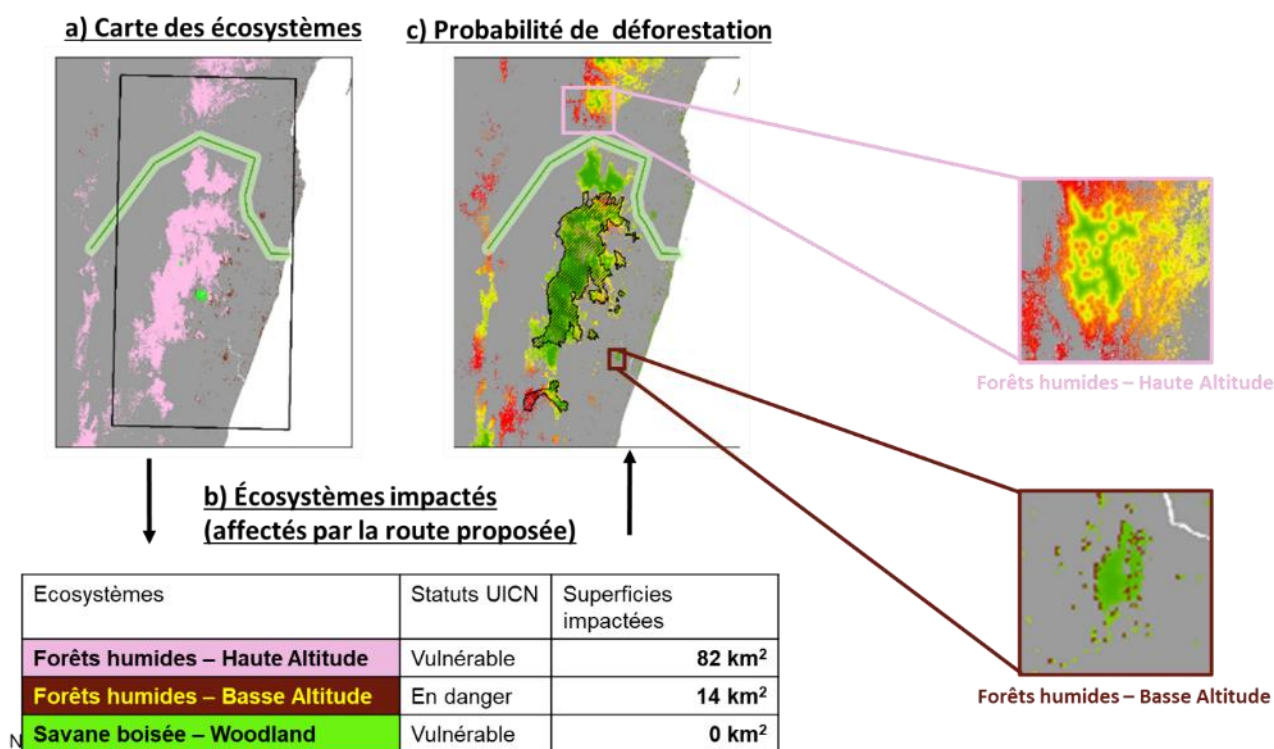


Figure 2626 : Processus de sélection de zones de compensation

Cette figure montre le processus de sélection de zones de compensation : a) montre l'étendue actuelle des écosystèmes et l'itinéraire de la route choisie ; b) montre la superficie de chaque écosystème qui est impacté par la route ; c) montre la probabilité de déforestation ; et e) montre des emplacements potentiels pour la compensation.

13. Résumé des recommandations

- Nécessité de prioriser la conservation face aux menaces, pressions, et effets du développement socio-économique du pays.
- Existence des textes réglementaires et engagements en faveur de la biodiversité à Madagascar.
- Existence des initiatives d'aménagement du territoire.
- Existence des stratégies et plans d'actions pour la conservation de la biodiversité.
- Collecte des informations sur les données existantes (biodiversité, développement, démographie) pour permettre de savoir et de comprendre l'état actuel des sources de données disponibles sur différents thèmes, fournissant une base de connaissance non seulement sur la qualité et évolution de la biodiversité, mais aussi sur les options à considérer pour les utilisateurs dans la mise en œuvre du processus de la hiérarchie d'atténuation.
- L'évaluation de la biodiversité à Madagascar largement dominée par les informations produites par les scientifiques. Elles sont surtout relatives aux taxons (espèces incluses) que sur les écosystèmes et les services écosystémiques. Il est nécessaire d'ajouter la typologie des écosystèmes et leur état avec les informations sur les taxons pour des évaluations plus fiables.
- Les données sur le biote ou l'ensemble des organismes vivants à Madagascar sont diffusées dans plusieurs sources (mondial et national) dont les plus connues et fréquentées sont celles de l'UICN, du GBIF, de Tropicos, de Rebioma, de Lemurs portal et de Malagasy nature grâce à leur accès facile. Toutes ces sources de données donnent accès aux utilisateurs les informations de nombreuses espèces (endémicité, distribution, reproduction, biologie, etc.) et leur niveau de menace. Il faut bien ainsi préciser les sources d'informations étant données certaines différences entre elles
- La diversité biologique de Madagascar est soumise aux différentes menaces d'origines diverses (anthropiques ou naturelles), et qui s'évolue suivant différents facteurs. Intégrer le niveau de résilience de l'écosystème (ex. au changement climatique, vulnérabilité aux menaces anthropiques) face à ces changements dans l'évaluation de cette diversité biologique serait un moyen de déterminer les zones beaucoup plus sensibles ou pas, qui peuvent tolérer les investissements ou pas
- Existence des lois, politiques, et plan d'action en faveur de la biodiversité à Madagascar (aires protégées, restauration, reboisement, priorisation de la conservation, évaluation où les enjeux de développement et de conservation
- Existence des sites orphelins qui sont des aires protégées légales mais qui ne bénéficiant d'aucune protection à cause de différentes raisons
- Nécessité d'adapter le rapport RSP pour servir comme un outil d'aide à la prise de décision pour les décideurs, en priorisant l'aspect hiérarchie d'atténuation (rapport synthétique).

14. Bibliographie et Webographie

- Carwardine, J., Klein, C. J., Wilson, K. A., Pressey, R. L., & Possingham, H. P. (2009). Hitting the target and missing the point: target-based conservation planning in context. *Conservation Letters*, 2(1), 4-11.
- Doherty TS, Bland LM, Bryan BA, Neale T, Nicholson E, Ritchie EG, Driscoll DA (2018) Expanding the Role of Targets in Conservation Policy. *Trends Ecol. Evol.* 33(11): 809-812.

Moat, J., & Smith, P. (2007). *Atlas of the Vegetation of Madagascar*. Kew Publishing. Richmond, Surrey, TW9, 3AB, UK: Royal Botanic Gardens, Kew. 126 pages

Battistini, R. & Richard- Vindard, G. (eds.) (1972) *Biogeography and ecology in Madagascar*. W. Junk, B. V, Publisher, The Hague, The Netherlands. 775 pages. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7159-3>.

Lourenco, W. R. & Goodman, S. M. (eds.) (1999). *Diversité et Endémisme à Madagascar*. Société de Biogéographie – Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, France.

Goodman, S. M. & Benstead, J. P. (eds.). 2003. *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago and London, 1709 pages. ISBN 0-226-30306-3

Goodman, S. M., Raherilalao, M. J., & Wohlhauser, S. (eds.) (2019). *Les Aires protégées Terrestres de Madagascar: Leur Histoire, Description et Biote Association Vahatra*, Antananarivo, Madagascar – Trois Volumes

Ministère d'Etat chargé des Projets Présidentiels, de l'Aménagement du Territoire et de l'Equipement (MEPATE) (2015). *Schéma National des orientations sectorielles et transversales SNOST 2015-2025*

Máiz-Tomé, L., Sayer, C. & Darwall, W. (eds.) (2018). *Statut et répartition de la biodiversité d'eau douce à Madagascar et dans le hotspot des îles de l'Océan Indien*. Gland, Suisse: UICN. viii + 136 pages.

Ganzhorn, J. U., Rakotosamimanana, B., Hannah, L., Hough, J., Iyer, L., Olivieri, S., Rajaobelina, S., Rodstrom, C., & Tilkin, G. (1997). Priorities for biodiversity conservation in Madagascar. *Primate Report*, 48-1: 1–81.

BirdLife International. (1998). Important Bird Areas and associated islands - Madagascar. In BirdLife International (ed.) *Important Bird Areas* (pp. 489–538). Cambridge CB2 3QZ UK: BirdLife International.

Callmander, M.W., Schatz, G.E, Lowry II, P.P., Laivao, M.O., Raharimampionona, J., Andriambololonerana, S., Raminosoa, T. & Consiglio, T. (2007) Application of IUCN Red List criteria and assessment of Priority Areas for Plant Conservation in Madagascar: rare and threatened Pandanaceae indicate new sites in need of protection. *Oryx*, 41: 168–176.

Brown et al. (2016). Evaluation de stratégie de conservation des amphibiens

Andreone, F., Carpenter, A. I., Cox, N., Du Preez, L., Freeman, K., Furrer, S., Garcia, G., Glaw, F., Glos, J., Knox, D., & al. (2008). The challenge of conserving amphibian megadiversity in Madagascar. *PLoS Biology*, 6(5): 0943–0946. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060118>

Brown, J. L., Sillero, N., Glaw, F., Bora, P., Vieites, D. R., & Vences, M. (2016). Spatial Biodiversity Patterns of Madagascar's Amphibians and Reptiles. PLOS ONE, 11(1): e0144076. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144076>

Schwitzer C, Mittermeier RA, Davies N, Johnson S, Ratsimbazafy J, Razafindramanana J, Louis Jr. EE, Rajaobelina S (eds). 2013. Lemurs of Madagascar: A Strategy for Their Conservation 2013–2016. Bristol, UK: IUCN SSC Primate Specialist Group, Bristol Conservation and Science Foundation, and Conservation International. 185 pp.

Conservation International & World Wildlife Fund (2007). Evaluation de la vulnérabilité de la biodiversité au changement climatique

Koechlin, J., Guillaumet, J.-L., Morat, Ph., 1974. Flore et végétation de Madagascar. J. Cramer Verlag, Vaduz 701 p. ISBN 3-7682-0940-7

Wendland, K.J., Honzák, M., Portela, R., Vitale, B., Rubinoff, S., R& andrianarisoa, J., (2009). Targeting and implementing payments for ecosystem services: opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. Ecological Economics, 69(11): 2093-2107. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.01.002.

Neugarten, R. A., Honzák, M., Carret, P., Koenig, K., Andriamaro, L., Cano, C. A. et al. (2016). Rapid Assessment of Ecosystem Service Co-Benefits of Biodiversity Priority Areas in Madagascar. PLOS ONE, 11(12): e0168575. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168575>

Rogers, H. M., Glew, L., Honzák, M., & Hudson, M. D. (2010). Prioritizing key biodiversity areas in Madagascar by including data on human pressure and ecosystem services. Landscape and Urban Planning, 96(1):48–56. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.02.002>

Carrasco, J., Price, V., Tulloch, V., & Mills, M. (2020). Selecting priority areas for the conservation of endemic trees species and their ecosystems in Madagascar considering both conservation value and vulnerability to human pressure. Biodiversity and Conservation, 29(6), 1841–1854. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01947-1>

Golden, C. D., Rasolofoniaina, B. J. R., Anjaranirina, E. J. G., Nicolas, L., Ravaoliny, L., & Kremen, C. (2012). Rainforest pharmacopeia in Madagascar provides high value for current local and prospective global uses. PloS One, 7(7): e41221. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041221>

Tropicos (2017)- <http://legacy.tropicos.org/Project/Madagascar>) Madagascar Catalogue 2017

Manjato, N., Rakotonirina, N., Faranirina, L., Rabarimanarivo, M., Andriambololonera, S. & Phillipson, P.B. 2017. Biodiversity knowledge of freshwater aquatic plants of Madagascar. Oral presentation, 21st Congress of the Association for the Study of the Flora of Tropical Africa. Nairobi, 15–19 May, 2017.

Goodman, S. M. & Raherilalao, M. J. (eds.) (2013). Atlas d'une sélection des vertébrés terrestres de Madagascar. Association Vahatra, Antananarivo, Madagascar. 290 pages

Ratsirarson, H., Rafanomezantsoa, J. J & Randriambololona, T. N. 2005. Invasion d'une fourmi exotique *Technomyrmex albipes* (Hymenoptera, Formicidae) à Tampolo. In Suivi de la biodiversité de la forêt littorale de Tampolo, eds. J. Ratsirarson & S. M. Goodman. Recherches pour le Développement, Série Sciences

Biologiques, 22 :41-60.

Lagabrielle et al. (2009). Cartographie des facteurs de changement anthropiques pour la planification de la conservation de la biodiversité dans l'Océan Indien occidental

Gastineau, B. & Sandron, F. (2006), Démographie et environnement à Madagascar. *Economie Rurale*, 294-295. <https://doi.org/10.4000/economierurale.921>

Venter, O., Sanderson, E. W., Magrath, A., Allan, J. R., Beher, J., Jones, K. R., et al. (2016). Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature Communications*, 7(1) : 12558. <https://doi.org/10.1038/ncomms12558>

Phillipson, P.B., Andriambololonera, S.R., Lowry, P.P., Manjato, N., Rabarimanarivo, M., Rakotonirina, N., Ravalolomanana, N. & Schatz, G.E. (2017). The Madagascar Catalogue, progress to date and prospects for the future. Oral presentation, 21st Congress of the Association for the Study of the Flora of Tropical Africa. Nairobi, 15–19 May, 2017.

Burgess, N., D'Amico, J., Underwood, E., Olson, D., Dinerstein, E., & Itua, I. (2004). *Terrestrial ecoregions of Africa* (WWF United). Washington - Covelo - London: Island Press.

Mongabay <https://news.mongabay.com/2019/05/its-now-or-never-for-madagascars-biodiversity-experts-say/>

WWF, 2012, Artisanal and Small-scale Mining in Protected areas and critical Ecosystems Programme (ASM -PACE)

Mittermeier, R., Hawkins, F., Rajaobelina, S., & Langrand, O. (2005). Wilderness conservation in a biodiversity hotspot. *International Journal of Wilderness*, 11(3) : 42–45.

Humphries, C. J., Williams, P. H., & Wright, R. I. V. (1995). Measuring Biodiversity Value for Conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26(1) : 93–111. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.26.110195.000521>

Groom, G.B., Bladt, J., Moeslund, J.E. & Ejrnæs, R. 2018. Developing biodiversity proxies. Technical description. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 42 pp. Technical Report No. 123. <http://dce2.au.dk/pub/TR123.pdf>

Vieilledent G., C. Grinand, F. A. Rakotomalala, R. Ranaivosoa, J.-R. Rakotoarijaona, T. F. Allnutt, & F. Achard (2018). Combining global tree cover loss data with historical national forest-cover maps to look at six decades of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Biological Conservation*, 222: 189-197

ONE, <http://mg.chm-cbd.net/biodiversity/especes-et-ecosystemes/biodiversite-terrestre/les-principaux-ecosystemes>

www.mg.chm-cbd.net/implementation/Documents_nationaux/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement-2012/chapitre_5_ecosysteme_terrestre.pdf/download/en/1/Chapitre%205_Ecosysteme_Terrestre.pdf

<http://mediatheque.accesmad.org/educmad/mod/page/view.php?id=13234>

Information du programme EDUCMAD, qui met à disposition des Ressources Educatives Numériques pour l'enseignement des Sciences (Mathématiques, Sciences Physiques, Science et Vie de la Terre) à Madagascar.

www.mediatheque.accesmad.org/educmad/mod/page/view.php?id=13234

<https://bioscenemada.cirad.fr/maps/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320718301125>

[https://www.undp.org/content/dam/madagascar/docs/rndh-2018/Rapport%20National%20sur%20le%20D%C3%A9veloppement%20Humain%20\(RNDH\)%20-%20Madagascar%202018%20-%20R%C3%A9sum%C3%A9.pdf](https://www.undp.org/content/dam/madagascar/docs/rndh-2018/Rapport%20National%20sur%20le%20D%C3%A9veloppement%20Humain%20(RNDH)%20-%20Madagascar%202018%20-%20R%C3%A9sum%C3%A9.pdf)

https://www.cepf.net/sites/default/files/ecosystemprofile_madagascar_fr.pdf

http://mg.chm-cbd.net/implementation/Documents_nationaux/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement-2012/chapitre-5_ecosysteme_terrestre.pdf/download/en/1/Chapitre%205_Ecosysteme_Terrestre.pdf

Neugarten, R.A., Langhammer, P.F., Osipova, E., Bagstad, K.J., Bhagabati, N., Butchart, S.H.M., Dudley, N., Elliott, V., Gerber, L.R., Gutierrez Arrellano, C., Ivanić, K.-Z., Kettunen, M., Mandle, L., Merriman, J.C., Mulligan, M., Peh, K.S.-H., Raudsepp-Hearne, C., Semmens, D.J., Stolton, S., Willcock, S. (2018). Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas. Gland, Switzerland: IUCN. x + 70pp.

Mulligan M. Trading off agriculture with nature's other benefits, spatially. (2015). In: Zolin CA, Rodrigues R de AR, editors. Impact of Climate Change on Water Resources in Agriculture. CRC Press -p. 184.

Mulligan M. (2013). WaterWorld: a self-parameterising, physically based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. Hydrology Research, 44(5): 748.

Charra M. 2015. Création d'une base de données et modélisation de la biodiversité à Madagascar. Rapport de Master. Sous la direction de G. Vieilledent. Master II Ecologie, Biodiversité, Evolution (EBE), Préservation et Gestion Conservatoire des Ecosystèmes. Université Paris-Saclay ENS, Université Paris Sud, AgroParisTech, Sorbonne Université, MNHN. 32 p.

<https://firecast.conservation.org/>

<https://siteresources.worldbank.org/INTMADAGASCARINFRENCH/Resources/Environnement.pdf>

(UNDDSMS/MAG/91/007) - Banque Mondiale (IDA/2125 MAG)

<https://forestatrisk.cirad.fr/mada/>

<http://www.wwf.mg/?uNewsID=324610>

<http://www.rfi.fr/emission/20180821-changement-climatique-madagascar-biodiversite-pays-danger>

<http://www.fao.org/3/a-az264f.pdf>

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/13692WWF2.pdf>

https://www.academia.edu/28113074/Mapping_anthropogenic_drivers_of_change_for_biodiversity_conservation_planning_in_the_Western_Indian_Ocean

<https://journals.openedition.org/economierurale/921?file=1>

https://wcshumanfootprint.org/country/HF_Madagascar.pdf

Nature Communications 7:12558. DOI:10.1038/ncomms12558.

<http://www.presidence.gov.mg/actualites/conseil-des-ministres/73-conseil-des-ministres-du-27-fevrier-2019-recouvrir-madagascar-de-fore-t.html>

15. Annexes :

15.1. Autres lacunes identifiées pour la section « Data Collection and Compilation »

15.1.1. *Approche « Paysage » et « Biosphère »*

L'approche paysage a déjà été adoptée à Madagascar pour laquelle les informations peuvent bénéficier de l'évaluation de la biodiversité avec tous les composants (humain, paysager, interaction etc.). Pourtant peu d'informations existent car les données sont collectées site par site.

A Madagascar, il existe plusieurs projets et programmes qui ont leurs propres objectifs, dans les différents secteurs d'activités. Le terme « approche paysage » se définit par le concept où les acteurs de chaque projet délimitent l'ampleur ou les conditions dudit paysage dans un système.

Pour le « projet d'agriculture durable par une approche paysage » (PADAP) par exemple, L'approche paysage garantit que l'utilisation de terres pour chaque type d'occupation réponde à un équilibre d'aménagement spatial qui réduit la dégradation des ressources naturelles (eau, sol, écosystème) tout en maximisant les opportunités de génération de revenus durables pour la population.

Pour la conservation, l'approche paysage se définit par une délimitation d'une grande zone qui est couverte d'écosystèmes les plus distinctifs. Par exemple le projet : « Approche à l'échelle des paysages pour la conservation et la gestion de la biodiversité menacée à Madagascar axée sur le paysage forestier épineux et sec d'Atsimo-Andrefana », un projet qui était mis en œuvre dans la Région par le gouvernement avec l'appui financier du PNUD et du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM). On pourrait dire alors que l'approche paysage est un outil d'appui à la planification territoriale et la gestion de l'aménagement du territoire pour la conservation de la biodiversité.

Concernant l'approche « biosphère », prenons le cas d'étude faite par la GIZ, parlant des « Réserves de biosphère : inciter à l'action pour l'Agenda 2030 » (<https://www.giz.de/expertise/downloads/bmz2016-fr-Reserves-de-biosphere-pour-Agenda-2030.pdf>), qui dit que "La croûte terrestre et l'atmosphère forment ce qu'on appelle la biosphère, laquelle a la capacité d'entretenir la vie. Les réserves de biosphère ont pour finalité de protéger l'environnement ainsi que les organismes vivant dans certaines zones".

Les trois fonctions essentielles des réserves de biosphère sont :

- La conservation : sauvegarder les écosystèmes et les paysages, ainsi que leur diversité génétique ;
- Le développement : faire en sorte que le développement économique et humain au sein des réserves de biosphère ;
- Le soutien logistique : favoriser la formation et l'éducation environnementales, ainsi que la recherche et le suivi environnemental.

Citons quelques exemples de réserves de biosphère à Madagascar : Réserve de biosphère de Tsimanampesotse – Nosy Ve Androka ; Réserve de biosphère de Kirindy Mite ; Réserve de biosphère de Sahamazala, et la réserve de biosphère de Mananara Nord.

Le programme Small Grants Programme (SGP) financé par le Global Environment Facility (GEF) et mis en œuvre par le PNUD fait la promotion d'innovation dans la gestion communautaire, le développement de capacité et l'autonomisation des organisations communautaires à travers des projets de développement

durable sur la conservation de la biodiversité, l'adaptation et l'atténuation du changement climatique, la prévention de la dégradation des terres, la protection de l'eau, et les alternatives durables des moyens de subsistance.

A Madagascar, le programme GEF-SGP dans sa phase 6 a soutenu plusieurs projets de conservation de des écosystèmes forestier et marin. La carte ci-dessous montre les paysages prioritaires du programme.



Figure 2727 : Carte des paysages prioritaires du GEF-SGP

15.2. Descriptif des écosystèmes :

Ci-après un bref descriptif de chaque type d'écosystème terrestre de Madagascar, selon la classification dans l'Atlas de Végétation RBG Kew :

- **FORET HUMIDE** : La forêt humide est localisée entre 0 et 2 750 m d'altitude sur les plateaux de l'Est et du centre de Madagascar et leurs escarpements associées. Elle s'étend du Nord au sud le long d'une étroite bande depuis Taolagnaro jusqu'à Iharana (*Koechlin et al. 1974*). Ce type de forêt est représenté par une végétation sempervirente et présente une canopée fermée et une structure à plusieurs strates. La hauteur de la canopée peut atteindre 30-35 m aux altitudes basse et moyenne mais diminue au fur et à mesure que l'on monte en altitude. Les familles dominantes rencontrées sont les suivantes : Les familles dominantes des grands arbres, les petits arbres et arbustes, les bambous et lianes, et les arbres des premières successions.
- **FORET HUMIDE DEGRADEE** ou **SAVOKA**: Ce type de forêt est localisée entre 0 et 1 750 m d'altitude et s'étend sur les plateaux orientaux et centraux ainsi que sur les escarpements qui leurs sont associées. La végétation est extrêmement variable selon le niveau de dégradation. On peut y rencontrer une forêt quasi intacte, des formations buissonnantes, des formations herbeuses boisées et même des formations herbeuses.

- **FORET LITTORALE** : Ce type d'écosystème est rencontré dans les régions côtières du sud-est et de l'Est de Madagascar. La végétation présente trois composantes : la forêt sur sable, la forêt marécageuse et les zones herbeuses. Des lacs peuvent être également associés à ce type de formation. La forêt sur sable et la forêt marécageuse présente une canopée continue sur une hauteur comprise entre huit et 15 m, mais peut atteindre 16-20 m à certain endroit. La forêt sur sable est caractérisée par des arbres de grandes et moyennes tailles ; des arbres de petites à moyenne tailles ; et des lianes.
- **FORMATION HERBEUSE BOISEE – FORMATION BUISSONNANTE** : Ce type d'écosystème s'étend entre 0 et 2700 m d'altitude. Il englobe les plateaux de l'ouest et du centre de Madagascar ainsi que sur les escarpements qui leurs sont associées mais aussi, les aires de « savoka » défrichées au Sud et à l'Est. La végétation est variable, allant de la formation herbeuse plus ou moins boisée à une formation buissonnante et même une forêt ou un fourré bas. Dans les zones plus hospitalières du plateau centrale, les composantes indigènes ligneuses sont remplacées par des plantations d'essences allogènes. Plus à l'ouest la composante ligneuse est composée d'espèces indigènes de transition. On peut trouver aussi de la composante herbacée.
- **FORMATION HERBEUSE – FORMATION HERBEUSE DE PLATEAU** : Ce type d'écosystème est le plus représenté à Madagascar. Il s'étend entre 0 et 2700 m d'altitude et englobe des formations herbeuses jusqu'aux bruyères et des formations herbeuses boisées voire arborées. Aux altitudes plus basses, plus particulièrement sur le versant occidental, on y trouve des espèces de transition indigènes
- **FORET DE TAPIA** : Ce type d'écosystème est rencontré généralement entre 500 et 1800 m d'altitude et est distribué sur les plateaux de l'ouest et du centre. La forêt présente une canopée sempervirente d'une hauteur de 10-12 m avec un sous- bois de buissons éricoïdes. Les lianes sont fréquentes mais les épiphytes sont peu nombreuse. La strate herbacée est dominée par les graminées.
- **FORET HUMIDE DE L'OUEST** : Ce type de forêt s'étend sur un gradient altitudinal comprise entre 700 et 1300 m. Elle se rencontre sur le plateau, surtout sur les plus hauts versants orientaux du massif de l'Analavelona. La végétation est une forêt haute sempervirente, jusqu'à 25 m de hauteur avec une canopée fermée et un sous-bois bien défini. Les espèces dominantes devraient encore faire l'objet de recherches plus approfondies.
- **FORET SECHE DE L'OUEST** : Ce type d'écosystème est localisé entre 800 et 1600 m d'altitude et se rencontre dans la région occidentale de Madagascar depuis le fleuve Mangoky au Sud-ouest jusqu'au cap d'Ambre au Nord de L'île. La végétation généralement caducifoliée et assez diversifiée est fortement influencée par la pluviométrie et le substrat sur lequel elle est rencontrée. Ainsi on peut observer des formations allant de la forêt dense sèche, fourrée impénétrable à la formation buissonnante avec des buissons bas.

La forêt dense sèche caducifoliée est surtout distribuée dans le secteur du moyen ouest. La canopée peut atteindre 20 m de haut avec des couronnes interconnectées et dominée par les grands arbres, des arbres de taille moyenne, des broussailles xérophytes. La végétation du sous-bois renferme les aloès, le fourré sec caducifolié, et la forêt sèche sclérophylle.
- **FORET SUB-HUMIDE DE L'OUEST** : Ce type d'écosystème est distribué à l'intérieur des terres sur le versant occidental généralement entre 250 et 700 m d'altitude mais peut s'étendre dans l'ensemble entre 70 et 1000 m d'altitude. La végétation est caractérisée par une canopée constituée d'un peuplement d'arbres dont les couronnes sont entrelacées avec de très grands arbres pouvant atteindre jusqu'à 20 m de haut. Le sous-bois est caractérisé par une strate buissonnante de 1-5 m de haut. La strate herbacée est généralement clairsemée. On y trouve les grands arbres, les bas-fonds marécageux, et le sous-bois.
- **FORET – FOURRE SECHE EPINEUSE DU SUD-OUEST** : Ce type d'écosystème occupe les plateaux calcaires et les crêtes sur socle ou grès de l'intérieur des terres des versants sud et ouest.

Généralement il se rencontre entre 0 et 300 m d'altitude. La végétation varie en fonction de la pluviométrie et du substrat allant d'une forêt à un fourré impénétrable, voire des formations buissonnantes et des buissons bas. La répartition de ces espèces varie en fonction de la localisation et du substrat de la région. (Les crêtes calcaires et les pavages, près de Tuléar ; la strate arbustive ; sur sable rouge profond aux alentours de Tuléar ; au sud de Toliara sur les calcaires et le sable ; la zone de Tampolo ; au nord d'Androka sur pavage calcaire et sable brun clair ; entre Androka et Ampanihy, sur sable rouge ou brun avec du fourré ; près d'Ampanihy sur sable brun dérivé du gneiss ; les régions de transition ; et la zone entre Beloha et Fort-Dauphin sur sable brun clair à orange dérivé de quartzite/schiste entre Amboasary et Ranopiso.

- **FORET SECHE EPINEUSE DEGRADEE DU SUD-OUEST** : Ce type d'écosystème se rencontre entre 0 et 300 m d'altitude au niveau des plateaux calcaires et les crêtes sur socle/grès à l'intérieur des terres des côtes sud et ouest de Madagascar. La végétation varie selon la pluviométrie, le substrat et le degré de dégradation. On peut y observer une forêt fragmentée, une formation buissonnante et des buissons bas. De plus des espèces rudérales liées à la dégradation peuvent s'ajouter au cortège de végétation.
- **FORMATION BUISSONNANTE COTIERE DU SUD-OUEST** : Ce type d'écosystème occupe la bande côtière méridionale de Madagascar entre 0 et 50 m d'altitude. La végétation est un peuplement ouvert de buissons ; généralement entre 3 et 7 m de haut avec une canopée couvrant 40% ou plus.
- **ZONE HUMIDE** : Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres (Convention Ramsar). La composante de la végétation varie en fonction du type de la zone humide. Les marécages tendent à être dominés par diverses espèces. Les éléments d'origine de la forêt marécageuse sont des espèces de palmiers et de Pandanus mais aussi les *Ravenala madagascariensis*, *Voacanga thouarsii*, *Mascarenhasia* ssp. Les lagons sont caractérisés par des carex et des fougères à rhizomes. Il y a aussi des tourbières et des lacs d'eau saumâtre ou salée. La végétation des lacs dulçaquicoles varie d'un lac à l'autre. Les espèces de *Cyperus* et de *Pandanus* sont fréquentes. La famille est bien représentée dans les marécages et tourbières associés. Le genre *Nymphaea* est représenté par *Nymphaea lotus* à l'Ouest et *N. stellata* à l'Est. Les cours d'eau, fleuves ou rivières sont caractérisés par les plantes des familles d'Aponogetonaceae.
- **MANGROVE** : Les mangroves se rencontrent entre -5 et 5 m d'altitude sur le littoral et principalement la côte Ouest de Madagascar sur près de 1 300 km. La végétation est constituée de peuplements ouverts ou fermés d'arbres ou d'arbustes distribués sur la zone intertidale du rivage, entre les lignes des marées haute et basse. La plupart des mangroves de Madagascar abritent sept espèces appartenant à cinq familles : Rhizophoraceae; Avicenniaceae/Acanthaceae ; Sonneratiaceae ; Combretaceae; Lecythidaceae. D'autres espèces sont aussi mentionnées : *Xylocarpus granatum* (uniquement dans la Baie de Mahajamba).

15.3. Informations additionnelles sur le Système des Aires Protégées de Madagascar (SAPM) :

1. Conserver l'ensemble de la biodiversité unique de Madagascar (écosystèmes, espèces, variabilité génétique) ;
2. Conserver le patrimoine culturel Malagasy ;
3. Maintenir les services écologiques et l'utilisation durable des ressources naturelles pour la réduction de la pauvreté et le développement durable

15.3.1. La naissance du SAPM (Système des Aires Protégées de Madagascar) :

Basée de la convention sur la diversité biologique à la vision Durban, en avril 2002, pour la mise en œuvre de l'Article 8 de la convention sur la Diversité Biologique, portant sur la Conservation in-situ', les Parties se sont engagées afin de parvenir jusqu'en 2010, à une réduction significative du rythme actuel d'appauvrissement de la biodiversité aux niveaux mondial, régional et national, à titre de contribution à l'atténuation de la pauvreté et au profit de toutes les formes de vie sur Terre.

Le programme de travail sur les aires protégées ainsi adopté en 2004 a comme objectif d'appuyer l'établissement et la maintenance des aires protégées terrestres jusqu'en 2010, celui des aires protégées marines jusqu'en 2012. Elles devront être gérées de manière effective et seront écologiquement représentatives au niveau national, et régional. Par ailleurs, elles doivent contribuer d'une part, aux 3 objectifs de la Convention à travers le plan stratégique, les objectifs 2010 de la biodiversité, d'autre part aux objectifs du Millénaire pour le Développement.

Ainsi, lors du Congrès Mondial sur les Parcs à Durban en septembre 2003, les pays participants ont souligné l'importance de la contribution des aires protégées au développement durable, aux services écologiques, aux moyens d'existence et à l'éradication de la pauvreté.

C'est dans ce cadre que le Gouvernement malgache prit l'engagement de tripler la superficie des aires protégées à Madagascar, en portant cette superficie de 1,7 millions d'hectares en 2003 à 6 millions d'hectares en 2012, soit au moins 12% du territoire national.

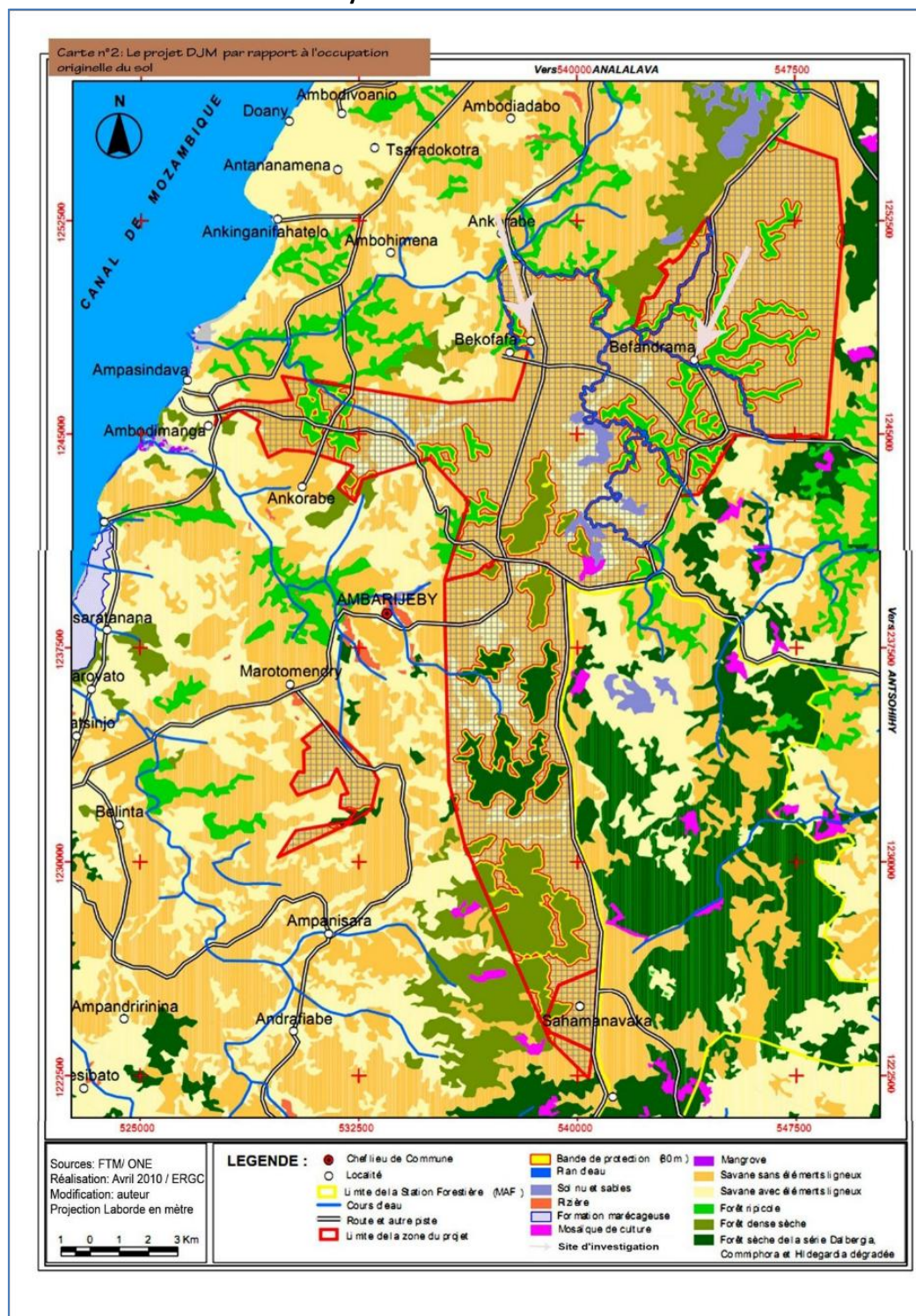
La « Vision Durban » a été ainsi mise en place pour établir le Système d'Aires Protégées à Madagascar (SAPM) dont la conception s'inspire des catégories des aires protégées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN).

Puis, dans un cadrage politique, notons :

- Les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) (cf : développement durable et la lutte contre la pauvreté), la création et la gestion des Aires Protégées font partie des Objectifs du Millénaire, auxquels Madagascar adhère. Elles font partie de l'objectif 7 portant sur l'Environnement qui vise à « assurer » la durabilité environnementale, en adoptant des stratégies pour le développement durable et la protection des ressources naturelles ; et en réduisant de moitié la population sans accès à l'eau potable et à l'assainissement jusqu'en 2015.
- Les OMD doivent se complémentariser. Les aires protégées devront contribuer au développement durable.
- Dans la vision « Madagascar – naturellement », l'environnement sera protégé et sera utilisé d'une façon sage et responsable pour promouvoir notre développement. La croissance économique sera basée sur les ressources naturelles et sur la transformation des produits naturels.
- Madagascar Action Plan : Initiative lancée par le Président de la République. Le MAP vise à démarrer une croissance rapide, à réduire la pauvreté, et devra assurer le développement du pays en réponse aux défis de la mondialisation et aux Objectifs du Millénaire pour le Développement.
- Ce programme du Gouvernement malgache a consacré l'engagement 7, visant à « Prendre soin de l'environnement — Défi 1 à travers « l'Augmentation des Aires Protégées pour la conservation et la valorisation de la biodiversité terrestre, lacustre, marine et côtière ».

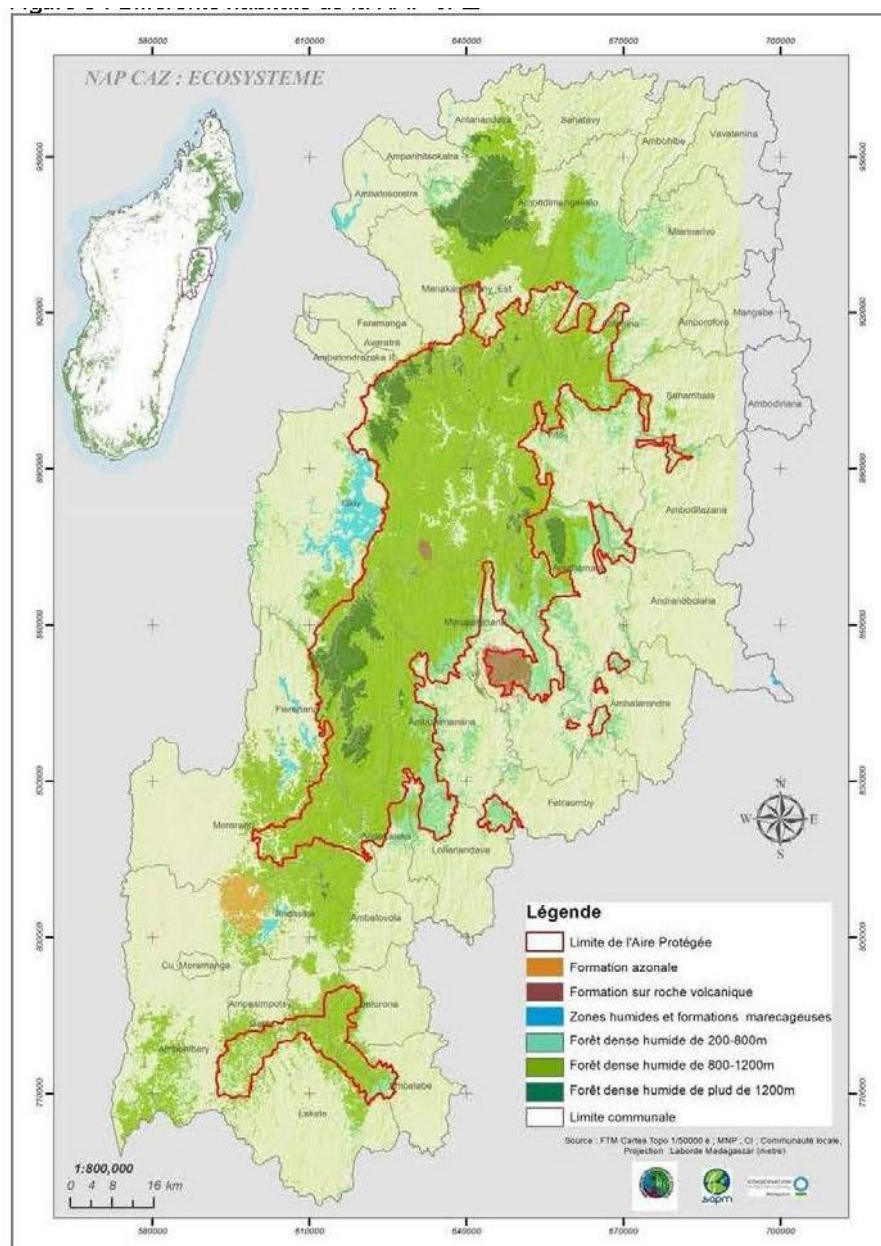
15.4. Cartes illustratives sur l'utilisation des données existantes :

Carte 1 : carte d'écosystème d'une zone



Source : Rapport final sur l'étude sur la pertinence et l'efficacité des outils EIE (études d'impact environnementales) pour la régulation des grands investissements agricoles : cas de la société delta jatropha Madagascar, © Observatoire du foncier, Décembre 2011 (<http://www.observatoire-foncier.mg/downloads/Memoire-Etude-dimpacts-environnemental-grands-investissement.pdf>)

Carte 2 : Différents habitats de l'aire protégée Corridor Ankeniheny Zahamena

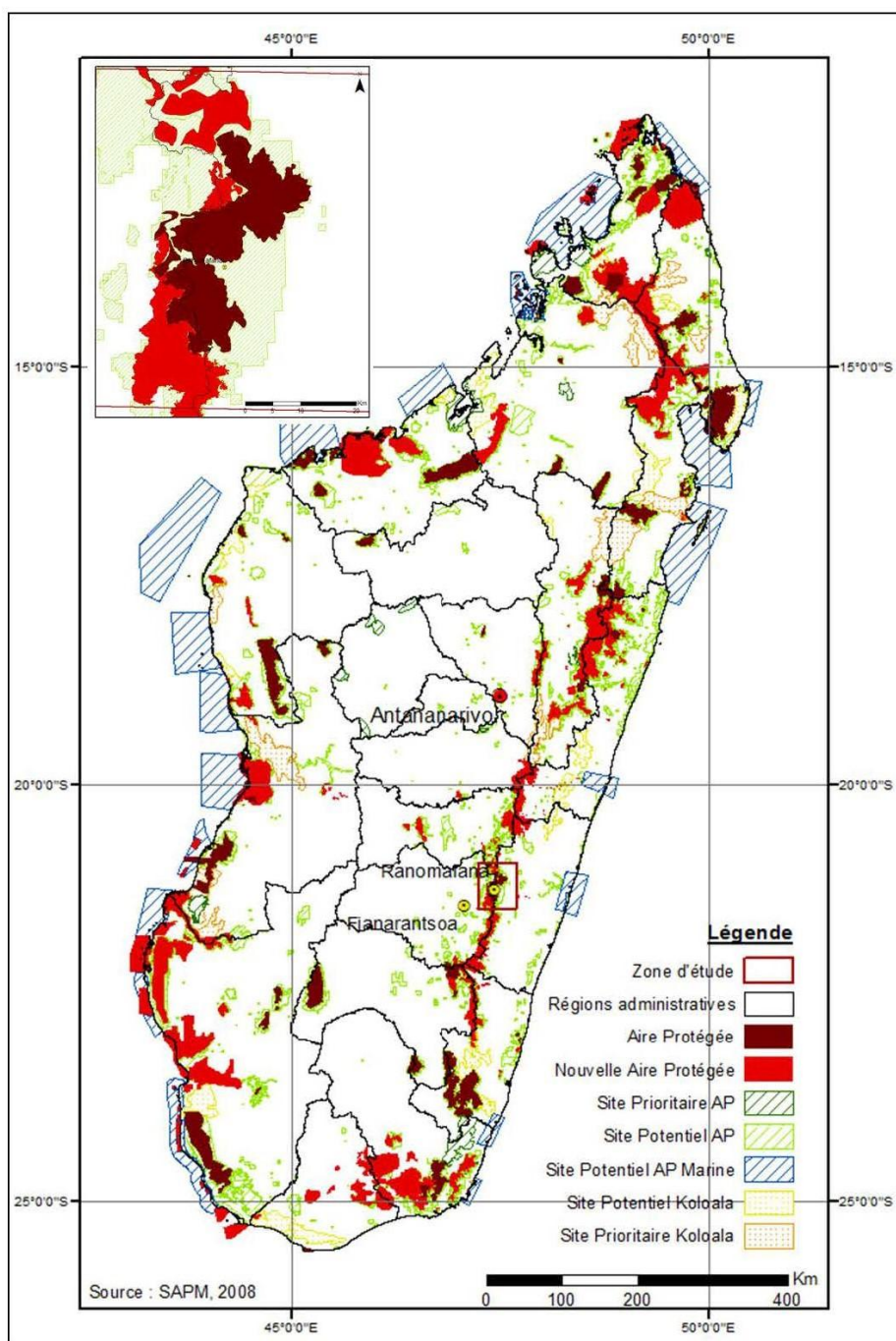


Source : MEEMF & CI, 2015a : Plan d'aménagement et de gestion (PAG), 2015-2020

Source : ©MEEMF & CI, 2015a : Plan d'aménagement et de gestion (PAG), 2015-2020, Paysages durables dans L'Est de Madagascar Plan de Gestion Environnementale et Sociale, mai 2016 (<https://www.eib.org/attachments/registers/66719285.pdf>).

Remarque : Carte lisible, mais qui n'est pas bien claire même dans le fichier mère

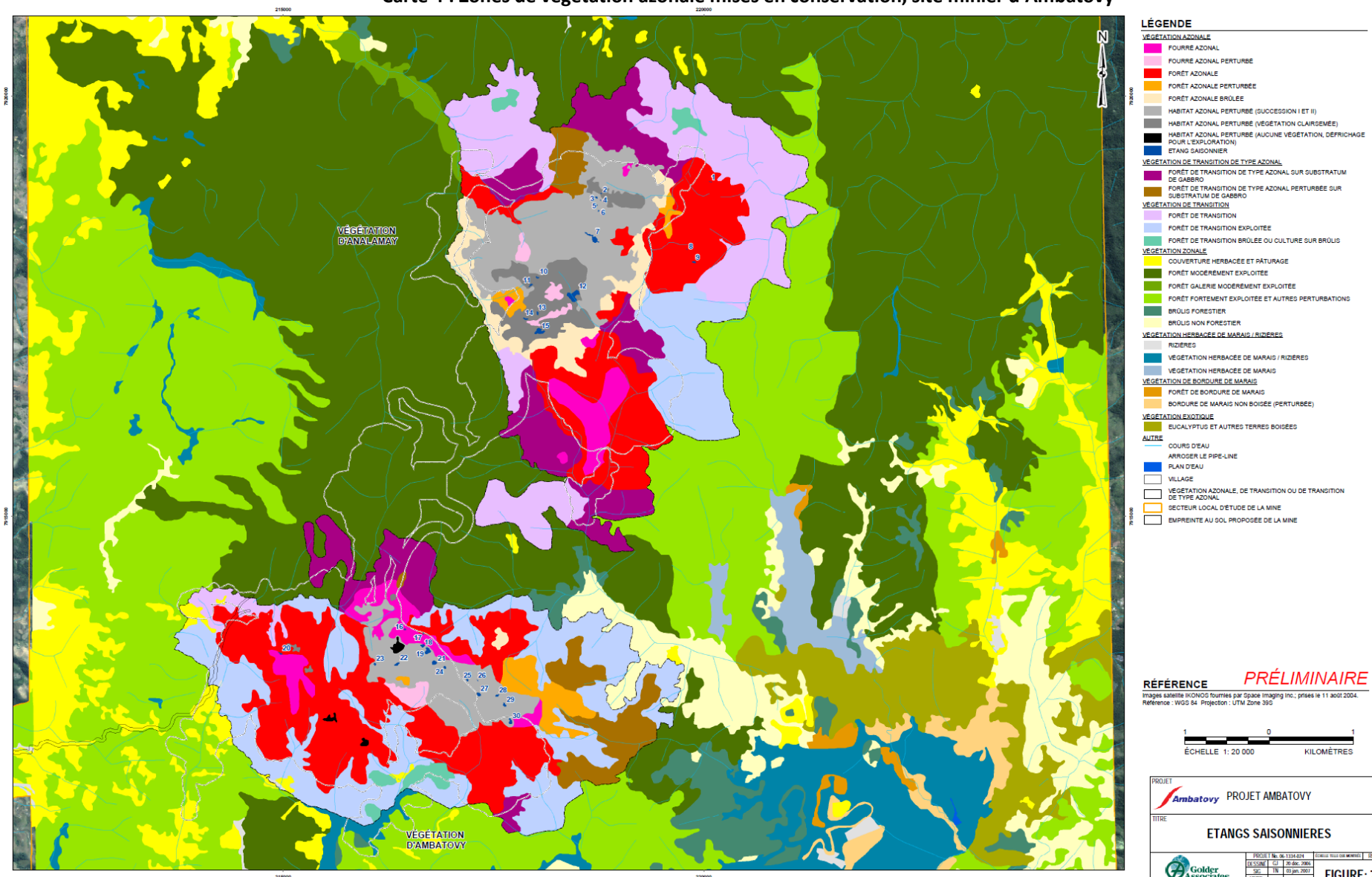
Carte 3 : Le système SAPM de Madagascar



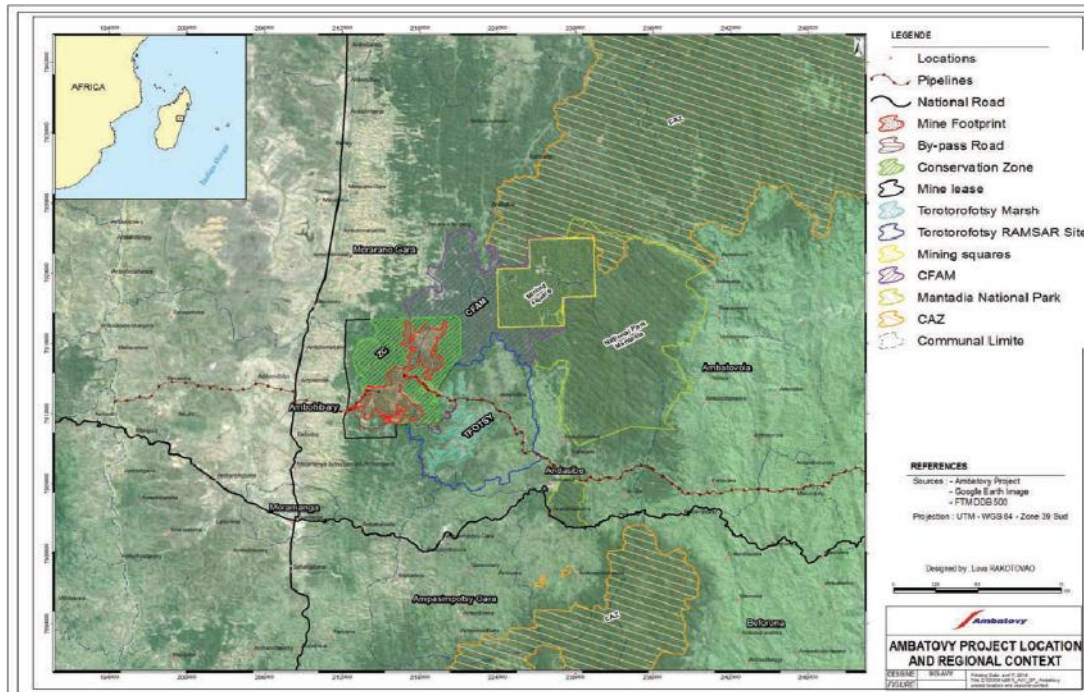
Localisation des différents types d'aires protégées à Madagascar et zoom sur le Parc de Ranomafana (encadré). Source : SAPM, 2008.

Source : Vulnérabilité des paysages forestiers dans le parc de Ranomafana (Madagascar) : dynamiques environnementales et trajectoires agroforestières, Mai 2017 (https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01529847/file/BOULOGNE_2016_archivage.pdf)

Carte 4 : Zones de végétation azonale mises en conservation, site minier d'Ambatovy

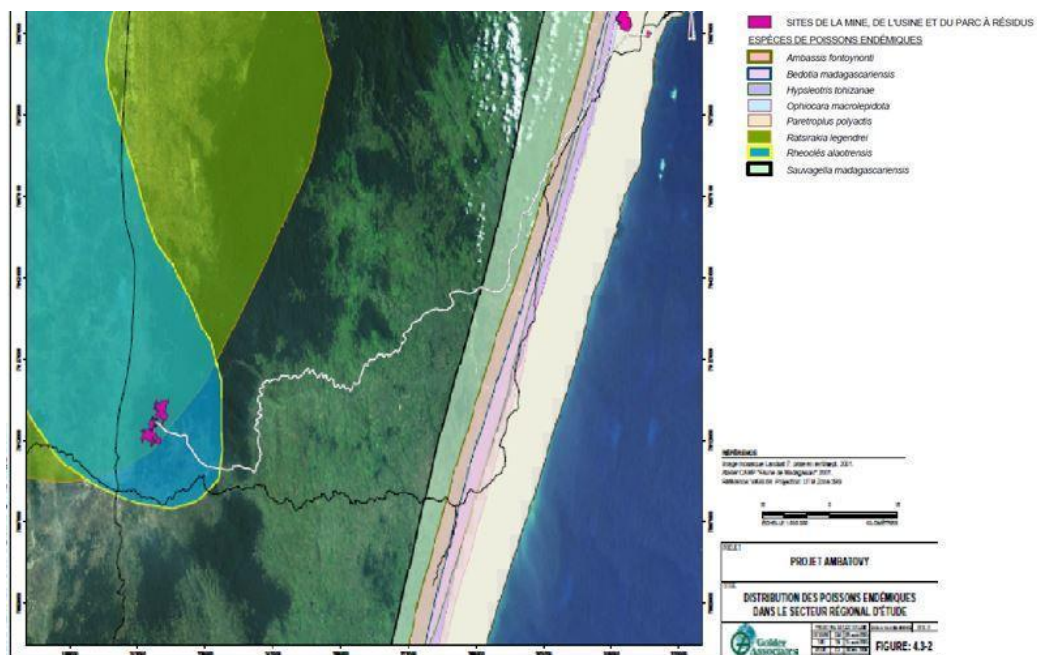


Carte 5 : Priorisation pour compensation écologique – Projet Ambatovy

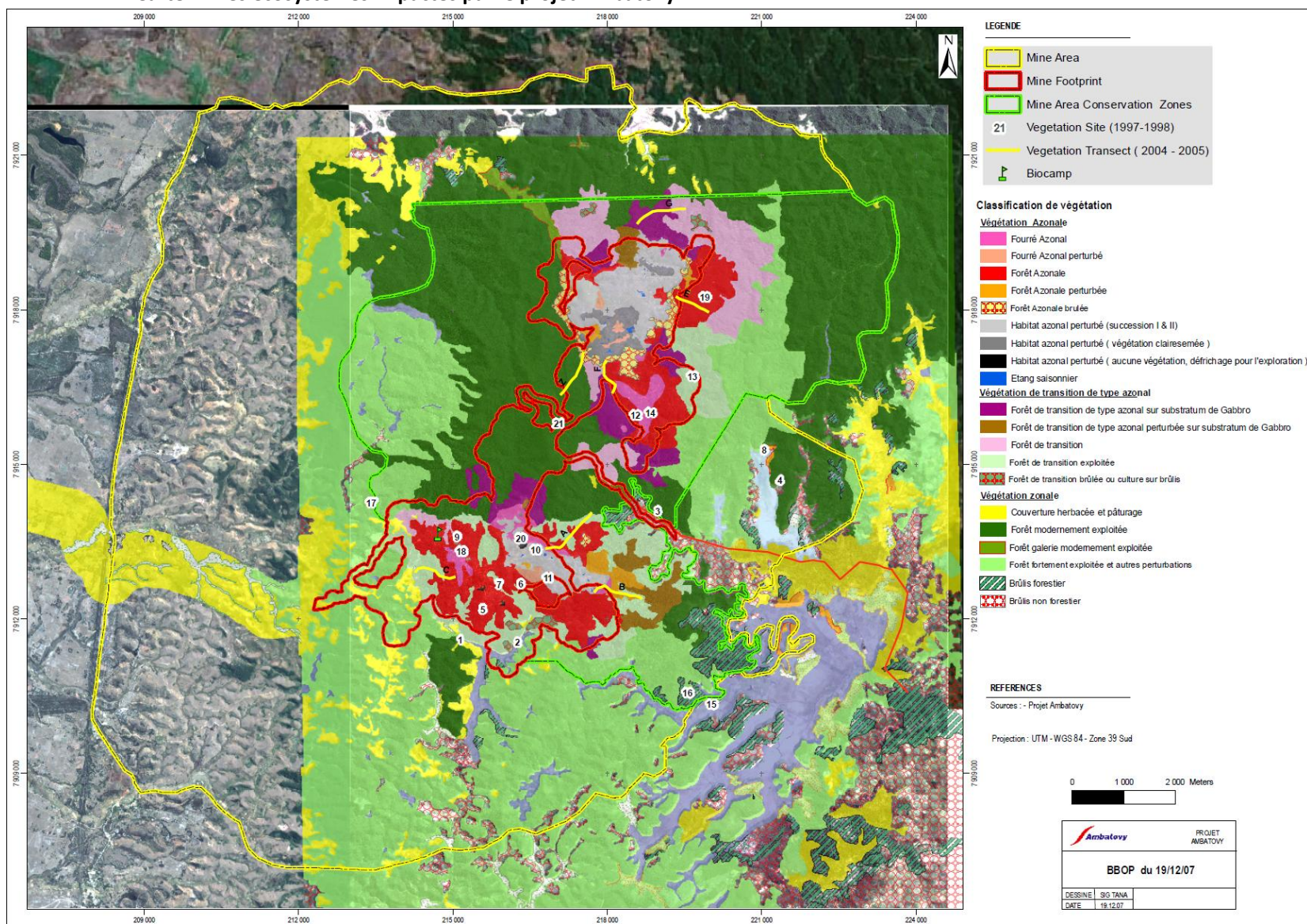


(BBOP 2014, p33)

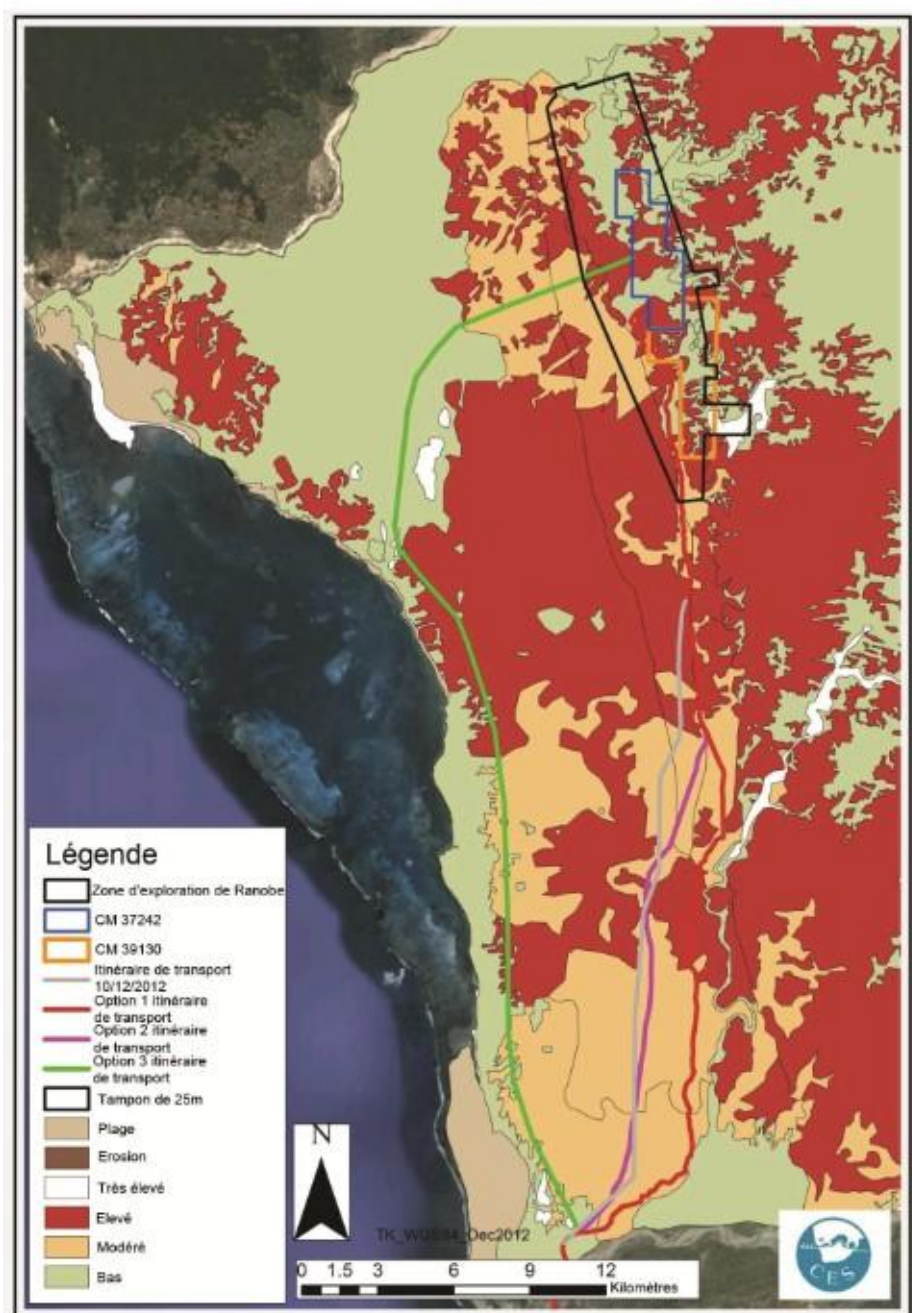
Carte 6 : Répartition des poissons endémiques – Projet Ambatovy



Carte 7 : Les écosystèmes impactés par le projet Ambatovy



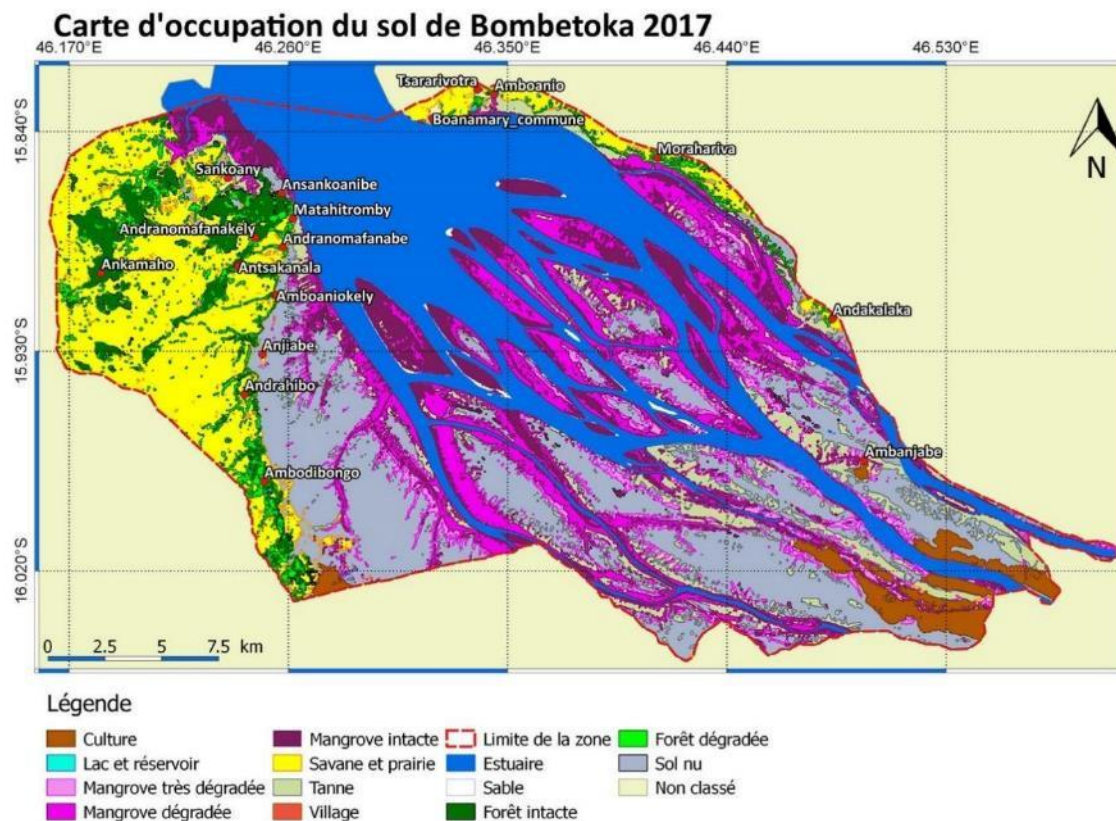
Carte 8 : Sensibilité de végétation, Projet Toliara Sands



Carte de sensibilité de la Zone d'Etude, Sensibilité de la végétation [Source : Rapport Préliminaire d'Évaluation des Impacts Environnementaux et Sociaux – janvier 2013 ; ©Ranobe Mine Project (Version préliminaire d'étude d'impact environnemental et social, Projet minier de Ranobe, Région Sud-Ouest, Madagascar)]

<http://www.cesnet.co.za/pubdocs/Toliara%20Ranobe%20Mine%20rpt%20French%20CB060313/Strategie%20de%20rehab%20et%20de%20compensation%20vers%20un%20plan%20d%20action%20pour%20la%20biodiversite.pdf>

Carte 9 : Valorisation de l'environnement et de la biodiversité



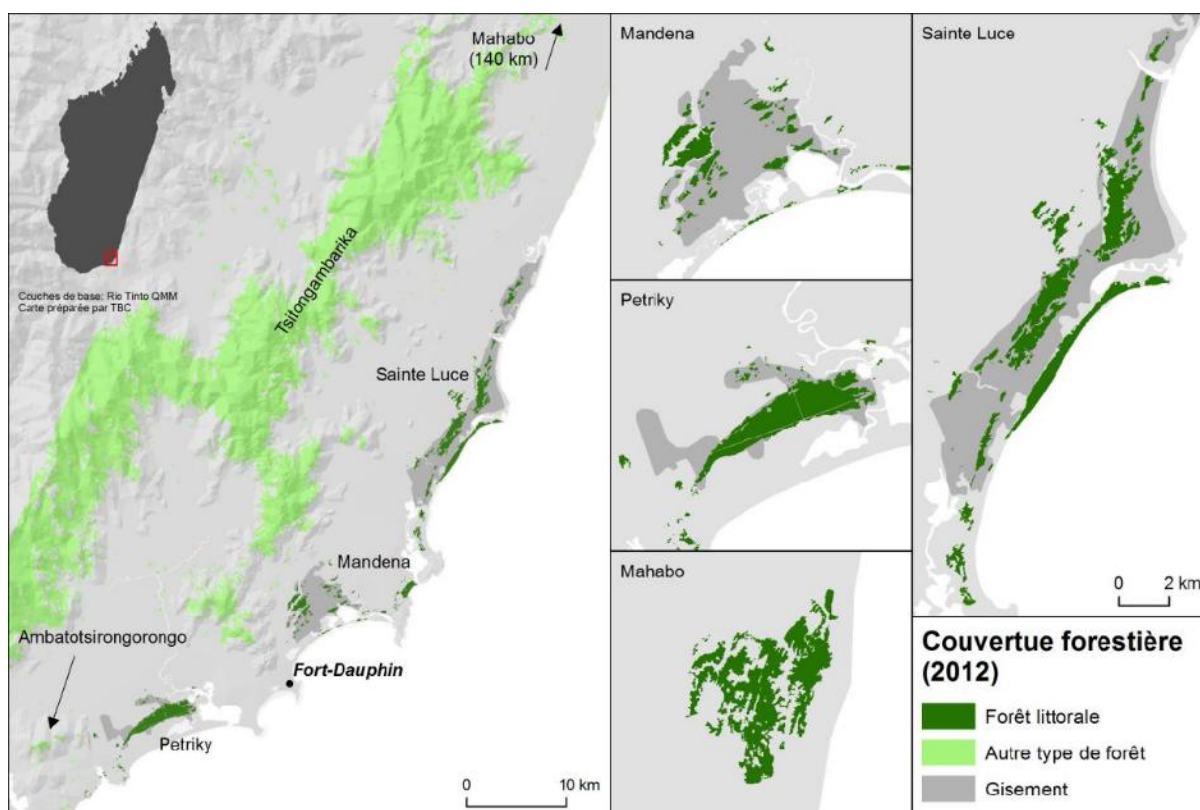
Comptabilité Verte : un projet visant à valoriser l'environnement et la biodiversité sur le plan monétaire : L'Atelier de formation sur la Comptabilité verte suivi d'un atelier de restitution sur les résultats obtenus lors de son application sur les NAP d'Antrema et de Bombetoka, de la région Boeny, Madagascar a lieu à l'Hôtel Coco Lodge Mahajanga, 12-14 décembre 2017. Cet atelier qui a été financé par CEPF (Critical Ecosystem Partnership Fund) à travers la fondation Tany Meva a pour objectifs de diffuser et de partager les informations générales concernant une méthodologie pour effectuer la comptabilité écosystémique du capital naturel (ou comptabilité verte) d'une part et de présenter les premiers résultats obtenus dans le cas d'application de cette méthodologie sur des zones restreintes (cas des NAP d'Antrema et de Bombetoka). © Université d'Antananarivo (<http://www.univ-antananarivo.mg/Comptabilite-Verte-un-projet-visant-a-valoriser-l-environnement-et-la>)

Carte 11 : les reliquats de forêt littorale en 2012, Projet QMM Fort-Dauphin

QMM : biodiversity offset sites or sites that are under consideration as offsets.

[Source : Forecasting the path towards a Net Positive Impact on biodiversity for Rio Tinto QMM, 2012]

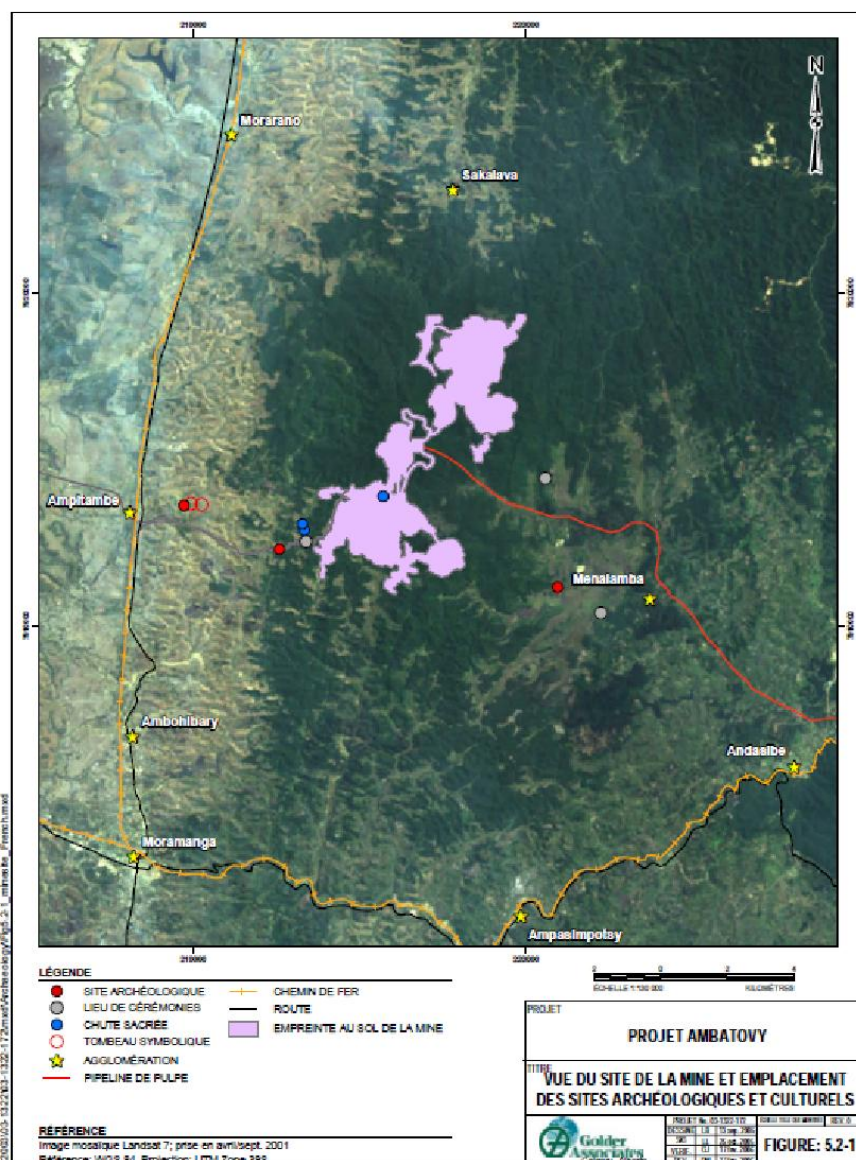
(<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2012-049-Fr.pdf>)



Carte de la région de Fort-Dauphin montrant les 3 gisements d'ilménite de QMM et les reliquats de forêt littorale en 2012

[Source : ©Rio Tinto QIT Madagascar Minerals ; Plan d'Action pour la Biodiversité Période 2015-2025]

Carte 12 : Répartition des sites archéologiques et culturels sur le site minier, projet Ambatovy



Carte 13 : Évaluation des Impacts Environnementaux et Sociaux, Projet minier Ranobe

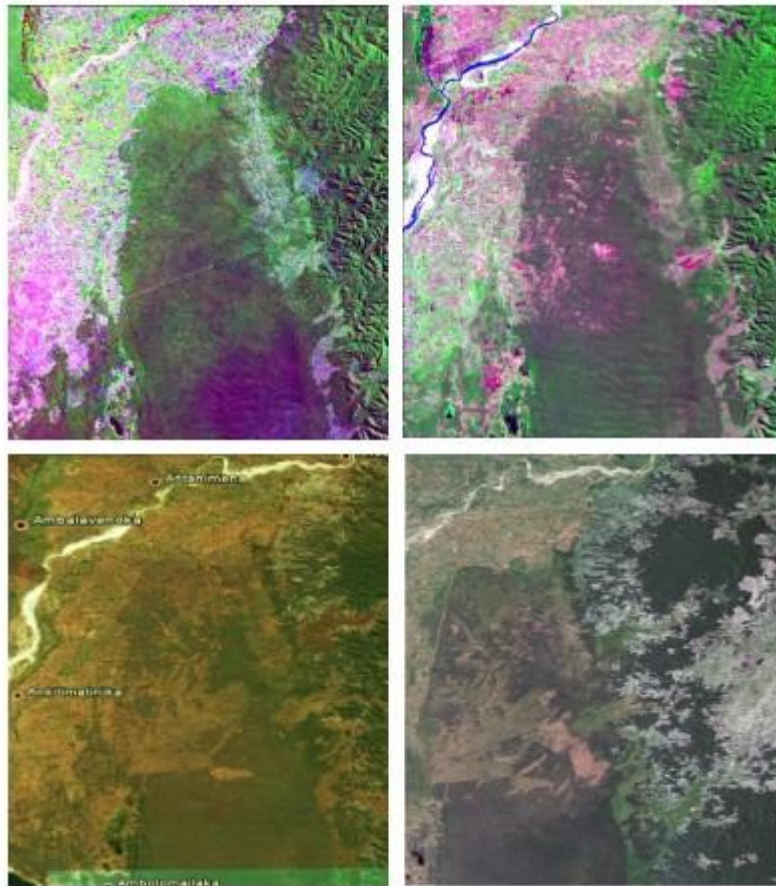
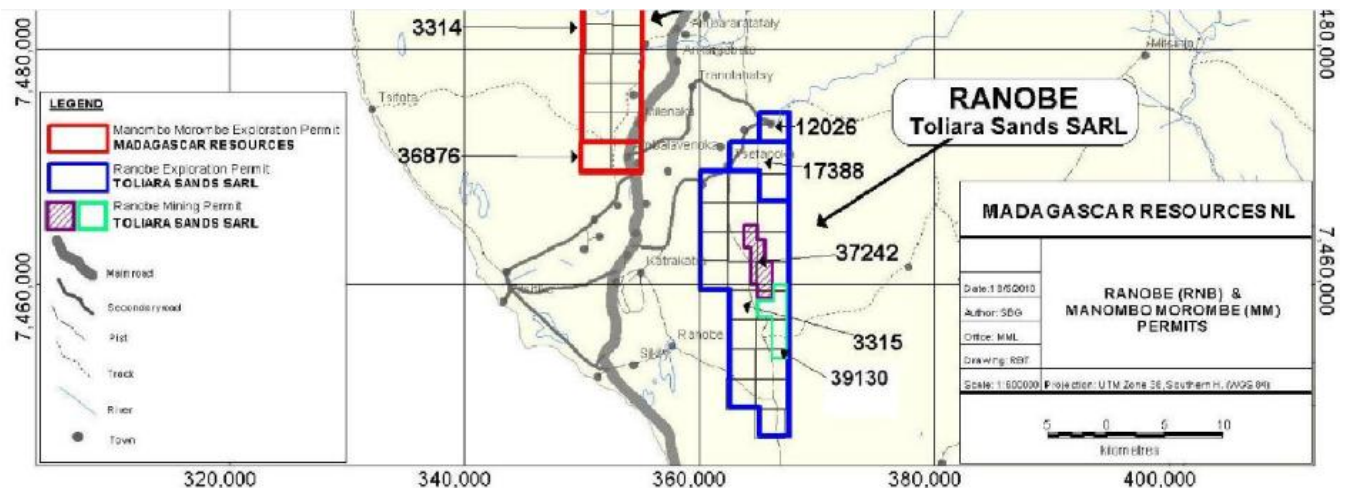


Image satellite montrant l'étendue des zones défrichées sur une période de 6 ans (2006 à 2012) [Source : Rapport Préliminaire d'Évaluation des Impacts Environnementaux et Sociaux – janvier 2013 ; ©Ranobe Mine Project (Version préliminaire d'étude d'impact environnemental et social, Projet minier de Ranobe, Région Sud-Ouest, Madagascar)]

Carte 14 : Concession minière de Ranobe

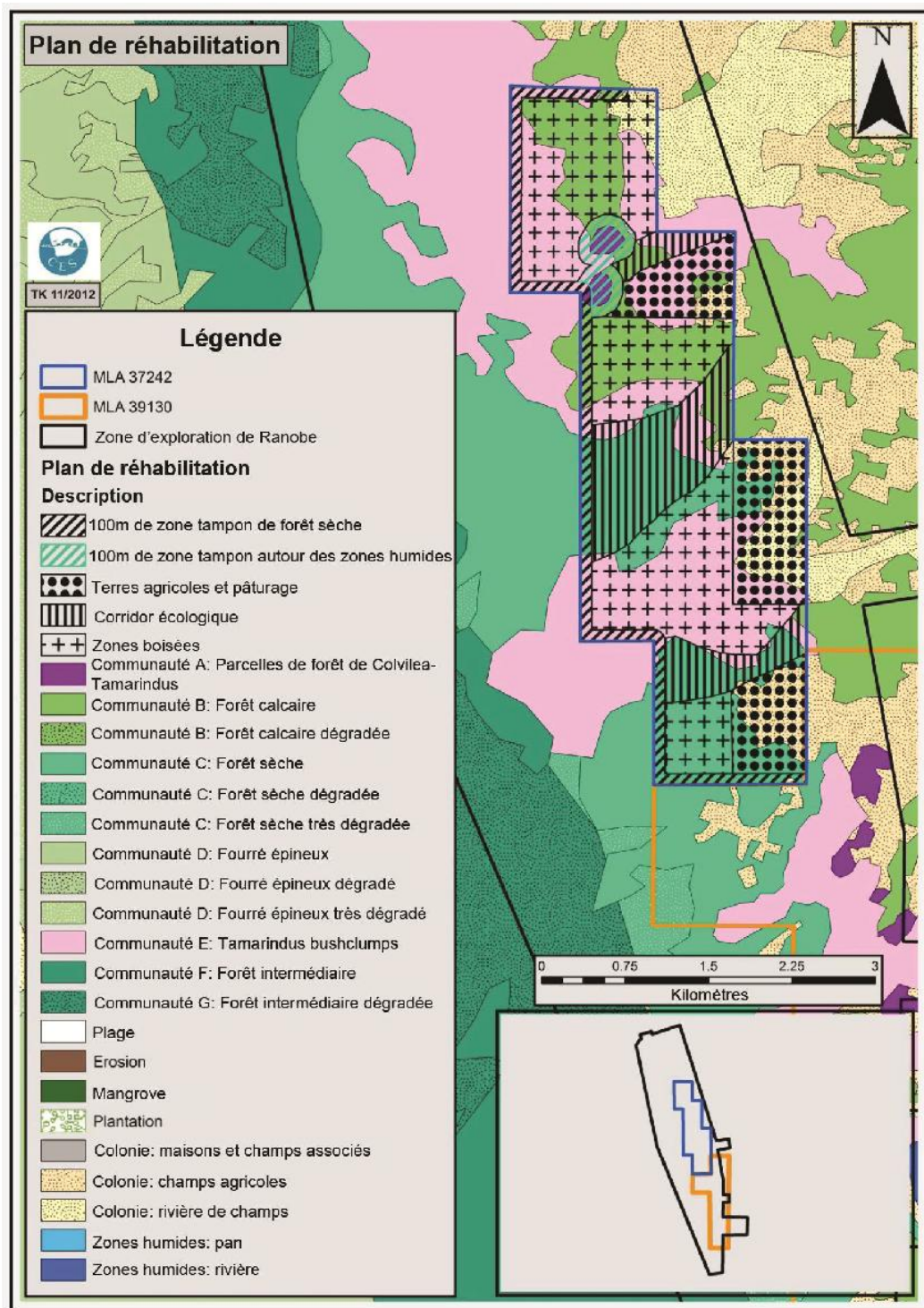


Concession minière de Ranobe

La concession minière de Ranobe, représentée en bleu, comprend la zone relative au premier permis d'exploitation (phase 1) (en violet), et la zone relative au deuxième permis d'exploitation (en vert).

[Source : Rapport Préliminaire d'Évaluation des Impacts Environnementaux et Sociaux – janvier 2013 ; Taux d'extraction et de production du Projet Minier de Ranobe ; © Ranobe Mine Project (Version préliminaire d'étude d'impact environnemental et social, Projet minier de Ranobe, Région Sud-Ouest, Madagascar)]

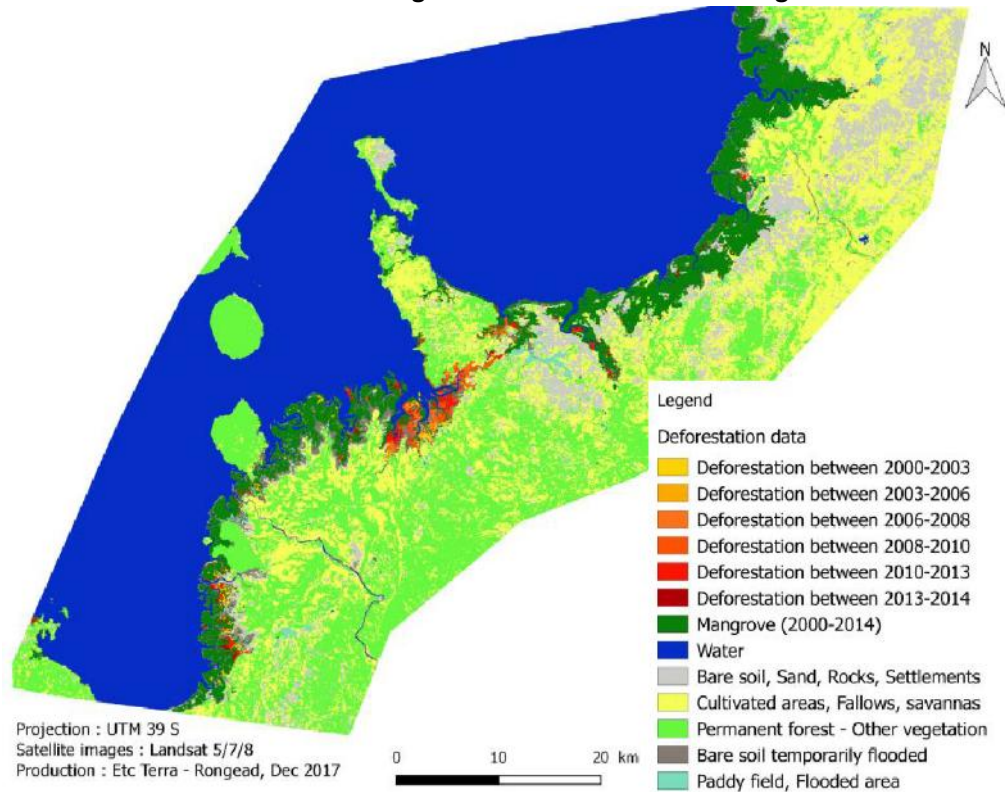
Carte 15 : Plan de réhabilitation du projet minier de Ranobe



Stratégie de réhabilitation proposée pour le Projet minier de Ranobe

Source : Rapport Préliminaire d'Évaluation des Impacts Environnementaux et Sociaux – janvier 2013 ; ©Ranobe Mine Project (Version préliminaire d'étude d'impact environnemental et social, Projet minier de Ranobe, Région Sud-Ouest, Madagascar)

Carte 16 : Déforestation des mangroves au Nord-Ouest de Madagascar



Deforestation map between 2000 – 2014 on the Project zone

Source : Mangrove deforestation analysis in Northwestern Madagascar,
Analysis of historical deforestation (©Frédérique Montfort, Clovis Grinand, Marie Nourtier), March 2018
(https://www.nitidae.org/files/ca5c0565/mangroves_deforestation_analysis_ne_madagascar.pdf)

Carte 17 : Paiements pour services environnementaux, étude ou mis en œuvre à Madagascar

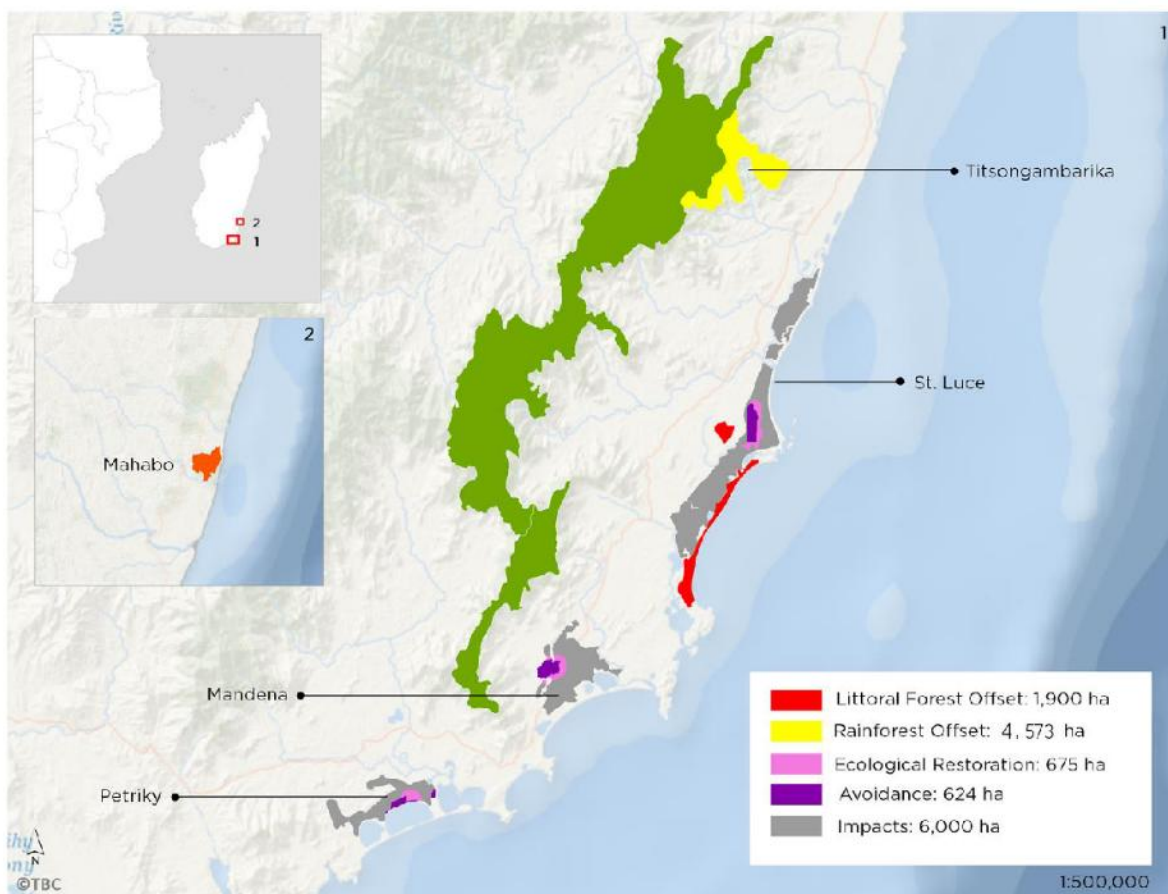


État 2010 des PSE (paiements pour services environnementaux) à l'étude ou mis en œuvre à Madagascar

Source : L'introduction de la notion de service environnemental et écosystémique à Madagascar (<https://journals.openedition.org/vertigo/12875>)

© Fano Andriamahefazafy, Cécile Bidaud, Philippe Méral, Georges Serpantié et Aurélie Toillier

Carte 18 : Plan d'Action pour la Biodiversité, projet QMM



Carte des zones gérées pour la biodiversité au terme de l'exploitation de l'ilménite en 2065. Le site offset d'Ampasy-Ivohibe (Bemangidy), indiqué en jaune, fait partie de l'Aire Protégée de Tsitongambarika

[Source : ©Rio Tinto QIT Madagascar Minerals ; Plan d'Action pour la Biodiversité Période 2015-2025]