

RÉSUMÉ DE THÈSE /
ACADEMIC THESIS ABSTRACT / RESUMEN DE TESIS ACADÉMICA**Mesure et suivi de la dynamique
du couvert forestier :
cas de l'écorégion des forêts humides
de l'Est de Madagascar**

Fety Abel RAKOTOMALALA

RÉSUMÉ

La quantification fine et à large échelle des dynamiques du couvert forestier est indispensable dans la gestion des ressources naturelles. Elle fournit les connaissances pour lutter contre la perte de la biodiversité et réduire les émissions de gaz à effet de serre. À Madagascar, plusieurs études récentes ont montré l'importance de la déforestation, principalement liée à l'agriculture par abattis-brûlis. Cependant, la définition nationale des forêts n'a jamais été prise en compte dans leur processus de traitement des données. Par ailleurs, il n'existe pas ou peu d'informations sur l'étendue et l'importance des processus de dégradation et de régénération forestières. Ainsi, l'objectif de la présente thèse consiste à quantifier la déforestation, la dégradation et la régénération forestières dans l'écorégion des forêts humides de l'Est de Madagascar entre 2000 et 2015. Une approche basée sur la détection de changements d'images multitemporales a été appliquée pour estimer et analyser le niveau de déforestation. L'estimation de la dégradation et de la régénération a principalement été effectuée en faisant simultanément l'analyse de l'évolution du couvert et du stock de carbone forestier. La déforestation a été estimée à 90 171 ha/an entre 2000 et 2005, à 27 103 ha/an entre 2005 et 2010, à 33 978 ha/an entre 2010 et 2013 et à 80 626 ha/an entre 2013 et 2015. La dégradation forestière a été estimée à 20 327 ha/an et la régénération à 7 997 ha/an entre 2000 et 2015. La validation de ces résultats a été réalisée par inspection visuelle des points sur des images de haute résolution spatiale. La précision globale de la carte de déforestation a été évaluée à 90 % tandis que, pour la dégradation et la régénération, elle a été estimée à 88,5 %. La présente thèse propose ainsi des éléments méthodologiques innovants associant l'analyse des données de télédétection spatiale et des données de terrain pour le suivi de la déforestation, la dégradation et la régénération forestières à Madagascar. Elle contribue également à fournir les informations statistiques nécessaires à la mise en place du système national de suivi du couvert forestier.

Mots-clés : déforestation, dégradation, régénération, biomasse aérienne, télédétection, Madagascar.

**Measuring and monitoring forest
cover dynamics in the humid forests
ecoregion of Eastern Madagascar**

ABSTRACT

Detailed and large-scale quantification of forest cover dynamics is essential to natural resource management, to provide the necessary knowledge to fight biodiversity loss and reduce greenhouse gas emissions. In Madagascar, several recent studies have revealed the scale of deforestation, mainly linked to slash-and-burn agriculture. However, the national definition of forests has never been considered in their data analysis processes. Moreover, there is little or no information on the extent and importance of forest degradation and regeneration processes. The aim of this thesis is therefore to quantify deforestation, degradation and forest regeneration in the humid forests ecoregion of eastern Madagascar from 2000 to 2015. To estimate and analyze the level of deforestation, we applied an approach based on detecting changes from multi-date imagery. Degradation and regeneration were estimated mainly by simultaneously analyzing changes in the forest cover and carbon stocks. Deforestation was estimated at 90,171 ha/year in 2000–2005, 27,103 ha/year in 2005–2010, 33,978 ha/year in 2010–2013 and 80,626 ha/year in 2013–2015. Forest degradation was estimated at 20,327 ha/year and regeneration at 7,997 ha/year in 2000–2015. These results were validated by visual inspection of the survey points on high spatial resolution images. Overall accuracy was estimated at 90% for the deforestation map and 88.5% for the estimation of degradation and regeneration. This thesis puts forward innovative elements of methodology based on remote sensing to monitor the dynamics of forest cover in Madagascar. It also provides necessary statistical information to contribute to the establishment of a national forest cover monitoring system.

Keywords: deforestation, degradation, regeneration, aboveground biomass, remote sensing, Madagascar.

**Medición y seguimiento de la dinámica
del dosel forestal:
el caso de la ecorregión de la selva
oriental de Madagascar**

RESUMEN

La cuantificación fina y a gran escala de las dinámicas del dosel forestal es esencial para la gestión de los recursos naturales. Proporciona los conocimientos necesarios para combatir la pérdida de biodiversidad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En Madagascar, varios estudios recientes han puesto de manifiesto la importancia de la deforestación, principalmente vinculada a la agricultura de tala y quema. Sin embargo, la definición nacional de los bosques no se ha tenido en cuenta en su tratamiento de datos. Además, hay poca o ninguna información sobre el alcance y la importancia de los procesos de degradación y regeneración forestales. El objetivo de esta tesis es cuantificar la deforestación, la degradación y la regeneración de los bosques en la ecorregión de bosques húmedos orientales de Madagascar entre 2000 y 2015. Su planteamiento se basó en la detección de cambios en las imágenes de fechas diferentes para estimar y analizar el nivel de deforestación. La estimación de la degradación y la regeneración se realizó principalmente mediante el análisis simultáneo de la evolución del dosel y de las reservas de carbono forestales. La deforestación se estimó en 90 171 ha/año entre 2000 y 2005, 27 103 ha/año entre 2005 y 2010, 33 978 ha/año entre 2010 y 2013 y 80 626 ha/año entre 2013 y 2015. La degradación forestal estimada fue de 20 327 ha/año y la regeneración, de 7 997 ha/año entre 2000 y 2015. Estos resultados se validaron con la inspección visual de los puntos en imágenes de alta resolución espacial. La precisión global del mapa de deforestación se estimó en un 90 %, mientras que para la degradación y la regeneración se estimó en un 88,5 %. La presente tesis propone elementos metodológicos innovadores que combinan el análisis de datos de teledetección espacial y de datos de campo para controlar la deforestación, la degradación y la regeneración forestal en Madagascar. También contribuye a la obtención de la información estadística necesaria para establecer el sistema nacional de seguimiento del dosel forestal.

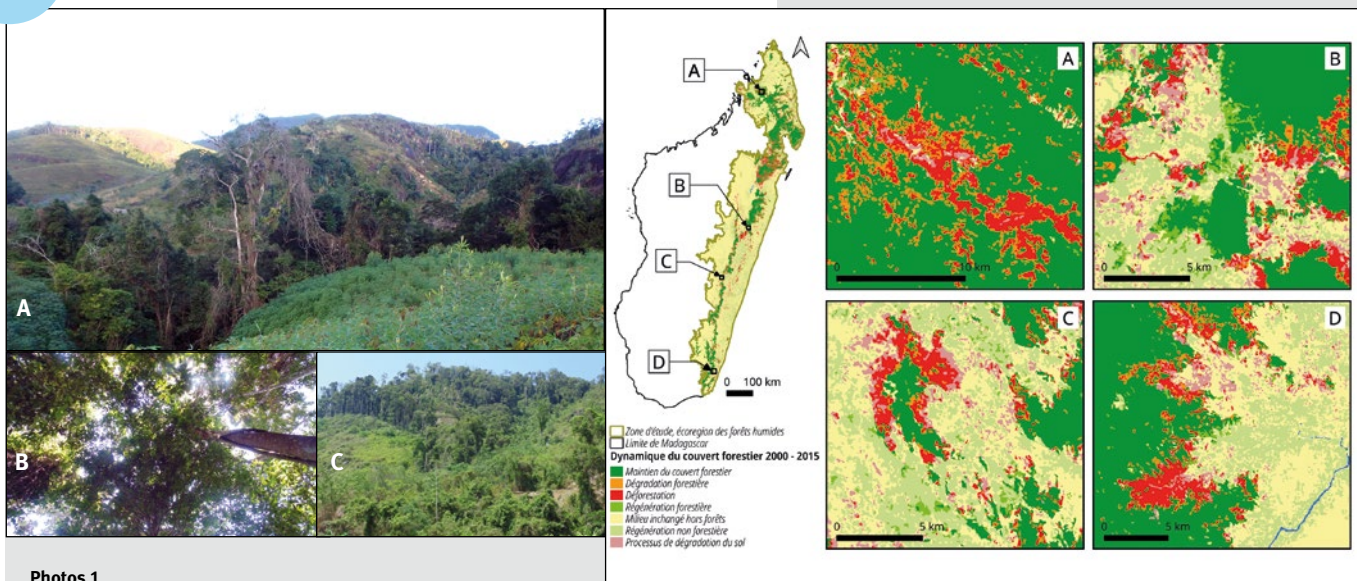
Palabras clave: deforestación, degradación, regeneración, biomasa aérea, teledetección, Madagascar.

Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2021.348.a3675>

Droit d'auteur © 2021, Bois et Forêts des Tropiques © Cirad

Date de publication : 18 juin 2021

Licence Creative Commons :
Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).



Photos 1.

A. Type de déforestation dans l'écorégion des forêts humides de Madagascar, où la forêt a été remplacée par un champ de culture de subsistance, notamment des manioc. B. Houppier des forêts denses humides sempervirentes de l'Est de Madagascar (dans les zones intactes). C. Type de dégradations dans les lisières forestières (effet de lisière).

Foto 1.

A. Type of deforestation in Madagascar's humid forests ecoregion, where the forest has been replaced by subsistence cropfields, mainly of manioc. B. Canopy of dense humid evergreen forest in eastern Madagascar (intact zones). C. Type of degradation along forest margins (edge effect).

Foto 1.

A. Tipo de deforestación en la ecorregión de la selva tropical de Madagascar, donde el bosque ha sido sustituido por un campo de cultivos de subsistencia, incluida la yuca. B. Tipo de deforestación en la selva tropical densa de hoja perenne del este de Madagascar (en zonas intactas). C. Tipo de degradación en los bordes del bosque (efecto de borde).

Figure 1.

Carte de la dynamique du couvert forestier entre 2000 et 2015 : A) Dégradation des forêts localisée essentiellement en lisière de forêt à proximité des parcelles de déforestation ; B) Zone de régénération forestière à la suite d'un abandon de terre (ancienne jachère/forêt secondaire) ; C) Zones importantes en termes de régénération non forestière (jachères, empiètements de brousse) ; D) Point chaud de déforestation à cause de la *tavy* (agriculture sur abattis-brûlis) dans le Sud de l'écorégion des forêts humides.

Figure 1.

Map of forest cover dynamics from 2000 to 2015: A) Forest degradation essentially along forest margins near deforested parcels; B) Forest regeneration zone after the land was abandoned (former fallow land/secondary forest); C) Large areas of non-forest regeneration (fallow, encroaching bush); D) Deforestation hotspot due to slash-and-burn agriculture (*tavy*) in the southern part of the humid forests ecoregion.

Figura 1.

Mapa de la dinámica del dosel forestal entre 2000 y 2015: A) Degradación forestal localizada principalmente en las linderos del bosque cerca de las parcelas de deforestación; B) Área de regeneración forestal tras el abandono de la tierra (antiguo barbecho/bosque secundario); C) Áreas importantes de regeneración no forestal (barbechos, invasión de arbustos); D) Punto crítico de deforestación debido a la *tavy* (agricultura de tala y quema) en la parte sur de la ecorregión de bosques húmedos.

Grade et diplôme : Doctorat en physique et applications.

Spécialité : Physique du Globe.

Université : Antananarivo, Madagascar.

Date de soutenance : 22 décembre 2020.

Composition du jury

Direction : Solofoarisoa RAKOTONIAINA, Professeur titulaire (Co-directeur, Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo (IOGA) et Laboratoire Géomatique de l'Environnement et Télédétection (LGET), Madagascar).

Clovis GRINAND, Docteur (Co-directeur, Nitidae, France).

Membres : Georgette RAMANANTSIHENA, Professeure titulaire (Présidente de jury, Directrice de l'École doctorale de Physique et Applications, Enseignante-Chercheuse au sein de la Faculté des Sciences, Madagascar).

Solofo RAKOTONDRAOMPIANA, Professeur titulaire (Rapporteur interne, Responsable du Laboratoire Géomatique de l'Environnement et Télédétection (LGET) à l'Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo (IOGA), Enseignant-Chercheur au sein de l'École Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Madagascar).

Miadana Harisoa FARAMALALA, Professeure titulaire (Enseignante-Chercheuse au sein de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, Madagascar).

Lilian BLANC, Docteur HDR (Chercheur au sein de l'Unité Forêts et Sociétés, CIRAD, France).

Samuel RAZANAKA, Professeur (Chercheur-Enseignant au sein du Centre National de Recherche pour l'Environnement (CNRE) à Tsimbazaza, Madagascar).

Langue de rédaction : Français

Accès au manuscrit :

http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/RakotomalalaFetyA_DNR_PC_2020.pdf

Contact : Domicile : Lot VE 26 L Ambanidia Antananarivo, Madagascar

E-mail : f.rakotomalala@nitidae.org

Publications

Liste des articles publiés

Vieilledent G., Grinand C., Rakotomalala F. A., Ranaivosoa R., Rakotoarijaona J. R., Allnutt T. F., Achard F., 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. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.04.008>

Rakotomala F. A., Rabenandrasana J. C., Andriambahiny J. E., Rajaonson R., Andriamalala F., Burren C., Rakotoarijaona J. R., Parany B. L. E., Vaudry R., Rakotoniaina S., Ranaivosoa R., Rahagalala P., Randrianary T., Grinand C., 2015. Estimation de la déforestation des forêts humides à Madagascar utilisant la classification multidate d'images Landsat entre 2005, 2010 et 2013. *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, spécial Forêt, 211-212 : 11-23.

Grinand C., Rakotomalala F., Gond V., Vaudry R., Bernoux M., Vieilledent G., 2013. Estimating deforestation in tropical humid and dry forests in Madagascar from 2000 to 2010 using multi-date Landsat satellite images and the random forests classifier. *Remote Sensing of Environment*, 139: 68-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2013.07.008>