



RAPPORT DE DEMARRAGE DU PROJET

Appel à projets 2013 : scénarios de la biodiversité en Afrique sub-saharienne

BioSceneMada

Scénarios de la biodiversité sous l'effet conjoint du changement climatique et de la déforestation à Madagascar

1 Identification du projet

1.1 Informations générales

Acronyme :	BioSceneMada
Titre du projet :	Scénarios de la biodiversité sous l'effet conjoint du changement climatique et de la déforestation à Madagascar
N° :	AAP-SCEN-2013 I
Rédacteur du rapport :	Ghislain Vieilledent
E-mail du rédacteur :	ghislain.vieilledent@cirad.fr
Date de début du projet :	15 Mai 2014
Date de fin du projet :	15 Mai 2020
Période faisant l'objet du rapport :	1 Janvier 2014 – 15 Novembre 2014
Mots-clés :	biodiversité, changement climatique, déforestation, Madagascar, aires protégées, REDD+, zones refuge
Terrain d'étude :	Madagascar
Site web du projet :	http://bioscenemada.net

1.2 Résumé grand public

Séparée de l’Afrique puis de l’Inde il y a respectivement environ 165 et 88 millions d’années, la faune et la flore de Madagascar ont évolué de façon isolée. L’île est mondialement connue pour son incroyable biodiversité, caractérisée par des taux d’endémisme élevés, une importante diversité spécifique chez certains taxa, et l’absence totale d’autres groupes. Cette biodiversité est concentrée principalement dans les forêts tropicales de l’île et se trouve fortement menacée par la déforestation et les changements climatiques.

Dans ce projet, nous proposons d’établir une carte actualisée de la biodiversité malgache en nous appuyant sur des inventaires portant sur plus de 7000 espèces de la flore et de la faune locale. A partir de modèles de niche climatique pour les espèces et de modèles de déforestation, qui s’appuieront sur différents scénarios climatiques et de croissance démographique, il s’agira de répondre à la question suivante : quelles sont les zones à plus fort risque de perte de biodiversité face à la déforestation et au changement climatique à Madagascar ?

Ce projet présente plusieurs aspects innovants. D’abord, il s’appuie sur de nouvelles données d’inventaire de la biodiversité à Madagascar, qui n’étaient pas disponibles auparavant. Ensuite, de nouveaux modèles et algorithmes seront testés et comparés aux méthodes plus couramment utilisées pour prévoir précisément la déforestation et l’évolution future de la biodiversité. Enfin, il permettra aux décideurs et gestionnaires sur place, qui doivent également faire face à des problématiques de développement et de réduction de la pauvreté, d’optimiser les stratégies de conservation de la biodiversité sur la base de résultats scientifiques.

Madagascar est actuellement fortement impliqué dans la lutte contre la déforestation à travers l’élaboration d’un programme national REDD+ (qui vise à Réduire les Emissions liés à la Déforestation et à la Dégradation des forêts) et dans la mise en place d’un Système national d’Aires Protégées à Madagascar (SAPM) couvrant actuellement près de 10% du territoire national. Concernant le programme REDD+, ce projet permettra de fournir des outils pour évaluer les co-bénéfices en termes de biodiversité des projets orientés carbone. Concernant le SAPM, il permettra d’identifier les zones refuges pour la biodiversité face aux changements climatiques et de prioriser les efforts de conservation sur le terrain (par exemple en identifiant les zones refuges à fort risque de déforestation).

1.3 Equipes partenaires du projet

Equipe	Responsable scientifique	Organisme	Ville/Pays
1	Ghislain Vieilledent	Cirad	Montpellier/France
2	Jean-Roger Rakotoarijaona	ONE	Antananarivo/Madagascar
3	Dimby Razafimpahanana	WCS	Antananarivo/Madagascar
4	Clovis Grinand	ETC Terra	Paris/France

2 Lancement du projet

2.1 Réunion de lancement

La réunion de lancement du projet BioSceneMada s'est tenu le 5 mars 2014 à Antananarivo dans les locaux de l'ONE. Elle réunissait les partenaires du projet et l'ensemble des parties prenantes (ministères, ONG, instituts de recherche). Le coordinateur du projet a tout d'abord présenté les grandes lignes du projet (contexte, objectifs, partenaires, bailleur, durée du projet) à l'ensemble des personnes présentes. Les partenaires ont ensuite présenté les différentes parties du projet ainsi que les approches méthodologiques concernant (i) la modélisation de la déforestation, (ii) la modélisation de la distribution des espèces et de la biodiversité et (iii) l'élaboration de stratégies de conservation. Le directeur de l'Office National de l'Environnement à Madagascar a ensuite présenté comment le projet pouvait s'articuler avec les différents projets en cours ou en prévision portant sur le mécanisme REDD+ et la conservation de la biodiversité à Madagascar. L'ensemble des documents relatifs à cette réunion de lancement (invitation, participants et présentations) est disponible en téléchargement sur le site internet du projet (<http://bioscenemada.net/documents>).

2.2 Personnes recrutées

Ruoyin Long, stagiaire de Master I à AgroParisTech, a été encadrée par C. Grinand du 01/07/2014 au 31/08/2014 sur le thème de la modélisation de la déforestation à Madagascar. Au cours de ce stage, les scripts de modélisation de la déforestation associés au package **phcfM** (Vieilledent *et al.*, 2013) ont été testés dans un nouveau contexte et une nouvelle zone à Madagascar. Des pistes d'améliorations techniques de l'approche de modélisation (passage des scripts sous **R** via l'utilisation du package **raster**) ont été explorées. Une étude fine des relations entre facteurs paysagers et taux de déforestation a été menée afin d'essayer de mieux comprendre le processus de déforestation à l'échelle locale et d'affiner ainsi le modèle.

2.3 Premières réalisations

Une semaine d'ateliers de travail avec l'ensemble des partenaires du projet a eu lieu du 3 au 7 mars 2014 dans les locaux de l'ONE à Antananarivo. Outre la préparation de la réunion de lancement, la semaine de travail a permis d'avancer sur la collecte des données concernant la biodiversité et la déforestation passée à Madagascar.

Concernant la biodiversité, plusieurs jeux de données ont pu être regroupés. Il s'agit notamment (i) de l'ensemble des données de biodiversité disponibles en accès libre sur le portail Rebioma (<http://data.rebioma.net>), (ii) des données de biodiversité utilisées dans l'article de Allmutt *et al.* (2008) et qui concernent les groupes de plantes et d'invertébrés suivants : Fougères, Palmiers, Escargots, Fourmis, Papillons, (iii) des données de présence concernant 77 espèces de lémuriers, et (iv) des données d'inventaires pour

des espèces d'arbre issus de plus de 2500 placettes forestières réparties sur l'ensemble du territoire malgache.

Concernant la déforestation passée à Madagascar, l'équipe du projet s'est mise d'accord sur la méthodologie à adopter afin d'obtenir un historique de la déforestation passée à Madagascar sur les périodes 1990-2000-2010. L'objectif est d'obtenir des cartes de déforestation sans nuages (notamment pour la forêt humide de l'est, où la couverture nuageuse est importante) afin de diminuer l'incertitude concernant l'estimation du taux de déforestation moyen sur cette période. Il a été décidé que l'on supprimerait les nuages sur les cartes forestières issues du travail de Harper *et al.* (2007) en s'appuyant sur les données de couverture forestière issues de (Hansen *et al.*, 2013), qui elles ne présentent pas de nuages. Un seuil minimal de 75% de couvert arboré pour définir la forêt humide de l'est a été choisi. L'utilisation de cette méthode nous a permis d'obtenir des cartes de déforestation sans nuages à 30 m de résolution sur la période 1990-2000-2010 qui serviront de base au travail de modélisation du processus de déforestation. Ces cartes constituent une première avancée par rapport aux cartes de déforestation actuellement disponibles pour Madagascar qui présentent soit (i) une couverture nuageuse importante (ONE *et al.*, 2013), soit (ii) une incertitude concernant les seuils de couverts arborés à adopter pour définir la forêt sèche et épineuse à Madagascar (Hansen *et al.*, 2013), soit (iii) une non prise en compte de la forêt sèche et épineuse en tant que forêt tropicale (Kim *et al.*, 2014).

Concernant la modélisation de la distribution des espèces, un travail de développement d'un nouvel outil statistique a été entrepris par G. Vieilledent dans le cadre du projet BioSceneMada. Il s'agit du développement du package **R** nommé **hSDM** pour "*hierarchical Bayesian species distribution models*" (<http://hSDM.sourceforge.net>). Ce package permet, à travers l'utilisation de modèles de mélange et de processus hiérarchiques, de tenir compte de la détection imparfaite des individus et de l'autocorrélation spatiale des observations pour des données de présence-absence ou d'abondance. Ce package pourra être testé dans le cadre du projet BioSceneMada et comparé à d'autres outils (MaxEnt, Biomod) plus couramment utilisés pour modéliser la distribution des espèces (Thuiller, 2014).

Concernant l'impact des changements climatiques sur la biodiversité et les services écosystémiques à Madagascar, G. Vieilledent, C. Grinand et J.-R. Rakotoarijaona ont participé à une étude dans le cadre du projet BioSceneMada visant à démontrer que le changement climatique pourrait contribuer, à travers l'impact sur la biodiversité, à une diminution de -21% du stock de carbone dans les forêts tropicales à Madagascar à l'horizon 2100. Les changements climatiques, à travers une augmentation de la saisonnalité de la température, une augmentation de la température moyenne annuelle et une diminution des précipitations, contribueraient à favoriser des espèces et des individus de plus petites statures, ce qui conduirait à une baisse du stock de carbone forestier. Cette baisse de -21% n'est pas négligeable en comparaison à une baisse potentielle de -29% du stock de carbone forestier à l'horizon 2100 associé à une déforestation supposée de $0,5\%.\text{an}^{-1}$ à Madagascar.

3 Actions de valorisation/communication et publications

3.1 Articles

Deux articles, un premier portant sur la présentation du package **hSDM** et un second portant sur l'impact des changements climatiques sur la biodiversité et le stockage de carbone dans les forêts malgaches sont en cours de rédaction :

- Vieilledent G., C. Merow, J. Guelat, A. M. Latimer, M. Kery, A. E. Gelfand, A. M. Wilson, F. Mortier and J. A. Silander Jr. **hSDM** R package for hierarchical Bayesian species distribution models. in prep.
- Vieilledent G., O. Gardi, C. Grinand, C. Burren, M. Andriamanjato, C. Camara, C. J. Gardner, L. Glass, A. Rasolohery, H. Rakoto Ratsimba, V. Gond, J.-R. Rakotoarijaona. Climate change impact on tropical forest carbon storage through shifts in species composition and tree size : the illustrative example of Madagascar. in prep.

3.2 Conférences

Le package **hSDM** a été présenté à la conférence ISEC 2014 (International Statistical Ecology Conference, <http://isec2014.sciencesconf.org/>). Une participation à la conférence ICCB-ECCB 2015 (“27th International Congress for Conservation Biology 4th European Congress for Conservation Biology”, <http://www.iccb-eccb2015.org/>) organisée par Agropolis et la FRB en août 2015 à Montpellier est prévue pour présenter le projet et les premiers résultats scientifiques.

3.3 Site-web

Le site web du projet BioSceneMada (<http://bioscenemada.net>) a été mis en ligne le 15 Novembre 2014. Le site web permet d’avoir accès à toutes les informations et documents relatifs au déroulement du projet.

4 Références

- Allnutt TF, Ferrier S, Manion G, *et al.* (2008) A method for quantifying biodiversity loss and its application to a 50-year record of deforestation across madagascar. *Conservation Letters*, **1**, 173–181.
- Hansen MC, Potapov PV, Moore R, *et al.* (2013) High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, **342**, 850–853.

- Harper GJ, Steininger MK, Tucker CJ, Juhn D, Hawkins F (2007) Fifty years of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Environmental Conservation*, **34**, 325–333.
- Kim DH, Sexton JO, Noojipady P, *et al.* (2014) Global, landsat-based forest-cover change from 1990 to 2000. *Remote Sensing of Environment*, **155**, 178–193.
- ONE, DGF, FTM, MNP, CI (2013) *Evolution de la couverture de forêts naturelles à Madagascar 2005-2010*. Antananarivo.
- Thuiller W (2014) Editorial commentary on ‘biomod – optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change’. *Global Change Biology*, **20**, 3591–3592.
- Vieilledent G, Grinand C, Vaudry R (2013) Forecasting deforestation and carbon emissions in tropical developing countries facing demographic expansion : a case study in madagascar. *Ecology and Evolution*, **3**, 1702–1716.