

Titre de la thèse : Complexification, calibration et validation des modèles informatiques : application à la modélisation de la dynamique de l'occupation du sol post-forestière en lisière Ouest du corridor forestier de Fianarantsoa Madagascar

Discipline : Informatique

Auteur : RATIARSON Venot, Enseignant-Chercheur à l'Ecole Nationale d'Informatique, Université de Fianarantsoa, Madagascar

Directeur de thèse national : Professeur ANDRIANTIANA Bertin Olivier, Directeur de l'Ecole Nationale d'Informatique

Directeur de thèse international : Professeur Jean Pierre Muller, Directeur de l'unité de recherche GREEN du CIRAD, Enseignant au LIRMM - Université Montpellier 2.

Co-encadreurs pour l'IRD : Dominique Hervé, IRD correspondant scientifique au sein de l'UR 199.

Structure de rattachement : Laboratoire MEM (Modélisation de l'Environnement pour Madagascar), sous convention Université de Fianarantsoa, IRD

Structure de recherche au niveau de l'Ecole : Département de formation troisième cycle en Informatique

Laboratoires d'accueil : IRD ; UR 079 « Modélisation mathématique et informatique de systèmes complexes », Pierre Roger, Bondy ; UR 199 « Dynamiques socio-environnementales et gouvernance des ressources », Généviève Michon, Montpellier ; CIRAD, UR Green, Martine Antona, Montpellier

Résumé de la thèse

L'augmentation des surfaces cultivées est considérée comme l'une des causes majeures de la déforestation dans les pays tropicaux. A Madagascar, l'enjeu actuel pour les politiques environnementales est de concilier la conservation des forêts et la production agricole dans un contexte où la pression humaine sur les terres est de plus en plus forte. Dans la région de Fianarantsoa (Madagascar), deux parcs nationaux Ranomafana et Andringitra sont reliés par un corridor forestier assurant écologiquement le maintien d'une biodiversité régionale. La lisière du corridor est occupée à l'Ouest par les populations Betsileo pratiquant la culture sur brûlis, la riziculture irriguée ainsi que l'agriculture vivrière sur les flancs de colline. Cette lisière se caractérise actuellement par une mosaïque paysagère hétérogène composée de différents états d'occupation du sol. Nous distinguons 6 états : Forêt, Culture, Jachère, Herbe, Plantation et Rizière, et les transitions entre ces états. Ces transitions sont gouvernées par des règles de changement d'états relatives aux dynamiques écologiques et aux pratiques culturelles, et définies par des experts à partir d'enquêtes qualitatives et d'observations auprès des agriculteurs. La modélisation de la dynamique des changements d'états d'usage du sol depuis la première défriche permettra de suivre l'évolution de l'état du paysage d'une mosaïque post-forestière et de trouver les règles acceptables pour préserver la forêt.

Trois modèles de ces dynamiques ont été proposés dans un ordre méthodologique : un modèle markovien, un modèle à base de règles et un modèle à base d'agents. Le modèle de Markov a été utilisé pour étudier la stabilité de la mosaïque paysagère et calibrer et valider les 2 autres modèles. Le modèle à base de règles a été proposé pour essayer d'expliquer les processus de changement d'états par des règles. Le modèle à base d'agents a été introduit pour expliciter les décisions des agriculteurs dans la compréhension de l'évolution du paysage post-forestier.

Les travaux présentés dans cette thèse ont été réalisés dans le programme Modélisation pour l'Environnement à Madagascar (MEM) avec la collaboration de l'IRD et du CIRAD de Montpellier. Il s'agit de travaux de recherche pluridisciplinaires regroupant des écologues, des agronomes et des informaticiens autour de la modélisation de la dynamique d'occupation du sol post-forestière dans un paysage en lisière Ouest du corridor forestier de Fianarantsoa.

Ce travail présentera un intérêt pour la conservation de l'environnement et la gestion des ressources naturelles et peut être généralisé à l'ensemble du corridor forestier de l'Est malgache.

Mots clés : Occupation du sol, modélisation, forêt, Madagascar, règles de transition

ABSTRACT

The increase of the cultivated areas is considered as one of the major causes of deforestation in tropical countries. In Madagascar, the current challenge for environmental politics is to reconcile forest conservation

with agricultural production in the context where human pressure on land is getting stronger and stronger. In the region of Fianarantsoa (Madagascar), two national parks Ranomafana and Andringitra are connected by a forest corridor which ecologically ensures the maintenance of the regional biodiversity. The bordering area of the corridor is occupied in the west by the Betsileo population practising slash-and-burn farming, irrigated rice-farming and food crop farming on the slopes of the hills or hillsides. This bordering area is now characterised by an heterogeneous mosaic landscape made up of different land use states. We distinguish six types of land use states: Forest, Fallow, Cropping, Herb, Plantation and Paddy field, and the transitions between these land use states. These transitions are been governed by a set of land use change rules related to the farming practices and ecological dynamics, and defined by experts from qualitative observations and investigations conducted to farmers. The modeling of the dynamics of land use change will help to follow the evolution of mosaic landscape after forest clearing and to find the acceptable rules for forest preservation.

Three models of these dynamics were proposed in a methodological order : a Markovian model, a rule-defined model and a agent-based model. The Markovian model was used to study the stability of the mosaic landscape and to calibrate and validate the two others models. The rule-defined model was proposed to try to explain the process of land use by rules. The multi-agent model was introduced to explain the farmers' decisions in understanding the evolution of mosaic landscape after forest clearing .

The works presented in this thesis are part of the program: Modelling for the Environment in Madagascar in collaboration with IRD and CIRAD institutions of Montpellier. It is the product of a multidisciplinary research grouping together agronomists, ecologists and computer scientists. It models the dynamics of land use after forest clearing in a landscape in the Western part of the area bordering the forest corridor of Fianarantsoa. This work will have an interest in environment conservation and in the management of natural resources, in the field of landscape ecology, and in order to generalize the results over on the whole forest corridor in the eastern part of Madagascar.

Keywords : land uses, modeling, forest , Madagascar, transition rules