

11 — Analyse des facteurs anthropiques de dégradation des bois de *tapia* (*Uapaca bojeri*) d'Arivonimamo

Olivia L. RAKOTONDRA SOA, Astrid AYRAL, Julien STEIN,
Gabrielle L. RAJOELISON, Quentin PONETTE, François MALAISSE,
Bruno S. RAMAMONJISOA, Noromalala RAMINOSOA, François J. VERHEGGEN,
Marc PONCELET, Éric HAUBRUGE, Jan BOGAERT

Les bois de *tapia*, écosystème endémique de Madagascar, joue des rôles importants dans l'économie des ménages de la communauté locale de base. La dépendance de la population locale sur les bois de *tapia* a engendré la perturbation et la dégradation de cet écosystème. Dans ce cadre, la présente étude avait pour but d'identifier et d'analyser les facteurs anthropiques de dégradation des bois de *tapia* dans la zone d'Arivonimamo. L'hypothèse de travail était qu'actuellement les feux représentent la principale perturbation des bois de *tapia* d'Arivonimamo entraînant la déforestation et la dégradation continue de cette formation végétale. L'approche méthodologique a consisté en l'élaboration d'une typologie des indicateurs de perturbation de cette formation végétale sur base de la littérature, suivie par un inventaire de ces signes de perturbation dans des transects dirigés dans quatre directions perpendiculaires aux alentours des six villages du site d'étude. De cette étude, il est ressorti que le feu ne constitue plus la principale cause de déforestation et de dégradation des bois de *tapia* d'Arivonimamo. La dégradation continue de cet écosystème est surtout occasionnée par des coupes illicites effectuées par la population riveraine. Ces résultats constituent une information de base importante pour l'amélioration de la gestion des bois de *tapia* d'Arivonimamo.

Analysis of the anthropogenic degradation factors of the *tapia* woodlands (*Uapaca bojeri*) of Arivonimamo

The *tapia* woodland, an endemic ecosystem of Madagascar, plays an important role in the household economy of the local communities. The dependence of local people on the *tapia* woodland has led to the disturbance and degradation of this ecosystem. In this context, the current study aimed to identify and analyze the anthropogenic factors leading to the degradation of the *tapia* woodland in Arivonimamo. The working hypothesis was that fire constitutes today the main disturbance factor of the *tapia* woodland in Arivonimamo, leading to the deforestation and to a continuous degradation of this ecosystem. A typology of indicators of vegetation disturbance was established based upon literature; it was followed by an inventory of these indicators along four transects situated orthogonally around the six villages of the study site. This study showed that fire is no longer the main cause of deforestation and degradation of *tapia* woodlands in Arivonimamo. The continuing degradation of the woodland is mainly caused by illegal logging by the local population. These results provide key information to improve the management of the *tapia* woodlands in Arivonimamo.

11.1. INTRODUCTION

Depuis quelques décennies, la dégradation croissante des paysages, notamment sous les tropiques, est un des problèmes environnementaux les plus cruciaux auxquels nous sommes confrontés (Puig, 2001). La forêt tropicale est soumise à une forte action destructrice à des fins d'exploitation du sol pour l'élevage et l'agriculture, des bois d'œuvre tropicaux ou du bois de chauffe (Chave, 2000). La FAO (2009) a estimé que 10,4 millions d'hectares de forêt tropicale ont été définitivement détruits chaque année dans la période 2000 à 2005, une valeur en augmentation par rapport à la période 1990-2000, au cours de laquelle environ 10,2 millions d'hectares de forêt étaient détruits annuellement. La déforestation est certes un phénomène local et régional, mais ses répercussions sont mondiales. À Madagascar, la couverture forestière qui atteignait 25 % de la superficie nationale en 1950 ne représentait plus que 16 % de la superficie nationale en 2000. Entre 2000 et 2005, le taux de déforestation annuelle malgache est évalué à 0,30 %, contre un taux mondial de 0,18 % (FAO, 2009). Les principales causes en sont le défrichement et/ou la pratique de cultures itinérantes sur brûlis pour les cultures commerciales et vivrières, les feux de brousse allumés par les éleveurs pour l'extension des aires de pâturages et l'exploitation forestière en vue de fournir les besoins en bois d'œuvre et de construction ainsi que la production de bois d'énergie (Barrett, 1999 ; McConnell, 2002 ; Blanc-Pamard et al., 2003 ; Styger et al., 2007 ; Programme Global Changement Climatique de la Direction de Développement et de la Coopération, 2011 ; Rakotondraso et al., 2012, chapitre 8).

Il est à remarquer que la déforestation peut être définie comme « la conversion de la forêt pour une utilisation différente du terrain ou la réduction à long terme de la canopée arboricole en dessous du seuil minimum de 10 % » (FAO, 2000). La déforestation n'arrive pas subitement, mais résulte d'un processus qui passe par des étapes successives de dégradation, et qui finalement va déboucher sur une déforestation nette et visible à partir de l'imagerie satellitaire (Kamungandu, 2009). En outre, la dégradation des forêts se définit comme les changements au sein des catégories forestières (exemple d'une forêt dense à une forêt claire), qui affectent négativement le peuplement ou le site en abaissant, en particulier, la capacité de production (FAO, 2000). Elle se réfère à la réduction de la capacité d'une forêt de produire des biens et des services (OIBT, 2002). La dégradation forestière est généralement causée par des perturbations dont l'ampleur, la sévérité, la qualité, l'origine et la fréquence sont variables (FAO, 2006 ; Schoene et al., 2007). La perturbation est définie comme une fluctuation environnementale et un événement destructeur qui affecte la santé, la structure des forêts, et/ou modifie les ressources ou l'environnement physique à n'importe quelle échelle spatiale ou temporelle (Simula, 2009). La présente recherche a pour objectif d'identifier et d'analyser les facteurs anthropiques de déforestation et de dégradation des bois de *tapia*, qui est un écosystème endémique de Madagascar. Cette formation végétale se localise uniquement sur les Hautes Terres malgaches et est dominée par l'espèce *Uapaca bojeri* Baill. (Phyllantaceae). Le taux de déboisement annuel des bois de *tapia* de la région d'Itasy est estimé à 7,41 % entre 2000 et 2005 (Programme Global Changement Climatique de la Direction de Développement et de la Coopération, 2011). Les peuplements de *tapia* sont des formations très ouvertes, qui sont parcourues fréquemment par les feux de brousse (Vignal, 1963 ; Koechlin et al., 1974).

Le présent travail cherche à savoir si actuellement les feux représentent la principale perturbation des bois de *tapia* d'Arivonimamo entraînant la dégradation continue de cette formation végétale conduisant à un déboisement. Les superficies forestières décimées par les

feux à Madagascar avoisinent 200 000 ha/an. Selon Rabarison et al. (2010), le feu de brousse constitue le principal facteur de dégradation des massifs de *tapia*; bien que ces arbres tolèrent le feu, les feux répétés peuvent les détruire et dégraderaient la capacité de régénération des *tapias* (Gade, 1996). Afin d'atteindre l'objectif de la recherche, les trois hypothèses suivantes sont à vérifier : (1) les différents types de perturbation n'ont pas les mêmes fréquences dans le peuplement de *tapia*; (2) l'abondance des perturbations est fonction de la distance par rapport au village, les fréquences des perturbations diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du village; (3) la fréquence du type de perturbation « agriculture » est en relation avec celles des autres types de dégradation; à titre d'exemple les feux et le reboisement semblent être en relation avec l'agriculture car ces types de perturbation peuvent constituer un mode d'affectation de terre à des fins de culture dans les années suivantes.

11.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

11.2.1. Milieu d'étude

L'étude a été réalisée au sein de la commune rurale d'Arivonimamo, dans la partie centrale de Madagascar. Située à 47°10 E et 19°02 S, la zone d'étude se localise à environ 50 km à l'ouest d'Antananarivo et fait partie intégrante du district d'Arivonimamo, dans la région d'Itasy. La topographie y est très variée avec des collines, de grandes plaines, des cônes volcaniques et d'étroites vallées (Klein, 2002). La région est soumise à un climat de type tropical d'altitude caractérisé par deux saisons contrastées : une saison sèche et fraîche qui s'étale d'avril jusqu'à octobre et une saison chaude de novembre à mars; la température moyenne annuelle est de 17,7°C et les précipitations annuelles atteignent 1 474 mm par an; elles sont réparties sur six mois.

La forêt naturelle consiste en une forêt sclérophylle de moyenne altitude: la série à *U. bojeri* et Chlaenaceae (cette famille est aujourd'hui dénommée Sarcolaenaceae). Cette formation se caractérise par un feuillage fortement sclérophylle, une hauteur de la voûte d'environ 10 m et des arbres à troncs tortueux. Elle est composée en majorité d'*U. bojeri*, espèce endémique de Madagascar, connue pour être le biotope du ver à soie malgache *Borocera cajani* (Razafimanantsoa et al., 2013, chapitre 2). À ces formations naturelles s'ajoutent des reboisements d'*Eucalyptus* sp. et de *Pinus* sp.

11.2.2. Méthodologie

La dégradation des forêts est un phénomène complexe qui ne se prête guère à des généralisations (Simula, 2009). De ce fait, une approche multidisciplinaire a été menée. La première étape a consisté à construire une typologie des indicateurs de perturbation de la forêt sur base de la littérature (Chevrier, 1996; Blanc-Pamard et al., 2003; Kull et al., 2005; Programme Global Changement Climatique de la Direction de Développement et de la Coopération, 2011). Par la suite, les différents types de perturbation ont été caractérisés à partir de ces indicateurs, énumérés par des personnes locales ressources lors des entretiens informels (**Figure 11.1**, voir cahier couleur et **Tableau 11.1**). En gestion forestière, les indicateurs sont des paramètres quantitatifs et qualitatifs d'un critère qui fournissent une base pour évaluer un statut ou des tendances dans la forêt (Orsi et al., 2011).

Tableau 11.1. Liste des types et des indicateurs de perturbation recensés au sein des bois de *tapia* d'Arivonimamo.

Type de perturbation	Indicateurs
Coupes	Présence de souches d'arbres ou de troncs avec rejets
Feux de végétation	Observation de traces noires ou de troncs calcinés
Invasion des espèces de reboisement	Recensement d' <i>Eucalyptus</i> sp. ou de <i>Pinus</i> sp.
Agriculture	Présence de rizières, champs de culture, jachères
Carbonisation des arbres	Existence de meules de charbon de bois, d'aires de faulde

La dernière étape a consisté en un inventaire des différents types de perturbation du peuplement de *tapia*. Pour ce faire, quatre transects dirigés dans quatre directions perpendiculaires ont chacun été installés aux alentours de six villages du site d'étude, à savoir : Ankalalahana, Amby, Antsampanimahazo, Fandalovana, Manarantsoa, Morarano. Ces transects avaient chacun une longueur prédéfinie de 500 m et une largeur de 10 m. Chaque transect a été divisé en des placettes rectangulaires de 50 m de long, dans lequel on a effectué le comptage des indicateurs de perturbations. Au total 24 transects ont été définis, soit 240 parcelles de 500 m² correspondant à une superficie totale de 12 ha. La période de récolte des données a eu lieu du 31 janvier 2011 au 16 avril 2011 à Arivonimamo.

Deux ensembles de données distinctes ont été récoltés. Le premier correspondait aux fréquences absolues, c'est-à-dire au nombre de fois qu'un indicateur a été observé dans un intervalle de 50 m, et le second concernait le paramètre «absence-présence» dans ce même intervalle. L'analyse des données s'est basée sur le modèle développé par Noon et Dale (2002) qui décrit les processus de perturbation selon un ensemble de caractéristiques, notamment le type (classification des événements ou observations), la fréquence (le retour d'intervalle), la structure spatiale (la configuration des effets des événements), la synergie (l'interaction avec d'autres perturbations), la sévérité (les effets biologiques), la sélectivité (les composantes qui sont sujettes au changement), le temps et la saisonnalité (période pendant laquelle les événements se produisent) et le temps de latence (période entre les événements et leur expression). Certains de ces critères n'ont pas été pris en compte dans le cadre de cette étude du fait qu'ils nécessitaient des observations répétées pendant plusieurs années. Afin de vérifier l'hypothèse 1, la fréquence des placettes touchées par chaque type de perturbation a été caractérisée à travers l'indice d'équitabilité de Shannon (Shannon, 1948; Shannon et al., 1963). Le test de Friedman a été réalisé pour évaluer s'il existait une différence significative entre les types de perturbation en termes de fréquence. Pour plusieurs échantillons appariés, il permet de déterminer si les valeurs des échantillons sont significativement différentes de celles des autres échantillons (Dagnelie, 1975). Un test post-hoc de comparaison par paire a été effectué pour identifier quels types de perturbation étaient différents les uns des autres. L'hypothèse 2 a été analysée via la structure spatiale qui a été étudiée à travers la corrélation entre la distance par rapport aux villages et la densité de chaque type de perturbation, en utilisant le coefficient de corrélation de Pearson. L'association des types de perturbation a été évaluée à l'aide du test χ^2 d'indépendance, permettant de vérifier l'hypothèse 3.

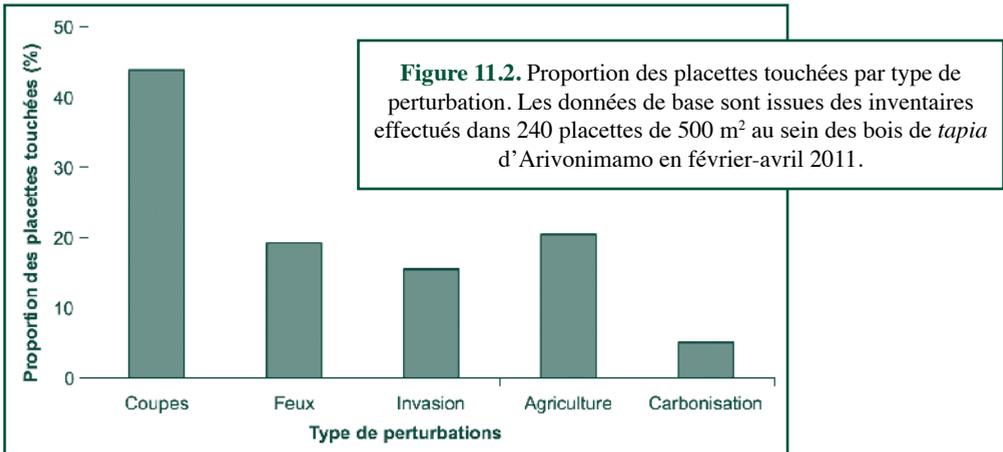
11.3. RÉSULTATS

Les résultats des inventaires des types de perturbation au sein des peuplements de *tapia* d'Arivonimamo sont résumés dans le **tableau 11.2**.

Tableau 11.2. Résultats des inventaires des types de perturbation au sein des peuplements de *tapia* d'Arivonimamo. Les données de base sont issues des inventaires effectués dans 240 placettes de 500 m² au sein des bois de *tapia* d'Arivonimamo.

Perturbation	Absence-Présence	Fréquence absolue
Coupes	105	1 182
Feux	46	258
Invasion	37	757
Agriculture	49	53
Carbonisation	12	12

Le pourcentage de placettes concernées par la présence de chaque type de perturbation est présenté dans le **figure 11.2**. Les coupes constituent le type de perturbation le plus fréquent, avec une proportion d'environ 44 % du total des placettes inventoriées. La carbonisation montre la fréquence la plus faible. Les trois autres types de perturbation semblent représenter des fréquences intermédiaires.



L'indice d'équitabilité de Shannon calculé est égal à 0,88 ; les différents types de perturbation recensés dans le peuplement de *tapia* d'Arivonimamo présentent donc des fréquences assez équitables. En outre, les tests de Friedman, permettant d'évaluer s'il existe une différence significative entre les types de perturbation en termes de fréquence, ont affichés les valeurs $\chi^2 = 100,97$ ($p < 0,001$) pour le paramètre absence-présence et $\chi^2 = 107,67$ ($p < 0,001$) pour la fréquence absolue. Ces valeurs confirment que les fréquences des cinq types de perturbation sont bien différentes.

Par la suite, pour identifier quels types de perturbation sont différents les uns des autres, on a réalisé des tests post-hoc. Ces derniers, qui consistent en une comparaison par paire, indiquent que

seul le type de perturbation « coupes » présente des différences significatives ($p < 0,05$) par rapport aux autres types de perturbation en termes d'absence-présence et de fréquence absolue. Pour les fréquences d'observation de traces de feux, des espèces de reboisement, des cultures et des meules de charbon dans le peuplement, des différences significatives n'ont pas été observées.

La structure spatiale de chaque type de dégradation est appréciée à travers l'évolution de leurs fréquences en fonction de la distance au village (**Figure 11.3**), les paysans préfèrent pratiquer une activité dans un lieu plus proche du village faute de disponibilité en temps. Les coefficients de corrélation r de Pearson ont montré que seules les coupes ($r = -0,90$; $p < 0,05$) et l'invasion des espèces de reboisement ($r = 0,80$; $p < 0,05$) présentent des corrélations significatives avec la distance par rapport au village. La densité des souches diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne du village. Par contre, les espèces de reboisement, notamment les *Eucalyptus* sp. et les *Pinus* sp., sont de plus en plus recensées en s'éloignant du village. Les abondances des traces de feux, de l'agriculture, des meules de charbon de bois sont très variables et ne semblent pas être en relation avec la distance par rapport au village ($p > 0,05$).

D'après le **tableau 11.3**, l'agriculture est liée significativement avec tous les autres types de perturbation. Les coupes, les feux et la carbonisation présentent chacun une association avec les autres types de perturbation, excepté avec l'invasion des espèces de reboisement. Cette dernière est en interaction seulement avec l'agriculture.

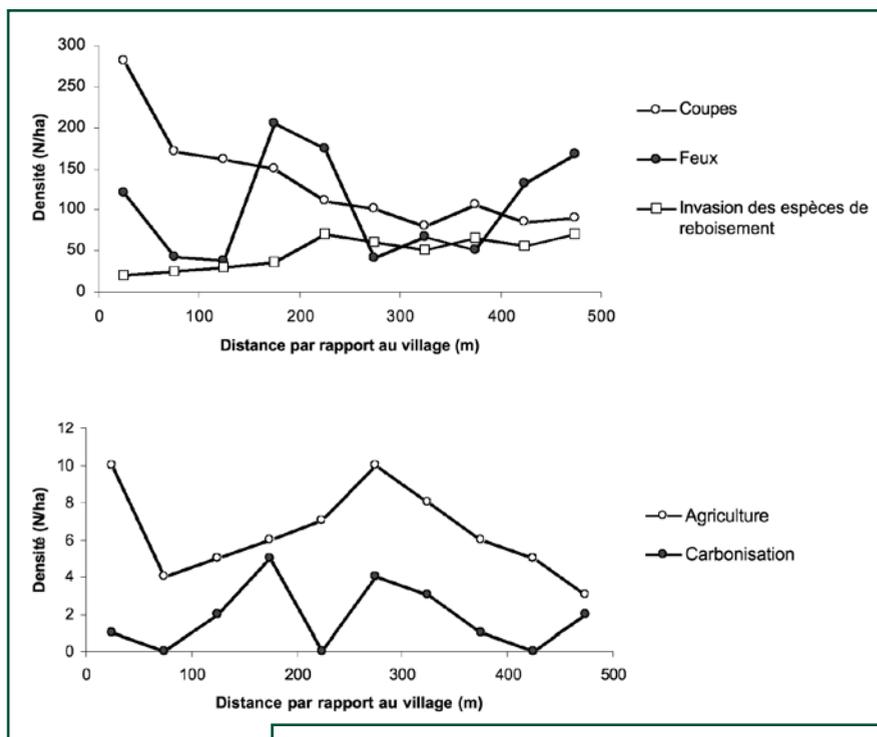


Figure 11.3. Représentation graphique des abondances des types de perturbation des bois de *tapia* en fonction de la distance par rapport au village (Arivonimamo). Les données de base sont issues des inventaires effectués dans 240 placettes de 500 m² en février-avril 2011.

Tableau 11.3. Résultats des tests χ^2 d'indépendance pour les associations des types de perturbation des bois de *tapia* d'Arivonimamo (Madagascar). NS : Non significatif; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$.

	Feux	Invasion	Agriculture	Carbonisation
Coupes	13,7 **	0,22 NS	21,1 **	5,0 *
Feux	-	0,50 NS	11,0 **	3,9 *
Invasion	-	-	21,6 **	0,1 NS
Agriculture	-	-	-	7,6 *

11.4. DISCUSSION

L'hypothèse 1 que les différents types de perturbation n'ont pas les mêmes fréquences d'observation dans les peuplements de *tapia* est acceptée. Il est ressorti également que les coupes constituent le type de perturbation le plus fréquent. Les *tapia* sont coupés à des fins de production de bois d'énergie quotidienne et de bois de construction (Rakotondrasoa et al., 2012, chapitre 8). Les populations locales utilisent le bois de *tapia* comme matériel de construction pour leur maison (échelles, piliers de véranda), comme matériel et accessoire d'usage quotidien (pilon, brouette [*rambaramba*]) ainsi que pour les poteaux de clôture du bétail (Rakotondrasoa et al., 2013, chapitre 12). Les formations ligneuses fournissent la totalité des besoins en énergie domestique dans les zones rurales et plus de 70 % du total de la consommation en énergie de la Grande Île (Programme Global Changement Climatique de la Direction de Développement et de la Coopération, 2011). L'usage de bois de *tapia* comme source d'énergie domestique, à savoir bois de chauffe et charbon de bois, est fréquent dans la région riveraine. Les bois de la forêt de *tapia* (*U. bojeri*, *Sarcolaena* sp., *Leptolaena* sp.) sont nettement plus appréciés que le bois des essences exotiques, pins et eucalyptus, pour cet usage (Kull et al., 2005).

La perturbation due à la carbonisation des arbres a été difficile à évaluer sur le terrain, mais en réalité ce type de perturbation est intégré dans celui des coupes. En effet, la technique de production du charbon de bois repose sur une carbonisation lente des bois alignés et mis en tas, la meule étant complètement recouverte de paille et de terre. Elle exige donc l'abatage d'arbres ce qui entraîne une réduction de la couverture ligneuse (Blanc-Pamard et al., 2003). La production de charbon de bois est désormais une activité génératrice de revenus (Rakotondrasoa et al., 2012; 2013, chapitres 8 et 12). Il semble que le charbon de bois est principalement destiné à la commercialisation étant donné qu'il est plus dense et plus facile à transporter que le bois de chauffe (Minten et al., 2003). De plus, ce combustible est mieux adapté aux contraintes de la cuisine urbaine malgache avec la généralisation du réchaud à charbon (*fatapera*) (Blanc-Pamard et al., 2003).

L'étude de la structure spatiale a montré que la densité des souches est en corrélation négative avec l'éloignement par rapport au village. Cette situation s'explique par le fait qu'environ 86 % des ménages collectent eux-mêmes leur bois de chauffe et la commercialisation du bois de chauffe est relativement faible (Minten et al., 2003). De plus, l'importance de la production de charbon de *tapia* dépend de plusieurs facteurs notamment la praticabilité des pistes, la distance du lieu de production au marché d'écoulement des produits (Programme Global Changement Climatique de la Direction de Développement et de la Coopération, 2011). Ainsi, la population pratique la coupe aux environs de leur village.

L'hypothèse 2 selon laquelle l'abondance des perturbations est fonction de la distance par rapport au village est acceptée seulement partiellement car seules les fréquences des coupes et de l'invasion des espèces de reboisement présentent une corrélation avec l'éloignement du village. Actuellement, l'envahissement par les espèces introduites comme *Pinus* sp. et *Eucalyptus* sp. constitue une autre menace sur le bois de *tapia* (Kull et al., 2005). La plantation d'eucalyptus et de pin dans les espaces vides dans cette formation marque le début de la conquête des terrains cultivables (Programme Global Changement Climatique de la Direction de Développement et de la Coopération, 2011 ; Rakotondrasoa et al., 2012, chapitre 8). Le choix de ces deux espèces repose sur le fait qu'elles présentent une haute capacité d'adaptation à différentes conditions bioclimatiques (Chaix et al., 2001 ; chapitre 13). En effet les eucalyptus et les pins peuvent être plantés sur les savanes, qui sont en abondance sur les Hautes Terres malgaches (Trouve et al., 1994). Ces plantations satisfont aux enjeux de production de bois de chauffage (Chaix et al., 2001). Cependant, ces espèces introduites, de tempérament héliophile à croissance rapide, ont la capacité de changer les micro-habitats y compris la qualité du sol, pouvant ainsi défavoriser les espèces endémiques notamment le *tapia* (Kull et al., 2005).

À Madagascar, l'agriculture représente l'activité principale des populations rurales dont 73,5 % vivent encore en-dessous du seuil de pauvreté (Ramohavelo, 2009). Avec une pression démographique accrue, une saturation foncière des terres les plus fertiles, les espaces forestiers sont menacés d'être convertis en superficies agricoles (Blanc-Pamard et al., 2003). Cette situation est également observée dans les formations de *tapia*. Les communautés riveraines ne disposent que de très peu de terrains agricoles, aussi bien dans les bas-fonds que sur les versants (Randrianarisoa et al., 2008). Les terrains forestiers de *tapia* convertis sont affectés aux cultures de manioc, de haricot, de maïs, d'ananas, etc. (Programme Global Changement Climatique de la Direction de Développement et de la Coopération, 2011). L'agriculture est liée significativement avec tous les autres types de perturbation ; l'hypothèse 3 est alors confirmée.

Les feux comptent parmi les principales causes de la déforestation à Madagascar avec en moyenne 364 320 ha de forêt dévastés par an pour la période de 2005 à 2009 (Ministère de l'Environnement et des Forêts de Madagascar, 2008). Les feux détruisent les régénérations des essences indigènes et favorisent la colonisation par des espèces exotiques de reboisement (Styger, 2007). La fréquence des traces de feux dans le peuplement de *tapia* d'Arivonimamo est assez faible comparativement à celle des coupes ; seulement 32 % des placettes inventoriées présentent des traces de feux contre 73 % pour les souches. De plus, l'écosystème en question semble ne pas avoir été touché par le feu depuis une dizaine d'années, car aucun tronc récemment calciné n'a été inventorié. Seules des traces de feux ont été recensées sur des arbres qui présentent des rejets de souche, le passage de feu datant depuis longtemps au point que l'arbre brûlé a repris son cycle de développement.

La réponse à la question de base de ce travail est donc que les feux ne constituent pas la principale cause de dégradation des bois de *tapia* d'Arivonimamo actuellement. Cette situation peut être liée à la mise en place du transfert de gestion de la forêt aux communautés locales de base, notamment la Gestion Locale Securisée ou GELOSE. L'objectif d'un transfert de gestion est de « permettre la participation effective des populations rurales à la conservation durable des ressources naturelles renouvelables [...] comprises dans les limites de leur terroir » (République de Madagascar, 1996). Dans ce cadre, les initiatives locales pour lutter contre les feux de brousse ont engendré des effets positifs sur la préservation des peuplements de *tapia*. (Randrianarisoa et al., 2008).

Les feux de brousse sont souvent la conséquence des meules de charbon de bois mal surveillées et de défrichements mal maîtrisés qui dégènèrent (Minten et al., 2003). Pour les paysans, le feu est un outil facile et pratique pour défricher et conquérir l'espace dans la forêt. Le feu active la préparation des champs et le renouvellement du pâturage en saison des pluies et apporte par les cendres la matière fertilisante pour la culture de la parcelle (Blanc-Pamard et al., 2003). Dans certains cas, les voleurs de zébus (appelés localement *dahalo*) utilisent les feux pour se protéger contre la population qui se lance à leur poursuite ; ou à l'inverse, la population met le feu aux forêts pour leur permettre de mieux apercevoir les *dahalo* et, par voie de conséquence, les aider à se protéger contre des attaques imminentes de ces *dahalo* (Minten et al., 2003).

À part les différents types de perturbation énoncés ci-dessus, la présence de perturbations mineures, comme les coups de hache et les branches arrachées, est aussi à noter, au sein du bois de *tapia* d'Arivonimamo. Les populations riveraines prélèvent les branches de *tapia*. Ces dernières fournissent le meilleur produit à mêler au tabac pour augmenter ses propriétés sternutatoires (Samyn, 2001). Les coups de haches peuvent résulter d'actes non délibérés lors des collectes des cocons, des fruits et des chenilles (Razafimanantsoa et al., 2013, chapitre 2). Ils peuvent être également des traces d'enlèvement d'écorce de *tapia*. Les écorces de *tapia* sont utilisées par la population locale en cas de dysenterie (Samyn, 2001). Les perturbations mineures sont fréquentes mais elles n'ont pas d'impacts vitaux sur le *tapia* et n'entraînent pas une tendance à la dégradation de l'écosystème.

Dans de nombreux autres contextes, la perturbation sert de terme générique couvrant à la fois les phénomènes naturels et anthropiques (OIBT, 2002). Dans notre étude, les perturbations naturelles n'étaient pas prises en compte du fait qu'elles sont quasi-absentes. Les perturbations naturelles peuvent se distinguer par leur nature, leur gravité et leur fréquence, et sont observées à diverses échelles temporelles et spatiales (Simula, 2009). Les catastrophes qui menacent Madagascar sont essentiellement les dépressions tropicales et les cyclones (Groupe des Spécialistes des Plantes de Madagascar, 2011), qui n'affectent que rarement la zone comptenu de sa localisation au cœur de Madagascar.

Il existe d'autres causes profondes indirectes de dégradation telles que la pression démographique, la pauvreté et le manque d'opportunités économiques alternatives, des politiques inappropriées, le manque de droits fonciers clairement établis, un déficit de ressources financières, la corruption, et divers facteurs économiques (Simula, 2009 ; Rakotondrasoa et al., 2012, chapitre 8). Pour Madagascar, la pression démographique est en grande partie responsable de l'intensification des activités conduisant à la dégradation forestière dans certaines régions du pays (Mercier, 1991) par la consommation importante de charbon de bois et l'extension des champs de culture. Cette situation s'accorde avec la conception des experts de la Banque Mondiale qui établissent une forte corrélation entre accroissement démographique, pauvreté et dégradation de l'environnement (Cleaver et al., 1994).

11.5. CONCLUSIONS

La déforestation et la dégradation des forêts constituent une préoccupation majeure dans la mesure où la présence des forêts représente des multiples avantages. Leurs causes peuvent être d'ordres naturels (feux, orages, neige, ravageurs, maladies, changement de températures, etc.)

ou anthropiques (exploitation forestière non durable, collecte excessive de bois de feu, cultures itinérantes, surpâturage). Notre étude a fait ressortir que le feu ne constitue plus la principale cause de déforestation et de dégradation des bois de *tapia* d'Arivonimamo comme communément attendu. Le mode de gestion actuelle de cet écosystème en est probablement la raison. Cependant, la dégradation continue de la *tapia* est occasionnée par des coupes illicites effectuées par la population riveraine. Les pressions et/ou menaces d'origines naturelles sont quasi-absentes dans la zone d'étude. La détection des effets anthropiques sur les paysages, ainsi que leur quantification sont considérées comme des thématiques essentielles des écologues du paysage.

Remerciements

Nous remercions la Commission universitaire pour le Développement (CUD) pour le soutien financier du projet GeVaBo («Gestion et Valorisation durable du ver à soie endémique *Borocera cajani* en milieu forestier dans la région d'Antananarivo») dans lequel s'est insérée la présente étude. Nos remerciements s'adressent à toute l'équipe du projet GeVaBo ainsi qu'à la population d'Arivonimamo, notre zone d'étude.

11.6. BIBLIOGRAPHIE

- Barrett C.B., 1999. Stochastic food prices and slash-and-burn agriculture. *Environ. Dev. Econ.*, **4**(2), 161-176.
- Blanc-Pamard C. & Rakoto Ramiarantsoa H., 2003. Madagascar : Les enjeux environnementaux. In : Lesourd M. (éd.). *L'Afrique. Vulnérabilité et défis*. Nantes, France : Éditions du Temps, 354-376.
- Chaix G. & Ramamonjisoa L., 2001. Production de semences pour les reboisements malgaches. *Bois For. Trop.*, **269**(3), 49-63.
- Chave J., 2000. Dynamique spatio-temporelle de la forêt tropicale. *Ann. Phys. Fr.*, **25**(6), 1-184.
- Chevrier P., 1996. *Opération Malaza : problématique de la forêt de tapia*. Berne : Programme FDP, Intercoopération Suisse.
- Cleaver A. & Shreiberg G., 1994. *Reversing the spiral. The population, agriculture and environment nexus in Sub-Saharan Africa*. Washington: The World Bank, 293 p.
- Dagnelie P., 1975. *Théorie et méthode statistique, volume 2*. Gembloux, Belgique : Presses agronomiques de Gembloux.
- FAO, 2000. *On Definitions of Forest and Forest Change*. Rome: FAO. Forest Resources Assessment. *Working Paper*, **33**, 13 p.
- FAO, 2006. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2005*. Rome : FAO.
- FAO, 2009. *Situation des forêts du monde 2009*. Rome : FAO.
- Gade D.W., 1996. Deforestation and its effects in highlands Madagascar. *Mt Res. Dev.*, **16**(2), 101-116.
- Groupe des Spécialistes des Plantes de Madagascar, 2011. *Liste rouge des plantes vasculaires endémiques de Madagascar*. Antananarivo : I.U.C.N./S.S.C.
- Kamungandu C.M., 2009. *Études de cas sur l'évaluation de la dégradation des forêts : La dégradation des forêts en République Démocratique du Congo. Évaluation des ressources forestières*. Document de travail 169, Rome : FAO.
- Klein J., 2002. Deforestation in the Madagascar Highlands- Established 'truth' and scientific uncertainty. *GeoJournal*, **56**(3), 191-199.
- Koechlin J., Guillaumet J. & Morat P., 1974. *Flore et végétation de Madagascar*. Vaduz : J. Cramer.

- Kull C.A., Ratsirarson J. & Randriamboavonjy G., 2005. Les forêts de *tapia* des Hautes Terres malgaches. *Terre Malgache*, **24**(2), 22-58.
- McConnell W.J., 2002. Madagascar: Emerald isle or paradise lost ? *Environment*, **44**(8), 10-14.
- Mercier J.R., 1991. *La déforestation en Afrique*. Saint-Rémy-de-Provence, France : Edisud.
- Ministère de l'Environnement et des Forêts de Madagascar, 2008. www.meeft.gov.mg/index.php?option=com_content&task=view&id=7&Itemid=8 (28.11.2011).
- Minten B. & Moser C., 2003. Forêts : usages et menaces sur une ressource. In : Minten B., Randrianarisoa J.C. & Randrianarison L. (éds). *Agriculture, pauvreté rurale et politiques économiques à Madagascar*. Ithaca, USA : Cornell University.
- Noon B.R. & Dale V.H., 2002. Broad-scale ecological science and its application. In: Gutzwiller K.J. (ed.). *Applying landscape ecology in biological conservation*. 34-52. New York: Springer-Verlag.
- OIBT (Organisation Internationale des Bois Tropicaux), 2002. *Directives OIBT/UICN pour la restauration, l'aménagement et la réhabilitation des forêts tropicales dégradées et secondaires*. Série OIBT : Politique forestière n° 13. Yokohama : OIBT. http://219.127.136.74/live/Live_Server/154/ps13e.pdf
- Orsi F., Geneletti D. & Newton A., 2011. Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: an expert panel-based approach. *Ecol. Indic.*, **11**, 337-347.
- Programme Global Changement Climatique de la Direction de Développement et de la Coopération, 2011. *Forêts engagés comme Réservoirs de Carbone à Madagascar*. Freiburg, Allemagne : REDD-FORECA.
- Puig H., 2001. Diversité spécifique et déforestation : l'exemple des forêts tropicales humides du Mexique. *Bois For. Trop.*, **268**(2), 41-56.
- Rabarison H., Rajeriarison C., Birkinshaw C. & Lowry II P., 2010. *Résilience des plantules de tapia (Uapaca bojeri) et de quelques espèces ligneuse associées face au feu, en vue de leur réintroduction et du renforcement des populations menacées dans le massif d'Ibity*. Poster au Colloque Nationale d'Écologie Scientifique 2010, Montpellier-France. www.ecologie2010.fr/gescolloque/lesactes/resume.php?ids=168 (10.08.2010).
- Rakotondrasoa O.L. et al., 2012. La forêt de *tapia*, écosystème endémique de Madagascar : écologie, fonctions, causes de dégradation et de transformation (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **16**(4), 541-552.
- Rakotondrasoa O.L. et al., 2013. Identification des indicateurs de dégradation de la forêt de *tapia (Uapaca bojeri)* par une analyse sylvicole. *Tropicultura*, **31**(1), 10-19.
- Ramohavelo D.C., 2009. *Stratégies villageoises pour la gestion des paysages forestiers du Menabe Central, Madagascar*. Thèse de doctorat. Faculté Environnement naturel, Architectural et Construit, École Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- Randrianarisoa A., Raharinaivosoa E. & Kollf H.H., 2008. *Des effets de la gestion forestière par les communautés locales de base à Madagascar : cas d'Arivonimamo et de Merikanjaka dans les Hautes Terres malgaches*. Workshop on Forest Governance & Decentralization in Africa. Durban, South Africa.
- Razafimanantsoa T.M. et al., 2013. Silkworm moths inventory in their natural *tapia* forest habitat (Madagascar): diversity, population dynamics and host plants. *Afr. Entomol.*, **21**(1), 137-150.
- République de Madagascar, 1996. *Loi N°96/025 du 30 septembre 1996 relative à la gestion locale des ressources renouvelables*. www.droit-afrique.com/images/textes/Madagascar/Mada%20-%20Loi%20gestion%20ressources%20naturelles%20renouvelables.pdf (28.11.2011).
- Samyn J.M. & Petitjean A., 2001. *Plantes utiles des hautes terres de Madagascar*. 2^e éd. Antananarivo : Intercoopération.

- Schoene D., Killmann W., von Luepke H. & Loyche Wilkie M., 2007. *Definitional issues related to reducing emissions from deforestation in developing countries*. Forests and Climate Change Working Paper 5. Rome: FAO. www.fao.org/docrep/009/j9345e/j9345e00.htm
- Shannon C.E., 1948. A Mathematical Theory of Communication. *Bell Syst. Tech. J.*, **27**, 379-423, 623-656.
- Shannon C.E. & Weaver W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. Champaign, USA: University of Illinois Press.
- Simula M., 2009. *Vers une définition de la dégradation des forêts : analyse comparative des définitions existantes*. Programme d'évaluation des ressources forestières. Document de travail 154. Rome : FAO.
- Styger E, Rakotondramasy H.M., Pfeffer M.J., Fernandes E.C.M. & Bates D.M., 2007. Influence of slash-and-burn farming practices on fallow succession and land degradation in the rainforest region of Madagascar. *Agric., Ecosyst. Environ.*, **119**, 257-269.
- Trouve C., Mariotti A., Schwartz D. & Guillet B., 1994. Soil organic carbon dynamics under *Eucalyptus* and *Pinus* planted on savannas in the Congo. *Soil Biol. Biochem.*, **26**(2), 287-295.
- Vignal Z., 1963. Les phénomènes de météorologie dynamique et la disparition des formations forestières malgaches d'altitude. *Bois For. Trop.*, **89**, 31-35.