

## Pressions agro-démographiques dans les espaces forestiers protégés de Madagascar : l'exemple du Parc National d'Ankarafantsika\*<sup>1</sup>

### Agro-demographic pressures in the protected forest areas of Madagascar: the example of the Ankarafantsika National Park

#### Résumé

Le Parc National d'Ankarafantsika, situé au nord-ouest de Madagascar en zone de forêt sèche, fait partie des forêts protégées très vulnérables à la déforestation. À l'échelle du parc, très peu de travaux ont été effectués sur l'état et la dynamique des formations végétales. L'objectif est de faire un bilan paysager à partir de données de terrain et d'analyses d'images à haute résolution spatiale (SPOT 5) afin d'établir une cartographie actualisée de l'occupation du sol à échelle fine incluant la typologie régionale détaillée des grandes formations végétales d'une part ; et de mettre en évidence, à partir de l'imagerie Landsat (1973, 1996, 2006 et 2016), les pressions agricoles exercées sur le parc par la déforestation et les dynamiques démographiques dans la périphérie du parc d'autre part. Les résultats montrent une pression agro-démographique continue sur le parc d'Ankarafantsika se traduisant par une déforestation rapide de la périphérie immédiate du parc au rythme de 3,5 % par an. La pression anthropique menace l'un des derniers massifs forestiers de la région.

#### Mots-clés

Pressions anthropiques, déforestation, occupation des sols, télédétection, parc d'Ankarafantsika

#### Summary

*The Ankarafantsika National Park, located in northwestern Madagascar in a dry forest zone, is one of the protected forests highly vulnerable to deforestation. At the level of the park, very little work has been done on the state and dynamics of plant formations. The objective is to make a landscape assessment using field data and high spatial resolution image analysis (SPOT 5) in order to both establish (an updated map of land use at a fine scale, which includes the detailed regional typology of the major plant formations as well as to highlight, from the Landsat imagery (1973, 1996, 2006 and 2016), the agricultural pressures exerted on the park by the deforestation and the demographic dynamics in the periphery of the park. The different classes of land occupation were defined based on in situ observations made in March 2016 during a reconnaissance within the park. To analyze the agro-demographic pressure on the park, we were particularly interested in its peripheral zone, a transition area belonging to the rural domain. Considering a perimeter of 10 km around the park, we analyzed the evolution of deforestation over the period 1973-2016 on the one hand, and the evolution of demographic factors over the period 2006-2013 on the other hand. The results show a continuous agro-demographic pressure on the Ankarafantsika park bringing about the rapid deforestation of the immediate periphery of the park at the rate of 3.5% per year. The anthropic pressure threatens one of the last forests of the region.*

#### Keywords

*Anthropic pressures, deforestation, land use, remote sensing, Ankarafantsika Park*

<sup>1</sup> Université de La Réunion – OIES-CREGUR, UR, F-97744 Saint-Denis, France

<sup>2</sup> Université d'Antananarivo – Département de Géographie, Antananarivo, Madagascar

<sup>3</sup> Université Grenoble Alpes – IGE UMR 5001, CNRS-IRD-GINP, F-38000 Grenoble, France

<sup>4</sup> Université Lyon 3 – EVS UMR5600, CNRS, F-69362 Lyon, France

<sup>5</sup> Cabinet d'études BEST-IDEES, Antananarivo, Madagascar

<sup>6</sup> CNRE, Antananarivo, Madagascar

<sup>7</sup> Direction du Parc National d'Ankarafantsika, Madagascar

\* Yao Télésphore BROU<sup>1</sup>, Ravoniarijaona VOLOLONIRAINY<sup>2</sup>, Guy BOUSSOUGOU BOUSSOUGOU<sup>1</sup>, Rindra RAHARINJANAHARY<sup>2</sup>, Sylvain BIGOT<sup>3</sup>, Dominique DUMAS<sup>4</sup>, Rivo RAMBOARISON<sup>5</sup>, Samuel RAZANAKA<sup>6</sup>, Liliane PARANY<sup>7</sup>, Mamy RAKOTOARIJAONA<sup>7</sup>, Dominique HERVÉ<sup>8</sup>, Jean Roger RAKOTOARIJAONA<sup>9</sup>, JAOTERA<sup>10</sup>

## Introduction

Dans un contexte de changement climatique et d’insécurité alimentaire dans les milieux tropicaux, les espaces forestiers sont devenus un enjeu pour les populations rurales en quête de nouvelles terres agricoles. À Madagascar, surtout depuis deux décennies, les migrants en provenance des régions sèches du « grand sud » se dirigent en priorité vers les espaces forestiers protégés (Parcs nationaux notamment) considérés comme des réservoirs de terres cultivables et de ressources naturelles (Poulain et Razanakoto, 2013). Ces dynamiques agro-démographiques et mouvements d’allochtones accélèrent la déforestation dans les Parcs nationaux.

Le Parc national d’Ankarafantsika, situé au nord-ouest de Madagascar en zone de forêt sèche, fait partie des forêts protégées très vulnérables à la déforestation. Les cartes d’évolution de la végétation à partir d’images Landsat établies par l’Office National pour l’Environnement de Madagascar, dans le cadre du programme REDD+, pour la période 2000-2010, font de ce parc un point chaud de la déforestation des forêts sèches (FCPF, 2013). À l’échelle du parc, très peu de travaux ont été effectués sur l’état et la dynamique des formations végétales. Une cartographie des paysages établie en 2007 à partir de photographies aériennes par le Parc ne fait apparaître que trois formations simplifiées : la forêt sèche, la savane arborée et la savane herbeuse. Cette cartographie peu détaillée ne permet pas de mettre en évidence les transformations paysagères en cours liées aux différentes pressions humaines (agriculture sur brûlis, feux de végétation, coupes pour fabrication de charbon, prélèvement d’essences).

L’objectif est ici de faire un bilan paysager à partir de données de terrain et d’analyses d’images à haute résolution spatiale (SPOT 5) afin d’établir une cartographie actualisée de l’occupation du sol à échelle fine incluant la typologie régionale détaillée des grandes formations végétales. Il s’agira par ailleurs de mettre en évidence, à partir de l’imagerie Landsat, les pressions agricoles exercées sur le parc par la déforestation et les dynamiques démographiques dans la périphérie du parc.

## Données et méthodes

Ce travail est fondé sur l’utilisation d’une image SPOT 5 de 2014 et de 4 images Landsat (1973, 1996, 2006 et 2016) pour la réalisation de l’état et le suivi de l’occupation du sol dans le Parc d’Ankarafantsika et sa périphérie. La méthode de classification des images est celle s’appuyant sur une approche dite orientée objet. Cette méthode de classification a l’avantage de prendre en compte à la fois la radiométrie des pixels et les paramètres de forme et de texture des objets (Lénaig Sparfel *et al.*, 2008). Les différentes classes d’occupations des sols ont été définies en fonction des observations *in situ* effectuées en mars 2016 lors d’une reconnaissance au sein du parc.

Pour analyser la pression agro-démographique sur le parc, nous nous sommes particulièrement intéressés à sa zone périphérique, soit un espace de transition appartenant au domaine rural. En considérant un périmètre de 10 km autour du parc, nous avons donc analysé l’évolution de la déforestation sur la période 1973-2016

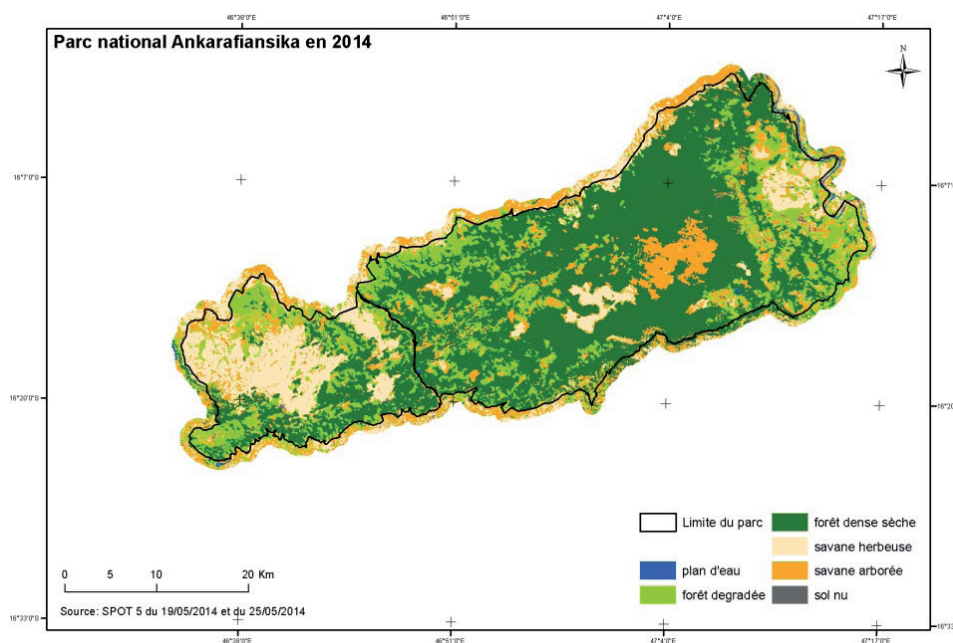
d'une part, et l'évolution des facteurs démographiques sur la période 2006-2013 d'autre part. Les données démographiques et de localisation des *Fonkontany* (c'est-à-dire hameaux et villages) utilisées sont celles issues du RGPH de 2006 (INSTAT, 2006) et des projections démographiques de 2013 réalisées par l'INSTAT (INSTAT, 2013) de Madagascar.

## Résultats

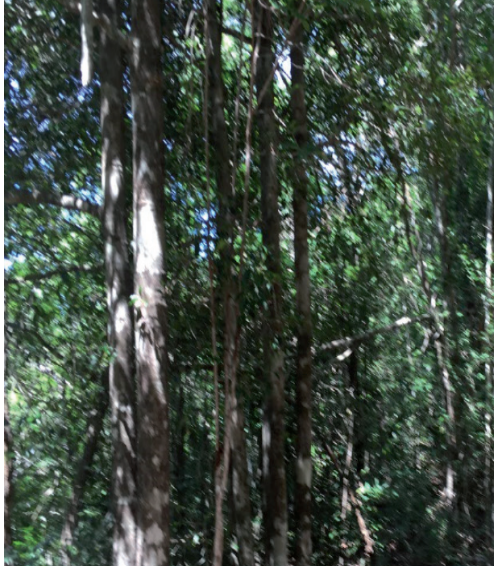
### Occupation du sol en 2014 dans le parc d'Ankarafantsika selon SPOT 5

La carte d'occupation des sols réalisée à partir de l'image SPOT 5 de 2014 permet de distinguer quatre types de végétation : la forêt dense sèche, la forêt sèche dégradée, la savane arborée et la savane herbeuse.

Fig. 1 - Carte d'occupation des sols du parc d'Ankarafantsika à partir de SPOT 5 en 2014



La forêt dense sèche (photo 1) occupe près de la moitié de la surface du parc et est localisée majoritairement dans sa partie Est. Il s'agit d'une forêt à cime plus ou moins jointive et avec un sous-bois pauvre. Les espèces végétales de cette forêt sont de type xérophile, très sensibles à la sécheresse et aux feux de végétation. Cette forêt dense sèche comporte un faciès ripicole (photo 2) à proximité des plans d'eau où elle présente la même structure qu'une forêt dense humide sempervirente.

**Photo 1 : Forêt dense sèche**

Source : Brou, 22 mars 2017

Ce paysage de forêt sèche est marqué par la faiblesse de la densité des arbres et de son sous-bois. Les arbres portent la marque de la rigueur des conditions pédoclimatiques. Ils sont, en effet, chétifs avec des troncs tordus. En arrière-plan de cette photo, on peut observer une végétation buissonnante.

**Photo 2 : Forêt ripicole**

Source : Brou, 22 mars 2017

On trouve au premier un plan d'eau et en arrière-plan une forêt dense bien alimentée en eau. La structure de cette forêt ressemble à celle de la forêt dense humide sempervirente. Le toit de cette végétation est dense et continu. L'aspect grumeleux du paysage semble le même partout.

Dans cette forêt la lumière pénètre peu et l'ambiance pédoclimatique reste constamment humide.

Le deuxième type d'occupation des sols particulièrement bien représenté dans le parc d'Ankarafantsika est la forêt dégradée (photo 3), qui occupe près de 20 % de sa superficie, surtout dans l'extrême ouest du parc. On la retrouve également au centre, au cœur de la forêt dense sèche, ainsi qu'à l'extrémité est du parc. Ce type de végétation est une forêt sèche appauvrie en arbres soit à cause des prélèvements illicites de bois soit des feux de végétation. Il s'agit donc d'une forêt ouverte constituée d'un mélange d'arbres et d'arbustes en croissance. On retrouve cette végétation sur l'ensemble du Parc, en périphérie des forêts denses sèches.



**Photo 3 : Forêt sèche dégradée**



Source : Brou, 22 mars 2017

Sur cette photo, la forêt sèche est principalement constituée d'arbres jeunes et de quelques arbres adultes. Il s'agit d'un paysage ouvert à cause de la disparition de la canopée. On peut observer des trouées laissées par la chute d'arbres adultes.

La végétation du parc est aussi marquée par des paysages de savanes (photo 4). Il s'agit notamment de la savane arborée et de la savane herbeuse. La première, un mélange d'arbustes et d'herbacées graminéennes, occupe 13 % du parc. Elle a une localisation ponctuelle, au cœur de la forêt sèche, créant une sorte de discontinuité paysagère à cause certainement des variations spatiales de la nature du sol (Hervé, 2009). C'est dans la partie orientale du parc, à l'intérieur de la forêt dense sèche, que ce type de paysage de savane arborée est le mieux représenté mais aussi dans l'ouest, à la lisière des forêts dégradées. La savane herbeuse a aussi une implantation ponctuelle. Elle impose une rupture encore plus nette dans le paysage faisant apparaître un passage sans transition entre les formations végétales ligneuses et les formations végétales herbacées. Ce type de savane observé dans d'autres milieux tropicaux est qualifié de savanes incluses ou de savanes édaphiques. Ces dernières tirent leur existence et évoluent sur des sols particulièrement pauvres (Monnier, 1983). Ici, elles occupent 12 % de la superficie du parc.

**Photo 4 : Savane herbeuse et savane arborée**



Source : Brou, 22 mars 2017

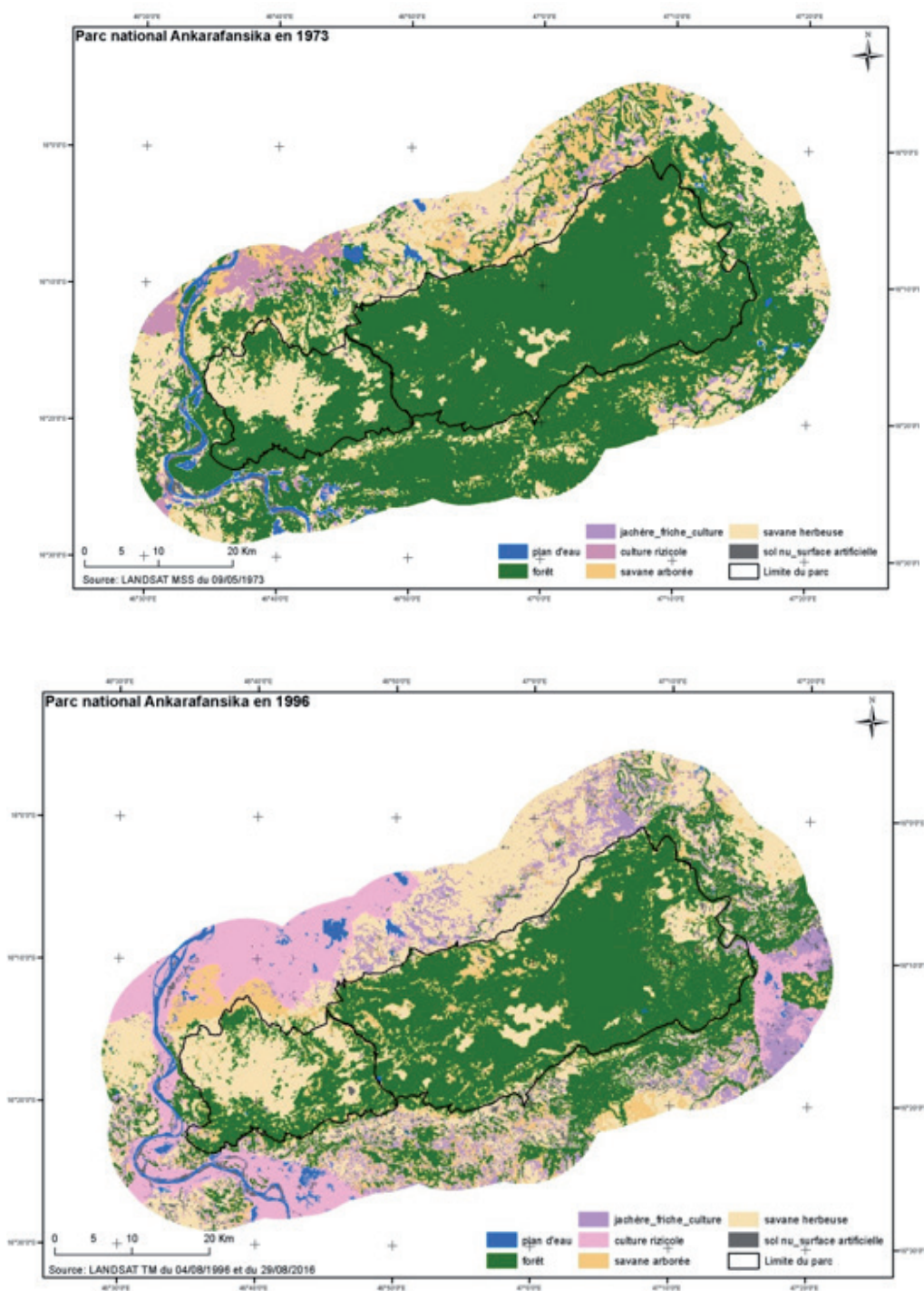
Sur cette photo, on observe au premier plan un paysage de savane herbeuse caractérisé par une quasi absence de ligneux et une prédominance d’herbacée graminéenne. En arrière-plan, on observe un paysage de savanes arborées constitué principalement d’arbustes espacés et entremêlés d’herbacés.

### **Analyse des pressions agro-démographiques sur le Parc d’Ankarafantsika**

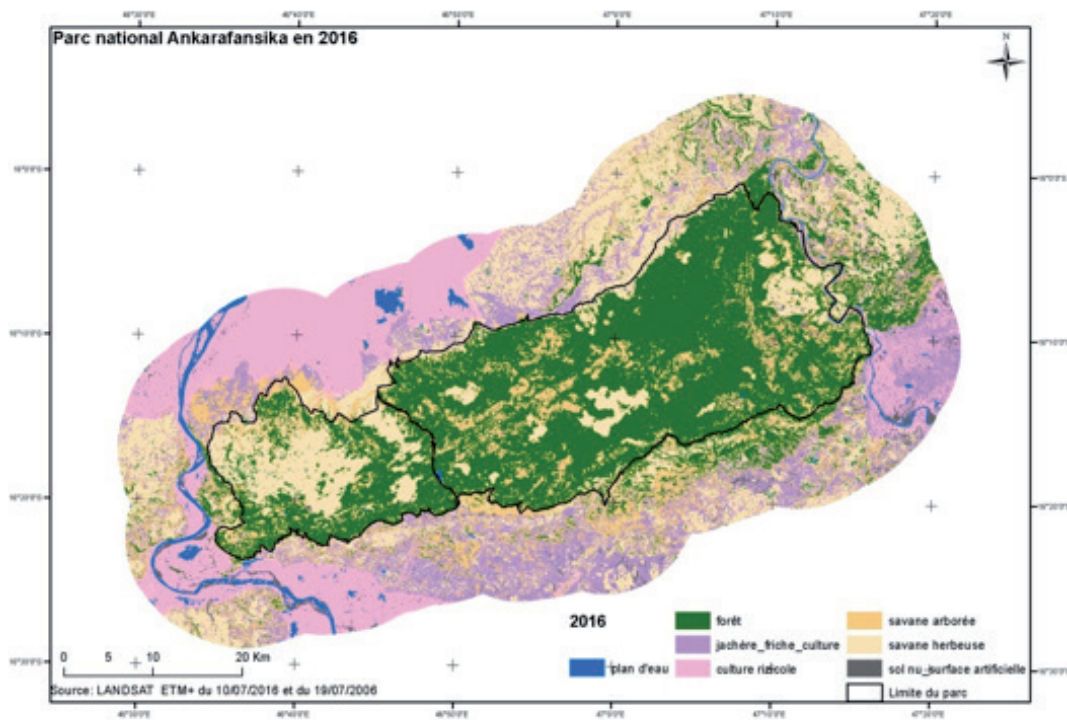
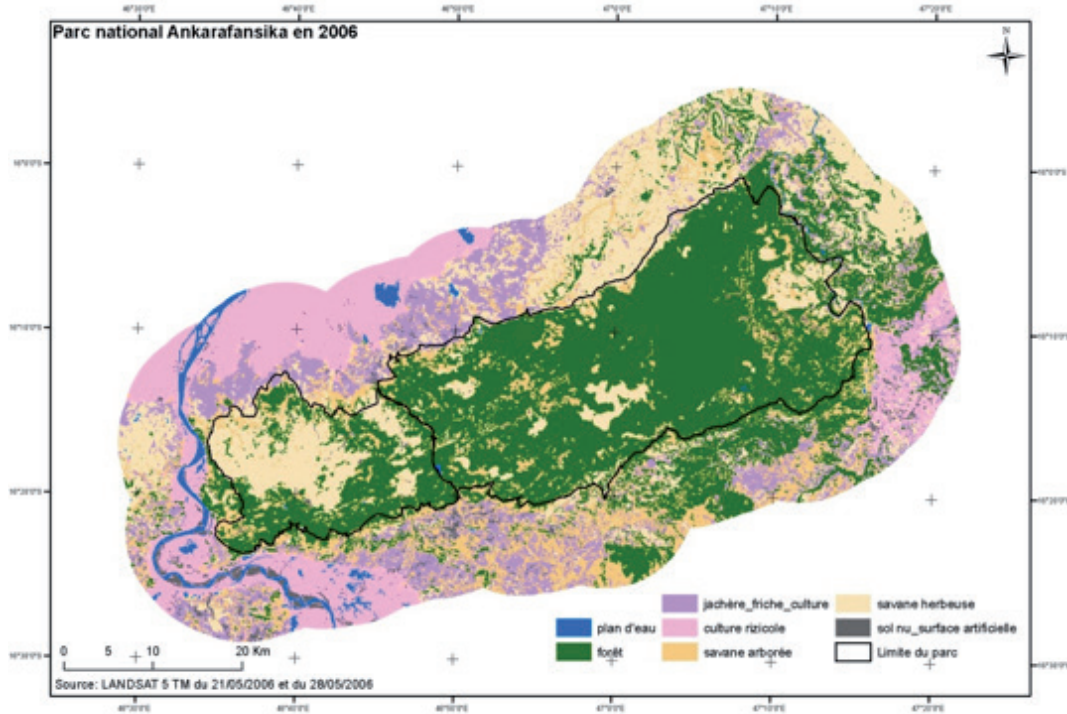
Dans cette analyse, un accent particulier est mis sur la déforestation dans la périphérie du parc, en considérant une zone tampon de 10 km autour du parc. L’analyse des cartes d’occupation des sols de 1973, 1995, 2006 et 2016 réalisées à partir de l’imagerie Landsat permet de voir que si les superficies de forêt ont très peu régressé à l’intérieur du parc grâce à son statut d’espace protégé, elles mettent *a contrario* en évidence une déforestation accélérée dans la périphérie du parc (fig. 2).

En 1973, la forêt représentait près de la moitié (48 %) de l’espace périphérique du parc. Elle est surtout présente dans la périphérie sud et nord-est, formant un continuum jusqu’à l’intérieur du parc. Entre 1973 et 1996, les espaces forestiers se sont considérablement réduits dans la périphérie du parc. En 1996, il ne restait déjà plus que 23 % de forêt dans la zone tampon de 10 km. À cette date, la forêt a donc presque disparu de la zone périphérique à l’exception du sud-est et du nord-est. Entre 1996 et 2006, la régression des espaces forestiers en périphérie du parc est moins brutale. On compte encore 18 % de forêt. Mais en 2016, celle-ci a presque disparu et elle n’existe plus qu’à l’état relictuel et de lambeaux dans le nord-est.

Fig. 2 - Évolution de l'occupation des sols du Parc d'Ankarafantsika et de ses alentours entre 1973 et 2016



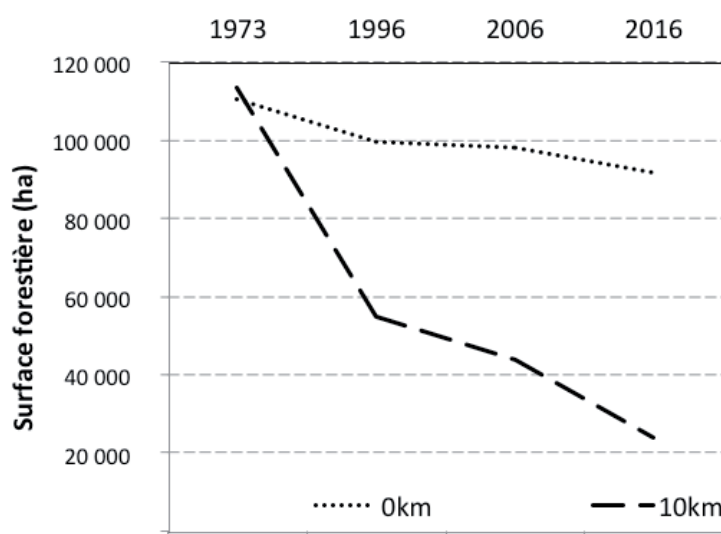






En valeur absolue, nous sommes passés de 114 000 hectares en 1973 à 24 000 hectares en 2016 (fig. 3), soit une perte de près de 80 % des espaces forestiers attenants au parc, au rythme de 3,5 %/an. Ces espaces forestiers ont été convertis en zones de cultures, jachères et sols nus. Aujourd'hui, les populations riveraines sont contraintes de limiter leur avancée à cause de la présence de cet espace protégé, mais elles continuent cependant de « grignoter » l'un des derniers massifs forestiers de la région.

**Fig. 3 - Courbes d'évolution de la surface forestière du Parc d'Ankarafantsika (pointillé) et de sa périphérie à 10 km (tirets) à quatre dates : 1973, 1996, 2006 et 2016**



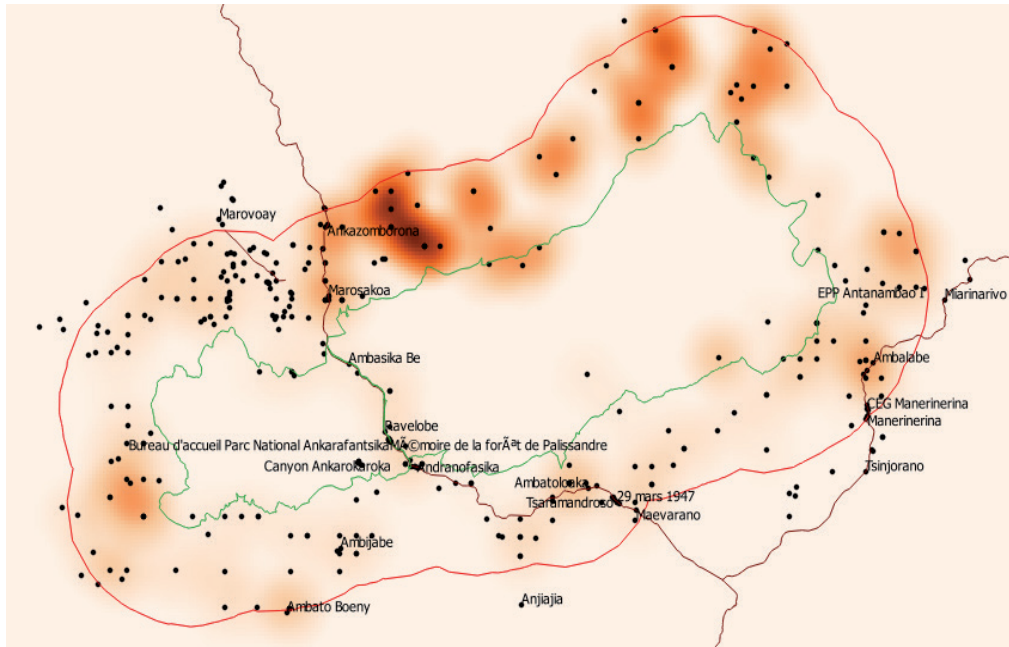
### Les pressions humaines en lien avec l'évolution démographique autour du parc entre 2006 et 2013

Les cartes ci-après (fig. 4) montrent la localisation des foyers de population en périphérie du parc en considérant une zone tampon de 10 km. Elles sont établies à partir des données du recensement général de la population (RGPH) de 2006 (INSTAT, 2006) et des projections démographiques de 2013 produites par l'INSTAT Madagascar (INSTAT, 2013). En 2006, les foyers de population les plus importants sont localisés sur la façade nord et nord-est du parc, autour notamment des Fonkontany de Marovoay et de Ankazomborona. Le nombre d'habitants de ces foyers de peuplement atteint 50 000 habitants. Les façades sud et ouest sont encore peu peuplées à cette date. En 2013, les anciens foyers de populations du nord et de l'est sont conservés mais ils se sont diffusés vers l'ouest. De nouveaux pôles de concentration humaine se sont créés dans la périphérie sud et est du parc. Ces pôles se localisent autour des Fonkontany de Madirovalo, Ambato Ambarimay et Anjaja dans lesquels le nombre d'habitants dépasse désormais 50 000 personnes.

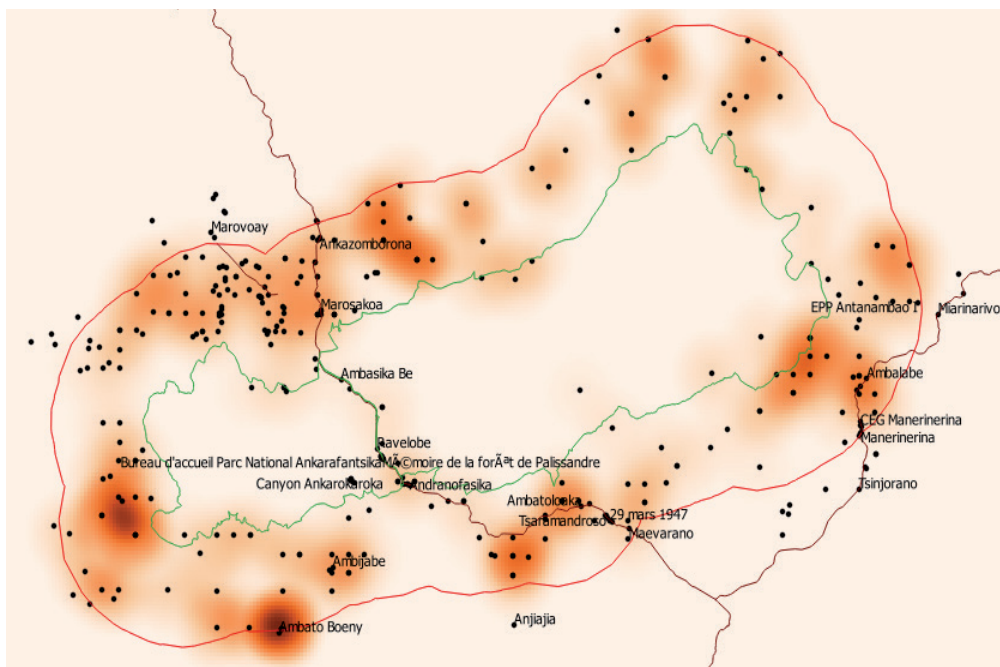
Le mode de vie de ces sociétés rurales, marqué par la mise en valeur agricole des terres forestières et les prélèvements de bois pour le charbon, a ainsi favorisé

la transformation des paysages dans la périphérie du parc. Par ailleurs, ces sociétés modèlent le paysage par le feu dans un contexte d’agriculture sur brûlis (*tavy*). Du fait de son caractère xérophile, la végétation du parc est très vulnérable aux feux de végétation. En 2016 par exemple, 1 186 feux ont été répertoriés de janvier à juin dans la région du Boeny, dont 452 dans la commune de Ambato Boeny dans la périphérie sud et 166 dans la commune de Marovoay dans la périphérie nord (DREEMF BOENY, 2016).

Fig. 4 - Densité des *Fonkontany* et poids démographique dans la périphérie du Parc d'Ankarafantsika en 2006 et 2013 (d'après données INSTAT 2006 et 2013)



2006



2013





## Conclusion et discussion

L’étude de l’évolution de l’occupation du sol permet de mettre en évidence une pression agro-démographique continue sur le massif forestier du parc d’Ankarafantsika. Cette pression se traduit par une déforestation rapide de la périphérie immédiate du parc. En effet, entre 1973 et 2016, 80 % des surfaces forestières contiguës au parc ont été perdues au rythme de 3,5 % par an. La comparaison des images de 2006 et de 2016 permet de mesurer la poursuite du phénomène de la déforestation avec pour corollaire l’augmentation des surfaces en forêt dégradée et en culture ou jachère. Avec l’épuisement de la ressource forestière dans la zone périphérique, les limites du parc sont devenues de véritables fronts d’attaques du massif forestier d’Ankarafantsika. Malgré les efforts de protection, le parc est en effet vulnérable à diverses formes de pression dont les feux de végétation ou la collecte illicite de bois (construction, énergie).

Cette analyse est à replacer dans le contexte général de Madagascar où entre 1950 et 2005, les espaces forestiers sont passés de 16 millions d’hectares à moins de 10 millions d’hectares, et le taux de couverture forestière d’environ 28 % à moins de 17 % (PNUD/Banque Mondiale, 2005). C’est à partir des années 1980 que la déforestation s’est intensifiée dans ce pays. En effet, alors que la forêt reculait de 80 mètres par an au cours des années 1960 et 1970, elle perd actuellement 400 mètres chaque année (IRD, 2011). Le rythme annuel de régression du couvert forestier est estimé à 200 000 ha par le Ministère de l’Environnement (Boulogne, 2016). Dans le Sud et le Sud-Ouest de l’île où le massif forestier est demeuré longtemps très peu exploité par les populations, la déforestation s’accélère également : la forêt ne couvre plus aujourd’hui que 7 à 8 % de cette région contre 12 % au début des années 1970 (IRD, 2011). Le WWF estime qu’il ne reste aujourd’hui plus que 10 % de la surface forestière originelle (2011).

D’une façon générale, les espaces forestiers humides tropicaux sont reconnus pour être des zones d’immigration de populations rurales. À Madagascar, comme dans plusieurs pays d’Afrique, de nombreuses populations agricoles habitent à l’intérieur des parcs nationaux forestiers. Par exemple, environ 120 000 personnes vivent dans et immédiatement autour du périmètre du parc Fandriana-Marolambo (WWF, 2011).

Dans la poursuite de cette étude, il serait utile de coupler les données d’occupation des sols avec les données socio-économiques et les données climatiques afin de proposer une carte de vulnérabilité des différentes formations végétales dans la perspective d’une gestion durable de la ressource forestière du parc d’Ankarafantsika.

## Bibliographie

- Boulogne M., *Vulnérabilité des paysages forestiers dans le Parc de Ranomafana (Madagascar) : dynamiques environnementales et trajectoires agroforestières*, Thèse de doctorat, Université de Grenoble, 2016, 214 p.
- DREF (Direction Régionale de l’Environnement et des Forêts), *Suivi satellitaire des feux dans la région de Boeny*, rapport annuel, 2016, 17 p.

- FCPF (Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier), Proposition des mesures pour l'état de préparation. *Programme REDD+*, Madagascar, 2013, 149 p.
- Hervé D., Andrianarivo A., Randrianarison A., Ratovonirina G., Rakotoarimanana V., Razanaka S., « Dynamiques spatio-temporelles des savanes incluses : Centre du Corridor forestier de Fianarantsoa », *Revue de télédétection*, volume IX, n°2, 2009.
- INSTAT (Institut National de la STATistique), Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitat. Madagascar 2003-2009, *Direction de la démographie et des statistiques sociales*, Madagascar, 2006, 400 p.
- INSTAT (Institut National de la STATistique), Projection de la Population en 2013, Madagascar. *Direction de la démographie et des statistiques sociales*, Madagascar, 2013, 8 p.
- IRD, Déforestation, migrations et stratégies foncières dans le Sud-Ouest de Madagascar. Fiche d'actualité scientifique, IRD, 2011. <http://www.ird.fr/la-mediatheque/fiches-d-actualite-scientifique/78-deforestation-migrations-et-strategies-foncieres-dans-le-sud-ouest-de-madagascar>
- Sparfel L., Gourmelon F., Le Berre I., « Approche orientée objet de l'occupation des sols en zone cotière », *Revue Télédétection*, 2008, 237-256.
- Monnier Y., « Végétation » in *Les atlas jeune Afrique Côte d'Ivoire. J.A*, 1983, p. 16-18.
- Poulain M., Razanakoto T., Migration à Madagascar. Profil national 2013. *Office Internationale pour les Migrations (OIM)*, Genève, 2013, 151 p.
- PNUD, Rapport annuel sur l'environnement, PNUD, 2005, 404 p.
- WWF, Projet de restauration du paysage forestier de Fandriana Marolambo à Madagascar, 2011. <http://www.wwf.fr/s-informer/actualites/la-restauration-du-paysage-forestier-de-fandriana-marolambo-a-madagascar>

Remerciements à :  
Madagascar National Parks, Antananarivo, Madagascar  
IRD, Antananarivo, Madagascar  
ONE, Antananarivo, Madagascar