

RAPPORT SCIENTIFIQUE

Allocation de recherche PARRUR

Andrianarivo Avisoa, juillet 2014

Présentation du projet

NOM et prénom : ANDRIANARIVO Avisaotolona
Téléphone et courriel : + 261 34 09 167 76 – anarivoandriana@gmail.com
École Doctorale :
Université d'appartenance : Université d'Antananarivo
Année d'inscription en thèse : 2011
Nom, prénom et grade de l'encadrant : RAMAMONJISOA RATSIVALAKA Josélyne,
Professeur Titulaire
Titre du projet de recherche : « Dynamique de l'occupation du sol dans et à la périphérie de la forêt humide dans les communes de la Région Haute-Matsiatra pour un aménagement du territoire. »

PROJET

1. SUJET DE THÈSE

Introduction

Le couloir forestier de Fianarantsoa, un échantillon de la forêt qui couvrait tout l'Est malgache, est localisé au Centre-Est et Centre-Sud des Hautes Terres Centrales de Madagascar. Il relie le Parc National (PN) de Fandriana-Marolambo et la Réserve Spéciale du Pic d'Ivohibe. La forêt qui le compose est principalement une forêt dense humide sempervirente, de basse altitude – série à *Anthostema* et à *Myristicaceae* – et de moyenne altitude – série à *Weinmannia* et à *Tambourissa* (Humbert & Cours Darne, 1965) –, se trouvant le long de l'escarpement oriental. La forêt prend la forme d'un couloir d'une longueur de 400 km et dont la largeur maximale est de 50 km. Ce couloir forestier, dénommé par l'arrêté interministériel n° 16 071-2006/MinEnvEF/MEM du 15 septembre 2006 « Corridor de Fandriana-Vondrozo : COFAV », est doté d'une protection temporaire le classant parmi les Nouvelles Aires Protégées dans la catégorie VI de l'UICN (Réserve de ressources naturelles). Il est connu comme ayant un intérêt biologique exceptionnel, et reconnu comme prioritaire en termes de conservation. Du fait de l'importance et de l'endémicité de sa biodiversité aussi bien floristique que faunistique, l'UNESCO a promu les PN d'Andringitra et de Ranomafana, au rang de Patrimoine Mondial de l'Humanité en Juin 2007.

Le paysage à la périphérie du corridor prend l'aspect d'une mosaïque plus complexe que la séparation « forêt / non-forêt » généralement admise dans le milieu officiel. L'analyse de ce paysage requiert des méthodes et des principes relativement nouveaux à Madagascar. Ces méthodes de suivi, se basant sur l'utilisation de la technologie spatiale à haute et très haute résolution spatiale, faciliterait les analyses fines de paysages.

Zone d'étude

La zone d'étude est située entre 21°13'15'' et 22°04'56'' de latitude Sud, et entre 47°06'21'' et 47°24'36'' de longitude Est. Elle est située dans le Centre-Sud de Madagascar, dans la partie forestière en rebord Est des Hautes-Terres Centrales. Du point de vue administratif, elle constitue la limite Est de la Région Haute-Matsiatra dans l'ancienne Province de Fianarantsoa.

Les terrains d'application sont deux communes de la Région Haute-Matsiatra. Au Nord, la commune rurale d'Androy contiguë au Parc National de Ranomafana dans le district de Vohibato; et au Sud la commune rurale d'Ambohimahasina dans le district d'Ambalavao.

Matériels et méthodes

Les travaux se basent sur les outils de la géomatique. Aussi pour mener à bien les travaux, des machines avec des solutions logicielles eCognition de Trimble Geospatial et ArcGIS de ESRI pour les programmes commerciaux; OTB/Monteverdi, QGIS et R pour l'Open Source, ont été utilisées. Pour les matériels de terrain, des récepteurs GPS, des spectromètres et des LAI-mètres ont été utilisés. Quant aux images satellites, des images SPOT 5 (2,5 m. panchromatiques et 10 m. multispectrales) de 2009 pour les deux communes, des images SPOT 4 (10 m. panchromatiques et 20 m. multispectrales) de 1999 pour la commune d'Ambohimahasina, et des images SPOT 1 (10 m. panchromatiques et 20 m. multispectrales) de 1989 ont servi dans notre étude. Ces images ont été acquises par le biais du programme Incitation à l'utilisation Scientifique des Images SPOT du Centre National d'Études Spatiales (ISIS du CNES).

Pour atteindre les objectifs fixés, quand la zone d'étude est délimitée, la méthode peut être subdivisée deux parties : les travaux de terrain et les travaux en laboratoire.

Les travaux de terrain

Préalablement à la campagne de terrain financée par l'allocation de recherche PARRUR, nous avons déjà produit des cartes d'occupation du sol issues des traitements des images à notre disposition pour la commune d'Ambohimahasina. Ces travaux de terrain nous ont permis de confronter *in situ* nos cartes à la réalité, et de faciliter ainsi la correction. Ils constituent ainsi dans le vocabulaire de la télédétection en ce que l'on appelle « vérité terrain ».

Notre démarche une fois arrivé dans la commune, nous approchons les responsables communaux en l'occurrence le maire. Nous leur présentons les cartes produites pour la

commune sous leur juridiction et d'avoir ainsi un premier niveau de correction.

Ensuite, les travaux de vérité terrain proprement dits pour corriger les erreurs éventuelles sur nos cartes. En effet, ces travaux de télédétection imposent des reconnaissances sur site de chaque entité identifiée. Les cartes issues des classifications corrigées et reproduites n'auront plus ainsi que d'infimes erreurs dues à de petites unités non-distinguées. Le but est d'avoir une matrice de confusion ayant une valeur proche de "1".

Les travaux en laboratoire

Revenu en laboratoire, nous faisons appel à des techniciens pour accomplir l'« orthorectification », c'est-à-dire la correction des erreurs de nos images et de nos cartes dues au relief. Étant donné que les terrains d'application sont situés dans des zones où le relief est fortement accidenté.

C'est seulement après que nous procédons au traitement des images proprement dits. Nous corrigeons les erreurs des traitements précédents en tenant compte des avis des responsables et de nos observations.

Nous élaborons une chaîne de traitement non-disponible tout prêt dans les logiciels de télédétection libres ou propriétaires. Pour les traitements d'images nous utilisons l'algorithme non-paramétrique à arbre de décision auquel nous appliquons l'analyse orientée-objet.

Résultats

Nous obtenons des cartes d'occupation du sol de la commune d'Ambohimahasina à 10 années d'intervalle : 1999-2009. Nous réussissons à avoir la même nomenclature pour les deux dates : cartes à sept classes.

À savoir : forêt dense, forêt "dégradée", eucalyptus, savane à *kifafa*, culture et sol nu, rizière, *Ericaceae*.

Discussions

Avec l'essor des images à haute et à très haute résolution spatiale, les classificateurs classiques basés sur le pixel ont montré leur limite. Aussi il est proposé en remplacement le classificateur orienté-objet qui est utilisé dans le cadre de ces travaux.

2. RECHERCHE-ACTION

- Argumentaire scientifique, enjeux et objectifs de la thèse

Les principaux objectifs de cette thèse sont de proposer une méthode, d'une part, et un outil, de l'autre, de gestion intégrée du territoire forestier et péri-forestier de Fianarantsoa. Dans la méthode un moyen d'analyse, d'évaluation et de suivi du territoire, par l'apport de connaissances nécessaires à ceux qui établiront et dresseront les plans d'aménagement, sera proposé. L'outil sera un système d'information géographique utilisable par les décideurs, les personnes physiques ou morales chargées de la conservation, les institutions en charge de l'aménagement du territoire et de la décentralisation, et surtout tous les utilisateurs de l'espace.

- Description du projet : hypothèses et stratégie de recherche

Les principaux acteurs à différents niveaux ou échelles d'intervention (décideurs, conservationnistes et paysans) ont chacun une vision sur la conduite et la gestion de la partie du territoire dont les autres ont la charge. La première hypothèse est que les plans d'aménagement produit par les administrateurs et les décideurs de la Région Haute-Matsiatra ne prennent pas correctement en compte l'environnement en général et le couloir forestier de Fianarantsoa en particulier. La seconde hypothèse est que les plans existants de conservation de la forêt ne contiennent pas assez d'éléments pour les parties non-forêt. Or, pour une gestion efficace de la forêt, il est impératif de remodeler tous ces plans existants en prenant dans chacun les éléments essentiels.

- Approche méthodologique

L'approche méthodologique pour le traitement des images satellites adoptée est le algorithme de classificateur par arbre de décision et l'orientée-objet.

- Nature et description des travaux engagés dans le cadre de ce financement

Dans le contexte de l'antenne de réception intitulée « Surveillance de l'Environnement Assistée par Satellite pour l'Océan Indien : SEAS-OI » installée à l'île de La Réunion, des images satellitaires sur la zone d'étude datées du mois d'octobre 2012 ont été acquises.

Dans ce financement, des travaux de vérité terrain ont été engagés pour plusieurs objectifs.

- 1) Pour estimer la qualité des traitements effectués.
- 2) Pour voir sur terrain à la même période les états d'occupation du sol.
- 3) Pour étudier le paysage.

Bibliographie

- . Blanc-Pamard C. et Rakoto-Ramiarantsoa H., 2008, « La gestion contractualisée des forêts en pays betsileo et tanala (Madagascar) », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 426. url : <http://cybergeo.revues.org/index19323.html>
- . Caloz R., et Pointet A., 2003, Analyse comparative de la classification contextuelle et du maximum de vraisemblance : synthèse et cas d'étude, *Revue Télédétection*, vol. III, n° 2-3-4, p. 311–322.
- . Carrière S., Andrianotahiananahary H., Ranaivoarivelo N. et Randriamalala J., 2005, Savoirs et usages des recrues post-agricoles du pays Betsileo : valorisation d'une biodiversité oubliée à Madagascar, *Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. VI n°1, p. 1-14.
- . Dibi N'Da H., Kouakou N'Guessan É., Egnankou Wadja M. et Affian K., 2007, Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire), *Revue Télédétection*, vol. VIII, n° 1, p. 17-34
- . Koné M., Aman A., Adou Yao C.-Y., Coulibaly L. et N'Guessan K.-É., 2007, Suivi diachronique par télédétection spatiale de la couverture ligneuse en milieu de savane soudanienne en Côte d'Ivoire, *Revue Télédétection*, 2007, vol. VII, n° 1-2-3-4, p. 433-446
- . Lagabrielle E., 2007, Planification de la conservation de la biodiversité et modélisation territoriale à l'île de la Réunion, Thèse de Géographie, de l'Université de la Réunion, 166 p.
- . Laques A-E, 1993, Dynamique d'un front pionnier en domaine forestier tropical : le cas de Ticoporo (Piémont des Andes Vénézuéliennes), Thèse de Doctorat, Université de Toulouse – le Mirail, UFR « Géographie et Aménagement », Institut Daniel Faucher, CIMA URA – 366 CNRS, 241 p.
- . Lopez-Ornelas É., Sèdes F., Flouzat G. et Laporterie-Déjean F., 2005, Une approche objets pour la description des images à très haute résolution spatiale et l'extraction de connaissances, *Revue Télédétection*, Vol. V, n°1-2-3, p. 261-273
- . N'Guessan É., Dibi N'Da H., Bellan M.-F., Blasco F., 2003, Pression anthropique sur une réserve forestière en Côte d'Ivoire : apport de la télédétection, *Revue Télédétection* vol. V, n°4, p. 307-323
- . Rakotomanana F, Rakotoniaina S., Randremanana R.-V., Rasolomamonjy J.-A., Benie G.-B. et Rakotondraompiana S.-A., 2006, Amélioration de la classification d'image par la méthode contextuelle ICM : application à la détection des gîtes larvaires potentiels du

paludisme à Madagascar, *Revue Télédétection*, vol. VI, n° 1, p. 19-29.

. Randriambanona H.A., 2008, Successions écologiques dans les plantations de *Pinus*, d'*Acacia* et dans les forêts naturelles de la région Nord-Ouest du corridor de Fianarantsoa (Madagascar), Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie option Biologie et Écologie Végétales spécialité Écologie Végétales, Université d'Antananarivo, 122 p.

Budget prévisionnel

| DÉSIGNATION | Prix Unitaire (Ar) | UNITÉ | NOMBRE | MONTANT (Ar) | TOTAL (Ar) |
|---|--------------------|--------------|----------|--------------|------------------|
| - TRANSPORT | | | | | |
| ▶ Frais d'entretien véhicule IRD | | | | | |
| Trajet : Antananarivo-Fianarantsoa-Ambendrana-Fianarantsoa-Sahabe-Fianarantsoa-Antananarivo | 200 | Ar / km | 1 450 km | 290 000 | |
| ▶ Carburant | | | | | |
| Trajet : Antananarivo-Fianarantsoa-Ambendrana-Fianarantsoa-Sahabe-Fianarantsoa-Antananarivo | 3 070 | 15 ℓ /100 km | 218 ℓ | 669 260 | |
| ▶ Indemnité chauffeur | 30 000 | Perdiem | 20 | 600 000 | |
| | | | | | 1 559 260 |
| - PETITS MATERIELS | | | | | |
| - Abonnement Internet | 109 000 | | 12 | 1 308 000 | |
| - Imprimante | 400 000 | | 1 | 400 000 | |
| - Appareil photo numérique | 300 000 | | 1 | 300 000 | |
| | | | | | 2 008 000 |
| - CONSOMMABLES | | | | | |
| - Papier vélin | 60 000 | carton | 1 | 60 000 | |
| - Bloc note | 30 000 | paquet | 1 | 30 000 | |
| - Rhodoïd | 20 000 | paquet | 1 | 20 000 | |
| - Transparent | 15 000 | ram | 1 | 15 000 | |
| - Spirales | 12 000 | paquet | 1 | 12 000 | |
| - Piles | 20 000 | paquet | 1 | 20 000 | |
| - Chemise cartonnée | 10 000 | paquet | 1 | 10 000 | |
| - Sous-main rigide | 6 000 | | 5 | 30 000 | |
| - Flip chart | 25 000 | paquet | 1 | 25 000 | |
| - Marker permanent | 20 000 | paquet | 1 | 20 000 | |
| - Marker effaçable | 20 000 | paquet | 1 | 20 000 | |
| | | | | | 262 000 |
| | | | | TOTAL | 3 829 260 |

Dépenses engagées

| DÉSIGNATION | Prix Unitaire (Ar) | UNITÉ | NOMBRE | MONTANT (Ar) | TOTAL (Ar) |
|---|--------------------|-----------|--------|--------------|------------------|
| 1. TERRAIN | | | | | |
| ▶ Transport inter-ville | | | | | |
| Trajet : Antananarivo-Fianarantsoa | 25 000 | Ar/voyage | 2 | 50 000 | |
| ▶ Transport en ville | | | | | |
| Course en ville à Fianarantsoa | 20 000 | jr | 2 | 40 000 | |
| ▶ Location | | | | | |
| Trajet : Fianarantsoa-Ambalavao- Ambohimahamasina-Sahabe (A/R) | 120 000 | jr | 6 | 720 000 | |
| ▶ Ambohimahamasina | | | | | |
| Droit d'entrée dans la Commune (FIZAM) | 5 000 | unité | 1 | 5 000 | |
| Guide local | 14 000 | jr | 4 | 56 000 | |
| Porteurs | 5 000 | jr | 4 | 20 000 | |
| Hébergement + Repas | 6 000 | jr | 5 + ½ | 33 000 | |
| | | | | | 924 000 |
| 2. LABORATOIRE | | | | | |
| • Orthorectification des images | 60 000 | images | 8 | 480 000 | |
| | | | | | 480 000 |
| 3. CONSOMMABLE | | | | | |
| • Papier | 9 000 | ramette | 1 | 9 000 | |
| • Bloc note | 15 000 | paquet | 1 | 15 000 | |
| • Papier kraft | 40 000 | rame | 1 | 40 000 | |
| • Sous-main rigide | 17 000 | unité | 1 | 17 000 | |
| • Marker permanent | 20 000 | paquet | 1 | 20 000 | |
| • Pile rechargeable | 60 000 | paquet | 1 | 60 000 | |
| | | | | | 161 000 |
| | | | | TOTAL | 1 565 000 |

ANNEXE

1) Abréviations

| | | |
|------------|---|---|
| CNES | : | Centre National d'Etudes Spatiales |
| ESPACE-DEV | : | Expertise en SPAtialisation des Connaissances en Environnement – L'espace au service du DEVeloppement durable |
| ESRI | : | Environmental Systems Research Institute |
| FIZAM | : | Fizahan-tany Ambohimahamasina |
| GIS | : | Geographic Information System |
| GRED | : | Gouvernance, Risque, Environnement et Développement |
| IRD | : | Institut de Recherche pour le Développement |
| ISIS | : | Incitation à l'usage Scientifique des Images SPOT |
| MADES | : | coopération franco-MAlgache pour le Développement de l'Enseignement Supérieur |
| OTB | : | Orfeo Tool Box |
| PARRUR | : | PARtenariat et Recherche dans le secteur RURal |
| QGIS | : | Quantum GIS |
| SCAC | : | Service de Coopération et d'Actions Culturelles |
| SEAS-OI | : | Surveillance de l'Environnement Assisté par Satellite dans l'Océan Indien |
| SIG | : | Système d'Information Géographique |
| SPOT | : | Système Probatoire pour l'Observation de la Terre |