

LES MANGROVES DE MADAGASCAR – SUPERFICIES, CONDITION ET ÉVOLUTION 2000 – 2018

Mangroves in the southwest of Madagascar © Tony Rakoto WWF Madagascar

THE MANGROVES OF MADAGASCAR –
COVER, STATUS AND TRENDS 2000-2018

#humangroves



An initiative by:



Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development



Aurelie Shapiro, Dannick Randriamanantena,
Helga Kuechle, Fanja Razafindramasy

SAVE OUR MANGROVES NOW! - INITIATIVE

“Save Our Mangroves Now!” is an international initiative that mobilizes political decision makers and supports other actors towards halting and reversing the loss of mangroves, both globally and with a specific focus on the Western Indian Ocean.

Mangroves matter to each and every one of us. They help our climate, protect our coastlines, provide us with food and support livelihoods for people living by the sea.

The initiative is led by the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), the World Wide Fund For Nature (WWF) and the International Union for Conservation of Nature (IUCN).

We join forces with other mangrove conservation stakeholders to connect the needs of nature and people by giving voice and showing solutions to the current environmental challenges.

Follow and save the #humangroves.

www.SaveOurMangrovesNow.org

For more information:

Aurélie Shapiro

Forest & Freshwater

WWF Deutschland

Reinhardtstr. 18

10117 Berlin

Germany

fon: +49 30 311 777-243

e-mail: Aurelie.shapiro@wwf.de

Dannick Randriamanantena

WWF Madagascar

Lot II M 85 Ter Antsakaviro

BP 738, 101 Antananarivo

Madagascar

e-mail: drandriamanantena@wwf.panda.org

Layout: Wigwam eG

Citation proposée // suggested citation:

A. Shapiro, D. Randriamanantena, H. Kuechle, F. Razafindramasy 2019. Les mangroves de madagascar: Superficies, condition et évolution 2000-2018 // *The mangroves of madagascar: Cover, status and trends 2000-2018*. WWF Germany, Berlin, and WWF Madagascar, Antananarivo. (39) pp.

Supported by the



Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development

This publication is part of the “Save Our Mangroves Now!” initiative’s work to close existing knowledge gaps concerning mangrove protection. It has been produced with the financial support of the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). The contents of this publication are the sole responsibility of “Save Our Mangroves Now!” and can in no way be taken to represent the views of BMZ.

LES MANGROVES DE MADAGASCAR – SUPERFICIES, CONDITION ET ÉVOLUTION 2000–2018

THE MANGROVES OF MADAGASCAR – COVER, STATUS AND TRENDS 2000–2018

Index

Precafe	04
Préliminaire // Introduction	06
Méthodologies // Methodology	09
Résultats // Results	13
Conclusion // Conclusions	22
Serie de Cartes: Superficie et Changement des Mangroves de 2000 à 2018 // Series of Maps: Mangrove Cover and Change 2000 to 2018	23
Serie de photos aérienne: Annuel Réduction et Profileration des Mangroves en Régions Sélec- tionner de 2000 a 2018 // Series of Maps: Annual Mangrove Loss and Gain 2000 to 2018	33



Women planting mangroves in Manambolo delta, western Madagascar © Tony Rakoto WWF Madagascar

Préface par Nanie Ratsifandrihamanana

Directeur Pays, WWF-Madagascar

Les mangroves sont l'une des merveilles les plus fascinantes de la nature. Ce sont des forêts, mais elles se développent dans les eaux salées et saumâtres. Elles fournissent des services inestimables pour les êtres humains, comme l'atténuation de l'impact des tempêtes et de l'élévation du niveau de la mer, servent de maternité pour les poissons et les crustacés et de nids pour les oiseaux, et jouent un rôle important dans la séquestration de carbone, plus que l'écosystème forestier terrestre, dans le processus d'atténuation des effets du changement climatique. Les mangroves constituent également des zones très productives pour la petite pêche (poissons, crabes, crevettes...) dont dépendent les communautés locales pour leur subsistance et l'économie locale. Elles procurent également des produits utilisés quotidiennement par la population locale comme le bois de construction et le bois de chauffage, du miel et de nombreuses plantes pour la pharmacopée locale. On estime que les mangroves de Madagascar représentent 20% des mangroves africaines, 30% des mangroves de l'océan Indien occidental (OIO) et constituent la deuxième plus grande

étendue de mangroves de cette sous-région. Cependant, malgré leur importance écologique, économique et sociale cruciale, les écosystèmes de mangrove sont les moins représentés dans le système d'aires protégées; ils sont exposés à des menaces continues allant de la conversion en rizières à la coupe sélective de bois de chauffe et de bois de construction, en passant par la sédimentation due à la déforestation en amont. Les effets de ces menaces sont, en outre, exacerbés par les effets du changement climatique rendant ces écosystèmes et les communautés locales qui en dépendent plus vulnérables.

Depuis 2007, le WWF s'est associé aux communautés locales pour protéger et restaurer les mangroves dans les régions de Menabe, Melaky et DIANA. Au total, 50 000 hectares de mangroves sont protégés au moyen d'initiatives de gestion communautaire; plus de 2 millions d'arbres de mangrove ont été plantés de 2007 à 2017. Plus important encore, seize organisations communautaires se sont engagées activement dans la conservation de ces mangroves.

À l'avenir, les efforts de conservation des mangroves ne seront soutenus que si les connaissances scientifiques sont à jour, des politiques et législations adéquates appliquées et une mise à l'échelle des bonnes pratiques promue.

Cette cartographie des mangroves de Madagascar est une contribution essentielle à ces efforts. Il fournit un aperçu actualisé de l'étendue et de la situation actuelle des mangroves sur l'île. Nous espérons que cela suscitera un plus grand intérêt pour cet écosystème unique et renforcera l'engagement en faveur de leur conservation.

Preface for the mangrove mapping publication

By Nanie Ratsifandrihamanana, Country Director of WWF-Madagascar Country Office

Mangroves are one of the most fascinating wonders of nature; they are forests, yet they thrive in salty, brackish waters. They serve as nurseries for fish and shellfish and as nests for birds. They are invaluable sources of food and income for local communities, providing seafood, timber, firewood and even natural compounds for traditional medicine. They offer protection against coastal storm surges and sea level rise. And last but certainly not least, they constitute some of the most efficient reservoirs for carbon absorption and therefore help to counteract the impacts of climate change.

Madagascar is home to the second largest extent of mangroves in the Western Indian Ocean (WIO). They represent about 20% of Africa's mangroves and about 30% of the mangroves in the WIO. However, despite their outstanding ecological, economic and social importance, these mangroves are exposed to continuous threats ranging from conversion to rice fields and logging for fuel and construction wood to sedimentation due to upstream deforestation. The impact of these threats on the vulnerable mangrove ecosystem and on the coastal communities which depend on it, will be increasingly exacerbated by the effects of climate change.

Since 2007, WWF has partnered with local Madagasy communities to protect and restore the mangroves in the Menabe, Melaky and Diana regions. 50,000 ha of mangroves have been successfully protected and over 2 million new mangrove trees have been planted from 2007 to 2017 by a dedicated group of sixteen community-based organizations.

Future mangrove conservation efforts can only be sustained if scientific knowledge is kept up to

date, adequate policies and legislations exist and best practices are scaled up effectively. Mapping the mangroves of Madagascar and therefore providing an accurate overview of the current extent of mangroves, is crucial for future conservation projects. We hope that this step could trigger greater interest in this unique ecosystem and enhance commitment for its conservation.



Mangroves restoration

© Tony Rakoto, WWF Madagascar

Les mangroves: un écosystème de grande valeur pour le développement durable des zones côtières de Madagascar

par Tiana RAMAHLEO (WWF-Madagascar)

Madagascar possède la deuxième plus grande étendue de mangrove de l'océan Indien occidental avec ses 2 100 km² (Bosire et al. 2015), ce qui représente 2% de la mangrove du monde. Les mangroves offrent une vaste gamme de services écosystémiques: protection du littoral contre les hautes vagues et l'érosion, habitats et pépinières pour diverses espèces marines d'importance économique et alimentaire pour les communautés côtières, notamment crevettes, crabes et poissons, source de bois d'œuvre et bois de chauffe. Les mangroves constituent également un habitat pour les oiseaux endémiques, les geckos et les lémuriers. La valeur des mangroves en termes de production halieutique et forestière s'élève en moyenne à 23 613 \$ / ha / an et à 38 115 \$ / ha / an respectivement (Salem et Mercer, 2012). À Madagascar, la productivité de la crevette varie de 53,93 à

532,74 kg par hectare et une corrélation entre la couverture de mangrove et les captures de crevette a été démontrée (Rasolofo, 2011). La superficie des forêts de mangrove a augmenté de 5,6% de 1975 à 1990, puis a diminué de 14,3% de 1990 à 2000 et a encore diminué de 2,6% de 2000 à 2005 (Giri & Muhlhausen, 2008). Ces pertes enregistrées sont principalement dues à la conversion des terres, à la collecte de bois pour le bois de chauffe et au bois d'œuvre.

Contrairement aux efforts de conservation sur les biomes terrestres, les efforts de préservation et de gestion des écosystèmes et des ressources marines n'ont vraiment pris son envol que récemment, comme l'illustre la conférence des Nations Unies sur les océans de 2017 à New York. L'attention sur les mangroves a suivi la même tendance et l'intervention de conservation sur ces écosystèmes à Madagascar a commencé il y a à peine plus de dix ans. Les approches de conservation à Madagascar sur les mangroves sont variées et leur croissance rapide a permis de constater un changement de couverture réussi dans certaines zones auparavant stériles (WWF, 2018).

Mais en tant qu'écosystème se développant à l'interface de la mer et de la terre, leur statut spécifique a entraîné une certaine confusion dans leur catégorisation dans les politiques sectorielles et dans la manière de les conserver. Au-delà de ces problèmes sectoriels, les mangroves offrent de grandes opportunités d'amélioration des moyens de subsistance des communautés côtières et de la réduction de la pauvreté compte tenu de leur développement naturel rapide. Elles constituent également un puits de carbone inégalé, une source potentielle de fonds de carbone pouvant aider à maintenir leur conservation. En tant que telles, les mangroves font partie des écosystèmes qui, s'ils sont préservés et bien gérés, peuvent soutenir le développement durable des zones côtières tout en contribuant de manière significative à l'économie nationale.

Les valeurs sociales, économiques et environnementales des mangroves sont de plus en plus reconnues dans le monde entier. Madagascar abrite 2% des mangroves du monde et peut exploiter son potentiel pour soutenir le développement des zones côtières.



A crab fisher gather his nets

© Tony Rakoto WWF Madagascar



Fishers in Ambakivao collect their catch of the day © Tony Rakoto WWF Madagascar

Mangroves: A highly valuable ecosystem for the sustainable development of coastal areas in Madagascar

By *Tiana RAMAHALEO*,
WWF-Madagascar Country Office

Madagascar has the second most expansive mangroves in the Western Indian Ocean. The 2,100 sq. km (Bosire et al., 2015) represent 2% of the mangroves in the world. Mangroves offer tremendous value: they provide timber and firewood, protection against high waves and erosion, habitats and nurseries for a variety of sea species such as shrimp, crab and fish, which coastal communities depend on for food and income as well as habitats for endemic birds, geckos and lemurs. The value of fisheries and forestry products averages 23,613 \$/h/year and 38,115 \$/ha/year (Salem & Mercer, 2012). In Madagascar, the productivity of shrimp varies

from 53.93 to 532.74 kg per hectare, depending on the coverage of mangroves (Rasolofo, 2011). The mangrove forest area increased by 5.6% from 1975 to 1990, then decreased by 14.3% from 1990 to 2000 and decreased further by 2.6% from 2000 to 2005 (Giri & Muhlhausen 2008). These recorded losses are mainly due to land conversion and wood collection for firewood and timber.

Interventions for the conservation of the mangroves in Madagascar have only been implemented over a decade ago. Within this short period of time, previously barren areas have been successfully covered with mangroves through various methods of conservation which has brought impressive change has to the areas (WWF, 2018). Mangroves offer great opportunities for improving the livelihoods of coastal communities and reducing poverty by providing timber and seafood that can be utilized and sold. Mangroves also have some of the highest absorption rates for carbon emissions.

When preserved and managed well, mangroves successfully support sustainable development of coastal areas while contributing significantly to the national economy.

Importance d'avoir des informations précise et cohérente sur l'étendue des mangroves

L'acquisition des informations précises et cohérentes sur l'étendue de mangroves à l'échelle nationale au fil du temps est une nécessité pour une bonne planification de la conservation des mangroves, y compris la conservation et la restauration. De nombreuses analyses effectuées à Madagascar ont évalué avec précision les mangroves, mais n'ont pas été répétées dans le temps. En outre, l'évolution des ensembles de données et des technologies entraîne des approches différentes qui, une fois appliquées, ne peuvent être ni combinées ni comparées avec précision. Pour cette raison, le WWF-Germany a entrepris la première évaluation cohérente de l'évolution de l'étendue des mangroves à Madagascar sur une période de 30 ans.



L'application de méthodes normalisées et automatisées a permis une vision cohérente de l'étendue et des changements de la mangrove de 1995 à 2018, à une résolution de 30 m. Les résultats sont comparés aux analyses existantes et complétés par une évaluation de la biomasse, des zones critique de changement et un premier aperçu de la dégradation des mangroves dans la côte ouest de Madagascar.

Importance of having accurate and consistent information on the extent of mangroves

Accurate and consistent mangrove extent at the national scale over time is a necessity for proper conservation planning for mangroves, including conservation and restoration. Many analyses conducted in Madagascar have accurately assessed mangroves, but have not been repeated over time. In addition, changing datasets and technologies result in differing approaches which, when applied cannot be accurately combined or compared. For this reason, WWF has undertaken the first consistent mangrove assessment over a 30 year time period. The application of standardized and automated methods have allowed for a consistent view of mangrove extent and change from 1995-2018, at 30m resolution. Results are compared with existing analyses, and complimented by biomass assessment, hotspots of change and a first look at mangrove degradation.

Crab fisherman

© Uwe Johannssen, WWF Germany



Fishes caught within Tsiribihina delta mangroves, western Madagascar © Tony Rakoto WWF Madagascar

MÉTHODOLOGIES // METHODS

Méthodologie utilisée pour la cartographie des mangroves:

Des combinaisons de composite d'images Landsat sans nuage de très haute résolution ont été créés pour des années calendaires pivots: 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 et 2018. Pour le cas de 1990, le nombre d'images satellitaires disponibles était insuffisant pour permettre une couverture complète. Toute la composition et la cartographie ont été effectuées avec le «Google Earth Engine». À partir du dernier date des composites, une classification supervisée utilisant le «Random-Forest classifieur» a été exécutée à l'aide des informations disponibles et d'une interprétation visuelle de Google Earth Imagery. Les polygones des zones de mangroves et non-mangroves connues ont été numérisés et un échantillon ponctuel aléatoire a été sélectionné dans ces deux types afin de fournir une formation et une validation pour la classification. La couche finale de mangrove a été nettoyée visuellement pour éliminer les zones de mangrove superflues ou les erreurs.

Toutes les données de formation des années précédentes ont ensuite été automatiquement créées à l'aide de la carte de mangrove de l'année suivante. Cette opération a été réalisée

à l'aide d'une fonction élargie afin de limiter la sélection ponctuelle aléatoire à la zone centrale de vastes étendues de mangroves. Cela a permis un processus presque entièrement automatique. L'évaluation de la précision a été réalisée à l'aide d'une carte d'étendue de mangrove cartographiée à partir d'une image SPOT de 2,5 m pour l'année 2012, sur une carte dérivée de Landsat pour 2010. Des points de formation supplémentaires ont été acquis à partir d'images de haute résolution Google Earth.

Toutes les couches cartographiques de la mangrove ont ensuite été analysées dans un système d'information géographique. Une classe dynamique a été attribuée à tous les pixels ayant été au moins observés 2 fois comme mangroves sur 6 intervalles de temps et subissant de multiples gains et pertes sans tendance claire. En outre, le filtrage temporel a été utilisé pour supprimer tous les pixels classés avec une confiance faible (c'est-à-dire une seule année classée comme mangrove mais toutes les autres années avant et après identifiées comme non-mangrove et vice versa). L'étendue et les changements de la mangrove (les gains et les pertes et les changements nets) ont été quantifiés par district, région et zone protégée en hectares.

Mangroves Mapping Methods

Cloud-free Landsat image composites combining the best pixels from a calendar year were created for each time pivot: 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 and 2018. When not enough observations met the cloud criteria, the time frame was expanded to include 6 months from the previous and following calendar year, so that some composites required 2 years of data to composite. In the case of 1990, not enough satellite images were available to create a complete coverage. All compositing and mapping was performed in Google Earth Engine.

Starting with the latest date composite, a supervised classification using the Random-Forest classifier was executed using available information and visual interpretation of Google Earth Imagery. Polygons of known mangrove and not-mangrove areas were digitized, and a random point sample selected in these two types to provide training and validation for the classification. The final mangrove layer was visually cleaned to remove any extraneous mangrove areas or errors. All training data for previous years were then automatically created using the later year mangrove map. This was performed using a dilate function to restrict random point selection to the core area of large mangrove patches. This enabled an almost entirely automatic process. Accuracy assessment was performed using mangrove extent mapped from 2.5 m SPOT imagery for the year 2012, on the Landsat-derived map for the year 2010. Additional training points were acquired from Google Earth High resolution imagery.

All mangrove map layers were then analyzed in a GIS. Mangrove extent for each time period was overlaid to assign transitions between mangrove/not mangrove over time (i.e. loss 1995; gain 2010). A dynamic class was assigned to any pixels which had at least 2 observations as mangrove over the 6 time steps, and underwent multiple gains and losses with no clear trend. Additionally, temporal filtering was used to remove any pixels classified with low confidence (i.e. a single year classified as mangrove but all other years before and after non-mangrove and vice versa). Mangrove extent and change (both gain and loss and net change) was quantified by district, region and protected area in hectares.

The accuracy assessment was conducted using an area weighted stratified random sampling design.

As current field validation data was not available, the mangrove classification result of OCEA (2015) was used to sample control points. This classification was generated for the year 2013 from SPOT 2 m resolution data. Control points for mangrove areas to compare with the Landsat 2015 map were set in areas of dense mangrove (attribute "COUVERT" = dense) with at least 2 ha area and at least 30m away from the mangrove edge to avoid spatial resolution errors. Non-mangrove control points were set in areas of bare land (attribute "COUVERT" = "nu") with at least 2 ha area and 30m away from the mangrove edge. In total 4,000 control points of for each of the two classes were placed randomly at least 30 m apart from each other.

The change map was also evaluated using an area weighted stratified random sampling design. As field validation data was not available current and historic satellite images in Google Earth were used to sample control points after creating 396 stratified random sample points from the classification results of each of the four classes placed randomly and area weighted at least 30 m apart from each other. For this assessment the AcATaMa toolbox was used in QGIS

Analyse de la tendance de dégradation au niveau national:

Afin d'examiner les tendances à long terme de la végétation des mangroves, une approche par anomalie cumulative a été réalisée à l'aide de l'indice de végétation normalisé (NDVI), qui est un indicateur satellitaire fiable de la verdure (ou de la rigueur de la végétation). La valeur moyenne de NDVI pour chaque pixel a été calculée sur une période de référence comprenant toutes les observations effectuées entre 1990 et 1999. Ensuite, toutes les images de 2000 à 2018 ont été comparées à la moyenne, et tout écart (négatif ou positif) a été calculé et ajouté pour estimer l'anomalie cumulée. Par conséquent, les pixels supérieurs à la moyenne d'une année et inférieurs à l'année suivante s'annulent et présentent une anomalie autour de zéro. Les zones présentant de grandes anomalies cumulatives positives et négatives indiquent une tendance générale à l'abandon d'une moyenne



Mangrove area in Ambilo Bay – deforested and replanted © Uwe Johannsen WWF Germany

stable. Celles-ci sont cartographiées pour toute l'étendue de la mangrove en 2018. De plus, toutes les anomalies inférieures à la moyenne globale des anomalies négatives (-17) ont été identifiées comme «dégradation» et comptabilisées par région, district et zone protégée.

Trend Analysis for Degradation

In order to look at long term trends in mangrove vegetation a cumulative anomaly approach was performed, using the normalized vegetation index (NDVI), which is a reliable satellite-based indicator of greenness or vegetation vigor). The mean NDVI value for each pixels was calculated over a base-line time period, which included all observations between 1990 and 1999. Next, all images from 2000 to 2018 were compared to the mean, and any deviation (negative or positive) was calculated and added to estimate the cumulative anomaly. Therefore, pixels which are above the mean one year, below the next year, cancel out and have an anomaly of around zero. Areas with large negative and positive cumulative anomalies indicate a general trend away from a stable mean. These are mapped for all mangrove extent in 2018. Additionally, all anomalies less than

the overall mean for negative anomalies (-17) were identified as “degradation” and tallied by region, district and protected area.

La biomasse

La biomasse et les stocks de carbone sont estimés à l'aide de la méthode d'après Saenger et Snedaker (1993), Simard et al (2006), Fatoyinbo et al. (2008), Fatoyinbo et Simard (2013) et Tang et al. (2018), qui s'appuie sur des études mondiales qui ont montré qu'il existait une forte corrélation entre la taille de l'arbre (diamètre et hauteur) et la biomasse de l'arbre.

La hauteur de la mangrove est estimée à l'aide des informations de Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) l'arc global dataset avec une résolution de 30 m. Ce capteur spatial n'étant pas opérationnel, ces données ne sont disponibles que pour l'année 2000. En outre, pour l'année 2010, le modèle de surface numérique ALOS World 3D – 30 m (AW3D30 DSM) (Tadono et al. 2014) a été utilisé. Cet ensemble de données a été collecté entre 2006 et 2011.

En utilisant la carte de classification de la mangrove de l'an 2000, toutes les zones extérieures ont été masquées. On a supposé que toutes les mangroves poussaient au niveau de la mer (altitude du sol = 0 m) et que, par conséquent, la topographie n'était pas prise en compte. Les valeurs aberrantes du jeu de données SRTM avec des hauteurs de canopée élevées irréalistes ont été supprimées avec un seuil de 48 m (Tang et al. 2018). Avec l'équation de Simard et al. (2006) la hauteur de la mangrove a été calibrée à partir du SRTM

Biomass

Biomass and Carbon stock are estimated with the method after Saenger & Snedaker (1993), Simard et al. (2006), Fatoyinbo et al. (2008), Fatoyinbo & Simard (2013) and Tang et al. (2018), which is based on the worldwide studies that have shown that there is a strong correlation between tree size (diameter and height), and tree biomass.

Mangrove height is estimated with surface elevation information of the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 arc global dataset with 30m resolution. As this spaceborne sensor is not operational this data is only available for the year 2000. Further, for the year 2010 the ALOS World 3D–30 m Digital Surface Model (AW3D30 DSM) (Tadono et al. 2014) was used. This dataset was collected between 2006–2011.

Using the mangrove classification map of the year 2000 all area outside was masked out. The assumption was made that all mangrove grow at sea level (ground elevation = 0 m) and therefore topography was not taken into account. Outliers of the SRTM dataset with unrealistic high canopy heights were removed with a threshold of 48 m (Tang et al. 2018). With the equation of Simard et al. (2006) mangrove height was calibrated from the SRTM.



Mangrove Village © Uwe Johannsen WWF Germany

RÉSULTATS // RESULTS

La couverture des mangroves à Madagascar

Les estimations de la superficie des mangroves à l'échelle nationale, ainsi que la variation annuelle estimée en%, sont présentées dans le tableau I. Des informations plus détaillées figurent en annexe. Les chiffres fournis par cette étude se situent dans un certain intervalle des valeurs existantes et publiées, et elles sont très proches de ceux de Giri & Maulhausen, 2008, qui utilisent des données et une approche similaires.

Madagascar Mangrove Extent

The estimates of mangrove area at the national scale along with estimated annual % change are shown in table I. More detailed information is provided in the Annex. The figures provided by this study lie within the range of existing published values, and are most similar to Giri & Maulhausen, 2008 who use a similar data and approach.

Table I : Superficie des mangroves (ha) estimée pour Madagascar et variation annuelle en%, calculée à partir de la superficie antérieure.
// Mangrove extent (ha) estimated for Madagascar and annual % change, calculated from the prior mangrove extent

Year	Mangrove (ha)	Annual % Change
1995	310 452	-
2000	294 387	-1.03
2005	279 618	-1.0
2010	258 340	-1.52
2015	239 152	-1.49
2018	236 402	-0.38*

* l'analyse étant terminée mi-2018, ces résultats pourraient être sous-estimés // as the analysis was complete mid-2018 these results are expected to be underestimated.

L'étendue des mangroves par région et les gains et les pertes ainsi que les variations nettes à l'échelle nationale sont illustrés respectivement par les figures 2 et 3.

Mangrove extent by region and gain, loss and net change at the national scale are shown in Figures 4 and 5 respectively.



Going out to fish © Uwe Johannsen WWF Germany

Figure 1: Mangrove stable et gain, perte pour Madagascar 1995-2018, avec des encadrés indiquant l'étendue des cartes détaillées fournies dans chaque série de cartes // Stable mangrove and gain, loss for Madagascar 1995-2018, with inset boxes showing the extent of detailed maps provided in each map series.

Figure 1

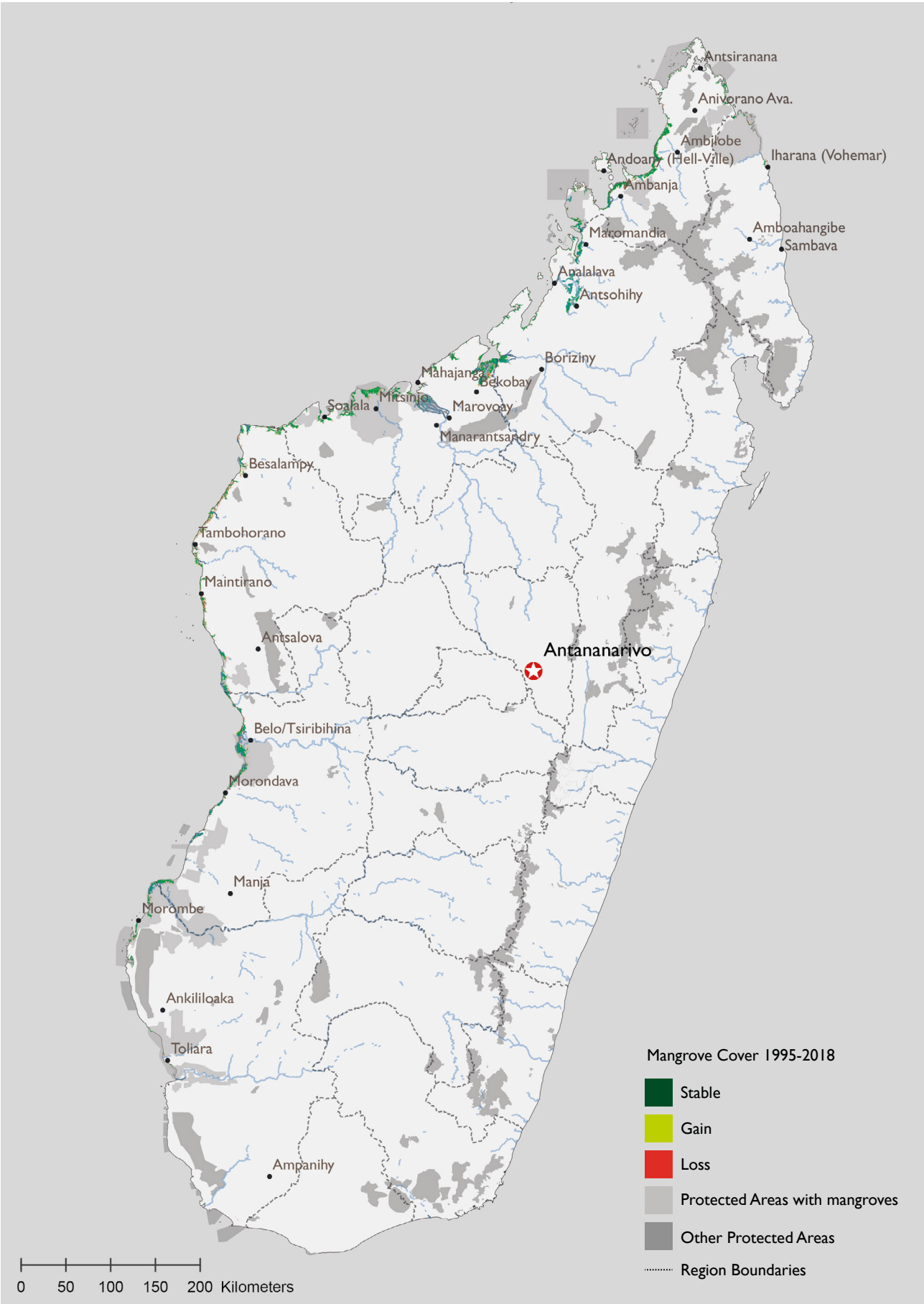


Figure 2: Couverture des mangroves par regions
// Mangrove cover by region

Bien que les gains augmentent lentement avec le temps, Madagascar a connu une perte nette globale de mangroves. Le taux de perte de mangroves a diminué de 2000 à 2015, mais la tendance s'est inversée entre 2015 et 2018, avec une perte de mangroves nettement plus importante.

Although gain is slowly increasing over time, the Madagascar has been experiencing an overall net loss of mangroves. The rate of mangrove loss has decreased from 2000 until 2015, although from 2015 to 2018 the trend has reversed, with significantly higher loss of mangrove.

Figure 3: Gain et perte à l'échelle nationale
// Gain, loss and next change at national scale.

Sur le plan spatial, Jusqu'à 2000, les zones touchées par les pertes semblent principalement suivre la marge extérieure à la limite des terres, avec quelques petites zones de perte minces du côté de la côte. Plus tard dans l'étude, de grandes zones de peuplement de palétuviers sont perdues entre 2015 et 2018, tant du côté de la mer que la partie intérieure. Vous trouverez ci-dessous un exemple de tels changements avec une image satellite à haute résolution.

Spatially, the areas of loss appear to mostly follow the outer margin on the landward edge in 2000, with some small thin areas of loss on the shore side. Later in the study, larger areas are lost both on the seaward and landward side in the large mangrove stands between 2015 and 2018. Below is an example of such changes with a high resolution satellite image.

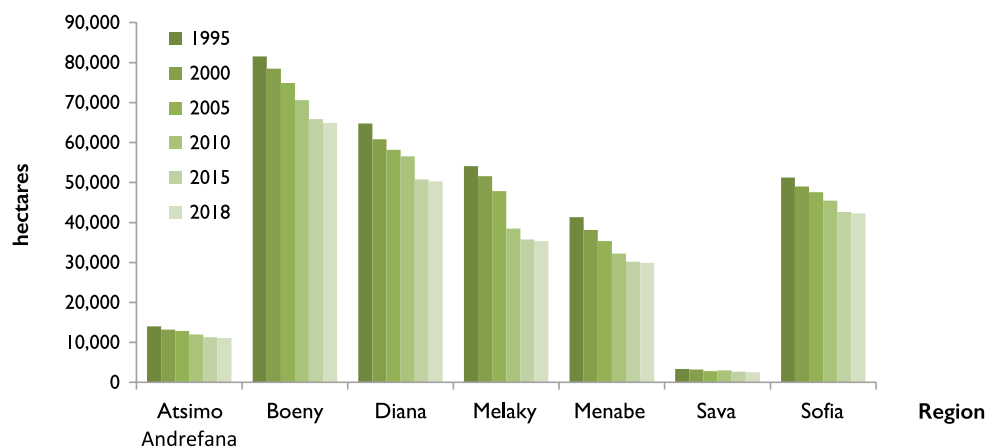


Figure 2

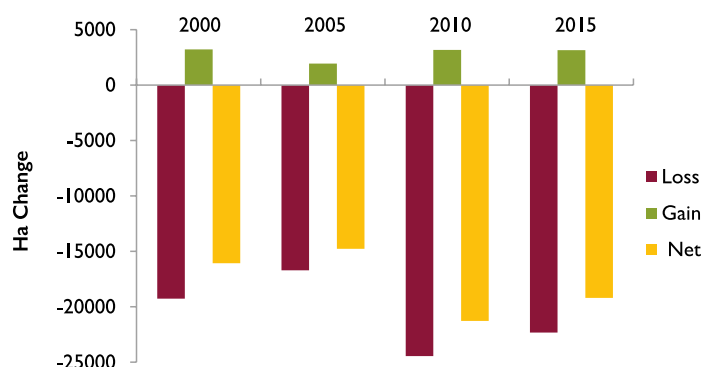


Figure 3

Figure 4: Exemple de perte progressive de mangroves dans une baie de la Région Sofia
 // Example of progressive mangrove loss in a bay in the Sofia region

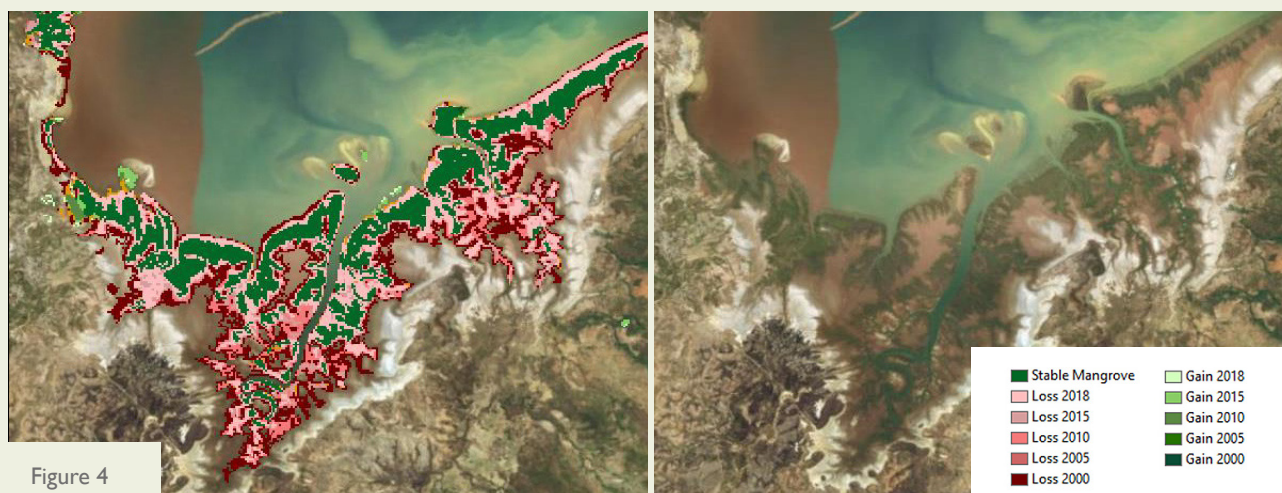


Figure 4

Dégradation

La figure 5 illustre la cartographie d'une zone potentiellement dégradée à partir de l'anomalie NDVI cumulative pour la région nord de Madagascar. La quantification de la zone dégradée par le seuillage de l'anomalie quantifiée par district démontre que le district de Nosy-Be affiche le taux de dégradation le plus élevé qui est estimé à 42 %. Le district de Mahajanga a la plus grande superficie dégradée, qui est évaluée à 40 % de l'ensemble des mangroves du district. La figure 6 montre les zones de mangroves par district, avec la zone identifiée comme étant potentiellement dégradée. La province de Mahajanga au nord-ouest possède la plus grande étendue de mangrove mais aussi la zone la plus dégradée.

Degradation

The mapping of potentially degraded area from cumulative NDVI anomaly is shown for northern Madagascar in Figure 5. The quantification of degraded area via thresholding the quantified anomaly by district showed that. The district of Nosy-Be has the highest degradation rate in Madagascar, at 42 %, while Mahajanga district has the greatest degraded area, 40 % of the district's mangroves. The mangrove areas by province, with

the area identified as potentially degraded area are shown in figure 6. The Mahajanga province in the northwest has the greatest mangrove extent, and degraded area.

Figure 5: Analyse des anomalies NDVI pour le nord de Madagascar. Le rouge représente les grandes anomalies négatives cumulées (diminution de la vigueur de la végétation) tandis que le vert représente les anomalies positives.
 // NDVI anomaly analysis for northern Madagascar. Red represents large cumulative negative anomalies (decrease in vegetation vigor) while the green represents positive anomalies.

Figure 6: Analyse des anomalies NDVI pour la Baie de Mahajamba. Le rouge représente les grandes anomalies négatives cumulées (diminution de la vigueur de la végétation) tandis que le vert représente les anomalies positives.
 // NDVI anomaly analysis for Mahajamba Bay. Red represents large cumulative negative anomalies (decrease in vegetation vigor) while the green represents positive anomalies.

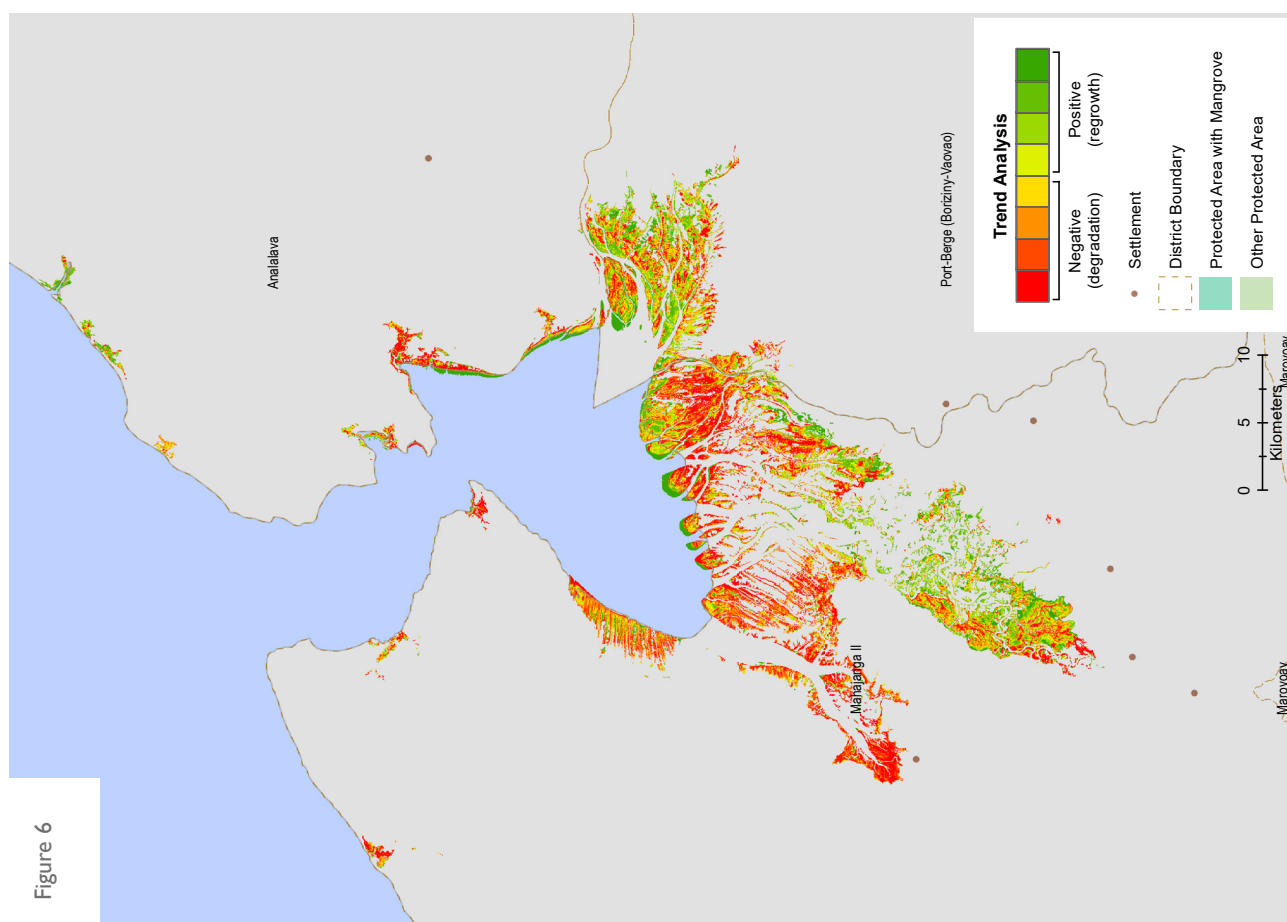
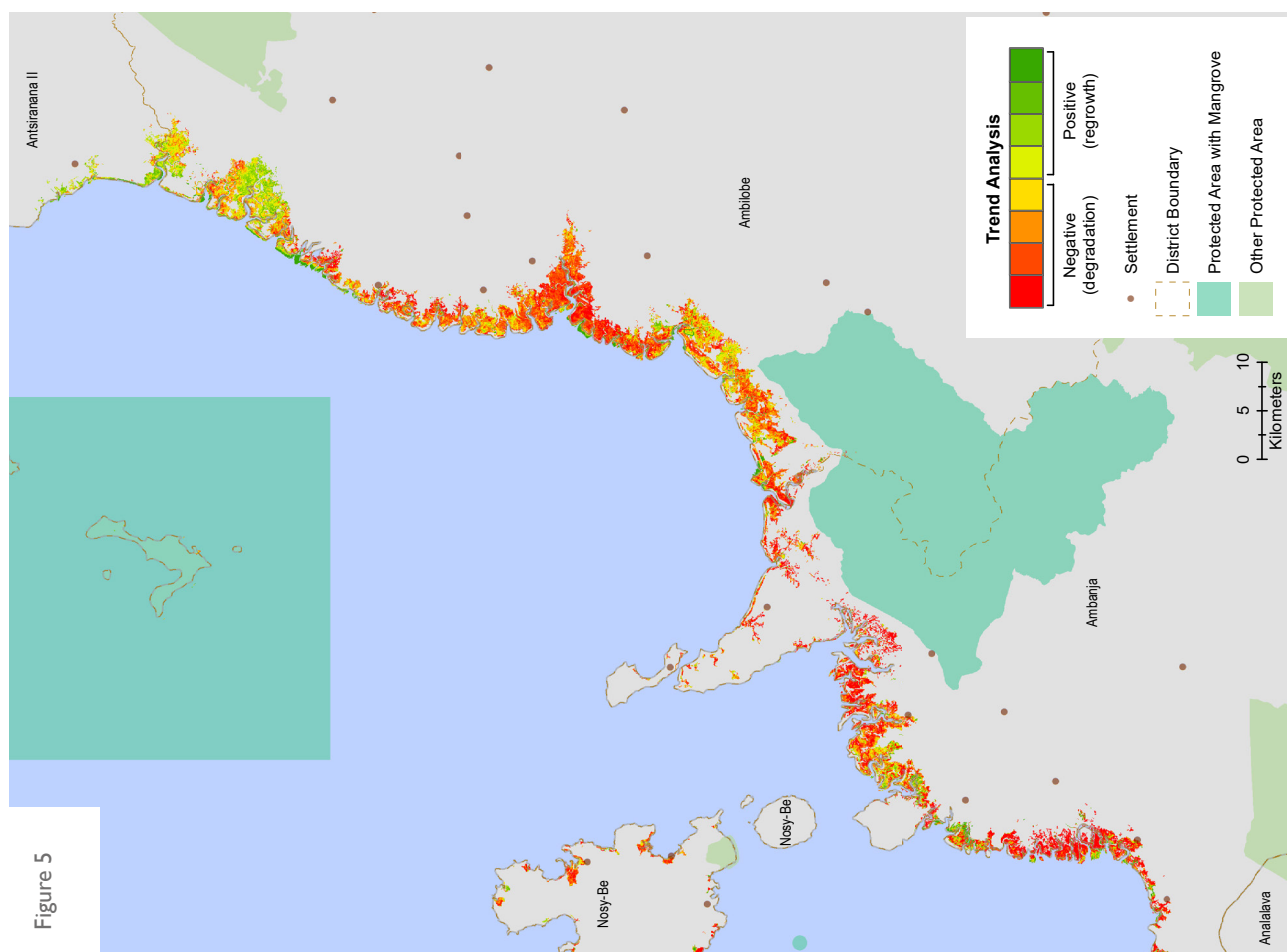


Figure 7: Pourcentage de zones de mangrove dégradées (par rapport à celles cartographiées en 2018) // Percentage of degraded mangrove area (in proportion to mangrove area mapped in 2018)

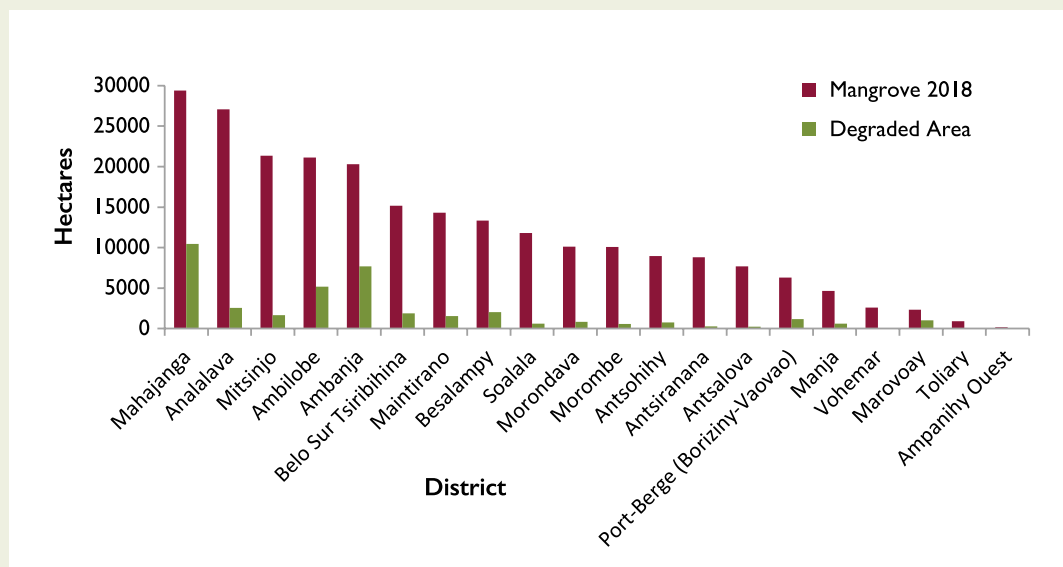


Figure 7

Aires protégées

Au total, 18,2 % des mangroves à Madagascar sont actuellement protégées. La plupart des zones protégées subissent une perte nette de mangroves, à l'exception de la Réserve Spéciale Analamerana, qui présente un gain net. Menabe Antimena a connu la perte la plus globale. Cependant, la variation nette annuelle moyenne des zones protégées est trois fois moins élevée que celle des districts.

Protected Areas

Overall, 18.2 % of mangroves in Madagascar are currently protected. Most protected areas are undergoing a net loss of mangroves, with the exception of the Reserve Speciale Analamerana which has a net gain. Menabe Antimena experienced the most overall loss. However the average annual net change in protected areas is three times lower than that of the districts.

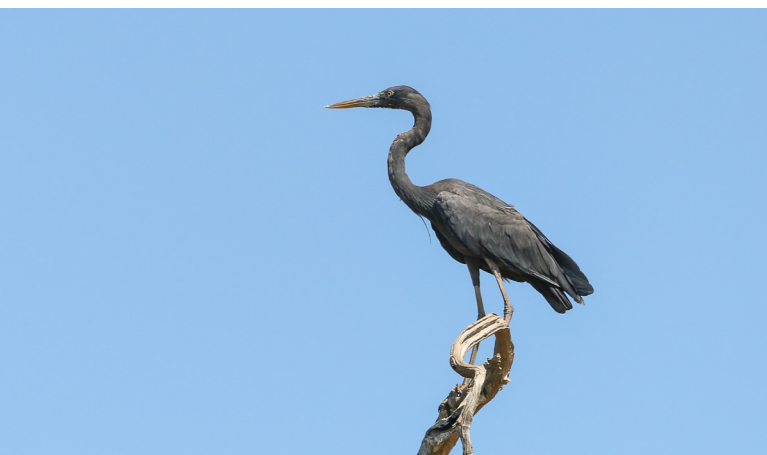
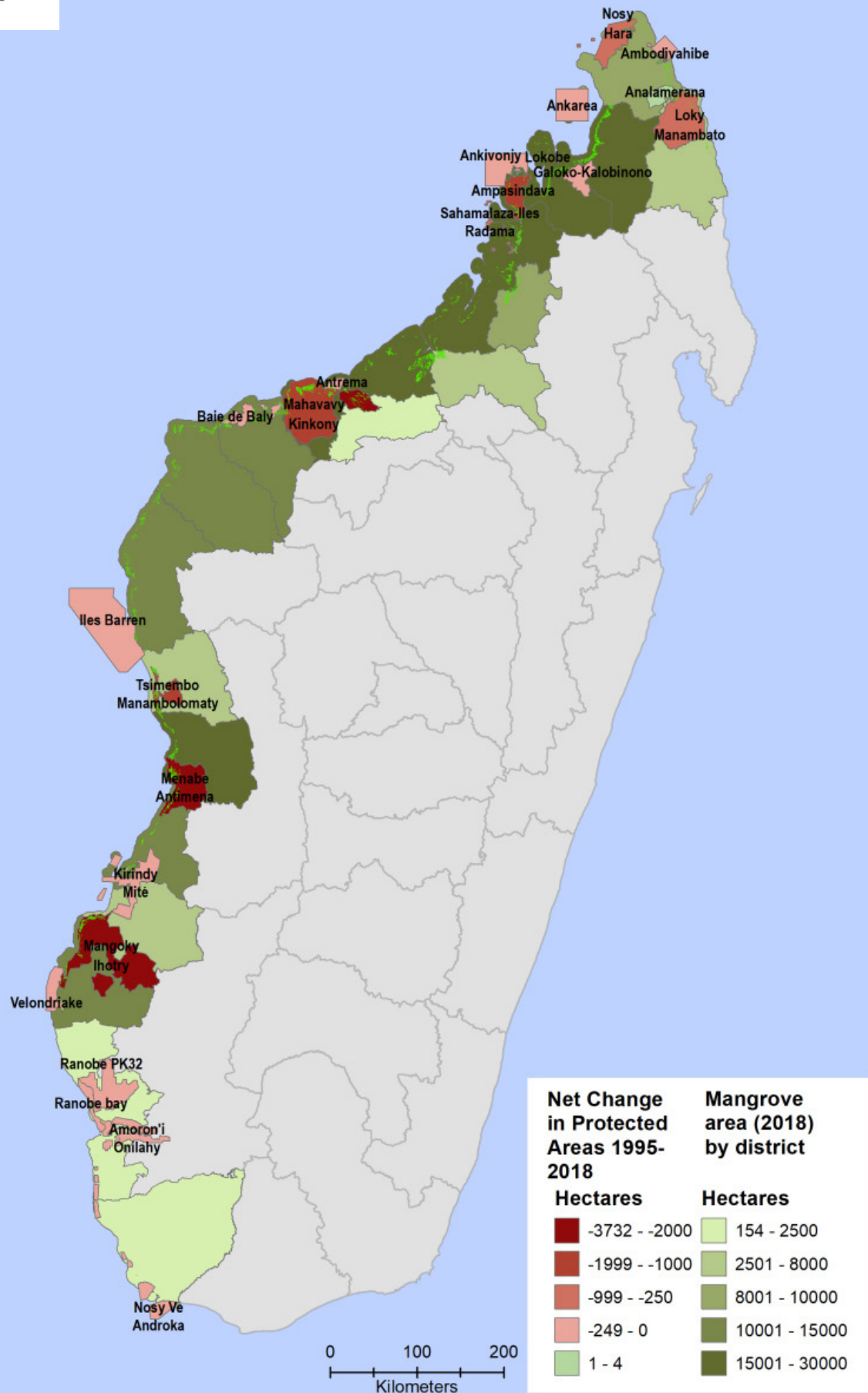


Figure 8: Zone mangrove par district, avec un net changement dans les zones protégées // Mangrove area by district, with net change in protected areas.

Ardea Humbloti
© Tony Rakoto WWF Madagascar

Figure 8



Zones gérées par les communautés locales CBNRM Areas

Le WWF-Madagascar est actif dans deux paysages avec des activités de gestion des ressources naturelles par les communautés locales. Les couvertures de mangroves dans chacune des sites gérés par les communautés des deux paysages ont été évaluées. Les zones communautaires de la baie d'Ambaro ont toujours une mangrove stable et une perte globale inférieure à celle de Manambolo Tsiribihina. Voir la feuille Excel accompagnant ce document pour plus d'informations.

WWF-Madagascar is active in two landscapes with community-based natural resource management activities (CBNRM). Mangroves covers in each of the communities' areas in the two landscapes were assessed. The Ambaro bay community areas have consistently greater stable mangrove and less overall loss than Manambolo Tsiribihina. See the excel sheet accompanying this report for more information.

Figure 9a,b: Stable mangrove in CBNRM landscapes, with the national average shown by the red line.

Figure 9a

CBNRM areas of Ambaro Bay Landscape

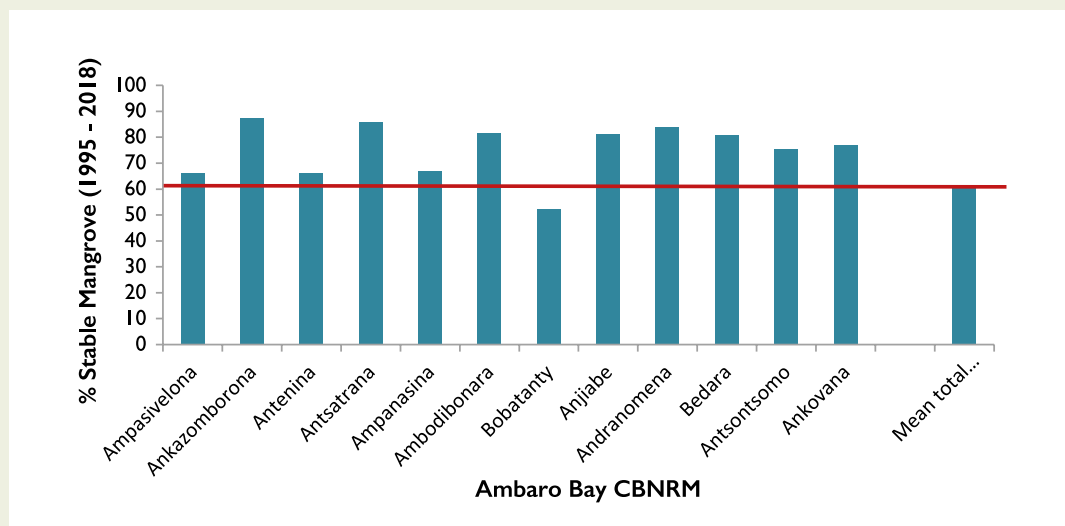
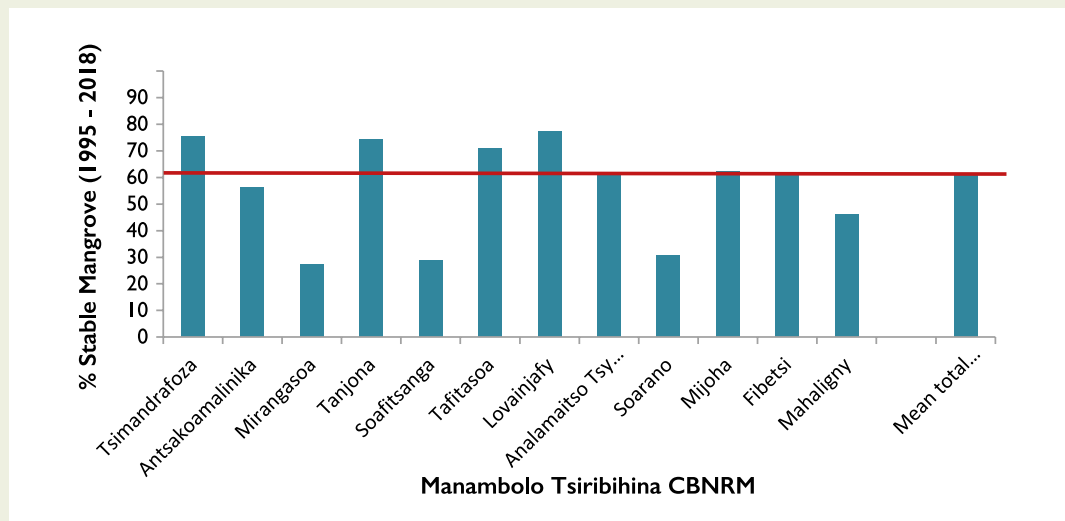


Figure 9b

CBNRM Areas of Manambolo Tsiribihina Landscape



Estimations de la biomasse

Bien que la superficie des mangroves ait diminué, la biomasse aérienne et souterraine dans les mangroves restantes est en augmentation. Toutefois, il convient de noter qu'en général, les mesures verticales ALOS sont plus détaillées que SRTM (Santillan & Makinano-Santillan 2016). Néanmoins, des contrôles ponctuels de la croissance des nouvelles mangroves ont montré une augmentation de la hauteur de canopée de 5 à 10 m entre 2000 et 2010. La figure 9 montre que toutes les régions connaissent une augmentation de la biomasse totale moyenne, à l'exception d'Astimo Andre-fana dans le sud-ouest. de Madagascar.

Biomass Estimates

Although the area of mangrove has been decreasing, the above and below ground biomass in remaining mangroves is increasing. Though, it should be noted that in general the ALOS vertical measures are more detailed than SRTM (Santillan & Makinano-Santillan 2016). Still, spot checks of new mangrove growth have shown an increase in canopy height of 5-10 m between 2000 and 2010. In figure 10 we see that all regions are experiencing an increase in mean total biomass, with the exception of Astimo Andrefana in the southwest of Madagascar.



Xylocarpus granatum © Tony Rakoto, WWF Madagascar

Figure 10: Biomasse aérienne et souterraine moyenne dans les écosystèmes de mangroves en 2000 et 2010 // Mean above and below ground biomass in mangrove ecosystems in 2000 and 2010

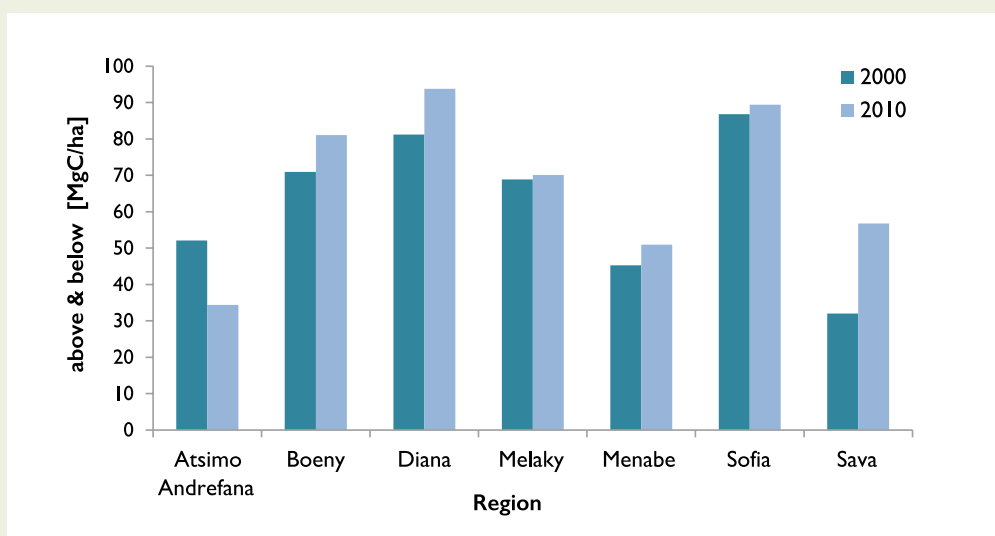


Figure 10

CONCLUSION // CONCLUSIONS

Ce document présente la première analyse pluriannuelle des mangroves à Madagascar. La grande précision des classes de changement et l'utilisation de méthodes cohérentes indiquent que la cartographie est robuste et que toutes les estimations s'inscrivent dans les résultats précédemment publiés. Dans l'ensemble, Madagascar connaît un net déclin des mangroves, bien que cette tendance ne soit pas aussi grave dans les districts disposant des aires protégées et les paysages ayant des zones de mangroves gérées par les communautés locales.

À mesure que l'étendue de la mangrove diminue, il est envisagé que des efforts de cartographie détaillés et précis puissent soutenir une prise de décision éclairée et des interventions de conservation.

This report presents the first multi-decade analysis of mangroves in Madagascar. The high accuracy of change classes and the use of consistent methods indicate that the mapping are robust, and all estimates fall within previously published results. Overall, Madagascar is experiencing a net decline in mangroves, although this trend is not as severe in districts with protected areas or CBNRM landscapes.

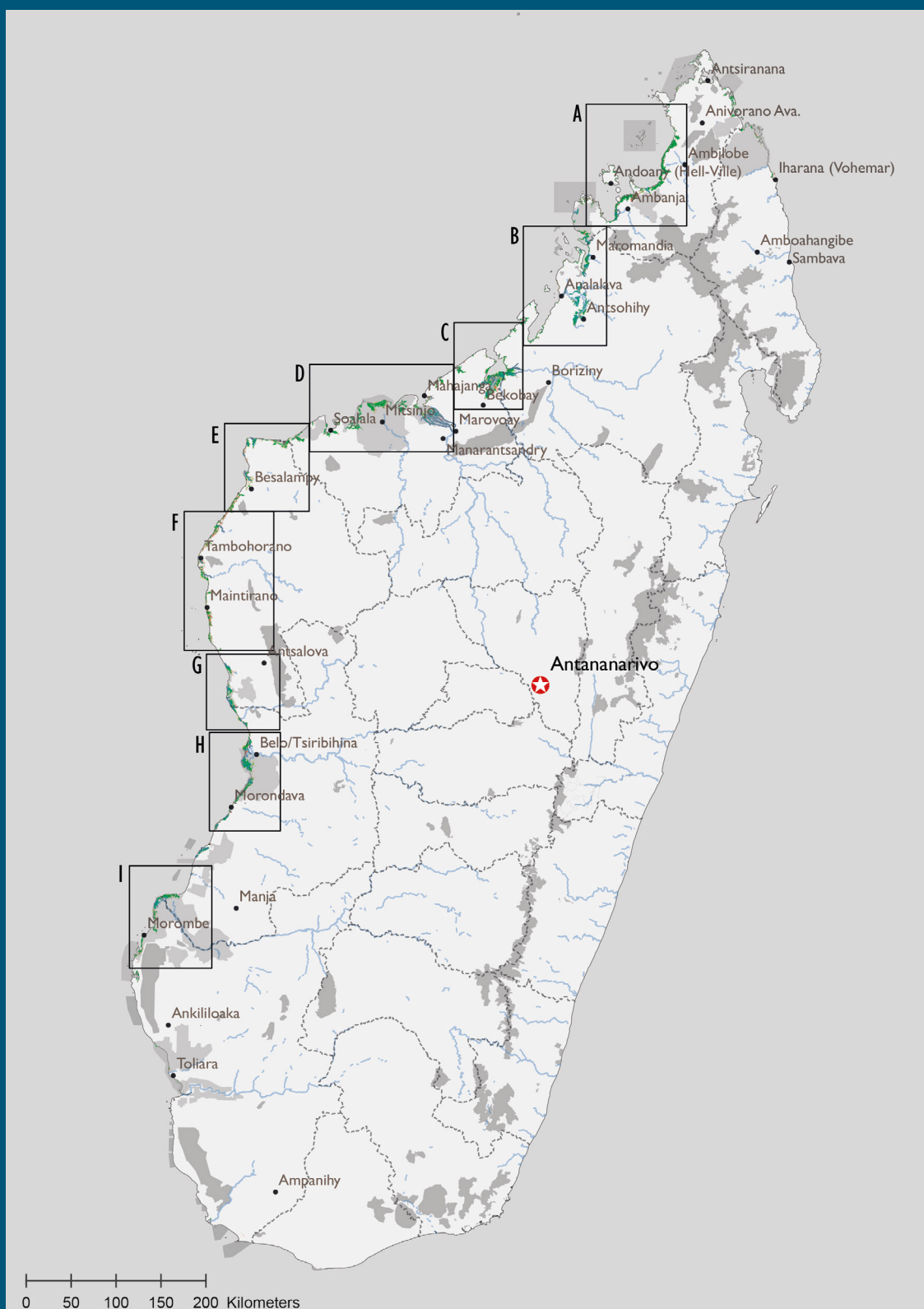
As mangrove extent decreases, it is envisioned that detailed and accurate mapping efforts can support informed decision making and conservation interventions.

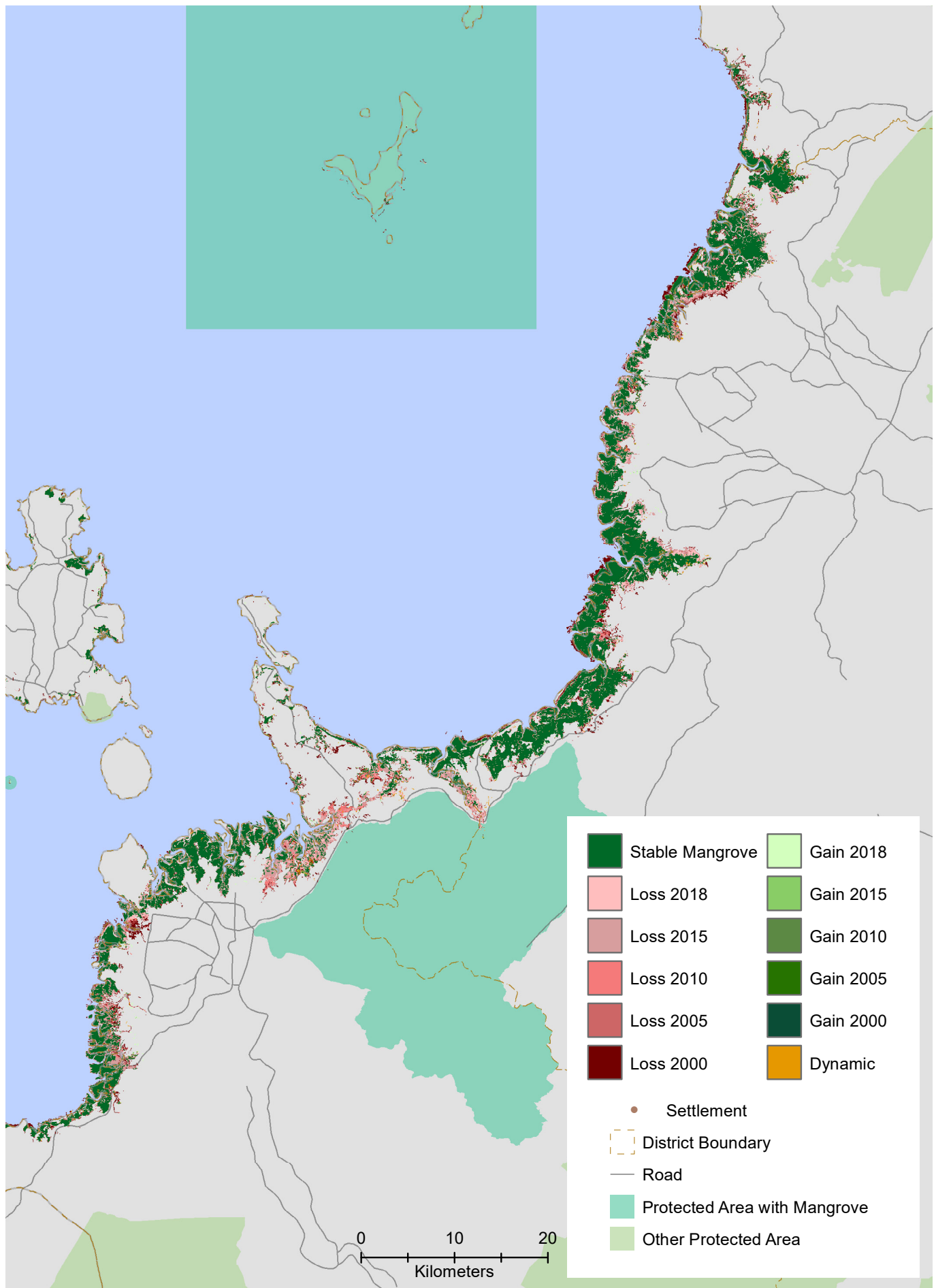


Mangroves of
Manambolo
© Tony Rakoto,
WWF Madagascar

SERIE DE CARTES // MAP SERIES

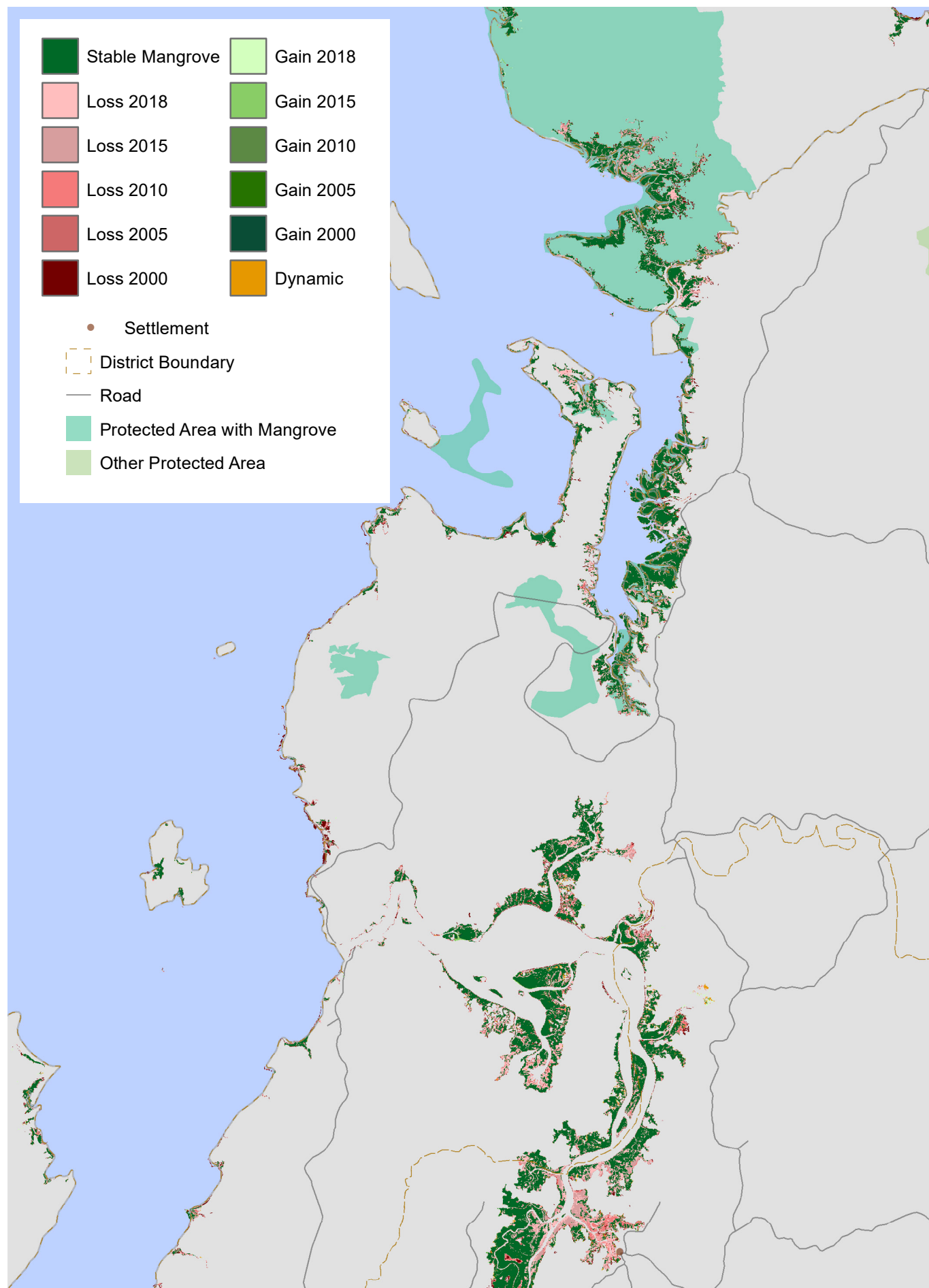
SUPERFICIE ET CHANGEMENT DES MANGROVES DE 2000 À 2018 MANGROVE COVER AND CHANGE 2000 TO 2018

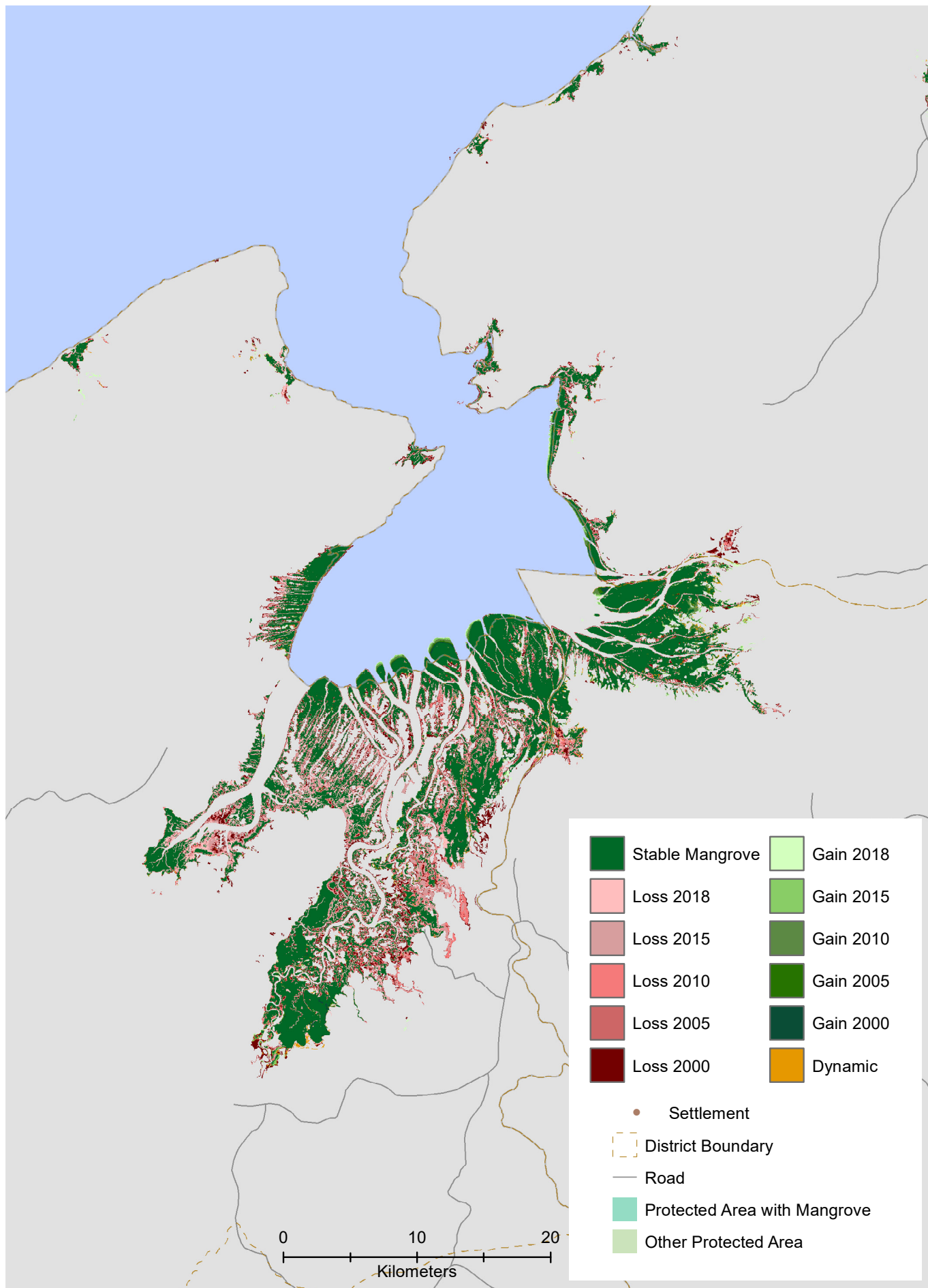


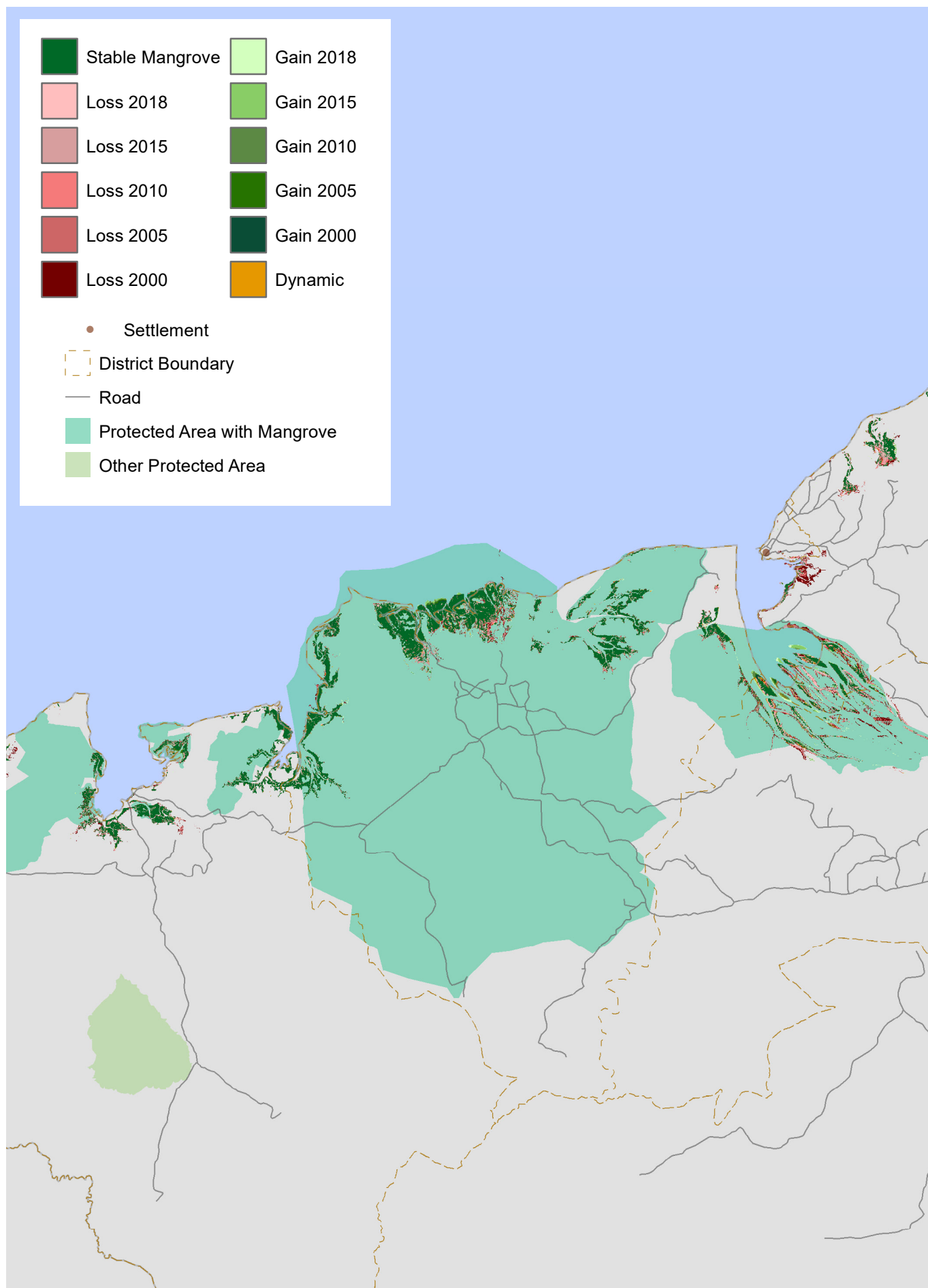


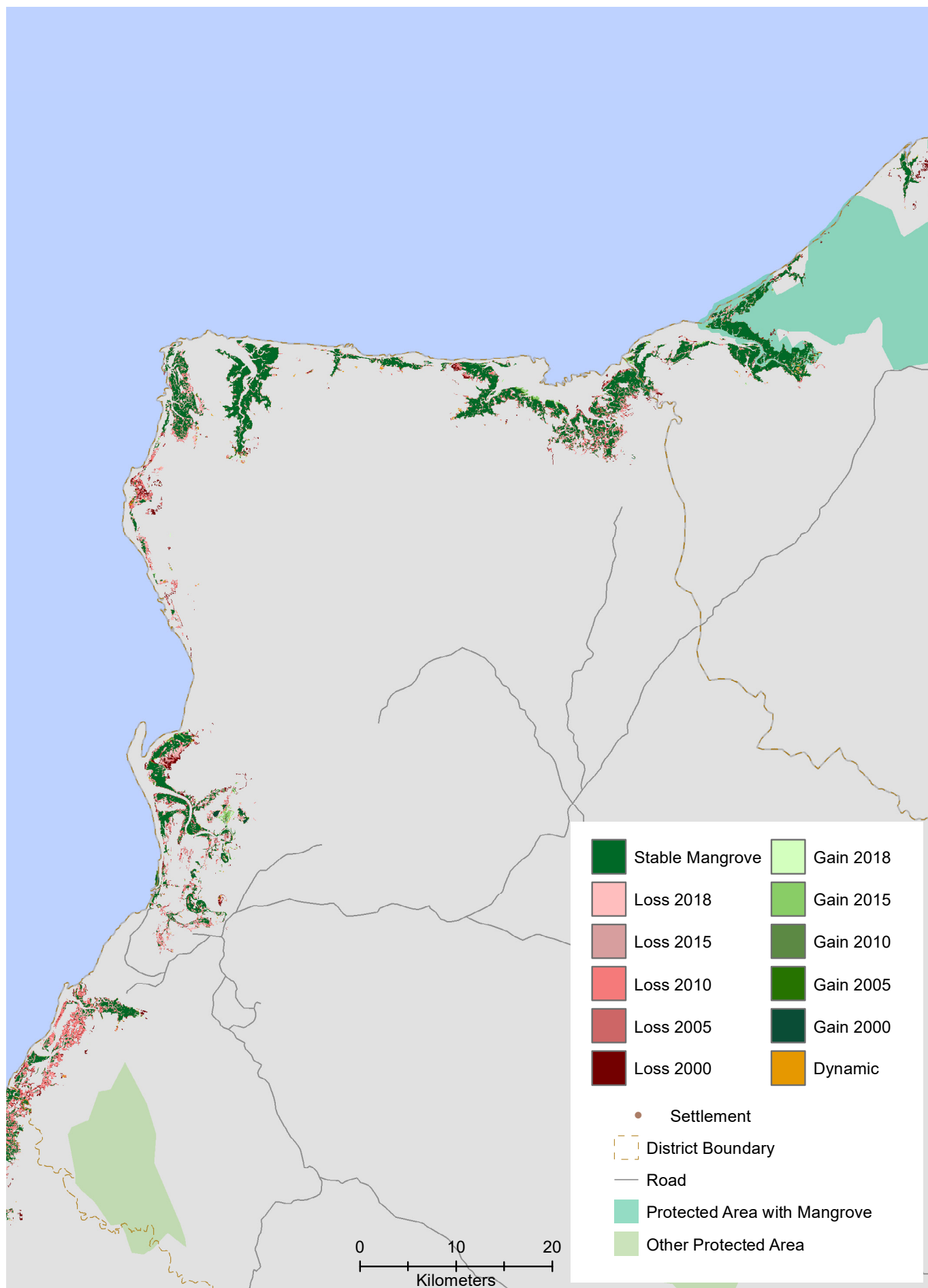
A

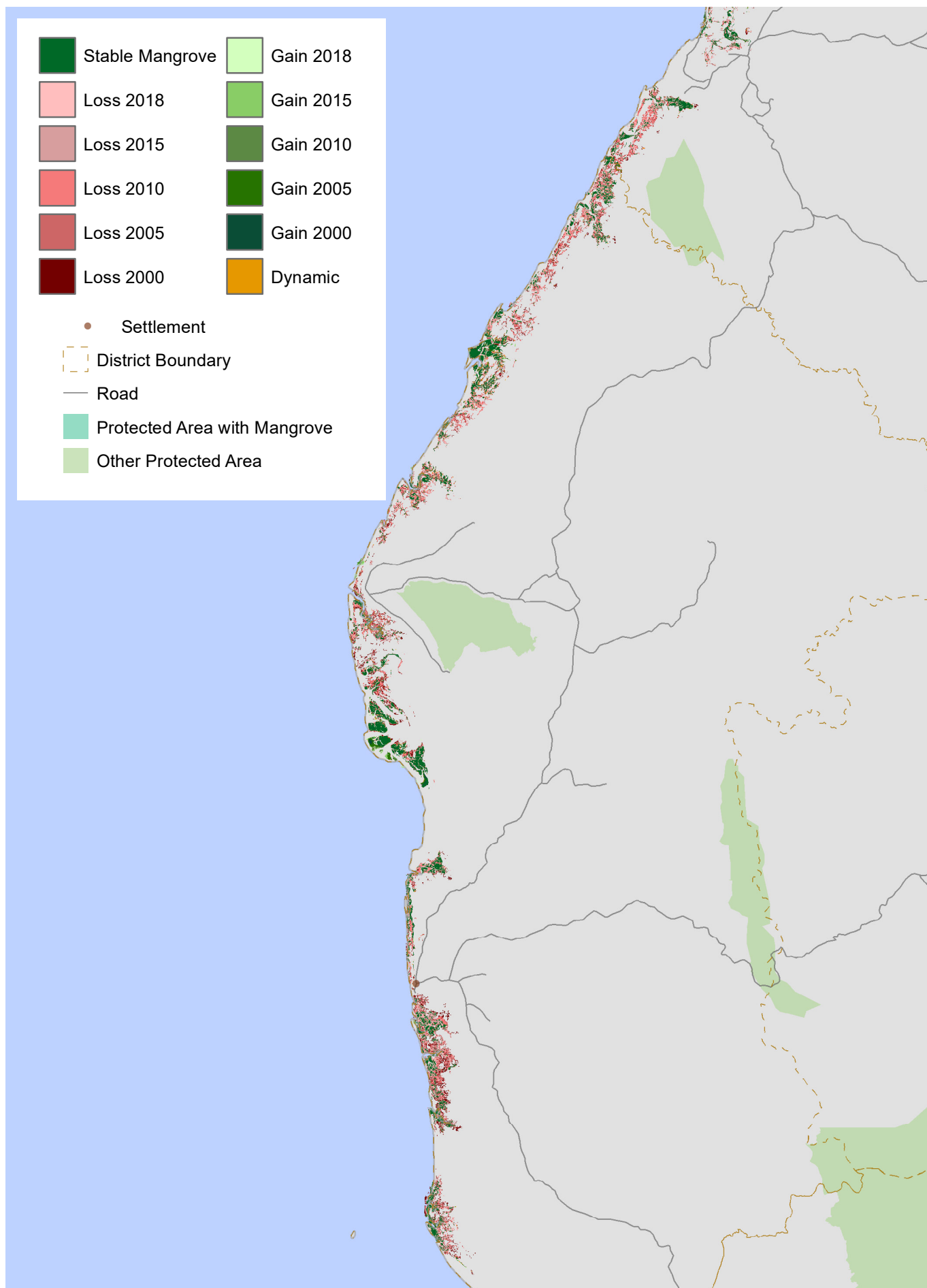
Couvertures et évolution entre 2000 et 2018 des mangroves dans les Baies d'Ambaro, Tsimipaika, Ampasindava et Nosy-Be (BATAN) // Mangrove cover and change 2000 to 2018 in the Bays of Ambaro, Tsimipaika, Ampasindava and Nosy Be (BATAN)

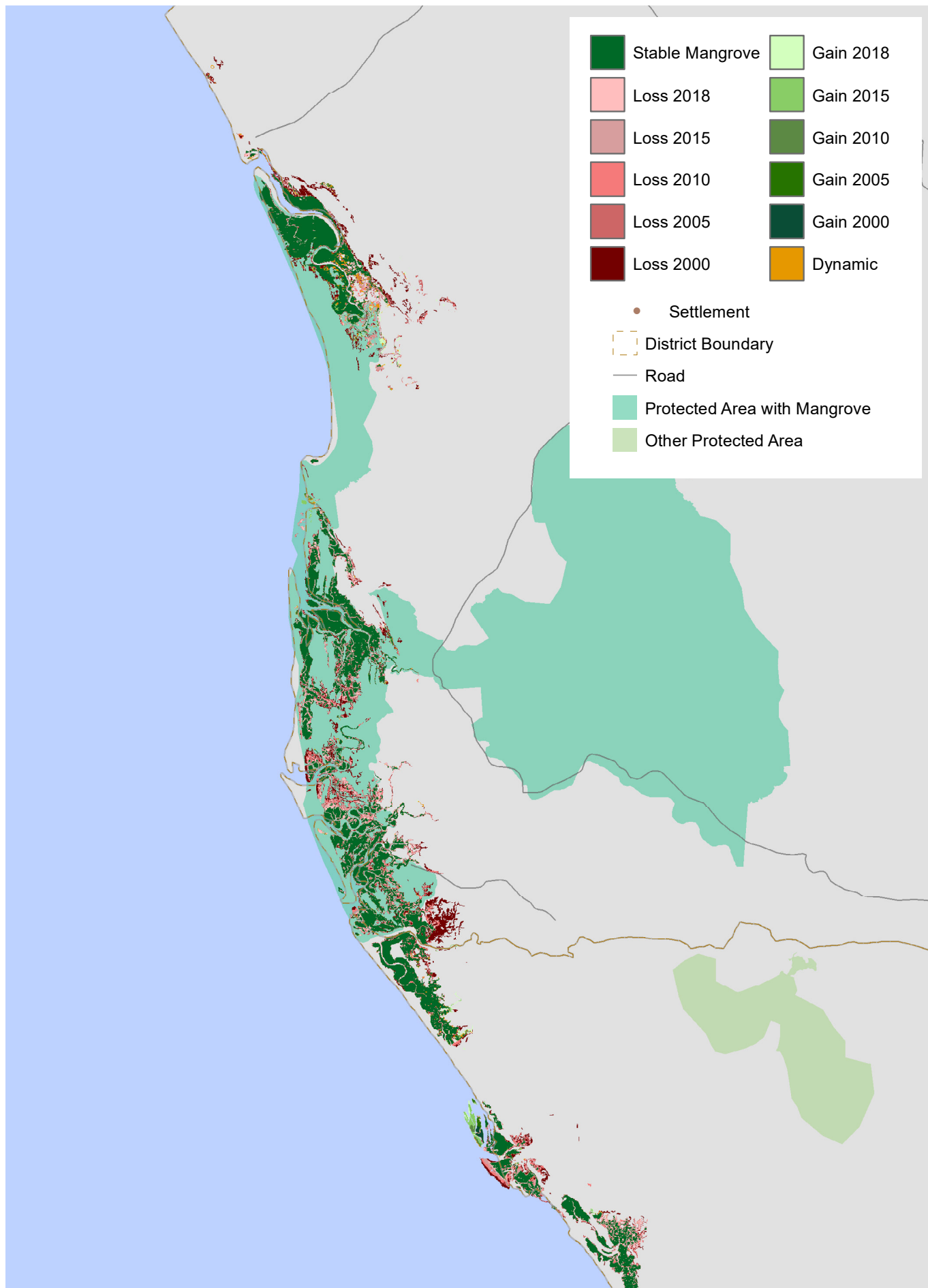


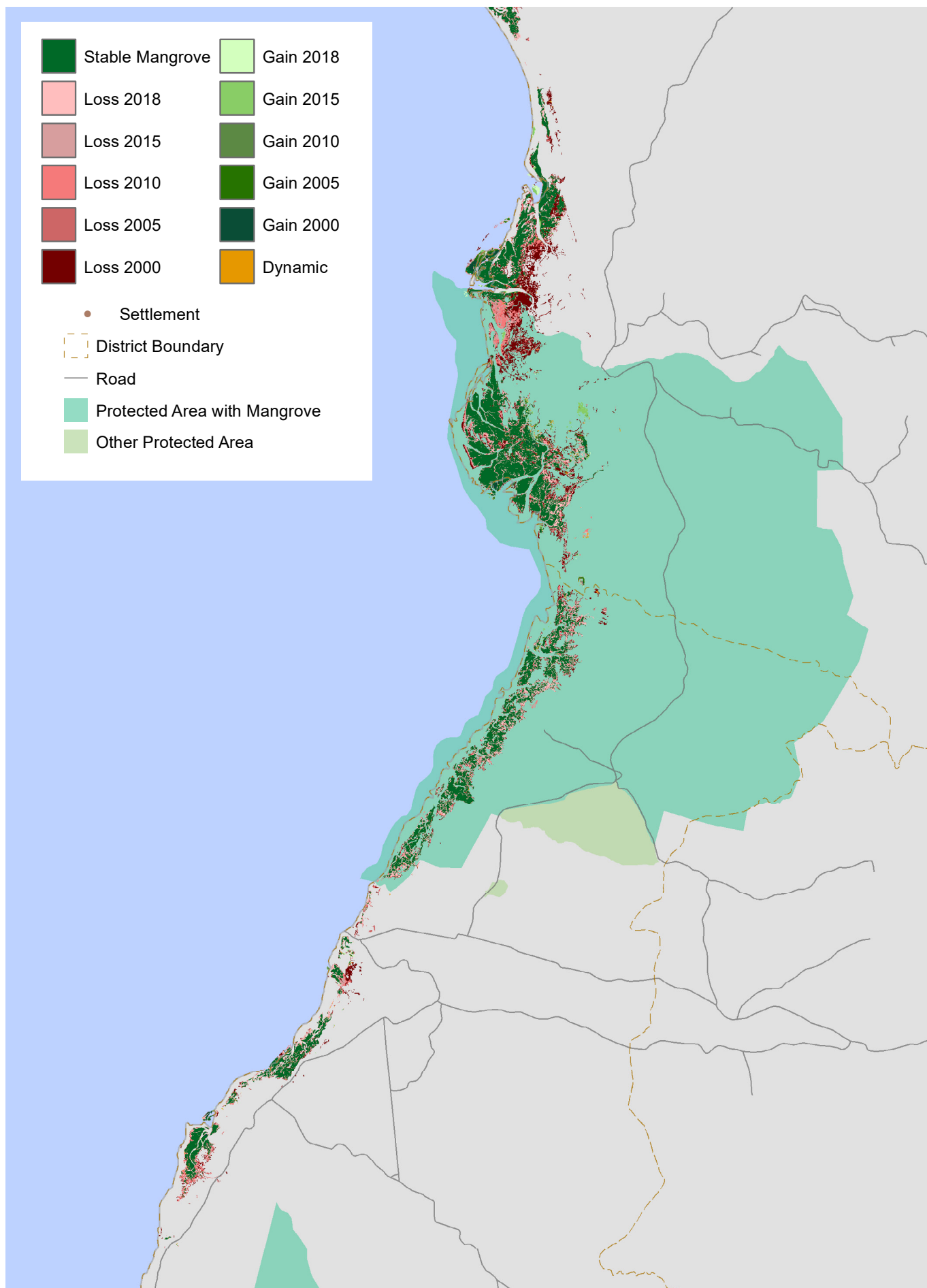


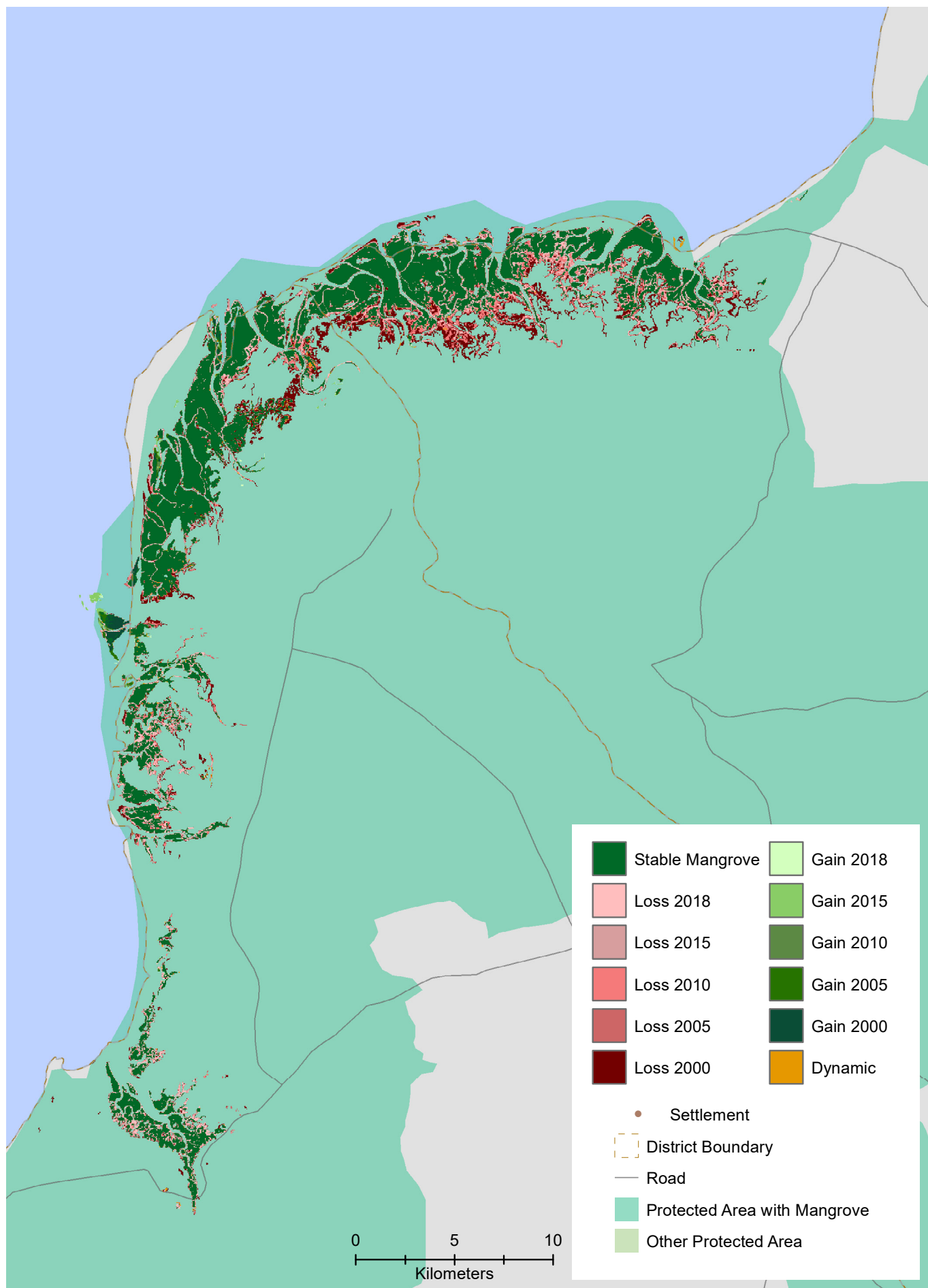












Couvertures et évolution entre 2000 et 2018 des mangroves du Delta de Mangoky
 // Mangrove cover and change 2000 to 2018 in Mangoky Delta.

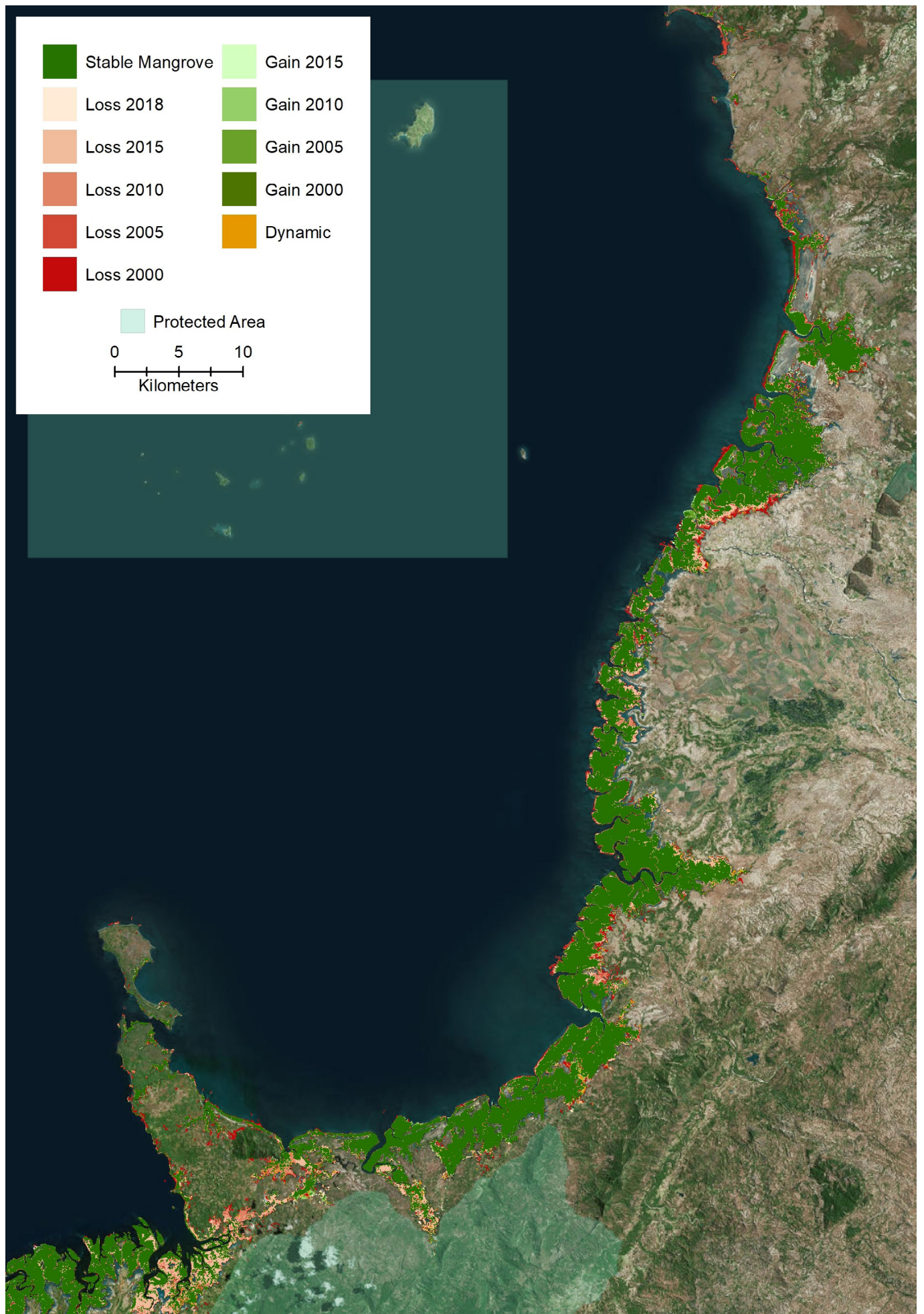
SERIE DE CARTES // SERIES OF MAPS

SERIE DE PHOTOS AÉRIENNE: ANNUEL RÉDUCTION ET PROFILATION
DES MANGROVES EN RÉGIONS SÉLECTIONNER DE 2000 A 2018

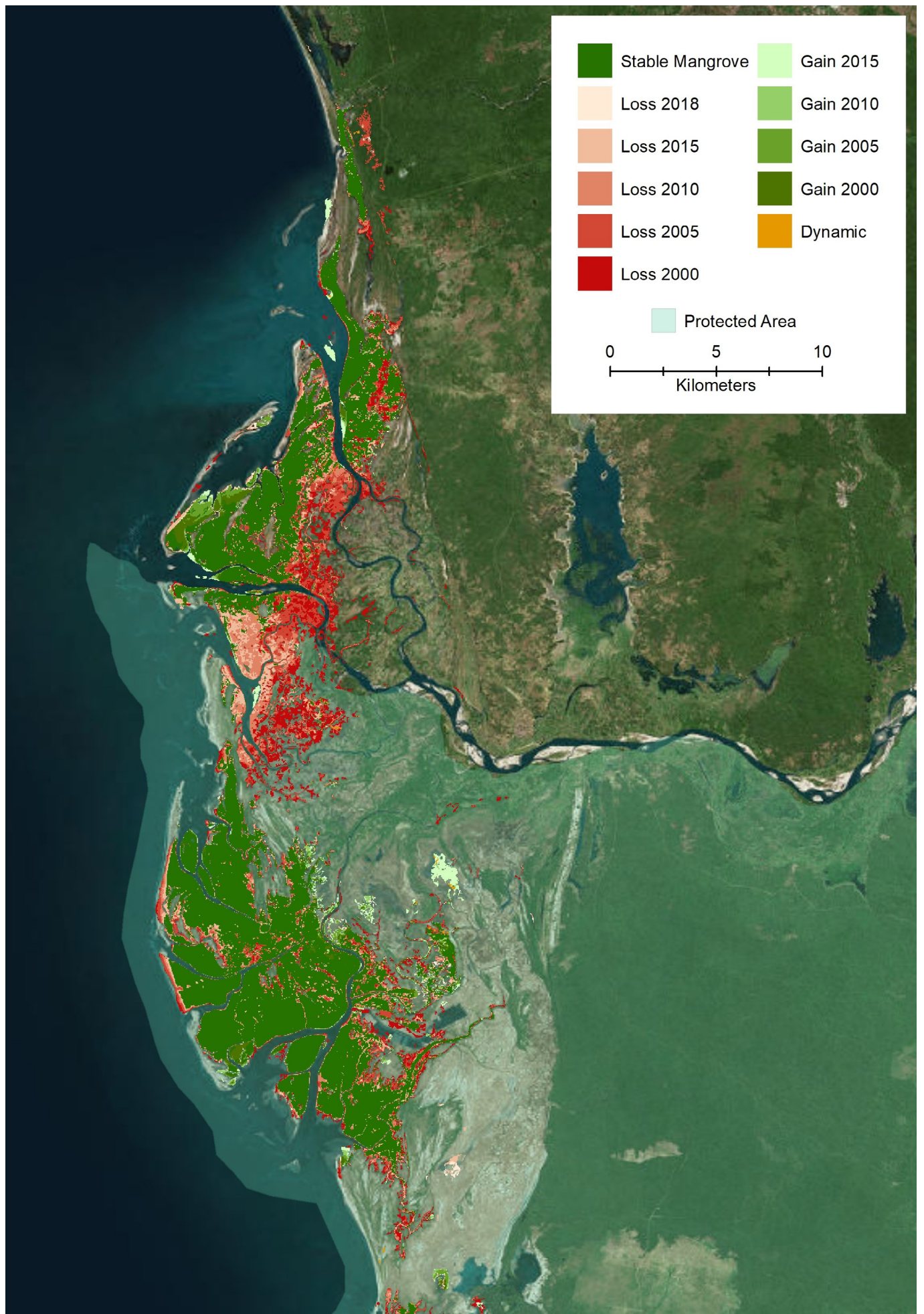
SERIES OF MAPS: ANNUAL MANGROVE LOSS AND GAIN 2000 TO 2018



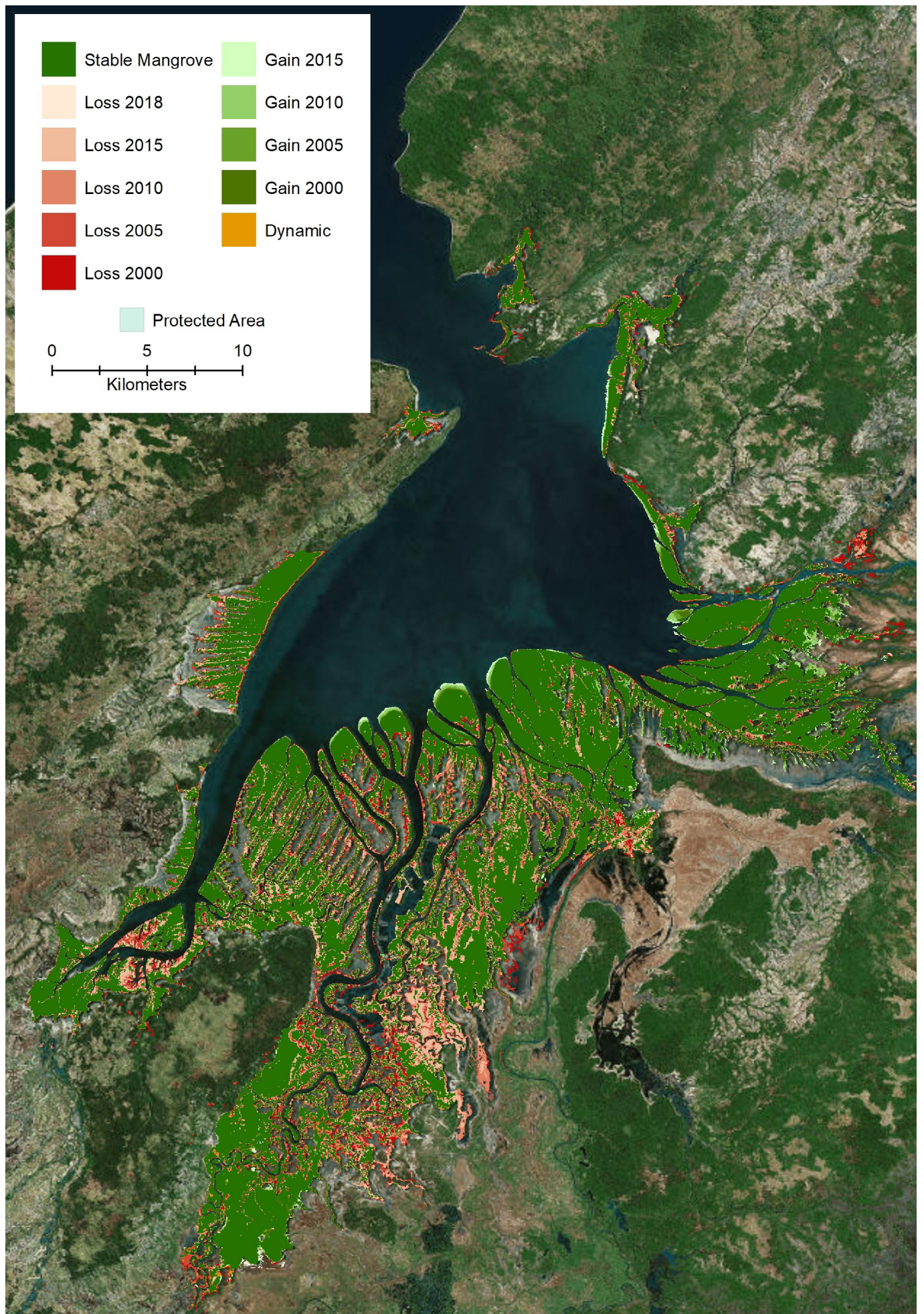
© ESRI/USGS



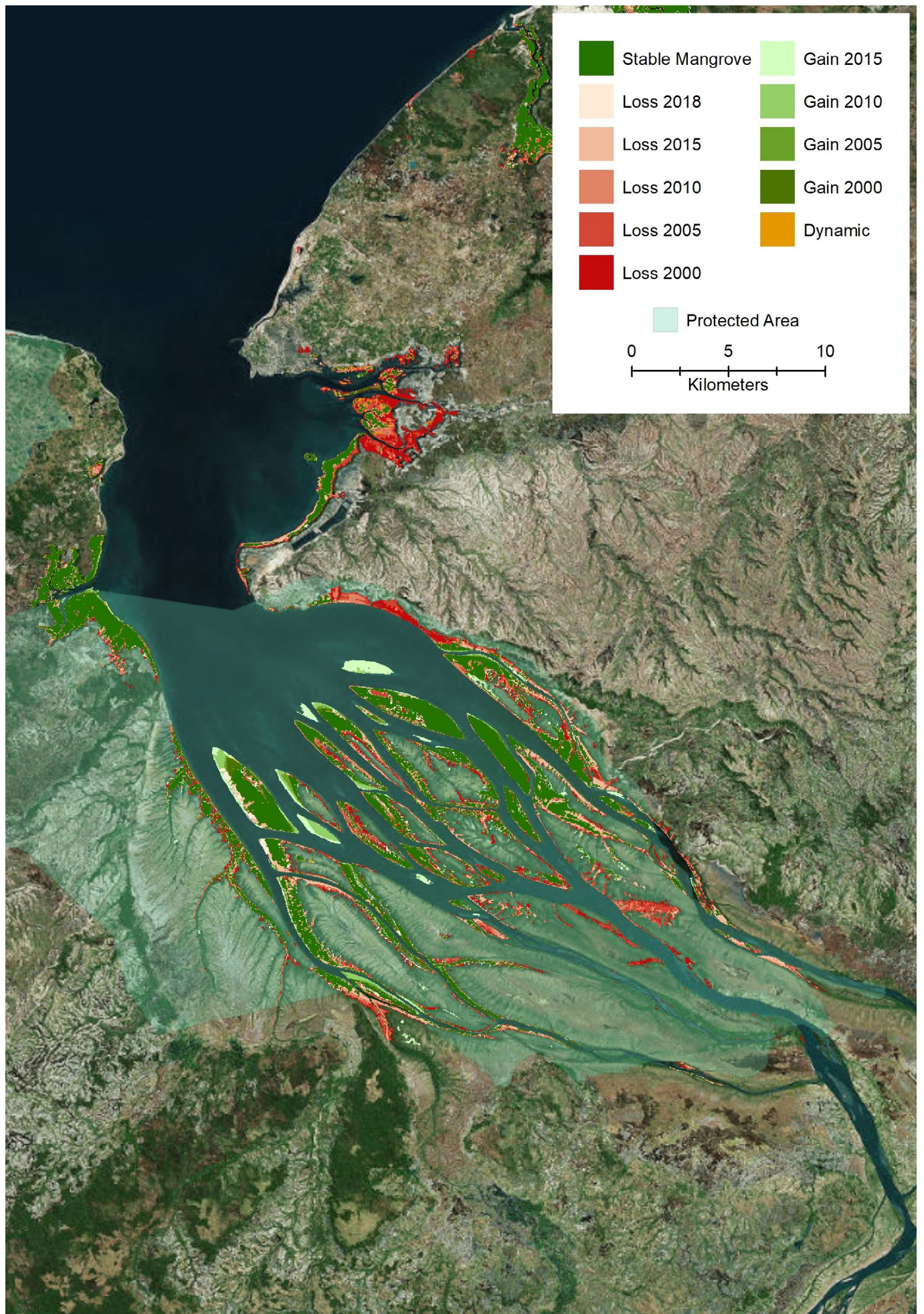
Mangroves de la Baie d'Ambaro // Mangrove of Ambaro Bay



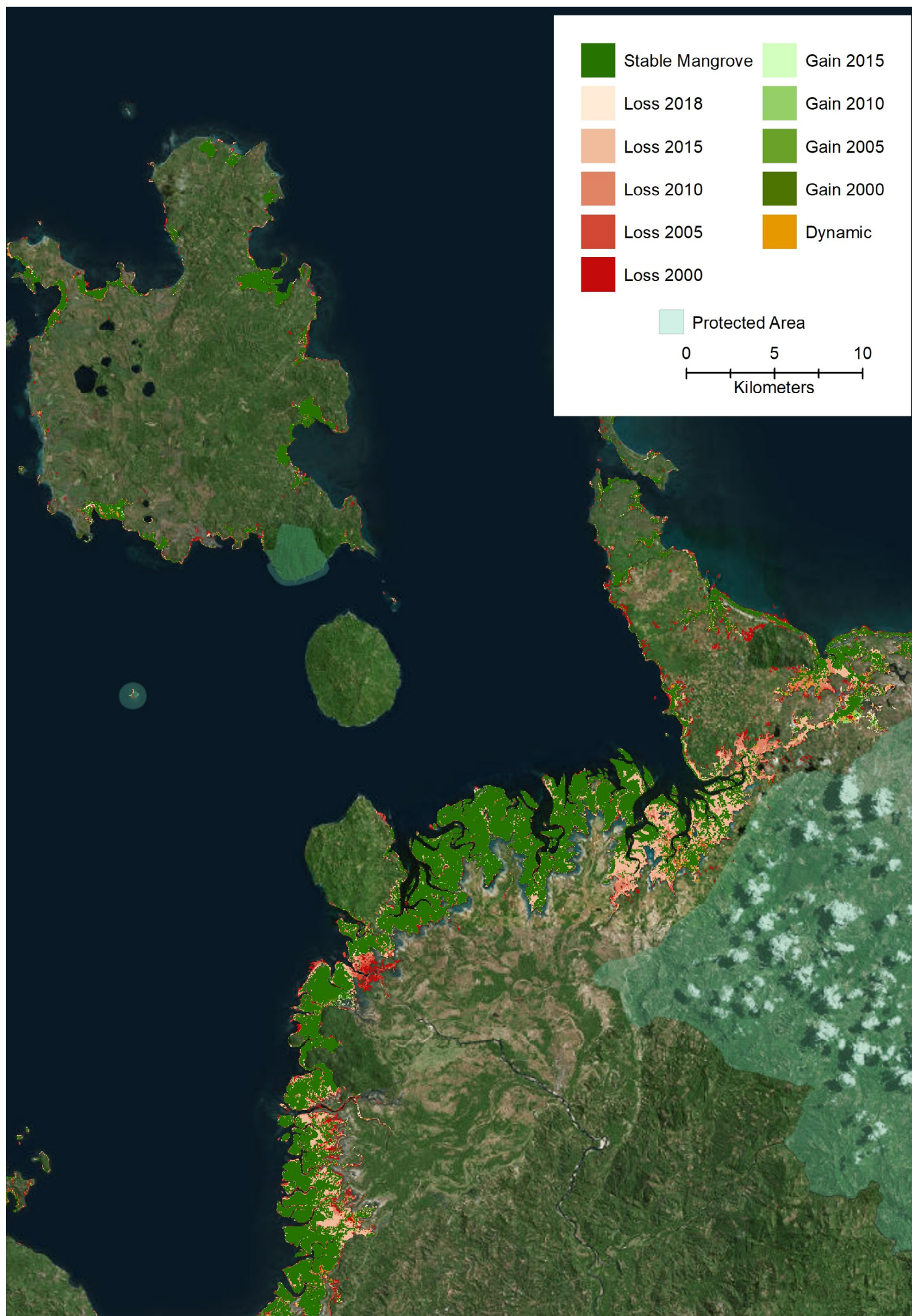
Mangroves du Delta de Tsiribihina // Mangrove in the Delta of Tsiribihina.



Mangroves de la Baie de Mahajamba // Mangrove in the Mahajamba Bay



Mangroves de la Baie de Bombetoka // Mangrove of Bombetoka Bay



Mangroves de Nosy Be et de la Baie de Tsimipaika // Mangrove of Nosy Be and Tsimipaika Bay



Shrimp Fishermen in Ambaro Bay coming home © Uwe Johannsen WWF Germany

RÉFÉRENCES // REFERENCES

- Fatoyinbo, T.E. & Simard, M. (2013). Height and biomass of mangroves in Africa from ICESat / GLAS and SRTM. *Int. J. Remote Sens.*, 34, 37-41.
- Fatoyinbo, T.E., Simard, M., Washington-Allen, R.A. & Shugart, H.H. (2008). Landscape-scale extent, height, biomass, and carbon estimation of Mozambique's mangrove forests with Landsat ETM+ and Shuttle Radar Topography Mission elevation data. *J. Geophys. Res.*, 113, 1-13.
- Lieth, H. & Whittaker, R.H. (1975). *Primary Productivity of the Biosphere*. Springer Berlin Heidelberg.
- Piao, S., Fang, J., Zhu, B. & Tan, K. (2005). Forest biomass carbon stocks in China over the past 2 decades: Estimation based on integrated inventory and satellite data. *J. Geophys. Res.*, 110, G01006.
- Saenger, P. & Snedaker, S.C. (1993). Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litterfall. *Oecologia*, 96, 293-299.
- Santillan, J.R. & Makinano-Santillan, M. (2016). Vertical accuracy assessment of 30-M resolution ALOS, ASTER, and SRTM global DEMs over Northeastern Mindanao, Philippines. In: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives*. pp. 149-156.
- Simard, M., Zhang, K., Rivera-Monroy, V.H., Ross, M.S., Ruiz, P.L., Castañeda-Moya, E., et al. (2006). Mapping Height and Biomass of Mangrove Forests in Everglades National Park with SRTM Elevation Data. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 72, 299-311.
- Tadono, T., Ishida, H., Oda, F., Naito, S., Minakawa, K. & Iwamoto, H. (2014). Precise Global DEM Generation by ALOS PRISM. *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, 11-4, 71-76.
- Tang, W., Zheng, M., Zhao, X., Shi, J., Yang, J., Trettin, C., et al. (2018). Big Geospatial Data Analytics for Global Mangrove Biomass and Carbon Estimation. *Sustainability*, 10, 472.



An initiative by:



Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development

