HAL
open science

Les transferts de gestion des ressources naturelles : quelles conséquences sur les systèmes socio-écologiques de forêt sèche à Madagascar et au Niger ?

Fanny Rives, Sigrid Aubert, Pierre Montagne

To cite this version:

Fanny Rives, Sigrid Aubert, Pierre Montagne. Les transferts de gestion des ressources naturelles : quelles conséquences sur les systèmes socio-écologiques de forêt sèche à Madagascar et au Niger ?. 2012. cirad-00843405

HAL Id: cirad-00843405

https://hal.science/cirad-00843405

Submitted on 1 Aug 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les transferts de gestion des ressources naturelles : quelles conséquences sur les systèmes socio-écologiques de forêt sèche à Madagascar et au Niger ?

Auteurs : Rives Fanny, Aubert Sigrid et Montagne Pierre

Résumé

Dans les zones de forêts sèches à Madagascar et au Niger, les systèmes socio-écologiques sont constamment soumis à des changements d'origine humaine et environnementale qui interviennent à différentes échelles temporelles et spatiales. Dans cet article, nous mobilisons le cadre d'analyse de la vulnérabilité pour comprendre comment les politiques forestières ont évolué à Madagascar et au Niger pour atteindre les objectifs de gestion durable et quel est leur rôle dans la réduction de la vulnérabilité des systèmes socio-écologiques (SES) de forêt sèche face aux multiples aléas. Pour tenter de saisir au mieux les origines écologiques et/ou sociales et les processus de l'évolution des SES, l'analyse porte sur des objets intermédiaires entre le système social et le système écologique : les fonctions du système socio-écologique. Les SES étudiés sont caractérisés par une grande diversité de fonctions (ex : production agricole, renouvellement de la fertilité des sols, production de bois énergie).

Les études qui ont permis d'orienter les nouvelles politiques de gestion des forêts ont proposé une nouvelle interprétation de la dégradation des écosystèmes forestiers. Nous assimilons leur diagnostic de dégradation à un diagnostic de vulnérabilité des SES. L'étude montre que ces diagnostics considèrent seulement certaines composantes de la vulnérabilité. Le principal aléa considéré est la demande croissante en bois énergie. Les stratégies mises en œuvre par les nouvelles politiques de gestion, en s'appuyant sur ces diagnostics, s'adressent donc à des SES restreints (SES cible) dont le principal objectif de gestion est la production de bois énergie. Les stratégies proposées ont permis, dans une certaine mesure, de réduire la vulnérabilité de ces SES cibles. Néanmoins, les changements introduits par ces nouvelles stratégies de gestion ont aussi des effets sur l'ensemble du SES et sur ses différentes fonctions. La fonction de production de bois énergie a changé et ces changements ont un effet sur le système écologique et sur le système social. L'évolution du système écologique et/ou social a des effets sur d'autres fonctions qui interagissent avec la fonction de production de bois énergie. Nous caractérisons ces interactions de compétition ou coopération entre fonctions. L'analyse des interactions et de l'évolution des fonctions permet de proposer une analyse différentielle de la vulnérabilité du SES en considérant chaque fonction comme une unité d'exposition aux aléas.

Introduction

Dans les zones de forêts sèches à Madagascar et au Niger, les systèmes socio-écologiques sont constamment soumis à des changements d'origine humaine et environnementale qui interviennent à différentes échelles temporelles et spatiales. Ces systèmes socio-écologiques (SES) doivent s'adapter aux variations climatiques annuelles et interannuelles, à la croissance démographique locale et nationale, à l'instabilité politique et aux variations des prix sur les marchés locaux et nationaux. L'approche par la vulnérabilité offre un cadre intéressant pour analyser la façon dont les SES répondent à ces changements (ou aléas). Bien que ces approches émanent du domaine des sciences humaines, les cadres d'analyse évoluent pour mieux intégrer les dynamiques sociales et les dynamiques écologiques ainsi que leurs interactions. Dans cet article, nous mobilisons l'un de ces cadres (Turner II *et al.*, 2003) pour comprendre comment les politiques forestières ont évolué à Madagascar et au Niger pour atteindre les objectifs de gestion durable et quel est leur rôle dans la réduction de la vulnérabilité des SES de forêt sèche face aux multiples aléas. Pour tenter de saisir au mieux les origines écologiques et/ou sociales et les processus de l'évolution des SES, l'analyse porte sur des objets intermédiaires entre le système social et le système écologique : les fonctions du SES.
Après la présentation du cadre d'analyse (Partie I) et des méthodes utilisées (Partie II), nous présenterons les deux SES étudiés et leurs fonctions (Partie III) puis les stratégies adoptées par les politiques forestières pour favoriser la gestion durable (Partie IV). Enfin, le rôle de ces nouvelles politiques forestières dans la réduction de la vulnérabilité sera questionné au regard de l'évolution des fonctions des deux SES étudiés (Partie V).

Gestion durable et fonctions des systèmes socio-écologiques de forêt sèche

Un système socio-écologique et des fonctions à définir

L'aménagement des forêts pour la gestion durable vise à valoriser une ou plusieurs ressources naturelles renouvelables identifiée(s) par le ou les gestionnaires de l'espace considéré.
Ainsi, il est nécessaire d'identifier les objets, les objectifs et les sujets de la gestion des forêts : gestion durable de quoi, pour obtenir quoi et par qui?

Pour répondre à cette question, nous mobilisons le concept de **Système socio-écologique (SES)** :

> *« SESs are composed of multiple subsystems and internal variables within these subsystems at multiple levels […]. In a complex SES, subsystems such as a resource system (e.g., a coastal fishery), resource units (lobsters), users (fishers), and governance systems (organizations and rules that govern fishing on that coast) are relatively separable but interact to produce outcomes at the SES level […]. »* (Ostrom, 2009).

Les objets de la gestion durable sont des éléments du système écologique (écosystèmes, espèces, parties d'espèces), les sujets sont des éléments du système social (acteurs, groupes d'acteurs). Les interactions entre le système écologique et le système social définissent des processus qui sont les **fonctions du système socio-écologique**[1]. Les objectifs de la gestion durable peuvent ainsi être

[1] Il ne s'agit pas de **fonctions de l'écosystème**, qui peuvent se définir comme les processus biologiques liés aux interactions entre les espèces et entre les espèces et leur environnement, et qui permettent le fonctionnement des écosystèmes (Sutton-Grier *et al.*, 2009). Les fonctions de l'écosystème concernent uniquement les dynamiques écologiques. Les fonctions du SES se situent à un niveau d'organisation supérieur, celui du socio-écosystème.

traduits comme des résultats attendus de certaines fonctions du SES (bois d'œuvre exploité, feuilles récoltées, sols protégés).

Le SES considéré par l'étude est un système de gestion des écosystèmes de forêts sèches. Le système social est composé des groupes d'acteurs qui d'une part, interagissent directement *avec* les éléments du système écologique, et d'autre part, interagissent de façon directe et régulière entre eux *à propos* de ces éléments. Le système écologique comprend des écosystèmes avec lesquels interagissent directement les groupes d'acteurs du système social considéré. Les interactions entre les deux systèmes déterminent l'espace dans lequel s'exercent les fonctions, qui correspond aux zones d'habitus des groupes d'acteurs considérés.

Les limites du SES ainsi défini sont évolutives dans le temps et dans l'espace. En effet, les SES de forêts sèches doivent faire face à des variations écologiques et socio-économiques intervenant à différentes échelles spatiales et temporelles. Dans une perspective d'analyse de vulnérabilité, ces variations peuvent être considérées comme des aléas (stress ou perturbations) qui affectent le SES. La vulnérabilité est définit par trois paramètres (Turner II *et al.*, 2003): l'exposition, la sensibilité et les capacités d'adaptation du SES aux aléas (Figure 1).

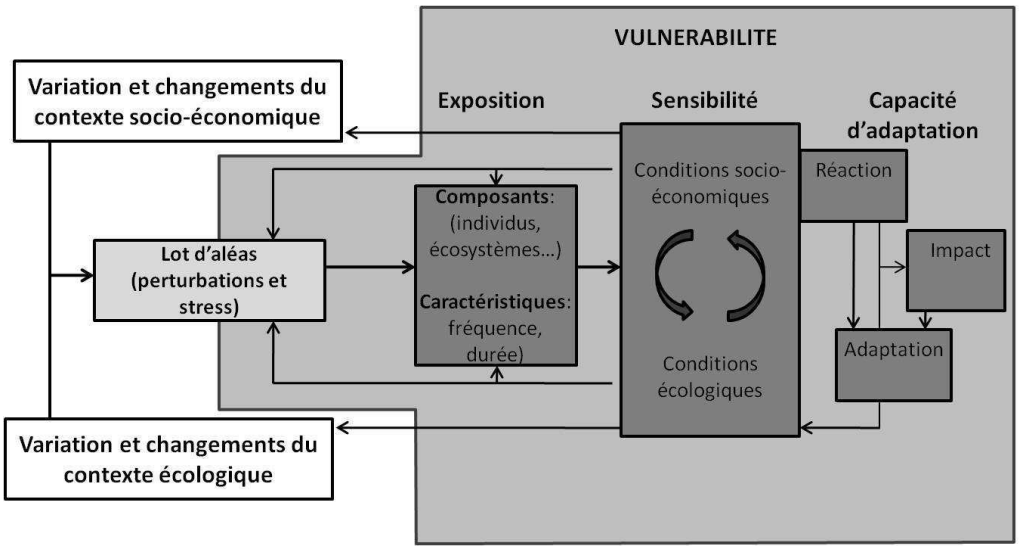


Figure 1 : Schéma de vulnérabilité adapté de Turner & al (2003)

Des transferts de gestion pour réduire la vulnérabilité des SES de forêt sèche

Les SES de forêt sèche du sud ouest nigérien (commune de Torodi) et de l'ouest de Madagascar (région Boeny) se situent dans les bassins d'approvisionnement en bois énergie[1] des villes de Niamey et de Mahajanga (respectivement bois de feu et charbon de bois).

Dans les années 1990, la remise en cause de la capacité des politiques nationales forestières centralisatrices à assurer la gestion des formations forestières a conduit à la redéfinition de politiques de gestion des ressources naturelles à même d'organiser l'approvisionnement des villes en énergie domestique (Montagne, 1997, Montagne et Bertrand, 2006, Montagne *et al.*, 2010). Plusieurs projets,

[1] Le terme bois énergie est un terme générique qui désigne l'ensemble des combustibles issus de ressources ligneuses, soit pour cette étude, le bois de feu au Niger et le charbon de bois à Madagascar.

menés en étroite collaboration avec les services de l'Etat, ont accompagnés la mise en œuvre de ces politiques[1]. Pour atteindre l'objectif d'une gestion durable des forêts sèches, ces projets – issus des secteurs énergie et forêt – ont développé leur stratégie sous deux angles.

Le premier, mis en œuvre par les volets « demande », visait à limiter la demande en bois énergie en proposant des alternatives à son utilisation dans les centres urbains (par la substitution du gaz ou du pétrole) et en améliorant ses rendements énergétiques par la diffusion de foyers améliorés. Les administrations chargées de l'énergie et des forêts des deux pays restaient néanmoins conscientes que le bois resterait pour de nombreuses années le principal combustible utilisé par les citadins (Groupement Seed - CTFT, 1991, PPIM, 1999). Le deuxième angle de cette stratégie, mis en œuvre par les volets « offre », visait à améliorer la gestion des forêts sèches en proposant une meilleure organisation de l'offre de bois de feu ou de charbon, notamment par le concept, nouveau à l'époque[2], de transfert de gestion des ressources naturelles de l'Etat aux populations locales (TG).

Dans les deux pays, la majorité des forêts sont domaniales. Avant la mise en place des TG, l'approvisionnement des villes de Mahajanga et de Niamey était donc principalement assuré par des forêts dont l'exploitation était administrée par les services forestiers de l'Etat. Cependant, en raison de moyens financiers et humains très faibles, l'administration forestière n'était pas en mesure d'assurer que les conditions d'exploitation respectent les règles élémentaires d'aménagement telles que précisées dans les textes forestiers (Montagne et Bertrand, 2006).
Dans ce contexte, la surexploitation de ces massifs a été attribuée en grande partie à la situation d'accès libre aux ressources forestières (Babin et Bertrand, 1999, Bertrand, 1999). Il a également été mis en avant : le manque d'intégration des populations locales dans la gestion des forêts, le manque de prise en compte des dynamiques écologiques des espèces exploitées pour la production de bois énergie et enfin la faiblesse des bénéfices tirés de l'exploitation des produits forestiers par les populations locales.

La mise en place des transferts de gestion (TG) peut être analysée comme une stratégie visant à réduire la vulnérabilité des SES des forêts sèches face à certains aléas. Nous considérons donc le TG comme un processus qui intervient sur un SES en y introduisant de nouvelles règles de gestion établies au regard de l'identification de certains aléas jugés déterminants dans la vulnérabilité du SES et de l'identification de facteurs qui augmentent l'exposition et la sensibilité du SES face à ces aléas déterminants.

Compétition, coopération entre fonctions et vulnérabilité du SES

Les deux SES étudiés à Madagascar et au Niger se caractérisent par le multi-usage des écosystèmes de forêt sèche. Dans les zones arides et semi-arides, la diversification des activités est souvent considérée comme une stratégie pour faire face aux aléas (Raynaut *et al.*, 1997). Nous considérons que dans les SES de forêts sèches étudiés, la diversité des fonctions augmente les capacités d'adaptation face aux aléas. Ainsi, le SES devient plus vulnérable face aux aléas si il ne peut assurer le maintien d'une grande diversité de fonctions.

[1] Projet Energie II (1989 – 1998), Projet Energie Domestique (2000 – 2002) au Niger, et Programme Pilote Intégré de Mahajanga (1999) et Projet Energie Domestique Mahajanga (2000-2002) dans la région Boeny à Madagascar

[2] A Madagascar initié par la loi 96-025 dite GELOSE et au Niger par l'ordonnance 92-037 instituant les marchés ruraux de bois de feu.

Cependant, les différentes fonctions d'un SES ne sont pas indépendantes les unes des autres. Un même élément du système écologique ou du système social peut être impliqué dans plusieurs fonctions ; induisant ainsi des interactions entre ces fonctions.

Nous utilisons la typologie qui permet de caractériser les relations entre espèces en écologie pour caractériser les interactions entre fonctions du SES. Nous reconnaissons deux types de relations : la compétition et la coopération et nous adaptons les définitions de Ramade (2003) à la notion de fonction du SES.
La compétition désigne une situation dans laquelle certains éléments du système écologique (partie d'espèce, espèce ou écosystème) ou du système social (main d'œuvre à l'échelle d'un acteur ou d'un groupe d'acteur) ne sont pas disponibles en quantité ou en qualité suffisante pour assurer le maintien concomitant de deux fonctions du SES (ex : compétition entre une fonction de production de fruits et une fonction de production de bois d'œuvre qui dépendent d'une même espèce d'arbre).
La coopération désigne un cas où des fonctions peuvent s'associer entre elles et se renforcer mutuellement, même si elles peuvent se développer indépendamment. Le développement de la fonction A va favoriser celui de la fonction B. Pour les dynamiques écologiques, la coopération intervient si la mobilisation de certains éléments du système écologique pour la réalisation de la fonction A apporte aussi des éléments pour la réalisation de la fonction B (ex : la production de bois d'œuvre avec les troncs d'une espèce fournit des houppiers pour la production de bois énergie). Pour les dynamiques sociales, la coopération intervient si la réalisation de la fonction A permet aux acteurs de s'investir dans la fonction B (ex : l'argent issu de la vente de bois d'œuvre est investi dans des aménagements hydrologiques qui favorisent la production agricole).

Les conséquences de ces relations de compétition ou coopération sur la vulnérabilité du SES sont à apprécier au cas par cas : la compétition entre deux fonctions peut entraîner la disparition d'une d'entre elle ou canaliser le développement des deux fonctions afin que l'une ne se développe pas au détriment de l'autre. La coopération entre deux fonctions peut les renforcer, mais cela peut se faire au détriment d'autres fonctions.

Matériels et méthodes

Les sites d'étude

L'étude a été conduite dans un site à Madagascar et un au Niger et s'est intéressée aux transferts de gestion à vocation de production de bois énergie.

A Madagascar, le SES étudié se situe au nord ouest du pays (Figure 2). La responsabilité de la gestion d'un terroir de 2150 Ha[1] a été transférée au *Vondron'Olona Ifotony* (VOI) Mamelonarivo[2] en 2003. Le contrat a été renouvelé en 2005 et 2007 pour une durée de 10 ans. Le terroir comprend 1780 Ha de forêts (savanes arborées, formations ripicoles, forêts sèches et raphières). Dans le contrat établit en 2003, l'exploitation à titre commercial était autorisée seulement pour le raphia. Depuis 2005, l'exploitation commerciale de charbon de bois est aussi prévue dans le contrat.

[1] Cette superficie est celle indiquée dans le contrat. Notre évaluation à partir de la cartographie des limites telles que décrites dans le contrat et par les villageois est de 3150 ha.

[2] VOI se traduit en français par Communauté Locale de Base (COBA) ; Mamelonarivo est le nom donné à cette association par les villageois.

Au Niger, le SES étudié se situe dans le sud-ouest du pays, dans la zone soudano-sahélienne (Figure 3). La responsabilité de la gestion d'un terroir d'une surface approximative de 8000 ha a été transférée à la structure locale de gestion (SLG) du marché rural (MR) de Ñinpelima en 1993. Ce terroir comprend 6700 ha de forêts (brousses tachetées, savanes, formations de bas fond et formations ripicoles).

Ces deux zones sont caractérisées par l'alternance de saisons sèches longues et de saisons pluvieuses courtes. Les précipitations annuelles sont d'environ 600 mm à Ñinpelima et de 1000 à 1500 mm à Ambatoloaka. Le système agraire est un système de polyculture-élevage caractérisé par la dominance de la culture de riz dans des bas fonds aménagés dans le cas de Madagascar, et par la dominance du mil et du sorgho en cultures itinérantes sur abattis brûlis dans le cas du Niger.

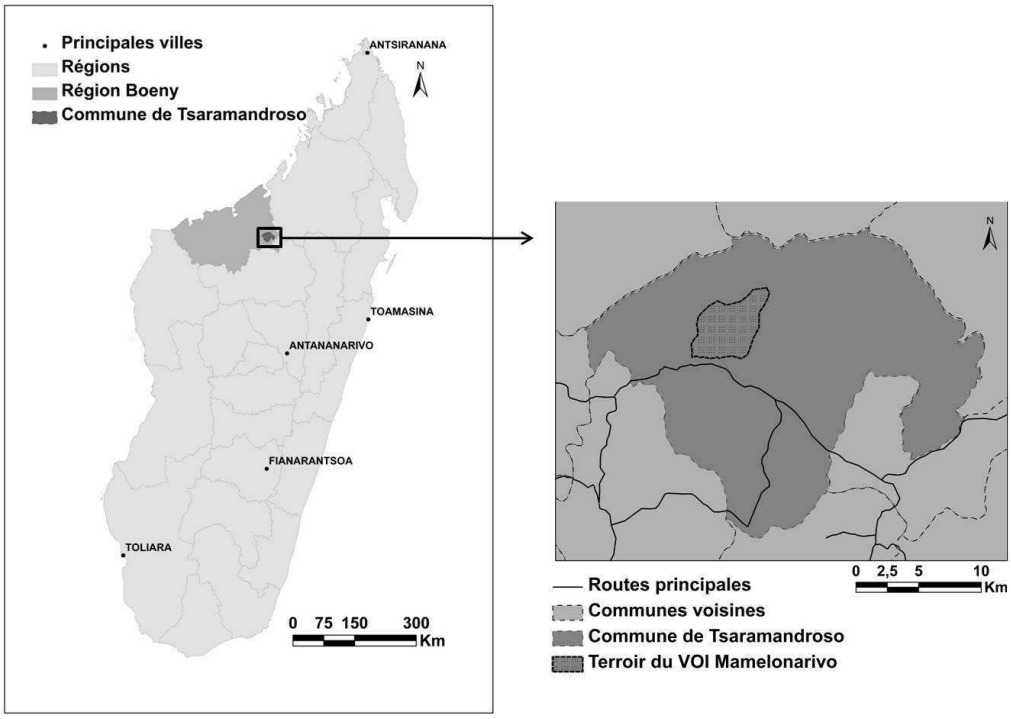


Figure 2: Localisation de la zone d'étude à Madagascar (*Fokontany*[1] Ambatoloaka, Commune Tsaramandroso, Région Boeny

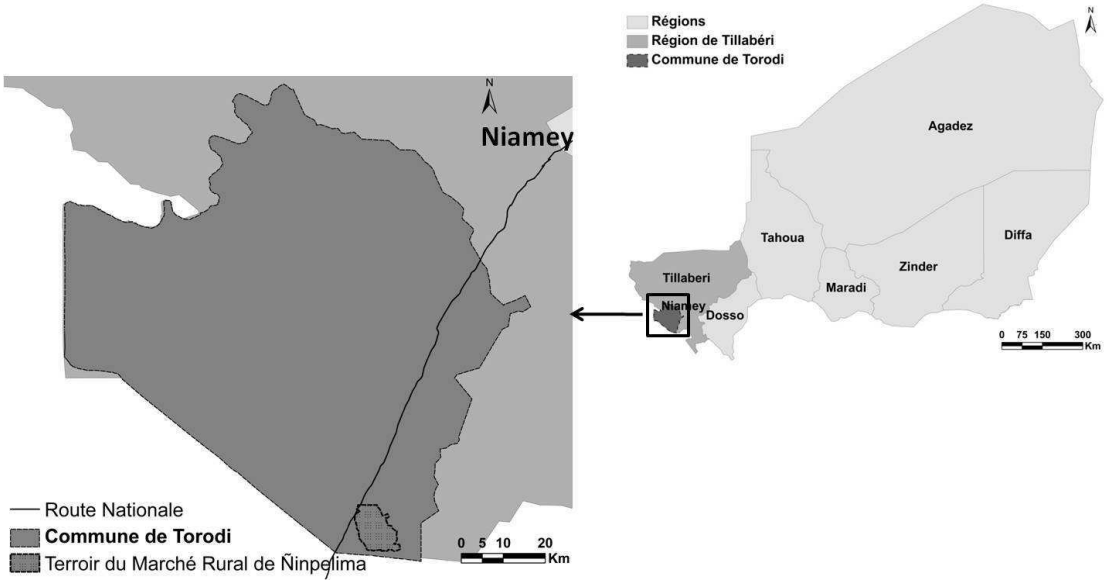


Figure 3: Localisation de la zone d'étude au Niger (Commune Makalondi, Département Say, Région Tillabéri)

Méthodes : Entretiens, inventaires et cartographie

L'étude a combiné des entretiens, des inventaires écologiques et une analyse cartographique.

Entretiens

Pour la réalisation des entretiens à l'échelle du SES, l'échantillonnage des enquêtés a été effectué selon un objectif de représentativité de la répartition géographique des acteurs, des genres et des classes d'âges. En effet, selon la localisation, le genre et l'âge, les acteurs s'investissent dans différentes fonctions ou de façon différente dans une même fonction. Dans le cas du Niger, les deux ethnies présentes (Peul et Gourmantche) ont été observées parce qu'elles déterminent des catégories d'acteurs dont les activités et pratiques sont différentes tandis que dans le cas de Madagascar, ce facteur n'influe pas sur les activités. Des entretiens avec des agents de l'administration forestière, des projets d'accompagnement des TG et des communes ont également été effectués.

Dans le marché rural de Ñinpelima, 122 entretiens semi-directifs ont été conduits dont 109 sur les fonctions investies individuellement. Quelques entretiens exploratoires ont été conduits dans les MR voisins (Tableau 1).

Hameaux du Marché Rural (MR) de Ñinpelima	Nombre habitants Peul	Enquêtés Peul		Nombre habitants Gourmantche	Enquêtés Gourmantche	
		Nombre H/F	**Taux échantillonnage**		Nombre H/F	**Taux échantillonnage**
Guolo	0	0		43	8/6	**32,6 %**
Hianmanga	0	0		51	5/6	**21,6 %**
Kpanse	22	2/3	**22,7 %**	51	8/10	**35,3 %**
Laadi	15	2/4	**40,0 %**	47	11/9	**42,6 %**
Ñinpelima	10	2/1	**30,0 %**	130	16/16	**24,6 %**
Total MR Ñinpelima	**47**	**6/8**	**29,8 %**	**322**	**48/47**	**29,5 %**
Total MR voisins		1/1			10/2	

Tableau 1 : Entretiens effectués à Ñinpelima (Niger) répartis par hameau, par ethnies et par genre

Dans le VOI Mamelonarivo d'Ambatoloaka, 84 entretiens semi-directifs ont été conduits dont 66 sur les fonctions investies individuellement. Quelques entretiens exploratoires ont été conduits dans le second VOI du *fokontany* Ambatoloaka, le VOI Herisoa (Tableau 2).

Hameaux du VOI Mamelonarivo	Nombre habitants	Enquêtés	
		Nombre H/F	**Taux échantillonnage**
Ambatoloaka	158	22/16	24,1 %
Anosipaka	107	21/7	26,2 %
Total VOI Mamelonarivo	**265**	**43/23**	**24,9 %**
Total VOI Herisoa voisin		9/2	

Tableau 2 : Entretiens effectués à Ambatoloaka (Madagascar) répartis par hameau et par genre

La structure des guides d'entretiens et leur mise en œuvre a suivi la même trame dans les deux pays. Chaque entretien débutait par une exploration de la diversité des fonctions investies par l'enquêté et

par leur classification en fonction de leur importance dans la vie et dans les revenus de l'enquêté, de son point de vue[1]. La classification était effectuée par l'enquêté à partir des fonctions qu'il avait listé au départ. La deuxième partie de l'entretien visait à renseigner les caractéristiques des fonctions (localisation, éléments du système écologique dont elle dépend, fréquence de réalisation) et de leur évolution. Selon les cas, soit toutes les fonctions, soit seulement certaines d'entre elles étaient renseignées. L'entretien se terminait par des questions relatives à la connaissance et à la perception du contrat GELOSE (Madagascar) ou du MR (Niger). Tous les entretiens ont été conduits en français et traduits simultanément dans la langue locale.

Inventaires

Dans les deux pays, les inventaires ont été réalisés dans des parcelles exploitées pour la production de bois énergie et dans des parcelles non exploitées. Les parcelles non exploitées n'avaient pas été mises en culture de mémoire d'homme.

Au Niger, le bois est exploité principalement dans les brousses et dans une moindre mesure dans les savanes. Les inventaires ont été réalisés sur des parcelles de 100 m² dans des zones de brousse (Tableau 3). A Madagascar, le bois est exploité dans les savanes arborées et dans les forêts sèches (Tableau 4). Nous avons donc réalisé des inventaires dans ces deux types de milieu, sur des parcelles de 100 m² dans les forêts sèches et de 400 m² dans les savanes arborées (en raison de la faible densité des espèces ligneuses).

	Brousses
Zone **non exploitée** pour le bois de feu	6 parcelles
Zone **exploitée** pour le bois de feu	11 parcelles

Tableau 3 : Inventaires effectués dans le terroir de Ñinpelima au Niger

	Forêts sèches	**Savanes arborées**
Zone **non exploitée** pour le charbon	17 parcelles	10 parcelles
Zone **exploitée** pour le charbon	15 parcelles	9 parcelles

Tableau 4 : Inventaires effectués dans le terroir d'Ambatoloaka à Madagascar

Dans chaque parcelle, nous avons relevé : les caractéristiques du sol, la liste des espèces ligneuses, la hauteur et le diamètre des tiges, la liste des espèces exploitées, le diamètre des souches coupées et la liste des principales espèces herbacées.

Cartographie

Dans chaque pays, plusieurs parcours ont été effectués avec différentes personnes ressources afin de décrire les fonctions et de réaliser des cartes d'occupation des sols. Nous avons relevé des points de vérité terrain pour l'identification des écosystèmes, les zones et limites des TG identifiées par les acteurs locaux, la localisation des différentes fonctions au sein du système écologique.

Les cartes d'occupation des sols ont été réalisées à partir d'une image SPOT 2,5 mètres couleur de 2008[2] pour le cas du Niger et d'une orthophoto 0,5 mètres de 2007[3] pour le cas de Madagascar.

[1] L'apport de certaines fonctions dans les revenus est difficile à évaluer, notamment lorsque les revenus sont faibles et répartis irrégulièrement au cours de l'année. L'importance dans les revenus au regard des acteurs ne représente donc pas forcément la valeur absolue des revenus.

[2] Ces images ont été acquises grâce au programme ISIS du CNES.

[3] Ces orthophotos ont été mises à disposition par le Programme National Foncier de Madagascar.

Présentation des systèmes socio-écologiques étudiés au Niger et à Madagascar

Les fonctions dans les SES de Ñinpelima et Ambatoloaka

Les fonctions ont été identifiées dans chaque site à partir de la bibliographie et des entretiens effectués auprès des villageois et des acteurs de l'administration forestière et de la commune (Tableau 5).

Fonctions du SES de Ñinpelima	Fonctions du SES d'Ambatoloaka
Production agricole	Production agricole
Production de bétail	Production de bétail
Production de bois d'œuvre	Production de bois d'œuvre
Production de bois de service	Production de bois de service
Production de *bois de feu urbain*[1]	Production de *charbon de bois*
Production de bois de feu rural	Production de bois de feu rural
Production de *feuilles alimentaires*	
Production de fibres de construction	Production de fibres de construction
Production de fruits alimentaires	Production de fruits alimentaires
Production de *gomme*	
Production de miel	Production de miel
Production de substances médicinales	Production de substances médicinales
	Production de tubercules sauvages
Production de viande de brousse	Production de viande de brousse
Production de *fibres à vannerie*	Production de *raphia*
Renouvellement de la fertilité des sols	Renouvellement de la fertilité des sols
Protection des sols contre l'érosion	Protection des sols contre l'érosion

Tableau 5: liste des fonctions des systèmes socio-écologiques de Ñinpelima au Niger et Ambatoloaka à Madagascar

Ces fonctions ont été caractérisées en terme de produits obtenus dans les SES de Ñimpelima et d'Ambatoloaka (Tableau 6).

Fonctions (P.= Production)	Produits
P. agricole	Denrées alimentaires de subsistance et de rente
P. de bétail	Zébus, moutons, chèvres
P. de bois d'œuvre	Bois façonné pour la fabrication de meubles et ustensiles
P. de bois de service	Bois non façonné pour la construction de maisons et enclos
P. de bois de feu urbain	Tiges de 1m de long destinées à l'énergie domestique urbaine
P. de charbon de bois	Charbon de bois destiné à l'énergie domestique urbaine
P. de bois de feu rural	Tiges et houppiers destinés à l'énergie domestique rurale

[1] Au Niger, le bois énergie destiné à une consommation en ville ou en campagne est distingué car les utilisateurs et les éléments du système écologique mobilisés sont différents. Le premier mobilise les tiges et est destiné à la vente ; le second mobilise les houppiers et tiges de faible diamètre (le plus souvent de bois mort) et est destiné à l'autoconsommation.

P. de feuilles alimentaires	Feuilles séchées ou fraîches destinées à la consommation
P. de fibres à vannerie	Fibres végétales façonnées pour la vannerie
P. de fibres de construction	Fibres végétales façonnées pour la construction de maisons
P. de fruits alimentaires	Fruits sauvages ou cultivés destinés à la consommation
P. de gomme	Nodules de gomme destinés à la consommation ou à l'industrie textile et agroalimentaire
P. de raphia	Fibres végétales destinées à l'artisanat
P. de miel	Miel sauvage
P. de substances médicinales	Médicaments traditionnels
P. de tubercules sauvages	Tubercules destinés à la consommation
P. de viande de brousse	Viande d'animaux sauvages chassés
Protection des sols	Sol dont la protection a été amélioré
Renouvellement de la fertilité des sols	Sol dont la fertilité a été amélioré pour la culture

Tableau 6: résultats des fonctions des SES de Ñinpelima au Niger et Ambatoloaka à Madagascar

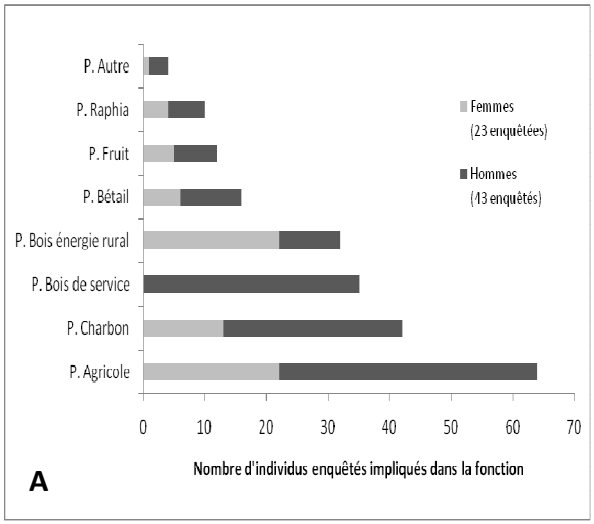
Place des fonctions dans les systèmes sociaux

A partir des entretiens, les principales fonctions ont été classées selon deux critères :

- La place de la fonction dans le système social évaluée par la quantité de personnes enquêtées impliquées dans la fonction ;
- La place de la fonction dans les revenus financiers des acteurs évaluée par la quantité de personnes enquêtées considérant la fonction comme première source de revenu.

La quasi-totalité des enquêtés participent à la fonction de production agricole (sauf quelques jeunes) et elle représente la principale fonction des SES de forêt sèche pour la plupart des villageois dans les cas du Niger (Figure 5**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** A) et de Madagascar (Figure 4 A).

A Madagascar, l'activité principale est la riziculture. La fonction de production de charbon constitue la seconde activité la plus pratiquée par la population locale, mais elle est la première source de revenus citée (Figure 4 B). Les villageois sont impliqués dans cette fonction de deux façons : ils sont charbonniers et/ou commerçants locaux de charbon. Les femmes sont impliquées dans la fonction par le biais de la commercialisation du charbon. Les activités et les sources de revenus sont peu différenciées entre les hommes et les femmes.



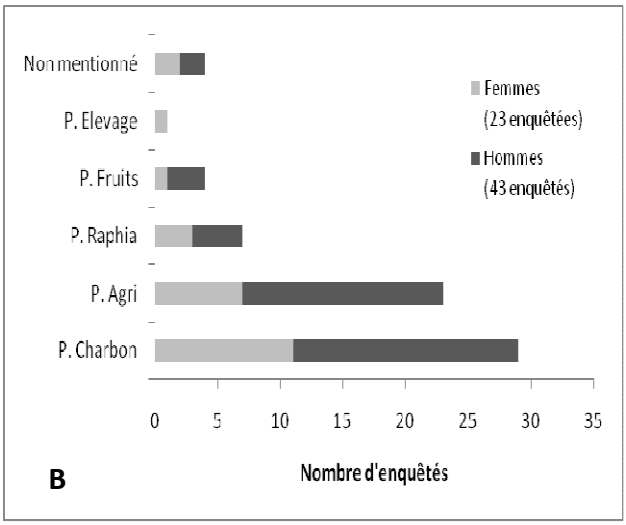


Figure 4: Classification des fonctions du système socio-écologique d'Ambatoloaka (Madagascar) en fonction du nombre de personnes enquêtées qui sont impliqués dans celles-ci (A) et du nombre de personnes enquêtées qui les considèrent comme première source de revenu (B).

Au Niger, deux groupes se distinguent : ceux pour qui l'activité principale est l'agriculture, représentés par l'ethnie *Gourmantche* et ceux pour qui l'activité principale est l'élevage, représentés par l'ethnie *Peul*. Néanmoins, quasiment toutes les personnes enquêtées pratiquent l'agriculture et de nombreux agriculteurs font aussi de l'élevage. La production de bois de feu urbain se place quatrième parmi les activités considérées comme les plus importantes, mais elle constitue comme à Madagascar la première source de revenus citée des populations locales (Figure 5 B).

Les activités et les sources de revenus sont très différenciées entre les hommes et les femmes. La production de gomme, par exemple, est exclusivement investie par les femmes. Les groupes d'acteurs se distinguent ainsi largement en fonction du genre.

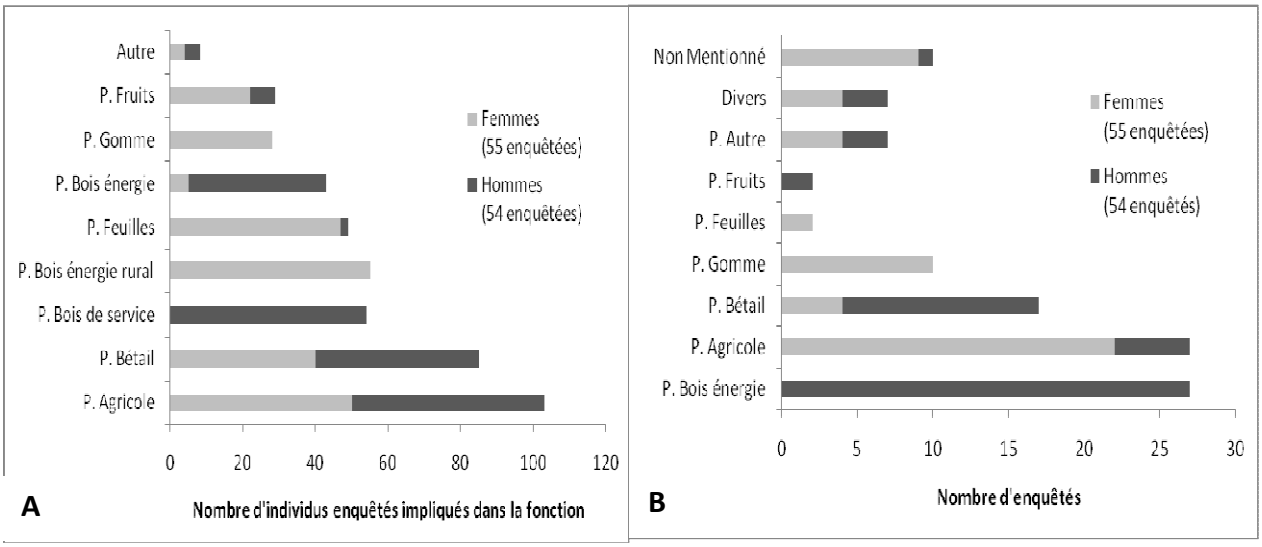
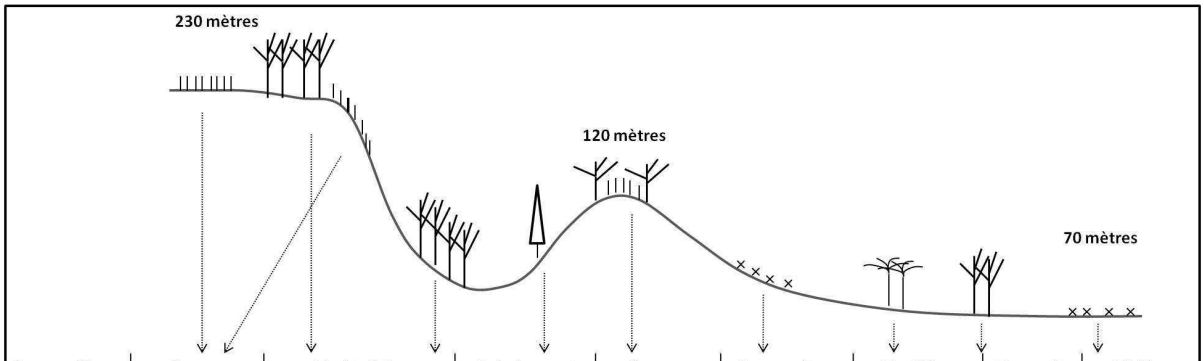


Figure 5: Classification des fonctions du système socio-écologique de Ñinpelima (Niger) en fonction du nombre de personnes enquêtées qui sont impliqués dans celles-ci (A) et du nombre de personnes enquêtées qui les considèrent comme première source de revenu (B).

Place des fonctions dans le système écologique

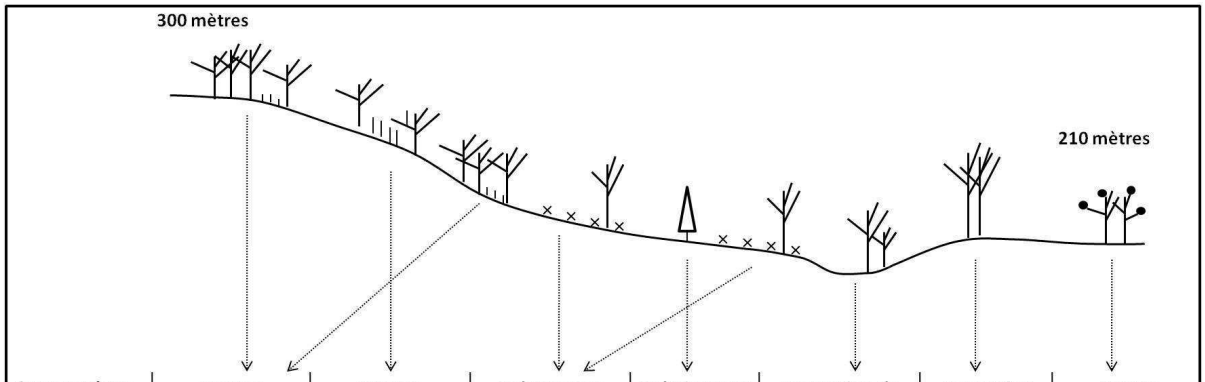
Dans chaque SES, nous avons identifié des écosystèmes qui présentent des caractéristiques biotiques (espèces végétales) et abiotiques (topographie, sol) homogènes à l'échelle du paysage (Figures 6 et 7).
Dans cette approche, les niveaux d'anthropisation ou de dégradation ne sont pas des critères discriminants pour la caractérisation des écosystèmes. Une espèce végétale – qu'elle soit autochtone, introduite ou plantée – ou un écosystème – qu'il soit « naturel » ou anthropisé – sont des composantes du système écologique et ont des dynamiques écologiques propres. L'objectif est en effet de comprendre quelles sont les composantes du système écologique qui participent aux fonctions et comment les fonctions évoluent avec les changements du système écologique.
Chaque fonction dépend d'écosystème(s) dans leur ensemble, d'espèce(s) et/ou de partie(s) d'espèce(s). Ces caractéristiques des fonctions déterminent en partie leur exposition et leur sensibilité aux aléas car la fonction dépendra des conditions de régénération de l'écosystème, de l'espèce ou des parties d'espèce. Il est évident que la régénération des parties d'espèce est conditionnée par celle des espèces tout comme la régénération des espèces est conditionnée par celle des écosystèmes ; mais cette typologie permet de caractériser de façon plus fine les conditions d'exposition et de sensibilité des

fonctions. Dans les figures 6 et 7, l'implication de l'écosystème dans la réalisation des fonctions est présentée à l'échelle des écosystèmes pour donner un aperçu de la caractérisation des fonctions.



Sous-système écologique	*Savane herbacée*	*Forêt sèche*		*Reboisement*	*Savane arbustive*	*Autre culture*	*Raphière*	*Formation ripicole*	*Rizière*
Topographie	Colline haute Pente forte	Colline haute	Bas Versant Vallées	Colline basse Bas fond	Colline basse	Bas versant Bas fond	Bas fond	Bordure cours d'eau	Bas fond
Sol	Sableux	Sableux	Argileux brun	Argileux brun ou jaune	Argileux jaune	Argileux brun ou jaune	Argileux brun	Argileux brun	Argileux brun
Principales espèces	*Andropogon sp* (herbacée)	*Tamarindus indica, Malleastrum gracile, Bridelia pervileana, Dalbergia trichocarpa, Stereospermum sp, Grewia sp, Antidesma...*		*Eucalyptus sp, Tectonia grandis Khaya senegalensis*	*Ziziphus sp, Acacia sieberiana Sclerocarya birrea*	*Zea maïs, Manihot esculenta, Musa sp, Saccharum officinarum*	*Raphia farinifera*	*Mangifera indica*	*Oriza sativa*
Fonctions associées (P.= production de Renouv. = Renouvellement Constru. = construction)	P. Bétail P. Fibres constru.	P. Bétail P. Bois service P. Bois d'œuvre P. Charbon P. Fibres construction P. Fruits P. Miel P. Subst. médicinales P. Viande de brousse Renouv. fertilité		P. Bois service Protection sol	P. Bétail P. Bois service P. Bois d'œuvre P. Charbon P. Fruits Renouv. fertilité	P. Agricole P. Fruits Renouv. fertilité	P. Bois service P. Fibres constru. P. Fruits P. Raphia	P. Fruits	P. Agricole P. Bétail Renouv.fertilité

Figure 6: Caractérisation des écosystèmes du système écologique d'Ambatoloaka



Sous-système écologique	*Brousse*	*Savane arbustive*	*Culture sous parc*	*Reboisement*	*Formation de bas fond*	*Formation ripicole*	*Verger*
Géomorphologie	Plateau Glacis	Glacis	Glacis Bas fond	Glacis	Bas fond	Bordure de mare et cour d'eau	Bas fond
Sol	Latéritique Sableux	Sableux	Sableux à Argilo sableux	Sableux	Argileux à Sablo-argileux	Argileux à Sablo-argileux	Argileux à Sablo-argileux
Principales espèces	*Combretum nigricans, Combretum micranthum, Guiera senegalensis.*	*Combretum nigricans , Acacia sp, Balanites aegyptiaca.*	*Vittelaria paradoxa, Adansonia digitata Sorghum sp Pennisetum sp*	*Acacia sp*	*Piliostigma reticulatum, Guiera senegalensis*	*Mitragyna inermis Diospiros mespilliformis Anogeissus leiocarpus*	*Mangifera indica, Psidium guajava*
Fonctions associées (P.= production de Renouv. = Renouvellement Construct. = construction Méd = médicinale)	P.Bétail P. Bois de service P. Bois d'œuvre P. Bois énergie P. Feuilles P. Fibres vannerie P. Fruits P. Gomme P. Substance méd. P. Viande brousse Renouv. Fertilité	P. Bétail P. Bois de service P. Bois d'œuvre P. Bois énergie P. Feuilles P. Fibre construct. P. Fibres vannerie P. Fruits P. Gomme P. Substance méd. P. Viande brousse	P. Agricole P. Bétail P. Feuilles P. Fibres vannerie P. Fruits P. Miel Renouv. Fertilité	P. Bétail Protection sols	P. Bétail P. Bois énergie P. Feuilles P. Fibres construct. P. Fibres vannerie P. Fruits Renouv. Fertilité	P. Bétail P. Bois énergie P. Fruits P. Miel	P. Agricole P. Fruits P. Miel

Figure 7: Caractérisation des écosystèmes du système écologique de Ñinpelima

Vers une réduction de la vulnérabilité des SES visés par les transferts de gestion

Le SES et les fonctions visées par les transferts de gestion

Dans les deux cas d'étude, bien que les TG considèrent des composantes sociales et des composantes écologiques du SES, les règles de gestion proposées pour réduire son exposition et sa sensibilité aux aléas se concentrent sur un nombre limité de fonctions.

Dans les SES de forêts sèches à Madagascar et au Niger, l'exploitation de bois pour la production de bois énergie a été affichée comme l'une des principales causes de dégradation de l'écosystème forestier (Peltier *et al.*, 1994, Ribot, 1999). Dans ce contexte, les études préliminaires aux transferts de gestion (Bertrand, 1984, World Bank et UNDP, 1989) ont identifié :

1) un aléa déterminant dans la vulnérabilité : la demande croissante en bois énergie
2) un principal facteur d'exposition à cet aléa : la situation d'accès libre aux ressources forestières
3) des éléments contextuels favorisant la sensibilité du SES (Tableau 7).

Les règles de gestion proposées par les TG visent à réduire la vulnérabilité du SES au regard de ce diagnostic (Tableau 7).

Facteurs de **Vulnérabilité** identifiés	Règles de gestion décrites dans la réglementation relative au transfert de gestion	
	Ordonnance 92-037 (Niger)	Contrat GELOSE du VOI Mamelonarivo (Madagascar)
Exposition liée à la situation d'accès libre aux ressources forestières	Contrôle de l'accès aux écosystèmes forestiers en redéfinissant les groupes d'acteurs qui peuvent gérer, exploiter et commercialiser le bois dans le SES visé	
	Seuls les bénéficiaires des droits d'usage peuvent adhérer aux Structures Locales de Gestion (SLG) et seuls les membres des SLG sont autorisés à exploiter le bois à titre commercial dans les zones d'approvisionnement des MR.	Le contrat octroie au VOI Mamelonarivo la responsabilité de la gestion de la forêt. Les membres du VOI sont les habitants d'Ambatoloaka de plus de 18 ans qui souhaitent participer à la gestion.
Sensibilité liée au manque d'intégration des populations locales dans la gestion des forêts	Introduction d'un acteur institution représentant les populations locales et chargé de la gestion des forêts objets du transfert de gestion.	
	Le rôle de la SLG est d'assurer l'approvisionnement d'un marché rural de bois, l'exploitation, la surveillance, l'entretien et la régénération d'une zone forestière considérée.	L'un des objectifs du transfert de gestion est « la participation du VOI à la gestion de la forêt ».
Sensibilité liée aux capacités de régénération des espèces et écosystèmes exploités	Etablissement de limites pour l'exploitation des arbres destinés à la production de bois énergie	
	Quota	- Identification d'une zone destinée à la production de charbon - Identification annuelle de parcelles pour la production de charbon - Identification d'espèces exploitables - Quota
Sensibilité liée à la faiblesse des bénéfices tirés de l'exploitation de bois par les populations	- Exclusivité de l'exploitation attribuée aux acteurs locaux du SES - Intéressement de l'association de gestion sur les taxes issues de la commercialisation du bois	
	Une part de 30% des recettes de la taxe sur le transport du bois est destinée au MR dans le cas étudié.	Une part de 340 Ariary sur 900 Ariary/ grand sac de charbon est destinée au VOI.

Tableau 5 : Eléments de vulnérabilité et stratégies pour y faire face identifiés par les transferts de gestion étudiés à Madagascar et au Niger.

Au Niger, le transfert de gestion des ressources forestières pour la production et la commercialisation de bois de feu pour les grands centres urbains a été légalisé par l'Ordonnance 92-037[1]. L'article 8 instaure les marchés ruraux de bois énergie (MR) qui « *s'entendent des places et endroits où sont installées des structures organisées pour l'exploitation du bois à des fins commerciales hors des grandes agglomérations* ». La mise en place du MR implique la constitution d'un nouveau groupe d'acteurs dans le SES : la « structure locale de gestion » (SLG) ; laquelle est définit par l'article 8 comme « *toute organisation de producteurs ruraux de bois reconnu et enregistré par le Ministre chargé des forêts et dont la tâche est d'assurer pour le compte de ses membres, l'approvisionnement d'un marché rural de bois, l'exploitation, la surveillance, l'entretien et la régénération d'une zone*

[1] Ordonnance 92-037, du 21 août 1992, portant organisation de la commercialisation et du transport de bois dans les grandes agglomérations, et la fiscalité qui lui est applicable.

forestière considérée ». La loi forestière de 2004[1] propose une définition plus large. L'article 49 stipule que les SLG « *regroupent de plein droit les populations bénéficiaires de droits d'usage coutumiers de la zone concédée* ». Les bureaux des SLG sont constitués d'un président, d'un trésorier, d'un gestionnaire, d'un représentant des bûcherons, d'un représentant des agriculteurs, d'un représentant des éleveurs et d'une représentante des femmes. Les différents groupes d'acteurs sont donc pris en compte dans la mise en place du MR. Néanmoins, les règles de gestion encadrées par l'ordonnance 92-037 et son décret d'application n°96-390[2] conduisent à ne prendre en considération non pas le SES global, incluant l'ensemble des fonctions identifiées dans le tableau 5, mais un autre SES, plus restreint, celui définit par l'exploitation d'espèces ligneuses pour la production de bois de feu. Au Niger, le transfert de gestion relève d'une approche sectorielle limitée au domaine forestier et à la filière bois de feu.

A Madagascar, le transfert de gestion a été légalisé par la loi n°96-025[3], dite loi GELOSE. Pour chaque transfert de gestion, un contrat écrit est établi entre l'administration forestière, la commune et le VOI. La mise en place du contrat GELOSE à Ambatoloaka implique donc la constitution d'un nouveau groupe d'acteur : le VOI. Tous les habitants de plus de 18 ans du *fokontany* peuvent en être membres (Contrat du VOI Mamelonarivo, article 2). Le contrat GELOSE concerne les ressources naturelles renouvelables dont le transfert est demandé. Ces ressources naturelles sont identifiées dans les terroirs forestiers délimités, lesquels incluent tous les écosystèmes du SES identifiés Figure 6. Le contrat identifie donc le SES de gestion des écosystèmes forestiers dans son ensemble et mentionne les différentes fonctions. Néanmoins, le principal objectif de ce transfert de gestion affiché en page de couverture du contrat concerne le charbon et « la carbonisation améliorée basée sur le contrôle »[4]. Parmi les produits forestiers dont la vente est prévue par le contrat GELOSE du VOI Mamelonarivo, seuls le raphia et le charbon de bois font l'objet d'une organisation institutionnelle et technique pour l'exploitation raisonnée et la vente. Par ailleurs, bien que plusieurs produits soient soumis au paiement d'une taxe sur la vente, seule la taxe sur le charbon fait l'objet d'un reversement pour les caisses du VOI. Les stratégies de gestion proposées par le contrat GELOSE pour réduire la vulnérabilité du SES se fondent donc sur un SES dont le principal objectif est la production de charbon (le raphia étant un objectif secondaire).
A Madagascar, le SES limité visé par le TG est moins évident à identifier qu'au Niger. Cependant, la façon dont les acteurs du SES d'Ambatolaka perçoivent « la GELOSE » témoigne aussi du fait que le TG vise un SES dont l'objectif de gestion principal est la production de charbon de bois (citations ci-dessous et Figure 8).

> « *Tout ce que je sais, c'est que le VOI concerne le charbonnage » ; « l'Etat nous a donné la gestion pour qu'on gagne de l'argent avec le charbon » ; « Le charbon, c'est avec la GELOSE qu'il s'est reproduit, avant il n'y avait pas ça et je faisais du petit commerce ».*
> Phrases de villageois d'Ambatoloaka pour illustrer les changements associés au contrat GELOSE

[1] Loi n°2004-040 du 8 juin 2004 portant régime forestier au Niger.
[2] Décret n°96-390/PRN/MH/E du 22 octobre 1996 portant application de l'ordonnance N° 92-037 du 21 août 1992 relative à l'organisation de la commercialisation et du transport de bois dans les grandes agglomérations, et la fiscalité qui lui est applicable.
[3] Loi n°96-025 du 30 septembre 1996, relative à la gestion locale des ressources naturelles renouvelables (J.O.R.M du 14 octobre 1996, pp 2377-2385).
[4] Intitulé du contrat en malgache : « ARINA. Arina Raitra Ifotoran'Ny Aramaso »

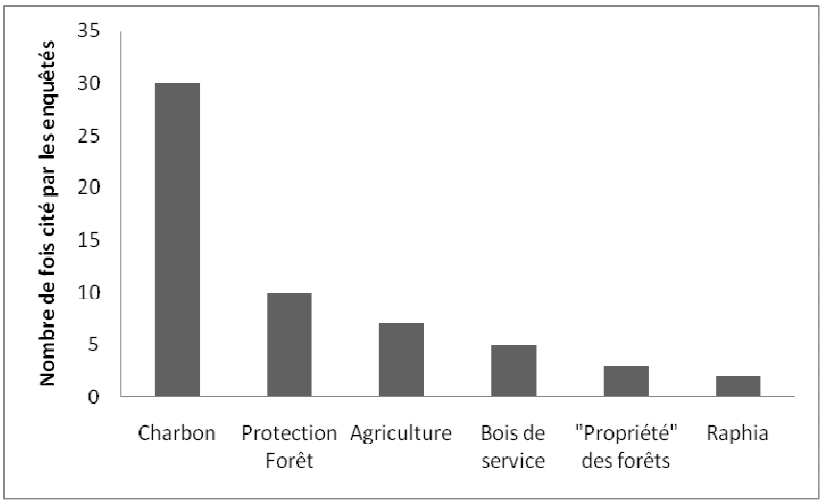


Figure 2 : Thèmes des changements associés au transfert de gestion perçus par 38 personnes enquêtées à Ambatoloaka (Madagascar)

L'analyse des stratégies de gestion proposées dans le cadre des TG à Madagascar et au Niger nous conduit donc à considérer deux SES. Le premier est le SES de gestion des ressources naturelles, incluant la diversité des fonctions, tel que décrit au chapitre III. Celui-ci sera nommé « **SES global** ». Le second est le SES visé par les TG, incluant principalement la fonction de production de bois énergie (bois de feu au Niger et charbon de bois à Madagascar). Celui-ci sera nommé « **SES cible** ». Le SES cible est un sous-SES du SES global.

Effets des transferts de gestion sur les SES cibles

Les répercussions des TG sur les SES cibles peuvent être appréciées par leurs effets sur les éléments de vulnérabilité identifiés lors du diagnostic préalable. L'analyse à l'échelle du SES cible visait donc à évaluer l'effet des TG sur 1) l'exposition du SES cible liée à la situation en accès libre aux ressources forestières ; 2) la sensibilité du SES cible liées à la faiblesse des revenus tirés des produits forestiers par les populations rurales ET au manque de prise en compte des dynamiques écologiques des espèces exploitées.

Réduction de l'exposition

Selon l'approche vulnérabilité, l'accès libre, identifié comme facteur de dégradation des forêts dans les études préalables aux TG, peut-être considéré comme un facteur d'exposition des SES face à la demande croissante en bois énergie.

La redéfinition des groupes d'acteurs qui peuvent gérer, exploiter et commercialiser le bois dans le SES cible visait à réduire cet accès libre. Dans les deux pays, le problème de l'accès libre se posait par rapport aux types d'acteurs qui exploitaient les ressources (des commerçants extérieurs qui avaient des pratiques « prédatrices » de l'environnement (Madon et Matly, 1986)) plutôt que par rapport au nombre d'exploitants.

A Ambatoloaka, avant la mise en place du contrat GELOSE, l'administration forestière octroyait des concessions forestières et des permis d'exploitation à des exploitants extérieurs au village. Ces derniers embauchaient des charbonniers soit du village soit extérieurs au village. Depuis la mise en place du contrat GELOSE, seuls les membres du VOI sont autorisés à fabriquer du charbon dans la zone concernée par le TG. Le bureau du VOI tolère aussi certains charbonniers non membres pour une durée limitée. A Ñinpelima, avant la mise en place du marché rural, des commerçants-transporteurs de Niamey venaient exploiter le bois, ils embauchaient en majorité des bûcherons de Niamey et quelques

bûcherons du village. Depuis la création du MR, seuls les villageois du terroir délimité sont autorisés à exploiter le bois de feu urbain mais compte tenu de la raréfaction des ressources ligneuses dans les MR voisins, les membres de la SLG tolèrent l'exploitation par des bûcherons de ces autres MR.

Dans les deux cas, les exploitants extérieurs n'ont plus accès aux écosystèmes forestiers du SES. D'autre part, le VOI et la SLG ne tolèrent pas l'accès aux ressources forestières à tout usager mais ils accordent l'accès plus largement que prévu par la réglementation. Les représentants du VOI et de la SLG exercent un contrôle sur l'exploitation et sur les exploitants, mais ils ont parfois des difficultés à faire appliquer les règles. Le contrôle par les services forestiers de l'Etat, quant à lui, reste faible dans les deux cas d'étude.

Dans ce contexte, l'exposition du SES à la demande en bois énergie a-t-elle été réduite ? Relativement aux études préalables aux TG, nous pouvons conclure que l'accès libre a été réduit, puisque ce sont les acteurs ruraux qui exploitent leurs ressources et que les contrôles sur l'exploitation sont plus importants que par le passé. Cependant, les contrôles restent limités et le nombre de bûcherons a augmenté dans les deux cas d'étude. Le SES reste donc exposé à la demande.

Bénéfices tirés de l'exploitation des produits forestiers

Avec la mise en place des TG, deux nouvelles sources de bénéfices issus de l'exploitation des produits forestiers sont attendus pour les populations locales :

- les bénéfices collectifs liés à l'intéressement aux taxes issues du commerce du bois énergie (dépendants de la capacité du système à recouvrir les taxes)
- les bénéfices individuels liés à une meilleure valorisation du bois énergie.

Les revenus issus des taxes ont permis d'investir dans des équipements collectifs au Niger (construction de classes, restauration de puits) et ont été essentiellement utilisés pour le fonctionnement du VOI à Madagascar (Rives *et al.*, 2012).

Les efforts pour une meilleure organisation des filières de production de bois de feu ont participé à l'amélioration des conditions de rémunération des bûcherons. Les revenus individuels dépendent de la négociation entre le vendeur (le gestionnaire du MR) et le client (le commerçant-transporteur). Plusieurs années après la mise en place des marchés ruraux, on note l'augmentation du prix du bois de feu au Niger et du charbon de bois à Madagascar. A Ñinpelima, le stère de bois est passé de 500-600 Fcfa en 1989 à 1500-2500 Fcfa en 2009. Les agriculteurs-bûcherons ont ainsi vu leurs conditions de vie améliorées, ce qui permet de réduire la sensibilité liée à la faiblesse des bénéfices tirés de l'exploitation. Parmi les bûcherons interrogés à ce sujet, 78% (14/18) signalent spontanément une amélioration de leurs conditions de vie depuis la création du MR.

A Madagascar, avant la mise en place du contrat GELOSE, les bûcherons travaillaient pour le compte d'un exploitant. Ils donnaient 1/3 du charbon fabriqué à l'exploitant et pouvaient vendre les 2/3 restants (toujours à ce même exploitant) à 1000 Ariary le petit sac (prix en 2004). En 2010, les charbonniers vendent la totalité de leurs sacs soit en forêt à des commerçants intermédiaires membres du VOI à 1000 Ariary/ petit sac de charbon, soit directement au dépôt du VOI à 5000 Ariary/ grand sac (soit 2 petits sacs). Un nouveau groupe d'acteur est donc apparu : les agriculteurs-commerçants de charbon. Parmi les charbonniers et commerçants de charbon interrogés, 62% (18/29) signalent spontanément une augmentation de leurs revenus depuis la création du contrat GELOSE. Les revenus des charbonniers ont augmenté car ils vendent la totalité de leur bois. Néanmoins, quelques charbonniers soulignent que l'augmentation du prix du sac bénéficie seulement aux villageois commerçants intermédiaires. En effet, le prix du sac de charbon en forêt est resté le même pour les charbonniers et la différence de prix revient aux nouveaux commerçants locaux. Ainsi, certains agriculteurs ont augmenté leur revenu en développant le commerce de charbon.

De manière générale, nous pouvons considérer que dans les deux cas d'étude, la sensibilité du SES liée à la faiblesse des revenus issus des produits forestiers a été réduite.

Dynamiques écologiques des espèces exploitées

Dans les deux sites, les règles de gestion pour limiter l'exploitation des arbres destinés à la production de bois énergie ont eu peu d'effet sur les pratiques des bûcherons et charbonniers.

Dans le VOI Mamelonarivo, un zonage a été proposé pour les différents usages, incluant une zone de carbonisation. Au sein de cette zone de carbonisation, une rotation est prévue entre 4 parcelles et un quota annuel de 2600 sacs de charbon a été fixé. Les parcelles destinées à la carbonisation sont définies chaque année par les services forestiers régionaux via l'attribution des permis de coupe. Le contrat fixe également des règles d'exploitation des arbres et désigne notamment une espèce pour la fabrication de charbon : *Ziziphus sp*. Il précise que l'utilisation des autres espèces, et notamment *Tamarindus indica,* est interdite pour la fabrication de charbon. Durant les premières années d'existence du VOI, l'exploitation de bois pour le charbon a été effectuée en partie en dehors de la zone de carbonisation, dans des zones prévues pour le reboisement dans le plan d'aménagement. Depuis 2008, la majorité de l'exploitation est effectuée dans la zone de carbonisation, sans tenir compte des parcelles désignées annuellement. Les règles d'exploitation ne sont pas suivies et notamment, *Tamarindus indica* est la première espèce exploitée. Bien que cette pratique soit interdite dans le contrat du VOI, ses représentants tolèrent l'exploitation des individus âgés de cette espèce, qui ne produisent plus de fruits. Cela s'explique par le fait que *Ziziphus sp,* l'espèce ciblée par le contrat GELOSE, est représentée principalement dans des écosystèmes de savanes arborées qui couvrent seulement 13% de la surface de la zone de carbonisation (38 ha de savanes arborées dans la zone de carbonisation de 292 ha[1]). Il parait ainsi difficile d'atteindre le quota fixé en utilisant uniquement cette espèce.
Le MR de Ñinpelima est un MR de type « orienté », c'est-à-dire qu'il est « *approvisionné à partir de zones délimitées mais non aménagées* » (article 10 de l'ordonnance 92-037). Un quota annuel de 2650 stères a été fixé. Bien que rien ne soit précisé dans les textes à ce propos, il a toujours été admis par tous (administration forestière, bûcherons, SLG) que les MR orientés devaient exploiter exclusivement du bois mort. Le quota a été dépassé quasiment chaque année depuis la création du MR (Rives *et al.*, 2012). Le bois mort a peu à peu été épuisé et depuis 2006, les bûcherons de Ñinpelima n'exploitent quasiment que du bois vert. L'exploitation du bois vert a été implicitement tolérée par l'administration forestière.

Ainsi, dans les deux cas étudiés, les règles introduites par les TG ne permettent pas d'assurer la régénération des espèces et parties d'espèces (tiges) exploitées. D'une part, les diagnostics écologiques sur lesquels reposent les règles ont omis certaines dynamiques écologiques (distribution de *Ziziphus sp* à Madagascar et épuisement du bois mort au Niger). D'autre part, le contrôle prévu n'est pas efficient.

Pour atteindre les objectifs de gestion durable des écosystèmes de forêts sèches, les TG étudiés ont considéré un aléa principal et ont cherché à réduire la vulnérabilité du SES concerné par cet aléa (le SES cible). Les nouvelles règles de gestion adoptées ont permis, dans une certaine mesure, de réduire l'exposition du SES cible à la demande croissante de bois énergie. Concernant la sensibilité, les objectifs associés à la régénération des espèces exploitées n'ont pas été atteint. Par contre, les conditions de vie des acteurs considérés dans le SES cible se sont améliorées grâce aux nouveaux

[1] Selon la zone de carbonisation définie dans l'étude à partir des noms de lieux indiqués dans le contrat et des limites identifiées par les membres du bureau du VOI.

revenus issus de la valorisation de leurs ressources ligneuses. Certains facteurs de vulnérabilité ont été limités par les TG.

Cependant, les modifications introduites par les TG ont eu des répercussions sur d'autres fonctions du SES global qui méritent d'être mises en exergue.

Des effets des transferts de gestion à mieux apprécier au-delà des SES cibles

Le SES cible étant un sous-système du SES global, les changements du système social et du système écologique induits par les TG se combinent avec les aléas déjà présents et modifient les relations entre les fonctions des SES globaux étudiés (Tableaux 5 et 6).

Emergence de compétitions pour une espèce

La compétition entre des fonctions qui mobilisent une même espèce peut être observée quand le nombre d'individus est insuffisant pour assurer toutes les fonctions.

Dans le SES étudié au Niger, l'espèce *Combretum nigricans* participe à 4 fonctions : la production de bois de feu, la production de gomme, la production de bétail (via le fourrage) et le renouvellement de la fertilité des sols. Depuis 2006, la production de bois de feu dépend principalement des tiges vivantes de *Combretum nigricans* (Figure 9), cette espèce étant la plus appréciée des consommateurs.

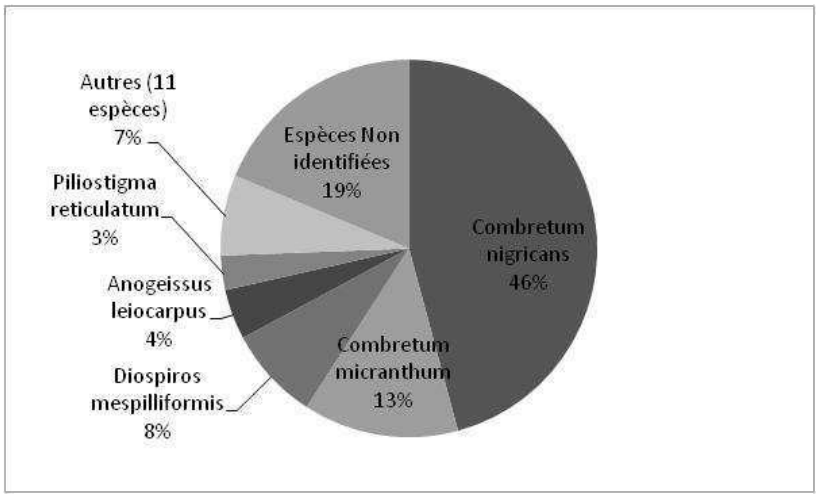


Figure 3 : Part de la surface terrière des tiges coupées dans la brousse exploitée de Ñinpelima (Niger)

La production de gomme dépend des exsudats produits par les tiges vivantes de cette espèce ; la production de bétail dépend de ses jeunes tiges et de ses feuilles et ; le renouvellement de la fertilité des sols dépend de ses tiges et feuilles brûlées avant la mise en culture.
Combretum nigricans se régénère par multiplication végétative et rejette de souche après exploitation des tiges. Cependant, le développement de la fonction de production de bois de feu a conduit à une diminution du diamètre moyen des tiges de l'espèce (Figure 10).

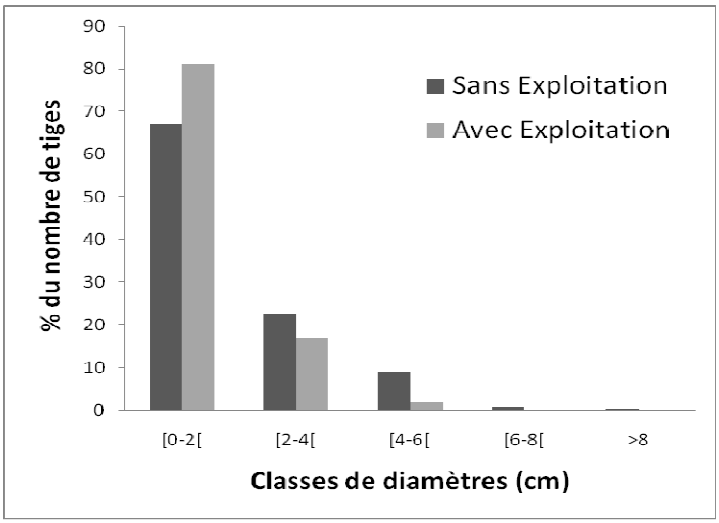


Figure 4 : Distribution des classes de diamètre de *Combretum nigricans* selon le traitement des parcelles

La figure 10 montre que le nombre de tiges de diamètres moyens et gros diminue avec l'exploitation et devient insuffisante pour répondre concomitamment à la demande en gomme et en bois de feu. Une compétition s'est donc développée entre la fonction de production de bois de feu et la fonction de production de gomme. Cette compétition est surtout perçue par les femmes qui collectent la gomme pour la vente. Sur 29 femmes interrogées à ce sujet, 69% percevaient une diminution de la fonction de production de gomme et 34 % avaient changé de lieu pour la récolte. Elles signalent une diminution de la quantité de gomme qu'elles récoltent (évaluée en nombre de tasses, unité de vente de la gomme) entre 1990 et 2009 pouvant aller de 17% à 71% selon les femmes enquêtées.

Depuis que le bois vert est exploité, la fonction de production de gomme est exposée à la demande croissante en bois énergie. Si cette fonction ne peut être assurée, la vulnérabilité du SES augmente car certains groupes d'acteurs (les femmes collectrices) seront plus sensibles aux aléas climatiques et économiques. Pour la moitié des femmes, la gomme est la principale source de revenu (Figure 5). Les enquêtes montrent que 74% des acteurs attribuent des conséquences négatives à la création du MR de Ñinpelima. Parmi ces derniers, 26% - majoritairement des femmes - notent la raréfaction de la gomme (11 personnes sur 43).

Cette compétition créée cependant une opportunité pour le développement des capacités d'adaptation du SES avec l'instauration de nouvelles institutions et le développement de contre pouvoirs de régulation de la gestion des écosystèmes forestiers. La mise en place de comptoirs de gomme, initiée pour la campagne de récolte 2009-2010, suscite un vif intérêt de la part des femmes collectrices.

Dans le SES d'Ambatoloaka à Madagascar, l'espèce *Tamarindus indica* participe à deux fonctions : la production de charbon de bois et la production de fruits. La production de charbon dépend des tiges vivantes (tronc et branches) tandis que la production de fruits dépend soit uniquement des fruits, soit des branches coupées pour récolter les fruits. Le charbon issu de cette espèce est le plus apprécié des consommateurs, qui lui reconnaissent un pouvoir calorifique supérieur à celui des autres espèces. Avant la mise en place du transfert de gestion et dans le contrat de 2005, l'exploitation de *Tamarindus indica* pour la production de charbon était autorisée (DREF Mahajanga, 2005). Dans le contrat de 2007, l'exploitation de l'espèce est interdite (DREF Mahajanga, 2007) mais le président du VOI tolère l'exploitation des individus âgés qui ne produisent plus de fruits. Le tamarin reste la première espèce exploitée pour la production de charbon (Figure 11). Le choix du site de carbonisation est

principalement déterminé par la présence de gros individus de *Tamarindus indica* susceptibles d'être abattus. Bien que cette espèce ait des capacités à rejeter de souche, une grande partie des individus exploités meurent après avoir été coupés. Dans les zones exploitées, les individus adultes de *Tamarindus indica*, se sont donc raréfiés. Néanmoins, en 2010, les collecteurs de fruits de tamarin qui perçoivent une raréfaction de cette ressource sont peu nombreux. L'une des principales explications est que les principales zones de récolte des fruits de tamarin se situaient à l'Est de la zone d'exploitation de bois, et ce, même avant la mise en place du contrat GELOSE.

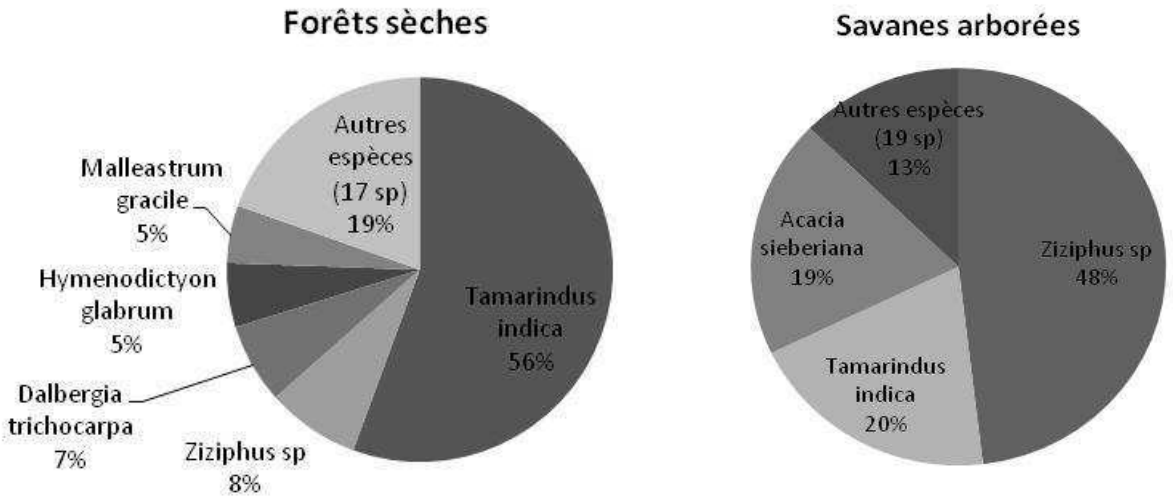


Figure 5 : Part de la surface terrière des souches coupées dans les savanes arborées et les forêts sèches exploitées d'Ambatoloaka (Madagascar)

La dépendance des deux fonctions à une même espèce (*Tamarindus indica*) est un facteur de sensibilité à la demande croissante de bois énergie pour la fonction de production de fruits. En 2010, cette fonction était encore peu exposée à ce stress car elle était assurée dans des espaces différents de ceux dont dépend la production de charbon. Cependant, l'extension de la zone d'exploitation de bois pour la production de charbon vers l'Est laisse craindre une exposition de la fonction de production de fruits dans les prochaines années.

Emergence de compétitions pour un écosystème

Des fonctions qui dépendent d'un même écosystème peuvent entrer en compétition si l'espace couvert par ces écosystèmes est insuffisant pour participer à toutes les fonctions.

Dans le cas du Niger, les écosystèmes de brousse et de formations de bas fond participent à la plupart des fonctions du SES de Ñinpelima dont les fonctions de production de bois de feu et de renouvellement de la fertilité des sols. Dans ces écosystèmes, la fonction de renouvellement de la fertilité des sols est assurée par la coupe et la mise à feu des arbres par les agriculteurs.

Lorsque l'exploitation du bois vert a commencé, elle s'effectuait dans les zones non cultivables. Avec la raréfaction du *Combretum nigricans*, l'exploitation pour la production de bois de feu s'est étendue aux friches des brousses et formations de bas fond. Lors du défrichement, les tiges des arbres coupés participent à la production de bois de feu et les houppiers sont brûlés pour participer à la fonction de renouvellement de la fertilité des sols. La moitié des bûcherons enquêtés à ce sujet mobilisent du bois issus des défrichements des parcelles à cultiver pour la production de bois de feu.

Dans ces parcelles, la biomasse végétale, auparavant quasiment totalement destinée[1] au renouvellement de la fertilité des sols, participe aujourd'hui aussi à la fonction de production de bois de feu.
Certains agriculteurs perçoivent ainsi une compétition entre la fonction de production de bois de feu et la fonction de renouvellement de la fertilité des sols dans des écosystèmes de brousse et formations de bas fonds en jachère. Parmi les enquêtés qui perçoivent des conséquences négatives à la création du marché rural de Ñinpelima, 19% notent la baisse de fertilité des zones cultivées (8 personnes sur 43).
La relation entre la fertilité du sol et la production de bois de feu dans les jachères n'a pas été évaluée quantitativement. Néanmoins, la perception des agriculteurs indique que la fonction de renouvellement de la fertilité des sols est maintenant exposée à la demande croissante de bois car elle dépend du même écosystème que la fonction de production de bois de feu. Ceci a des conséquences sur la fonction de production agricole, principale activité dans le système social du SES de Ñinpelima.
En effet, dans les systèmes de culture itinérante, la quantité de biomasse disponible dans la jachère est un facteur de sensibilité pour la fonction de renouvellement de la fertilité (Raynaut *et al.*, 1997). La quantité et la qualité de la biomasse est donc un facteur de sensibilité de cette fonction. Celle-ci est donc vulnérable face aux aléas qui agissent sur la biomasse.

Dans le cas de Madagascar, les écosystèmes de forêt sèche et de savane arborée participent aux fonctions de production de charbon et de renouvellement de la fertilité des sols. Ces écosystèmes sont défrichés pour être cultivés, souvent sur du long terme. Le renouvellement de la fertilité des sols est assuré par la coupe des arbres au moment de la transformation de l'écosystème « forêt sèche » ou « savane arborée » en « autre culture ». L'écosystème « autre culture » participe dès lors à la fonction de production agricole. Au moment de la transformation de l'écosystème, souvent, les arbres participent à la production de charbon. A court terme, les agriculteurs perçoivent une forme de coopération entre la fonction de production de charbon et de production agricole. La participation des arbres à la fonction de production de bois de feu permet de transformer l'écosystème pour qu'il assure la fonction de production agricole.
Cependant, les capacités de régénération des espèces et écosystèmes exploités figurent parmi les facteurs de sensibilité de la fonction de production de charbon. La mise en culture transforme des écosystèmes de forêts sèches et savanes arborées qui participent initialement à la production de charbon. A ce jour, ces écosystèmes sont présents en quantité suffisante pour assurer les deux fonctions mais dans le futur, ces deux fonctions pourraient entrer en compétition pour ces écosystèmes.

Emergence de compétitions pour la main d'œuvre

Des fonctions qui dépendent d'un même groupe d'acteur peuvent entrer en compétition si la main d'œuvre disponible au sein de ce groupe d'acteurs n'est pas suffisante pour assurer toutes les fonctions. Lorsque la compétition concerne des éléments du système social, elle est liée au choix des acteurs de privilégier une fonction à une autre.

Ainsi, dans les deux sites, compte tenu de l'intérêt économique de la production de bois de feu et de charbon, certains acteurs ont privilégié ces fonctions à d'autres.

Au Niger, 45% des bûcherons interrogés à ce sujet (10 sur 22) ont abandonné des activités de rente pour se consacrer à la production de bois de feu : culture de patates douces et manioc, récolte de

[1] Sauf pour la production de bois de service ou de fourrage pour production de bétail ponctuellement

feuilles de baobab, récolte de gomme et fabrication de chaises et mortiers en bois. A l'échelle du SES, d'autres groupes d'acteurs participent aux fonctions de production de feuilles et de production de gomme. Les cultures de manioc et patates douces ont diminué, ce qui introduit un changement dans la fonction de production agricole, sans qu'il y ait compétition au niveau des fonctions. Par contre, la fonction de production de bois d'œuvre (via la fabrication de mortiers et chaises) avait quasiment disparue en 2010 dans le SES de Ñinpelima (2 fabricants de meubles – avec une activité très faible – sur 125 personnes enquêtées). Dans le passé, peu d'acteurs participaient à cette fonction et avec le développement de la production de bois de feu, la main d'œuvre n'est pas suffisante pour assurer les deux fonctions. Cette fonction présente une sensibilité liée à la nécessité d'un savoir faire technique pour s'y impliquer et à l'irrégularité de ses débouchés. Avec la demande croissante en bois énergie, les groupes d'acteurs participant à cette fonction renoncent rapidement à la production de bois d'œuvre.

A Madagascar, la fonction de production de raphia présente les mêmes facteurs de sensibilité. Le savoir faire technique nécessaire pour participer à cette fonction et l'irrégularité des débouchés limite le nombre d'acteurs. Seules 7 personnes sur 73 interrogées participaient à cette fonction en 2010. Depuis que le charbon de bois a été revalorisé et que la fonction de production de charbon de bois s'est développée, 4 personnes ont abandonné l'activité de récolte de raphia au profit de l'activité de carbonisation. Une compétition pour la main d'œuvre émerge donc entre les deux fonctions. La sensibilité de la fonction de production de raphia peut être réduite en valorisant mieux les fibres. Un appui est apporté au VOI pour améliorer la qualité du raphia, modifier la filière et augmenter le prix du produit à la source.

Le déclin de ce type de fonction traduit une homogénéisation du système social et une spécialisation des groupes d'acteurs sur un nombre réduit de fonction. Dans un premier temps, un plus grand nombre d'acteur participe à chaque fonction, favorisant ainsi leur développement ; lequel risque de favoriser les compétitions entre fonctions pour des éléments du système écologique. Dans un deuxième temps, les acteurs du système social deviennent dépendants à un nombre réduit de fonctions et le SES est donc plus vulnérable face aux aléas socio-économiques et climatiques susceptibles d'affecter ces fonctions.

Renforcement de coopérations

Des fonctions peuvent aussi coopérer même si elles partagent des éléments du système écologique et/ou du système social.

Dans le SES étudié au Niger, il existe une forme de coopération entre la fonction de production agricole, la fonction de production de bétail, et la fonction production de bois de feu. Cette coopération est liée à des dynamiques sociales et à des dynamiques écologiques.

Les deux premières fonctions dépendent de l'écosystème « culture sous parc ». La fonction de production de bétail dépend aussi des écosystèmes « brousse », « savane arborée », « formations de bas fond » et « formations ripicoles ». Deux formes de coopération, qui ont évolué avec la mise en place du MR, ont été identifiées. Pour la première, les dynamiques écologiques saisonnières favorisent la coopération entre les fonctions de production agricole et de bétail dans les cultures sous parc. Pendant la saison des pluies, la production agricole dépend des cultures sous parc et la production de bétail dépend des brousses, des savanes et des formations de bas fond. Après la récolte, le bétail est conduit dans les cultures sous parc, où il consomme les résidus de culture et apporte du fumier. La fonction de production agricole participe au développement de la fonction de production de bétail via

l'alimentation et inversement, la fonction de production de bétail participe au développement de la fonction de production agricole via la fonction de renouvellement de la fertilité des sols.

La coopération entre ces fonctions est aussi liée à des dynamiques sociales. Certains groupes d'acteurs participent aux deux fonctions (les agriculteurs-éleveurs et éleveurs-agriculteurs). La coopération entre les deux fonctions leur permet de faire face aux aléas climatiques. Les années de bonne récolte, l'augmentation de la production agricole favorise l'augmentation du bétail via l'achat d'animaux. Avant la mise en place du marché rural de bois de feu, les années où les récoltes étaient mauvaises, le bétail était vendu pour compenser les déficits de récolte. La coopération pouvait aboutir à une augmentation ou à une diminution conjointe des deux fonctions. Avec le développement de la fonction de production de bois de feu et sa valorisation, les années de mauvaise récolte, l'argent pour combler les déficits de récolte provient essentiellement de la vente de bois de feu (Figure 12) et les animaux sont rarement vendus. La coopération entre les fonctions de production de bétail et production agricole se traduit donc par un développement conjoint des deux fonctions. Le développement de la fonction de production de bétail doit néanmoins être suivi car il peut avoir des conséquences sur d'autres fonctions si les espèces et écosystèmes dont elles dépendent ne sont pas disponibles en quantité suffisante.

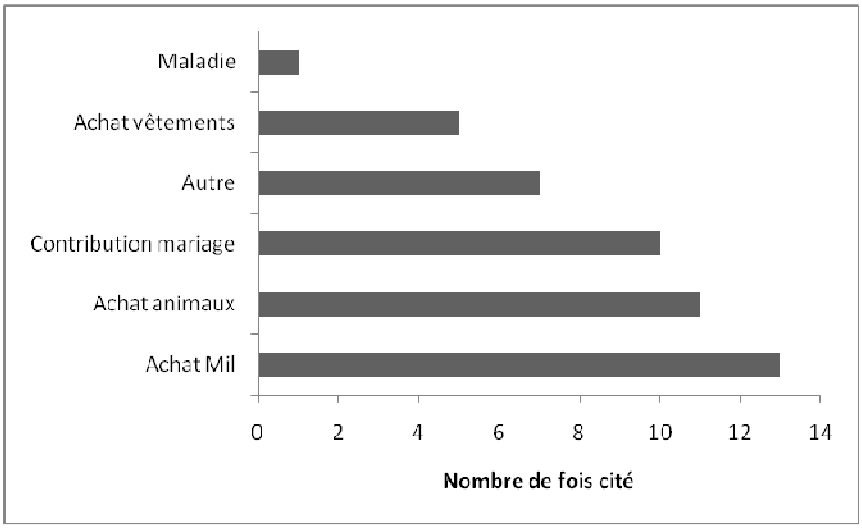


Figure 6 : Classification des débouchés de l'argent issu de la vente de bois en fonction du nombre de fois où ils ont été cités par 28 bûcherons.

La sensibilité de la fonction de production de bétail face aux aléas climatiques est donc réduite par le développement de la fonction de production de bois de feu, ce qui participe à diminuer la vulnérabilité du SES. Cependant, la question des seuils se pose car ces effets de synergie entre fonctions peuvent avoir des conséquences sur d'autres fonctions.

Conclusion : Augmenter les capacités d'adaptation des systèmes socio-écologiques en intégrant la diversité des fonctions dans les transferts de gestion

Au Niger et dans la région Boeny à Madagascar, les transferts de gestion comme outils pour atteindre la gestion durable des écosystèmes de forêt sèche repose sur l'identification d'un aléa principal (la demande croissante en bois énergie) et d'un SES cible sensible à cet aléa (le SES dont le principal objectif est la production de bois énergie). Pour réduire l'exposition du SES cible, la principale règle

de gestion proposée vise à limiter les sujets de gestion à un groupe d'acteurs locaux. Pour réduire la sensibilité du SES, les principales règles de gestion proposées sont la revalorisation de la fonction de production de bois énergie et l'identification de limites pour l'exploitation de bois.

Dans les deux cas d'étude les règles de gestion proposées par les TG ont en partie permis de limiter l'exposition et de réduire la sensibilité des SES cibles, dont le principal objectif de gestion est la production de bois énergie. Cependant, les modifications introduites par les TG et les changements observés au sein des SES cibles ont des conséquences à une échelle plus large, celle du SES global de gestion des écosystèmes forestiers de zones sèches, dont les objectifs sont multiples.

Les TG permettent donc de réduire la vulnérabilité du SES cible mais ceci ne suffit pas à réduire la vulnérabilité du SES global de gestion des écosystèmes de forêts sèches. En effet, le SES global doit assurer de multiples fonctions liées à la diversité des acteurs et des écosystèmes. La diversité de ces fonctions augmente les capacités d'adaptation du SES face aux différents aléas qui l'affectent.

Les relations entre ces fonctions (compétition ou coopération) pourraient être mises au profit de la gestion durable des écosystèmes de forêts sèches si les stratégies des TG étaient appliquées au SES global, incluant la diversité de ces fonctions. La compétition observée entre la fonction de production de bois de feu et de production de gomme au Niger pourrait ainsi être mobilisée pour réguler l'exposition de la production de gomme à la demande croissante en bois énergie. Une meilleure valorisation de la gomme donnerait plus de pouvoir aux groupes d'acteurs concernés par cette fonction. La mise en place de contre-pouvoirs au sein du système social pourrait favoriser la régulation de l'exploitation du *Combretum nigricans* pour la production de bois de feu.

L'administration régionale chargée des forêts expérimente cette stratégie en appuyant les filières *Raphia farinifera* et huile essentielle de *Cinnamosma fragans* à Madagascar et la filière gomme *Combretum nigricans* et *Acacia senegal* au Niger. La valorisation de ces filières est plus difficile à mettre en œuvre que celle du bois énergie, pour laquelle il existe un marché durable et relativement stable. Les acquis des TG permettent néanmoins de s'appuyer sur une organisation existante des acteurs du SES.

Ces considérations questionnent les étapes de la mise en place de TG incluant la diversité des fonctions : la diversité des fonctions peut-elle être considérée dès la mise en place du TG ou le processus de TG doit-il s'adresser dans une première étape à un SES cible pour s'étendre ensuite au SES global ?

Bibliographie

Babin D., Bertrand A. 1999. Comment gérer le pluralisme ? Subsidiarité et médiation patrimoniale. In Ouédraogo A.S., Boffa J.M. *Vers une approche régionale des ressources forestières en Afrique sub-saharienne* Rome: IPGRI CNSF, p. 70-78.

Bertrand A. 1999. Le Boisement, le bail, et la législation environnementale à Madagascar: trois articles courts. *African Studies Quarterly*, **3** (2): 61-81.

Bertrand A. 1984. Les filières d'approvisionnement en combustibles forestiers des villes de la zone sahélo-soudanienne. *Bois et Forêts des Tropiques*, **204**: 21-36.

DREF Mahajanga. 2007. ARINA. Arina Raitra Ifontoran'ny aramaso. Antonta-taratasy mikasika ny famindram-pitantanana ny loharanon-karena voajanahary azo havaozina hoan'ny vondron'olona ifontony "Mamelonarivo" Ao Ambatoloaka. In *12/07/MINENVEF/DIREEF04/CIREEF404*. Madagascar.

DREF Mahajanga. 2005. Antonta-taratasy tovana mikasika ny famokarana arina ao amin'ny sehatry ny famindram-pitantanana ny loharanon-karena voajanahary azo havaozina hoan'ny vondron'olona ifontony "Mamelonarivo" Ao Ambatoloaka. In *O8/05/MINENVEF/DIREEF04/CIREEF404*. Madagascar.

Groupement Seed - CTFT. 1991. Schéma directeur d'approvisionnement en bois énergie de Niamey : projet énergie II - Energie domestique. Volet offre *[Document technique et de recherche]*. S.l.: s.n., 128 p.

Madon G., Matly M. 1986. Conservation et substitution de l'énergie à usage domestique. Projet UNSO/NER/85/X02. SEMA-énergie.

Montagne P. 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie : outils de développement rural local. In D'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. Paris: J. Libbey Eurotext, p. 2 p.

Montagne P., Bertrand A. 2006. Histoire des politiques forestières au Niger, au Mali et à Madagascar. In Bertrand A., Montagne P., Karsenty A. *L'état et la gestion locale durable des forêts en Afrique francophone et à Madagascar*. Paris: L'Harmattan, p. 54-83.

Montagne P., Razafimahatratra S., Rasamindisa A., Crehay R. 2010. Arina, le charbon de bois à Madagascar : entre demande urbaine et gestion durable. Antananarivo: CITE, 187 p.

Ostrom E. 2009. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, **325** (5939): 419-422. [July 24, 2009].

Peltier R., Lawali E.M., Montagne P. 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 1ère partie le milieu : potentiel et contraintes. *Bois et Forêts des Tropiques* **242**: 59-76.

PPIM. 1999. Le schéma directeur d'approvisionnement en bois énergie des villes de Mahajanga, Marovoay et Ambato-Boeny. Madagascar: Ministère de l'Energie et des Mines, 75 p.

Ramade F. 2003. Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Paris: Mc graw-hill, 403 p.

Raynaut C., Grégoire E., Janin P., Koechlin J., Lavigne-Delville P. 1997. Sahels. Diversité et dynamiques des relations sociétés-nature. Paris: Karthala, 431 p. (Hommes et sociétés).

Ribot J. 1999. A history of fear: imagining deforestation in the West African dryland forests. *Global Ecology & Biogeography*, **8** (3-4): 291-300.

Rives F., Peltier R., Montagne P. 2012. Règles d'utilisation des ressources forestières dans les contrats de transfert de gestion à Madagascar et au Niger : risques et opportunités pour une gestion durable des écosystèmes In Montagne P., Bertrand A. *KAJIALA, TATTALI, DJEKABAARA. Valoriser les produits pour mieux conserver les forêts. Tome 3 : Comparaison entre pays (Madagascar, Niger, Mali)*.

Sutton-Grier A.E., Kenney M.A., Richardson C.J. 2009. Examining the relationship between ecosystem structure and function using structural equation modelling: A case study examining denitrification potential in restored wetland soils. *Ecological Modelling*, **221** (5): 761-768.

Turner II B.L., Kasperson R., Matson P.A., McCarthy J.J., Corell R.W., Christensen L., Eckley N., Kasperson J.X., Luers A., Martello M.L., Polsky C., Pulsipher A., Schiller A. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *PNAS*, **100** (14): 8074-8079.

World Bank, UNDP. 1989. Senegal, Urban Household Energy strategy. Washington: Energy Sector management assistance program, 67 p.