

# Evolution de la déforestation pour la culture de maïs sur défriche-brûlis dans la forêt de Mikea, avant et après sa mise sous statut d'aire protégée

## Evolution of Mikea forest deforestation by slash and burn maize cultivation before and after the status of protected area

H. R. RAVONJIMALALA<sup>1,2</sup>

S. RAZANAKA<sup>1</sup>

H. RANDRIAMBANONA<sup>1</sup>

D. HERVÉ<sup>3</sup>

S. RAKOTONDRAOMPIANA<sup>2</sup>

(1) Centre National de Recherche sur l'Environnement (CNRE), BP 1739, Antananarivo 101, Madagascar

(2) Laboratoire de géophysique de l'environnement et télédétection (LGET), Institut & Observatoire de Géophysique d'Antananarivo (IOGA), Université d'Antananarivo, Madagascar

(3) Institut de Recherche pour le Développement (IRD UMR 220), BP 64501, 34394 Montpellier, France

### Résumé

L'objectif majeur de l'instauration en 2007 du statut d'aire protégée, pour la forêt de Mikea dans la sud-ouest de Madagascar, concerne l'arrêt, sinon la réduction de la déforestation pour la culture de maïs sur abattis-brûlis, qui s'y est développée depuis le « boum du maïs » dans les années 80. L'impact de cette mesure est apprécié cinq années après l'application de cette décision de protection.

La Commune rurale d'Analamisampy, étudiée comme zone test par le programme GEREM (Gestion des Espaces Ruraux et Environnement à Madagascar) de 1986 à 2001, a été étudiée à nouveau dix ans plus tard dans le cadre du programme MEM (Modélisation pour l'Environnement à Madagascar), afin de comparer l'évolution de la déforestation entre les deux périodes, pré-aire protégée (1986-2005) et post-aire protégée (2008-2010).

Les images SPOT 5 de 1997, 1999 ou 2001, 2009 et les images LANDSAT 7 TM de 2005, 2008 et 2010, ont été traitées selon la méthode de classification non paramétrique du SVM (Séparateur à Vaste Marge), pour suivre l'évolution de la déforestation, le front de déforestation et les mosaïques de cultures-recrûs. Plusieurs points d'observation de l'état d'occupation du sol en 2011, répartis selon l'importance des classes, ont été utilisés pour valider les résultats des classifications.

La matrice de confusion correspondante à la classification présente une précision globale de 95 % et un indice de Kappa de 93 %. Bien que la forêt de Mikea continue de reculer malgré l'instauration du statut d'aire protégée, on constate que la vitesse de déforestation a diminué de 5,58 ha.an<sup>-1</sup> entre 1999 et 2005 à 3,01 ha.an<sup>-1</sup> entre 2005 et 2008 et 2,96 ha.an<sup>-1</sup>, entre 2008 et 2010. La réduction de la déforestation concerne le front de défrichement. On constate la disparition progressive des fragments forestiers en dehors de l'aire protégée entre 2005 et 2010.

**Mots-clés :** aire protégée, forêt sèche, fragmentation, front de défrichement, vitesse de déforestation

## Abstract

### Evolution of Mikea forest deforestation by slash and burn maize cultivation before and after the status of protected area

The main objective of the establishment in 2007 of the status of protected areas for the Mikea forest in the southwest of Madagascar is stopping, if not reducing the deforestation for corn slash and burn cultivation, which has been developed from the "corn boom" in the 80s. The impact of this measure is assessed five years after the implementation of this protection measure.

The Rural Municipality of Analamisampy, studied as zone-test by GEREM program (Management of Rural Areas and Environment in Madagascar) from 1986 to 2001, has been studied ten years later in the framework of the MEM program (Modeling for the Environment in Madagascar) to compare the evolution of deforestation between both periods, pre-protected area (1986-2005) and post-protected area (2008-2010).

SPOT 5 images of 1997, 1999 or 2001, 2009 and LANDSAT 7 TM 2005, 2008 and 2010 were processed by using the no parametric method of classification, Support Vector Machine (SVM) oriented to follow the evolution of deforestation, front deforestation and mosaics of crops and fallows. Several viewpoints on the state of land of 2011, divided according to the size of classes, were subsequently used to validate the results of classifications.

The confusion matrix corresponding to the current classification has an overall accuracy of 95% and a Kappa index of 93%. Although forest Mikea continues to decline despite of the introduction of the status of protected area, it is found that the rate of deforestation has decreased by 5.58 ha/yr between 1999 and 2005 to 3.01 ha/yr between 2005 and 2008 and 2.96 ha/yr between 2008 and 2010. The reduction of deforestation is related to the front clearing. Therefore the forest fragments are gradually disappearing outside the protected area between 2005 and 2010.

**Keywords:** protected area, dry forest, fragmentation, forest clearing front, deforestation rate

## Introduction

Madagascar est un pays riche en biodiversité et est classé parmi les hotspots de la biodiversité avec un taux d'endémisme très élevé (Myers, 1988 ; PNAE, 2003 ; Mittermeier *et al.*, 2004). Cette richesse d'une valeur inestimable est menacée par des perturbations telles que la déforestation. En effet, la réduction de la couverture forestière est l'un des faits les plus marquants de la dégradation de l'environnement à Madagascar et représente un danger pour la survie des espèces et la conservation des écosystèmes. De nombreuses raisons sont à l'origine de cette déforestation: la recherche de terre agricole et la pratique de la culture sur brûlis, l'exploitation illicite des ressources forestières, l'exploitation minière. 16 % seulement de la superficie de Madagascar est couverte de forêt naturelle et ces forêts restantes sont

fortement fragmentées. Le taux global de déforestation a été de 0,83 % par an entre 1990 et 2000 et a diminué à 0,53 % par an entre 2000-2005 (MEFT, USAID & CI, 2009). La culture itinérante sur brûlis qui est le système de culture prédominant est la cause principale de cette diminution de la couverture forestière (Raharimalala *et al.*, 2010 ; De Wilde *et al.*, 2012).

La situation est particulièrement grave dans le sud-ouest de Madagascar où le taux de dégradation des ressources forestières a été plus important dans la région Atsimo Andrefana que dans l'ensemble de Madagascar (1,19 % contre 0,83 %) entre 1990 et 2000 (MEFT, USAID & CI, 2009). Pour la forêt de Mikea, Lasry *et al.* (2004) ont rapporté que la surface défrichée a été de 69,72 km<sup>2</sup> entre 1999 et 2001 soit une vitesse de recul de la forêt de 34 km<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup>.

En 2003, pour faire face à cette situation de déforestation massive, la Fikambanana Miaro ny Ala Mikea (FIMAMI), le World Wildlife Fund (WWF), le Système d'Appui pour la Gestion de l'Environnement (SAGE) et le Conservation International (CI), ont réalisé l'étude de faisabilité d'une Aire Protégée le « Complexe Mikea ». Ce complexe d'aire protégée de Mikea a obtenu le statut de protection temporaire en 2007. Sa zone de protection intégrale, classée en Parc National, correspond à la catégorie II de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) dont l'objectif est non seulement de protéger les écosystèmes, mais surtout de conserver le mode de vie de la population Mikea vivant dans et autour du parc national de la forêt de Mikea. Le statut officiel d'aire protégée a été promulgué en 2011, sous la dénomination de Parc National de Mikea, ce qui le met sous la gestion administrative de Madagascar National Park (MNP).

L'objectif de cet article est de montrer l'évolution spatiale et temporelle de la forêt de Mikea avant et après sa mise en statut d'aire protégée.

## Contexte de la déforestation dans la forêt de Mikea

L'évolution de la déforestation pour la culture de maïs sur défriche-brûlis dans la forêt de Mikea a été suivie de 1986 à 2001 sur la commune rurale d'Analamisampy, dans le cadre du programme GEREM (Gestion des Espaces Ruraux et Environnement à Madagascar).

Cette destruction considérable de la couverture forestière a pour causes majeures la pratique de la culture sur défriche brûlis, la fabrication du charbon de bois et les feux de brousse. Les deux principales causes de la déforestation sont la culture sur abattis-brûlis (*hatsaky*) pour la culture de maïs puis celle du coton, et la fabrication de charbon de bois (Razanaka *et al.*, 2001) .

### LA CULTURE SUR ABATTIS-BRULIS OU HATSAKY

Les modes d'exploitation du milieu reposant sur des systèmes de culture extensifs de type défriche-brûlis ou « *hatsaky* » sont à la base de la dégradation rapide de la forêt (Razanaka *et al.*, 2001). Les défriches ont affecté près de 55 % de la forêt primaire entre 1971 et 2001 ; ce rythme s'est considérablement accéléré au cours du temps, il est passé de 5,9 km<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup> entre 1971 et 1986 à 19,3 km<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup> entre 1986 et 2001 (Blanc-Pamard *et al.*, 2005).

Pour mettre en valeur les sols forestiers qui possèdent une couche humifère, on défriche une parcelle à la hache et on y met le feu pour ensuite procéder au semis du maïs avant la saison de pluie (Bertrand & Sourdat, 1998). Entre les mois de janvier et d'avril beaucoup de Mikea quittent leurs campements forestiers pour cultiver du maïs sur abattis-brûlis (Rengoky, 1998 ; Cheban, 2006).

La culture du maïs rapporte des bénéfices immédiats (George, 2002 ; Cheban, 2006). Cependant ces bénéfices générés par le « *hatsaky* » sont de court terme car le bilan économique est négatif à long terme

(Rahanirina, 2004 ; Cheban, 2006). A partir de la troisième - quatrième année de culture, le rendement qui était de l'ordre supérieur au début de la culture, décroît rapidement après 5 à 8 ans d'exploitation. La parcelle est alors abandonnée au profit de nouveaux espaces défrichés. En fait, cette diminution de la surface forestière s'accompagne toujours d'une perte de biodiversité.

## LA FABRICATION DE CHARBON DE BOIS ET L'EXPLOITATION DE BOIS D'ENERGIE

A Madagascar, le bois de chauffe et le charbon de bois sont les sources d'énergie les plus utilisées par les ménages (Razanaka *et al.*, 2001). Dans le Sud de Madagascar, l'approvisionnement est assuré principalement par les forêts naturelles (Razanaka *et al.*, 2001). Chaque année, de vastes zones de forêt naturelle sont détruites pour fournir du bois de feu et du charbon.

La consommation annuelle en bois d'énergie de la ville de Tuléar a atteint 300 000 m<sup>3</sup> dont 93 % pour le charbon et 7 % pour le bois (WWF, 2003 ; Cheban, 2006). Les moyens utilisés se sont modernisés ainsi que l'écoulement du charbon par la route. La filière en bois d'énergie permet à la population rurale d'avoir une source de revenu qui les maintient en zone rurale en réduisant les flux migratoires vers les centres urbains (WWF, 2003). L'exploitation du bois d'énergie, dans les conditions où elle est actuellement pratiquée dans le sud-ouest de Madagascar, ne tient aucun compte du renouvellement de la ressource ligneuse (Mana *et al.*, 2001 ; Cheban, 2006). C'est pourquoi cette filière est aussi la principale cause de la diminution de la couverture forestière.

## Méthodologie

---

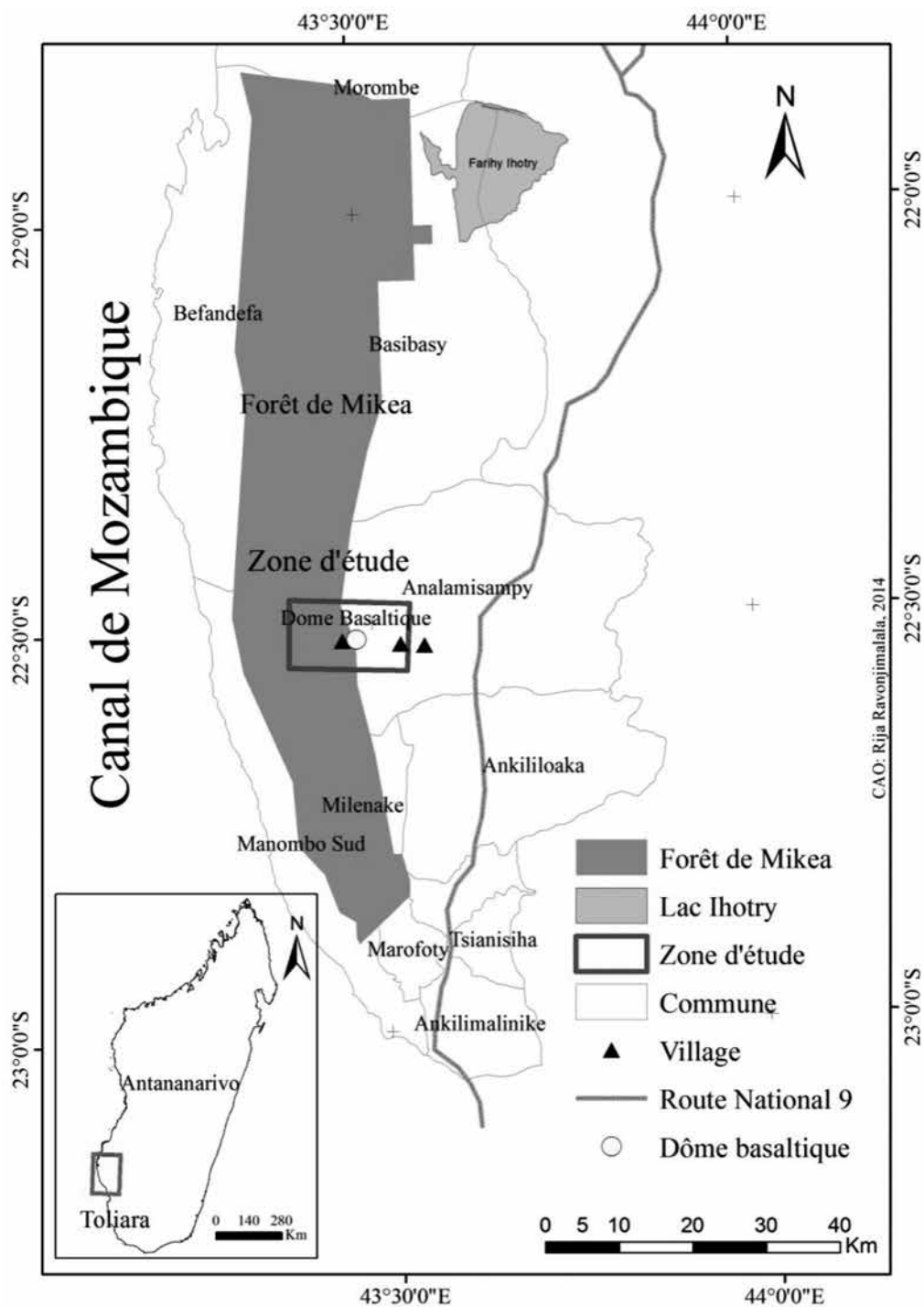
### LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

La forêt de Mikea se trouve à environ 35 km au Nord de la ville de Toliara, dans la partie sud-ouest de Madagascar. Sa limite sud-est la rivière Manombo, au Nord la ville de Morombe, à l'Est la route nationale n°9 (RN9) et enfin à l'Ouest, le canal de Mozambique. Elle occupe une vaste péninsule littorale de 180 km sur 75 km environ (Carte 1).

### Climat

La forêt de Mikea est située dans la zone semi-aride de la région Ouest selon la classification de Thornthwaite appliquée à Madagascar (Salomon & Hoerner, 1980). Selon Morat (1969), il existe dans cette région deux types de bioclimat :

- le climat semi-aride, pour l'ensemble des zones intérieures, caractérisé par une pluviosité annuelle entre 500-900 mm dont plus de 70 % des précipitations s'observent pendant la période chaude et humide allant du mois de décembre jusqu'au mois de mars, avec une température moyenne annuelle comprise entre 23°C et 24°C ;
- le climat subaride, caractérisé par une pluviométrie annuelle comprise entre 350 mm et 500 mm et une température moyenne supérieure à 25°C.



Carte 1 : Localisation de la forêt de Mikea  
et de la zone d'étude

## Sol et végétation

En général, l'aspect et le type de la végétation sont en relation avec les facteurs édaphiques et climatiques de la région. D'est en ouest, au fur et à mesure que les précipitations diminuent, on passe de la forêt dense sèche au fourré, avec toutes les étapes transitoires (Dina & Hoerner, 1976).

Plus particulièrement dans la zone d'étude, Leprun (1998) a distingué quatre types de formations sableuses dunaires de la côte vers l'intérieur (entre Salary à l'Ouest et Ampasikibo à l'Est) autrement dit des plus récentes aux plus anciennes :

- les plus récents sont les sables blanc beiges calcaires, d'origine marine ; la végétation est un fourré à *Euphorbia stenoclada* et à *Didierea madagascariensis* ;
- les sables roux clairs non calcaires probablement d'origine éolienne avec un faible taux d'argile de 5 %, la végétation est un fourré à *Didierea madagascariensis* ;
- les sables roux siliceux d'origine éolienne, avec un taux d'argile entre 5 et 10 %, sur lesquels s'installe une forêt à *Didierea madagascariensis* ;
- les sables roux rouge et rouge siliceux probablement d'origine fluvio-éolienne, avec un taux d'argile entre 10 et 15 %, portent une forêt dense sèche décidue haute à *Commiphora grandifolia* - *Adansonia fony* - *Euphorbia laro*.

## ACQUISITION DES DONNEES

### Données satellitaires

Les images utilisées dans cette étude pour actualiser les analyses passées sont :

- une image acquise le 11 avril 2009 par les capteurs HRG (*High Resolution Geometric*) du satellite SPOT 5, image de résolution spatiale 10 mètres pour le mode multispectral (avec les canaux XS1, XS2, XS3, XS4) et 2,5 mètres de résolution pour le mode panchromatique ;
- une image acquise le 14 mai 2010 par le satellite LANDSAT 7 ETM+, de 30 m de résolution spatiale, qui fournit des informations spectrales dans les canaux TM1 à TM7 (sauf TM6) et le canal panchromatique.

### Données écologiques

Les données écologiques ont été recueillies au cours de missions mixtes regroupant télédéacteur, écologue et forestier, en 2010, 2011 et 2012. Les missions sont réalisées en période sèche.

Les 4 catégories d'occupation du sol que l'on a cherché à reconnaître et caractériser sur le terrain sont : forêt, recrû forestier, savane et zone agricole. La zone agricole regroupe les parcelles cultivées et le sol nu. Ces différentes catégories d'occupation du sol ont été annotées, en début et fin d'unités le long de transects bien localisés, par plus d'une centaine de points GPS. Une enquête a été menée auprès des habitants sur l'historique de l'environnement forestier dans la zone. Les parcelles reconnues sur le terrain en 2011 ont été divisées ensuite en 2 groupes : le premier en tant que parcelles d'apprentissage (ou zones d'entraînement) pour entraîner l'algorithme de classification et le second, en tant que parcelles de contrôle (ou encore zones tests) pour valider les résultats de classification.

## TRAITEMENT DES DONNEES

Pour réaliser un suivi temporel de l'occupation du sol, il s'avère nécessaire de corriger sur les images satellitaires les conditions atmosphériques, variables selon l'espace et le temps. Nous avons choisi la méthode QUAC décrite dans Bernstein *et al.* (2005), qui consiste à réaliser des classifications à partir des six bandes originales des images Landsat (à l'exception de la bande thermique) et des néo-canaux pour les indices de végétation. La texture moyenne de la première composante principale et l'indice

du sol ont été calculés au départ à l'aide de la méthode paramétrique du Maximum de vraisemblance (MDV) (Richards & Jia, 1999). On a constaté toutefois lors des classifications effectuées à l'aide de cette méthode des confusions entre certaines classes. Ainsi pour améliorer cette situation, l'approche non paramétrique du SVM (Séparateur à Vaste Marge) a été retenue (Anwar, 2010).

## Résultats et discussion

### OCCUPATION DU SOL

La classification de l'occupation du sol a été effectuée sur l'image LANDSAT 7 ETM+ de 2010 (Carte K2), dans une zone échantillonnée de 24 km<sup>2</sup> de la Commune Rurale d'Analamisampy (Carte K1). Quatre classes d'occupation du sol ont été retenues : forêt, savane, recrû, zone agricole. La forêt dense sèche occupe moins de 1/5 de la superficie, dans la partie occidentale de la zone étudiée. Sur la partie orientale de la carte, la savane couvre une superficie de l'ordre de 1/5 de la zone. L'ensemble de la zone centrale, plus des 3/4 de la superficie, est occupée, entre les deux formations précédentes, par les recrûs forestiers. Les zones agricoles, de surface très réduite, restent éparpillées dans les savanes et les recrûs forestiers.

### EVOLUTION DE LA DEFORESTATION ENTRE 1999 ET 2013

L'étude des 6 dates d'images couvrant une période de 14 ans (1999 à 2013) a permis d'établir l'évolution spatiale et l'importance de la déforestation dans la zone (Carte K3). Cinq sous-périodes, d'un pas de temps de 3 ans, ont été considérées, 1999-2002, 2002-2005, 2005-2008, 2008-2010, et enfin 2010-2013. La modalité de la déforestation change selon la période observée. Pour les sous-périodes 1999-2001, 2001-2003 et 2003-2005, la déforestation avance sur un front faisant reculer le massif forestier sur une surface importante (5,58 ha.an<sup>-1</sup> entre 1999-2005, tableau I). Le front de déforestation n'est pas rectiligne, des incursions plus profondes s'observent dans certaines zones, provoquant une fragmentation du massif forestier et la création de fragments de tailles diverses derrière le front.

Pour la sous-période 2005-2008, le défrichement se produit de deux manières, soit il se fait en profondeur dans le massif, laissant un rideau proche de l'ancien front de déforestation pour masquer les parcelles de défriche, soit il grignote les fragments créés durant la sous période 1999-2005. La superficie défrichée reste du même ordre (5,57 ha.an<sup>-1</sup> entre 2005 et 2008, tableau I).

Pour les deux sous-périodes 2008-2010 et 2010-2013, le défrichement se fait généralement sur les fragments et îlots forestiers, à part quelques incursions en pleine zone forestière, avec une vitesse de défrichement beaucoup plus faible (1,49 ha.an<sup>-1</sup>, tableau I).

**Tableau I : Surfaces forestière, défrichée et vitesse annuelle de déforestation à quatre périodes**

| Période de défrichement | Surface forestière (ha) | Surface défrichée (ha) | Vitesse annuelle de défrichement (ha.an <sup>-1</sup> ) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1999-2013               | 15 988,77               | 8 015                  | 3,48                                                    |
| 1999-2005               | 15 988,77               | 5 878                  | 5,58                                                    |
| 2005-2008               | 10 630,62               | 1 940                  | 5,57                                                    |
| 2008-2013               | 8 853,57                | 830                    | 1,49                                                    |

L'évolution du front de défrichement entre 1999 et 2013 est représentée sur la carte K2. Le tableau I représente la surface défrichée et les vitesses de défrichement à différentes périodes. En comparant des périodes d'approximativement 5 ans, on observe une diminution de moitié de la surface forestière, un taux de défriche maintenu élevé de 2000 à 2008, puis en net déclin à la suite de la création de l'aire protégée.

## FRAGMENTATION DES MASSIFS FORESTIERS

La stratégie adoptée par les essarteurs face au nouveau statut d'aire protégée de la Forêt de Mikea s'observe au niveau du mode de défrichement. Les fragments laissés lors des périodes antérieures à la mise sous statut d'aire protégées de la forêt, sont repris petit à petit et finissent par disparaître. Sur les nombreux fragments observés dans l'ensemble de la zone d'étude, 4 cas (entourés par des rectangles) sont relevés sur les cartes L1 et L2 : les très grands fragments, proches du massif forestier qui s'amenuisent au fil du temps (I) ; les grands fragments déjà isolés du massif, qui s'amenuisent également au cours du temps (II) ; les fragments de moyenne taille, qui tendent à disparaître (III) ; les petits fragments qui ont carrément disparu (IV).

Les fragments de type I vont passer progressivement par les trois autres types avant de disparaître entièrement. L'étude détaillée de cette fragmentation fera l'objet d'un travail plus poussé dans le futur, dans le but de modéliser la dynamique de la déforestation.

Les cartes L1 et L2 présentent une composition colorée en fausse couleur de la scène LANDSAT 7 ETM + (Rouge : TM4, Vert : TM3, Bleu : TM2) qui met en évidence la forme des macro-fragments. La couleur rouge fait apparaître sur la carte le massif forestier et les autres couleurs les états de non forêt.

La forêt de Mikea se caractérise par sa fragilité et sa vulnérabilité aux défrichements à but agricole (culture de maïs, coton...), qui sont à l'origine du recul de la couverture forestière naturelle et de la fragmentation de la forêt. On constate sur la carte L1 que la déforestation est plus importante autour du type de fragment numéro I (rectangle en noir) qui se trouve proche des pistes d'entrée dans la forêt.

Les cartes L1 et L2 montrent que les fragments ont disparu progressivement dans la zone d'étude entre 2005 et 2010. La comparaison de ces cartes montre que le mécanisme de déforestation diffère entre ces deux dates. La déforestation se faisait d'abord par fragmentation curviligne à la lisière des forêts (abattis-brulis et culture de maïs). Pendant la deuxième période, la déforestation se fait de manière plutôt linéaire, derrière une barrière de forêt pour cacher ces activités illégales (fabrication de charbon de bois, bois de feu).

## Conclusion

---

La mise sous statut d'aire protégée de la forêt de Mikea a réduit considérablement la pression de déforestation sur le massif, mais elle ne l'a pas pour autant arrêtée complètement. Des poches de déforestation s'observent dans plusieurs zones. Le présent travail a permis de mettre en évidence l'évolution de la vitesse de déforestation et la stratégie des essarteurs pour contourner les mesures de restriction d'accès au massif forestier.

L'approche pluridisciplinaire associant la télédétection et l'écologie est appropriée pour apprécier avec précision l'évolution de la déforestation. Le suivi du phénomène de fragmentation des massifs forestiers constitue une démarche pertinente pour une compréhension plus fine de la déforestation qui peut être modélisée, en associant des informaticiens. Cette modélisation est envisagée dans le futur.



L'équilibre entre la reprise de la végétation et le degré de fragmentation est également très intéressant à suivre puisqu'il conditionne la régénération. La forêt dense sèche possède une certaine capacité de régénération si elle n'est pas soumise à des perturbations comme les feux récurrents et les labours à la charrue pendant les phases culturales.

## Références bibliographiques

Anwar M.D., 2010 : *Classification d'image satellitaire par l'algorithme Séparateur à Vaste Marge (SVM)*. DEA en Géophysique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo (Madagascar), 75 p.

Bernstein L.S., Adler-Golden S.M., Sundberg R.L., 2005 : « Validation of the Quick Atmospheric Correction (QUAC) algorithm for VNIR-SWIR multi- and hyperspectral imagery ». *Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral and Ultraspectral Imagery*, XI(5806) : p. 668-678.

Bertrand A., Sourdat M., 1998 : *Feux et déforestation à Madagascar. Revues bibliographiques*. Antananarivo : CIRAD/Orstom/CITE, 153 p.

Blanc-Pamard C., Milleville P., Grouzis M., Lasry F., Razanaka S., 2005 : « Une alliance de disciplines sur une question environnementale : la déforestation en forêt de Mikea (sud-ouest de Madagascar) ». *Natures Sciences Sociétés (NSS)*, 13 : 7-20.

Cheban S.A., 2006 : *Valorisation des ignames endémiques du sud-ouest de Madagascar : étude ethnobotanique dans le couloir d'Antseva et dans la forêt Mikea. Essai de culture de quelques espèces*. DEA en Biodiversité et environnement, Université de Toliara (Madagascar), 68 p.

De Wilde M., Buisson E., Ratovoson F., Randrianaivo R., Carrière S.M., Lowry II P.P., 2012 : « Vegetation dynamics in a corridor between protected areas after slash-and-burn cultivation in south-eastern Madagascar ». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 159 : p. 1-8.

Dina J., Hoerner J.-M., 1976 : « Etude sur les populations Mikea de sud-ouest de Madagascar ». *Omaly sy anio*, 3-4 : p. 269-286.

George E., 2002 : « Analyse des dynamiques économiques impliquées dans la déforestation de la forêt de Mikea à Madagascar ». *Cahier du C3ED Madagascar*, 1 : p. 1-99.

Lasry F., Grouzis M., Milleville P., Razanaka S., 2004 : « Dynamique de la déforestation et agriculture pionnière dans une région semi-aride du sud-ouest de Madagascar : exploitation diachronique de l'imagerie satellitaire haute résolution ». *Photo-Interprétation*, 1 : p. 26-33.

Leprun J.C., 1998 : *Compte rendu de mission à Tuléar*. Antananarivo : programme GEREM, non publié, 12 p.

Mana P., Rajoanarivelo S., Milleville P., 2001 : « Production de charbon de bois dans deux situations forestières de la région de Tuléar », dans S. Razanaka, M. Grouzis, P. Milleville, B. Moizo, C. Aubry (eds.), *Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar*. Antananarivo : Actes de l'atelier CNRE/IRD, 8-10 novembre 1999 : p. 199-210.

MEFT, USAID, CI, 2009 : *Evolution de la couverture de forêts naturelles à Madagascar, 1990-2000-2005*. Antananarivo : MEFT / USAID / CI, 58 p. + annexes.

Mittermeier R.A., Langrand O., Lowry II P.P., Schatz G., Gerlach J., Goodman S., Steininger M., Hawkins F., Raminosoa N., Ramilijaona O., Andriamaro L., Randrianasolo H., Rabarison H., Rakotobe Z.L., 2004 : « Madagascar and the Ocean Indian Island », dans R.A. Mittermeier, P.R. Gil, M. Hoffman, J. Pilgrim, T. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamoureux, G.A.B. Da Fonseca (eds), *Hotspots revisited. Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*, Mexico City : CEMEX SA. De CV, p. 138-144.

Morat P., 1969 : « Esquisse du milieu et de la végétation du plateau de l'Horombe. Généralités ». *Cahier ORSTOM, série Biologie*, 8 : p. 3-27.

Myers N., 1988 : « Threatened biotas: "Hot-spots" in tropical forests ». *Environmentalist*, 8 : p. 1-20.

PNAE, 2003 : *La diversité biologique à Madagascar*. Centre d'échange d'informations de Madagascar. Convention sur la Diversité Biologique. [en ligne] - Disponible sur internet : [http://mg.chm-cbd.net/convention/textes\\_cdb](http://mg.chm-cbd.net/convention/textes_cdb).

Raharimalala O., Buttler A., Ramohavelo C.D., Razanaka S., Sorg J.-P., Gobat J.-M., 2010 : « Soil-vegetation patterns in secondary slash and burn successions in Central Menabe, Madagascar ». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1(39) : p. 150-158.

Raharinirina V.B., 2004 : *Enjeux, perspectives et limites de la valorisation de la biodiversité à Madagascar : cas de la forêt de Mikea*. Rapport de synthèse. Antananarivo : Programme EGER 1-UMR 063 C3ED /IRD, 57 p.

Razanaka S., Grouzis M., Milleville P., Moizo B., Aubry C. (eds.), 2001 : *Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar*. Antananarivo : Actes de l'atelier CNRE/IRD, 8-10 novembre 1999, 400 p.

Rengoky Z., 1988 : *Les Mikea : chasseurs, cueilleurs à Analabo*. Maîtrise en Anthropologie, Université de Toliara. 43 p. + annexes.

Richards J.A., Jia X., 1999 : *Remote Sensing Digital Image Analysis : an Introduction*. Berlin Springer-Verlag : Technology & Engineering, 363 p.

Salomon J.-N., Hoerner J.-M., 1980 : « Le couloir d'Antseva, étude géomorphologique et humaine d'une région naturelle ». *Revue de géographie*, 36 : p. 63-67.

WWF, 2003 : *Cadre stratégique pour le développement des populations autochtones Mikea*. Programme Environnemental Phase III. Madagascar : WWF, 32 p.

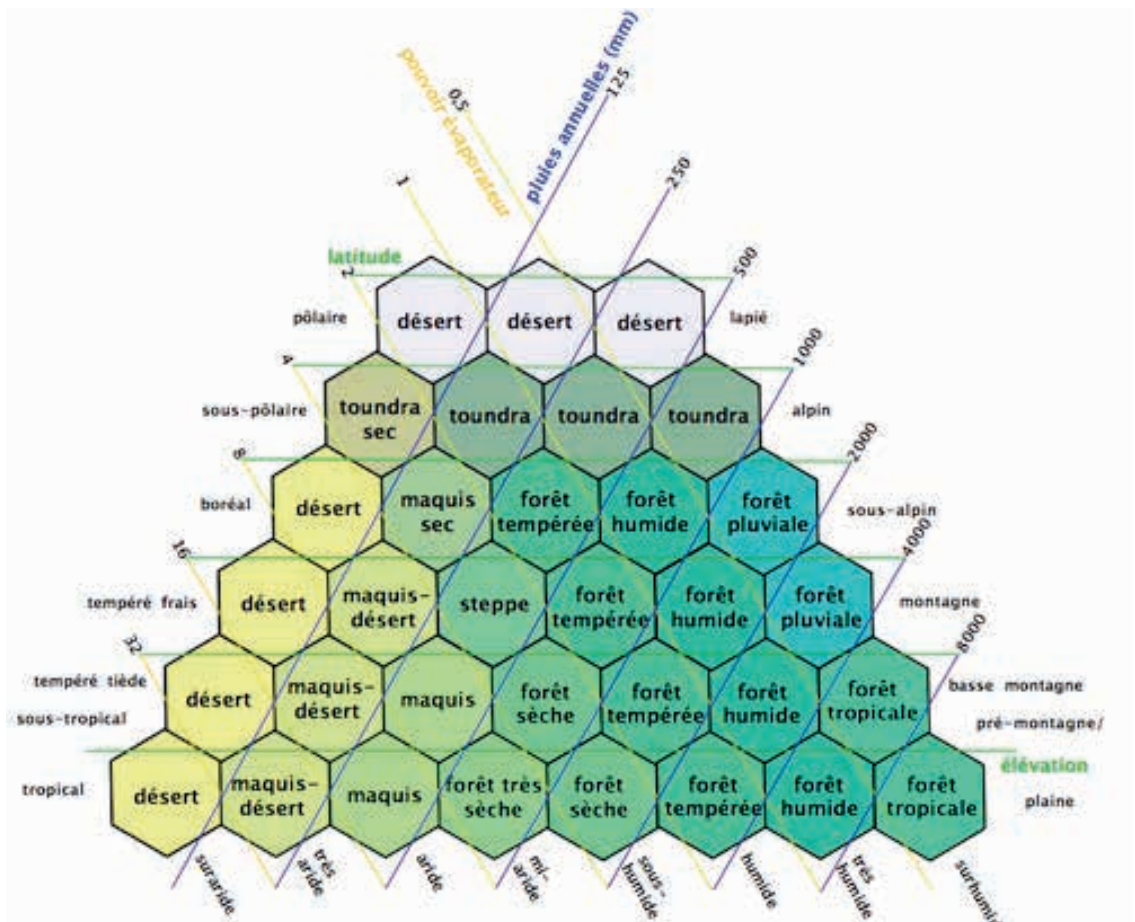


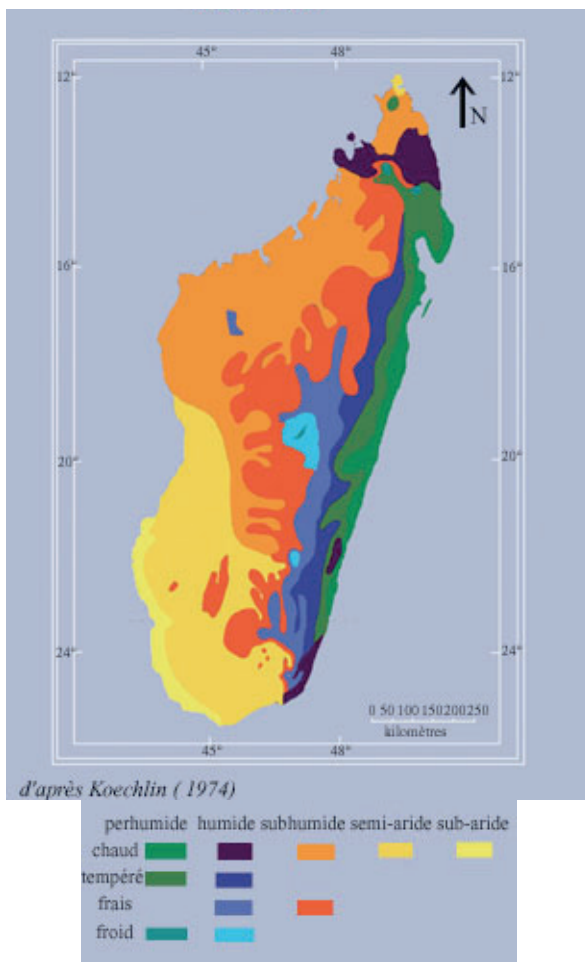
Figure I1 : Zones de vie de Holdridge



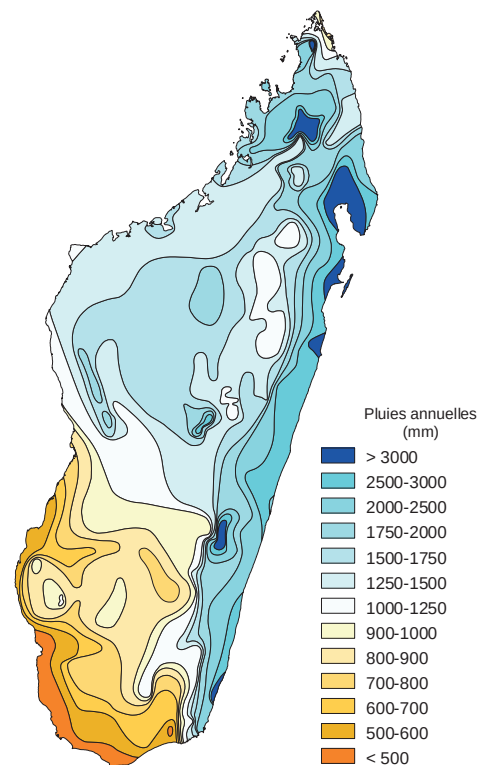
Photo I2 : Forêt sèche vue de dedans



Photo I3 : Forêt sèche vue de la canopée



Carte J1 : Zones climatiques d'après Koechlin (1974)



Carte J2 : Isohyètes de Madagascar à 100 mm (Ferry & Robison, 1991)



Photo J3 : Fourré xérophile



Photo J4 : Savane herbeuse





Carte J5 : Carte bioclimatique de Madagascar (Cornet, 1974)



# Transitions agraires

au sud de Madagascar



## Résilience et viabilité deux facettes de la conservation

Editeurs scientifiques

Dominique Hervé, Samuel Razanaka, Solofo Rakotondraompiana,  
Fontaine Rafamantanantsoa, Stéphanie Carrière



Institut de recherche  
pour le développement



# **Transitions agraires au sud de Madagascar. Résilience et viabilité, deux facettes de la conservation**

Editeurs scientifiques

**Dominique Hervé, Samuel Razanaka, Solofo Rakotondraompiana,  
Fontaine Rafamantanantsoa, Stéphanie Carrière**

**Actes du séminaire de synthèse du projet FPPSM :  
«Forêts, Parcs, Pauvreté au Sud de Madagascar»  
Antananarivo, 10-11 juin 2013**

**Antananarivo 2015**



## **Mise au point des manuscrits et mise aux normes de la collection PARRUR**

Noly Razanajaonarijery

## **Traduction des titres, résumés et mots clés en anglais**

Domoina Rakotomalala

## **Conception de la couverture**

François Adoré Razafilahy, MYE

## **Auteurs des photos de couverture**

En recto de couverture, photo de Stéphanie Carrière

En dos de couverture, photo de Dominique Hervé

## **Référence de l'ouvrage pour citation**

Hervé D., Razanaka S., Rakotondraompiana S., Rafamantanantsoa F., Carrière S. (eds.), 2015. Transitions agraires au sud de Madagascar: Résilience et viabilité, deux facettes de la conservation. Actes du séminaire de synthèse du projet FPPSM «Forêts, Parcs, Pauvreté au sud de Madagascar», 10-11/06/2013, Antananarivo, IRD-SCAC/PARRUR, Ed. MYE, 366 p.