

## ***PRESENTATION DU PROJET DE RECHERCHE « Forêts, Parcs et Pauvreté au Sud de Madagascar » ou FPPSM***

### **Résumé :**

L'objectif est de mieux comprendre le processus qui suit la première défriche d'une surface forestière, pour pouvoir prédire le devenir des couverts forestiers et les conséquences pour les populations rurales du Sud Madagascar.

Deux hypothèses sont discutées :

- (1) les modalités de conservation des forêts dépendent de leur capacité de résilience ;
- (2) un accès durable aux ressources forestières et fourragères serait un moyen efficace de lutte contre la pauvreté.

Une approche spatiale est priorisée.

Des images satellites, essentiellement SPOT, de différentes dates et résolutions, sont traitées pour suivre l'occupation du sol sur des zones forestières et péri-forestières, depuis une situation de référence décrite par les géographes dans les années 1970, en balayant un spectre large de couverture végétale (dense-clairsemé, arboré-arbustif-herbacé, humide-sec).

Dans chacune des formations, forêts humides et forêts sèches, sont évaluées la capacité de résilience des différents types de forêt et les caractéristiques de la transition forêt-savane, afin de construire des modèles prospectifs de la dynamique de l'occupation du sol.

Dans chaque cas, l'évaluation de la viabilité économique des familles vivant de la forêt et le suivi des densités de population permettent de dégager des pistes de développement. Des modèles de transition (issus du programme MEM, Modélisation pour l'Environnement à Madagascar) et de viabilité (issus du programme ANR DEDUCTION) sont mis à contribution pour tester des scénarii et des modalités d'interventions.

Les équipes de terrain sur 5 sites sont articulées en réseau : savanes du Sud-est (entre Vangaindrano et Farafangana), forêt humide de l'Est et ses bifurcations herbacées (corridor forestier COFAV, Fianarantsoa), forêts sèche (Mikea) et épineuse (Betioky) du Sud-Ouest et les savanes associées, transect forêt humide - forêt sèche à Fort-Dauphin (Andohahela).

Des unités de modélisation et télédétection seront fonctionnelles à l'Université de Fianarantsoa, pour traiter des questions environnementales de l'ensemble du Sud Madagascar sur la base de ce réseau.

**Disciplines concernées :** agronomie, écologie, économie, géographie, informatique, mathématique, télédétection.

**Mots clés :** dynamique de l'occupation du sol, écologie, forêt, savane, télédétection, transition, viabilité.

### **Méthodologie :**

5 sites du Sud Madagascar sont suivis pour l'occupation du sol : (1) savanes du Sud-Est (Farafangana), (2) forêts humides du COFAV et ses bifurcations herbacées (Fianarantsoa), (3) forêts sèches (Mikea) et (4) fourrés à épineux (Betioky) du Sud-Ouest (images SPOT récentes comparées aux images Landsat d'il y a 10 ans) ; (5) transect forêts humides à forêts sèches (Andohahela, à Fort Dauphin). La connaissance du terrain et les relevés GPS nécessaires aux phases d'apprentissage et de validation sont faites par les équipes ou doctorants en place. Des interactions sont prévues avec les télédétecteurs qui traiteront les images à Fianarantsoa.

Dans le cas de l'aire protégée de Mikea, par exemple, les évaluations de la carte Hubert 1965, SPOT 1986-1987, 2001, réalisées par le GEREM-Tulear, seront actualisées par des images de 2009. Parmi les transitions entre états d'occupation du sol, on s'intéressera particulièrement aux transitions :Forêt – Savane

(Heteropogon, Aristida) en milieu humide et Forêt – steppe ou fourré en milieu sec. Le SIG construit par le GEREM jusqu'en 2002 sera actualisé en 2012 avec l'appui de l'EHESS, Paris, France.

Une synthèse de l'état des lieux géographique dressé il y a 40 ans en grande partie par des chercheurs de l'ORSTOM de l'époque: Morat (1969-1970), Bied-Charreton (1973), Gourou (1911), Martonne (1911), Durand (1990) etc. sera réalisée par un géographe de l'Université de Poitiers, anciennement détaché à l'IRD dans l'UR199, sur la base de travaux bibliographiques et une mission durant le premier semestre 2012.

2 modèles de transition et 2 modèles de viabilité sont adaptés aux deux écosystèmes.

-Forêts humides : Population du corridor, capital en rizières, transition forêt-savane, le moteur des défriches est l'aménagement des bas-fonds en rizières.

-Forêts sèches : Population autochtone et migrants, capital sur pied (zébus), transition forêt-steppe à épineux, le moteur des défriches est la culture de maïs, puis de coton.

Une thèse en informatique a été consacrée au modèle de transition en forêt humide, qui doit être adapté et modifié pour les forêts sèches. Le premier a été calibré et validé sur deux jeux d'historique culturels de parcelles, dans le COFAV. Le second sera traité avec des pixels issus des analyses d'images satellites, en valorisant la série multi-dates obtenue en actualisant les recherches sur la forêt des Mikea. Les scénarios envisagés concernent l'évolution du couvert forestier et les relations entre les états post-forestiers Culture, Jachère et Herbe, en regard des densités de population.

Les deux modèles de viabilité élaborés par des mathématiciens économistes dans le cadre du projet ANR DEDUCTION (2007-2010) respectivement pour les forêts humides du COFAV et les forêts à épineux de l'Androy, seront appliqués aux contextes différents dans les deux cas de la constitution et transmission d'un capital familial, sur la base d'enquêtes sur l'économie familiale, dans les sites connus et revisités du COFAV et de la forêt des Mikea (travaux d'étudiants).

## **Résultats attendus :**

### **Composante écologie (RAZANAKA Samuel, CNRE)**

Typologie des forêts et savanes

Typologie des forêts humides : forêts matures, forêts secondaires, jachères : 1 thèse (commencée), appui d'un post-doc.

Typologie des forêts sèches : forêts sèches (1 post-doc, 1 DEA) ; fourrés à épineux (1 post-doc, 1 DEA).

Typologie des savanes et transitions forêt-savane : 1 thèse (commencée), 2 DEA

Résilience fourrés épineux (terroir au sud ouest de Betioky Atsimo, entre zone côtière et Betioky):

Impacts de la fabrication de charbon de bois et des pratiques pastorales (petits ruminants) sur la diversité, la composition floristique et la régénération des fourrés épineux du sud de Madagascar.

La capacité de résilience des fourrés épineux est estimée, en comparant la productivité en biomasse de ces fourrés à la quantité effective prélevée, soit par les petits ruminants, soit pour la production de charbon (biomasse carbonisée = quantité totale produite/coefficient de carbonisation). On tentera d'estimer la biomasse des espèces charbonnières par leur âge en comptant leurs cernes de croissance, supposés annuels et en mobilisant des compétences en dendrochronologie (DBEV ou CIRAD). Cette recherche sur l'écologie des fourrés à épineux devra contribuer à l'actualisation d'une cartographie des biotopes des stades larvaires de Locusta, utiles au Centre National Antiacridien basé à Betioky.

Les enseignements de plusieurs travaux d'évaluation du carbone aérien et souterrain des formations de forêt et savane seront tirés pour définir des protocoles précis sur les questions restant à résoudre, tant pour les forêts humides que les forêts sèches.

Ce projet contribuera au renforcement d'une équipe d'écologues malgaches à partir des terrains coordonnés dans le Sud Madagascar : 2 thèses (cofinancement IFS), 4 DEA. Cette recherche menée collectivement sur 2 ans doit préparer la constitution d'un réseau, laboratoire ou jeune équipe affichant un ensemble de

compétences unique à Madagascar en écologie fonctionnelle, biogéographie, agro-écologie, bilans de carbone, qui pourrait se constituer en jeune équipe soumettant un projet de JEAI à l'IRD.

### **Composante géographie (RAKOTONDRAOMPIANA Solofo, IOGA)**

Etat des lieux géographique il y a 40 ans dans le Sud-Est, Sud et Sud-Ouest malgache : 1 synthèse élaborée par Hervé Rakoro Ramiarantsoa.

Il est prévu d'appliquer la télédétection Landsat, Spot, Radar à la dynamique de couvertures végétales denses à clairsemées en vue de l'aménagement du territoire, en commençant par la valorisation des scènes SPOT disponibles du CNES-ISIS (projets 2009, 2010, 2011) qui couvrent les 5 sites identifiés et en développant les fonctionnalités OTB pour le traitement des images SPOT THR. Le balayage d'un large intervalle de densité de canopée, degré d'ouverture, formations à feuilles – formations à épines, doit en parallèle permettre de tester l'outil de télédétection pour appréhender les dynamiques forêt-non forêt et les différents états plus ou moins dégradés du couvert forestier.

Le projet contribuera a renforcement d'une capacité de traitement d'images satellites, basée à l'Université de Fianarantsoa, dédiée aux questions environnementales du Sud Madagascar et appuyée par les géophysiciens de l'IOGA (Université d'Antananarivo), les collègues IRD de l'UMR ESPACE-DEV travaillant à l'Université de La Réunion et à la MTD de Montpellier : 3 thèses en physique (candidat sélectionné), informatique (déjà démarrée, bourse SCAC acceptée en 2010 pour accueil Montpellier) et géographie (déjà démarrée, bourse SCAC acceptée en 2011 pour accueil Montpellier).

### **Composante modélisation pour l'action (RAFAMANTANANTSOA Fontaine , ENI)**

Deux modèles de transition Forêt-Savane sont construits respectivement pour les forêts humides et forêts sèches, et deux modèles de viabilité sont testés dans le corridor de Fianarantsoa et dans l'Androy, permettant la comparaison des deux écosystèmes humide et sec du Sud Madagascar.

- Pour les forêts humides résilientes, une thèse portant sur les modèles de transition est prête à la soutenance (RATIARSON Venot), des recherches sont programmées sur la viabilité économique, en complément des versions élaborées dans le cadre du programme ANR DEDUCTION (2007-2010).
- Pour les forêts sèches non résilientes, un DEA d'informatique est envisagé sur l'adaptation des modèles de transition aux forêts sèches, la valorisation d'une thèse déjà soutenue au Canada sur la viabilité économique (Fanokoa Pascaux Smala) se fera par une mission à Fianarantsoa à financer sur d'autres fonds (AUF, fonds canadiens).

A cette occasion seront renforcées d'une part les relations inter-universitaires entre les universités de Fianarantsoa, Tulear, Antananarivo, et d'autre part les ponts ou collaborations pouvant se développer dans l'avenir entre ce projet et l'appui donné par l'ENI au CNA, en particulier en télédétection et en écologie.

Des outils de télédétection et de modélisation seront appliqués à l'écologie des formations végétales et l'aménagement du territoire de la région la plus pauvre de Madagascar. Ce projet fait partie du portefeuille de projets soutenus par le CNT, Comité National de Télédétection (Université d'Antananarivo). Il a bénéficié et bénéficie du programme ISIS du CNES, permettant d'obtenir à tarif préférentiel des images satellites SPOT pour des applications de recherche.

## Liste complète des membres du collectif classés par institution

Composition de chaque équipe, membre partenaire du collectif. Lorsque l'équipe est composée de plus d'un membre, le chercheur mandaté par le Directeur de l'Institution est celui qui signe la convention de partenariat. Le Directeur de l'institution ou du membre partenaire signe également la convention de partenariat.

### 1. IRD

- HERVE Dominique, UMR GRED, Docteur Agronome
- CARRIERE Stéphanie, UMR GRED, Docteur Ecologue
- LAQUES Anne-Elizabeth, UMR ESPACE-DEV, DR IRD et HDR, Géographe
- DELAITRE Eric, UMR ESPACE-DEV, Prof. Géomatique Télédétection, Enseignant UM2
- ANDRIANARIVO Avisoa, Doctorant en géographie au MEM et en accueil dans UMR 228 (80%,20% maximum sur consultance CNT en attente de bourse)
- RANDRIANARISON Andry, Doctorant en écologie au MEM (80%,20% maximum sur consultance DBEV en attente de bourse)
- GANOMANANA Thierry, Doctorant en informatique au MEM (80%,20% maximum sur consultance en attente de bourse).

### 2. CNRE, Antananarivo

- RAZANAKA Samuel, Thèse Etat Ecologue, 60%
- RANDRIAMBANONA Herizo, Docteur Ecologue, 30%
- RANAIVO Jaona, Master Ecologue – SIG, 50%

### 3. Université de Fianarantsoa, ENI

- RAFAMANANTSOA Fontaine, Docteur Informatique, Directeur ENI Ecole Nationale Informatique, 20%
- RAKOTOASIMBAHOAKA Cyprien, futur Docteur Informatique, 20%
- RATIARSON Venot, futur Docteur Informatique, 20%
- SIKA, Ingénieur Informatique, 10%

### 4. Université d'Antananarivo

- IOGA** RAKOTONDRAOMPIANA Solofo, Prof. Géologue – Télédétection et HDR, 30%
- RAKOTONIRINA Solofoarisoa, Prof. Physicien – Télédétection et HDR, 10%
- HAJALALAINA Aimé Richard, Enseignant-chercheur CUF Centre Universitaire de Formation Professionnalisante de l'Université de Fianarantsoa, Doctorant en informatique au MEM et en accueil dans UMR 228 (60%, 40% enseignement)
- DBEV** RAKOTOARIMANANA Vonjison, Prof. Ecologue et HDR, 20%
- RANDRIANARISON Andry, Doctorant en écologie au MEM inscrit en thèse au DBEV.

**ESSA forêt** RANDRIAMALALA Josoa, Docteur Ecologue, Vacataire ESSA Forêts, 20%

### 5. CNA, Toliara

- SOLOFONIAINA Hardy, Ingénieur météorologue, Chef du département technique opérationnel
- REBESISOA Lalaina Fenomanana, DEA ENSAM Montpellier, Master 2, Acridologue

## Chronogramme

Le chronogramme répartit sur les deux ans du projet les principales actions donc dépenses prévues. Il détaille ainsi le budget consolidé de l'annexe 4.

Les contrats de personnels non permanents sont assujettis à la disponibilité changeante et évolutive de chercheurs souvent en attente de recrutement et les montants se négocient dans une fourchette allant de stagiaire à post-doc selon l'expérience acquise ; leur attribution définitive ne peut pas être accordée dès le début du projet. Ces contrats sont fléchés sur quelques personnes susceptibles d'apporter leur expérience précise au projet.

Les missions de chercheurs français, principalement de Montpellier, se répartissent entre 2011, surtout en 2012 et 2013, à raison de 4 en 2011, 5 en 2012, 1 en 2013. Le nombre de missions de Dominique Hervé ne pourra être réduit que si d'autres solutions se dessinent (mission longue durée par exemple). Sa présence à Montpellier permettra d'accueillir des doctorants malgaches et de sélectionner des stagiaires français en appui au programme. D'autres missions considérées comme nécessaires au programme devront être prises en charge par des co-financements.

Les missions de terrain sont évaluées de manière forfaitaire à deux missions par an dans les 5 sites. Leurs dates dépendent des conditions atmosphériques. Elles seront réduites sauf protocoles écologiques entre janvier et mars de chaque année. Les sites de Vangaindrano et Fort-Dauphin ne seront incorporés qu'en 2012. Les sites de Mikea et Betioky sont accessibles depuis Fianarantsoa. Seules des missions par route ont été budgétisées.

La rubrique 3 de stage/formation courte, non remplie dans la demande initiale, a été cependant budgétisée pour faire face à des demandes justifiées de partenaires ayant obtenu des droits à formation en France, considérée comme stratégique pour le projet, et qui ne seraient alors pris en charge que pour un co-financement.

Les dépenses d'équipement se réduisent à la commande d'images satellites engagée dès 2011, en complément des images déjà acquises avant le démarrage du projet. Cependant des achats d'équipement informatique seront peut-être nécessaires. Ils ne pourront être décidés qu'en concertation donc pas avant le démarrage du projet.

Des co-financements seront demandés pour les frais d'analyse d'échantillons programmés en 2012 et 2013.