

Proposition d'un cadre de représentation des bioinvasions en milieu rural : cas de *Acacia dealbata* à Madagascar

Jacques TASSIN¹
Rado RAKOTOMANANA²
Christian A. KULL³

¹ Cirad
Campus de Baillarguet
TA 10/D
34398 Montpellier cedex 5
France

² École supérieure des sciences
agronomiques
Département des eaux et forêts
Université d'Antananarivo
Madagascar

³ School of Geography
and Environmental Science
Monash University
Building 11
Melbourne, VIC 3800
Australie



Photo 1.
Peuplement de *Acacia dealbata* à proximité d'Ambatofitorahana.
Photo C. Kull.

RÉSUMÉ

PROPOSITION D'UN CADRE
DE REPRÉSENTATION DES BIOINVASIONS
EN MILIEU RURAL : CAS DE ACACIA
DEALBATA À MADAGASCAR

Dans certaines situations rurales où se conjuguent pauvreté des populations et rareté des ressources, l'analyse des conséquences de l'invasion d'une espèce ligneuse nécessite l'emploi d'un cadre d'approche large et objectif, qui inclue les interactions entre les paysans et les espaces envahis. L'article tire parti d'une courte étude conduite dans la commune d'Ambatofitorahana, au sud d'Ambositra, dans la région des Hautes Terres. Introduit d'Australie à Madagascar, où il est devenu invasif, le mimosa (*Acacia dealbata*) y constitue aujourd'hui une ressource renouvelable pour le paysannat. Les types d'usages relatifs à cet arbuste ont été préalablement sommairement caractérisés. La discussion des résultats, qui représente l'essentiel du corps de cet article, donne lieu à la proposition d'un cadre de représentation à différentes échelles pour appréhender correctement une bioinvasion en milieu rural. L'investigation de l'ensemble de l'impact socio-économique et écologique de ce processus nécessite de recourir à une gamme de niveaux d'organisation et d'échelle allant de la parcelle à l'ensemble du pays. Les avantages et inconvénients que recouvre l'invasion du mimosa à Madagascar se révèlent en effet spécifiques de chacun de ces niveaux d'analyse. À l'échelle des espaces ruraux, la valorisation apparaît essentiellement centrée sur la réalisation de jachères ligneuses et la production de combustibles (bois de feu et charbon de bois). L'analyse montre qu'au niveau des territoires ruraux, l'invasion de *A. dealbata* obéit à des phases de stabilisation suivies d'extensions, en lien étroit avec des périodes de valorisation suivies d'un relâchement dans l'utilisation de cette ressource. Les incidences socio-économiques de cette bioinvasion varient dès lors avec la période historique considérée. De manière permanente, la valorisation paysanne et l'occupation agricole des espaces ruraux demeurent le meilleur rempart à l'extension des surfaces envahies par le mimosa dans les Hautes Terres malgaches.

Mots-clés : acacia australien, charbon de bois, Hautes Terres malgaches, impact socio-économique, invasions biologiques, jachère ligneuse.

ABSTRACT

PROPOSAL FOR A REPRESENTATIONAL
FRAMEWORK FOR STUDIES
OF BIOINVASIONS IN RURAL AREAS:
THE EXAMPLE OF ACACIA DEALBATA
IN MADAGASCAR

In situations where rural poverty is compounded by scarce resources, analyses of the consequences of invasion by woody species require a comprehensive and objective framework that also covers interactions between smallholders and the lands being affected. This article draws on a short study conducted in the municipality of Ambatofitorahana, to the south of Ambositra in Madagascar's uplands. *Acacia dealbata*, a mimosa, was introduced from Australia to Madagascar, where it has become invasive but offers a renewable resource for peasant farmers. The types of uses made of this shrubby species were broadly characterised prior to the field study. The discussion of the study results, which forms the main body of this article, has led to a proposal for a multi-scale representational framework capable of producing a relevant appraisal of bioinvasion in rural environments. Investigating the full range of socio-economic and environmental impacts of a bioinvasion process means analysing multiple scales and levels of organisation, from individual plots to the country as a whole. The study clearly shows that the advantages and drawbacks of the mimosa invasion in Madagascar are specific to each level analysed. At the level of rural areas, uses of the shrub mainly revolve around bush fallows and fuel production (wood and charcoal). Our analysis shows that in rural areas, the *A. dealbata* invasion proceeds through successive phases of stabilisation and extension, with periods of use followed by a relative abandonment of the resource closely following the same pattern. The socio-economic impacts of this bioinvasion therefore vary with the period in time being considered. At all times, use of the resource by smallholders and agricultural land use are the most effective barriers to an increase in the areas subject to mimosa invasion in Madagascar's upland regions.

Keywords: Australian acacias, charcoal, Madagascar uplands, socio-economic impact, biological invasion, bush fallows.

RESUMEN

PROPUESTA DE UN MARCO DE
REPRESENTACIÓN DE BIOINVASIONES
EN ÁREA RURAL: EL CASO DE ACACIA
DEALBATA EN MADAGASCAR

En ciertas situaciones rurales en donde se combinan la pobreza de la población y la escasez de recursos, el análisis de las consecuencias de la invasión de una especie leñosa requiere el empleo de un enfoque con un marco amplio y objetivo, que incluya las interacciones entre campesinos y espacios invadidos. El artículo saca partido de un corto estudio efectuado en el municipio de Ambatofitorahana, al sur de Ambositra, en las tierras altas. La mimosa (*Acacia dealbata*), originaria de Australia e introducida en Madagascar, constituye actualmente un recurso renovable para el campesinado. Previamente, se realizó una somera caracterización de los distintos usos de este arbusto. La discusión de los resultados, que supone la parte fundamental de dicho artículo, da lugar a la propuesta de un marco de representación con distintas escalas para evaluar correctamente una bioinvasión en área rural. La investigación del impacto global socioeconómico y ecológico de este proceso necesita recurrir a una gama de niveles de organización y de escalas que van desde la parcela hasta el conjunto del país. Se pone de manifiesto que las ventajas e inconvenientes que conlleva la invasión de la mimosa en Madagascar son específicas para cada uno de estos niveles de análisis. A escala de los espacios rurales, el aprovechamiento se centra fundamentalmente en la realización de barbechos leñosos y la producción de combustibles (leña y carbón vegetal). El análisis muestra que, en las zonas rurales, la invasión de *A. dealbata* atraviesa fases sucesivas de estabilización y expansión, que se corresponden fielmente con períodos de aprovechamiento seguidos por una atenuación en el uso de este recurso. Las incidencias socioeconómicas de esta bioinvasión varían, pues, dependiendo del período histórico estudiado. De manera permanente, el aprovechamiento campesino y la ocupación agrícola de los espacios rurales constituyen la mejor barrera contra la extensión de las áreas invadidas por las mimosas en las tierras altas malgaches.

Palabras clave: acacias australianas, carbón vegetal, impacto socioeconómico, invasiones biológicas, barbecho leñoso, tierras altas malgaches.

Introduction

Les acacias australiens ont été largement diffusés sous les tropiques pour la rapidité de leur croissance, leur faible exigence vis-à-vis des sols, et leur haute productivité (KULL *et al.*, 2008). Ces espèces, le plus souvent pionnières, sont prédisposées pour devenir invasives dans les savanes herbeuses, où la récurrence des feux, souvent favorables à la germination des graines, mais aussi leur capacité à fixer l'azote ou leur potentiel allélopathique, les rendent compétitives à l'égard des autres plantes (CASAL *et al.*, 1985 ; HOLMES, COWLING, 1997). Aussi sont-elles aptes à envahir rapidement de vastes étendues. Nous nous référons, dans cet article, à la définition de RICHARDSON *et al.* (2000) selon laquelle une *espèce invasive*, responsable d'une *bioinvasion*, est une espèce qui s'est naturalisée à la suite de son introduction, puis s'est révélée capable de se disperser sur de longues distances et de recouvrir de larges surfaces.

Dans les conditions de pauvreté socio-économique qui prévalent dans les zones rurales défavorisées, les invasions d'acacias sont parfois considérées avec bienveillance, mettant alors en défaut les cadres les plus conventionnels de la perception des bioinvasions. Mais la gestion paysanne d'une bioinvasion peut n'être qu'une simple réponse à une contrainte, conduisant les paysans à devoir tirer parti d'une ressource médiocre qui leur est imposée, parce que cette ressource intempestive se substitue à une autre, ou sous l'effet de mesures coercitives d'origine étatique les amenant à une valorisation par défaut. Le premier cas est illustré par l'exemple de plusieurs *Prosopis* devenus invasifs en zones arides africaines, contraignant les paysans à récolter un bois garni d'épines et dont la combustion dégage une odeur jugée désagréable (GEESING *et al.*, 2004). Le second cas s'observe à Madagascar : la régulation des prélèvements de bois en forêt, mais aussi le décret de novembre 2001 sur la gestion contractualisée des forêts (Gcf), ont conduit les paysans malgaches à devoir se reporter sur les taillis d'espèces exotiques (CARRIÈRE *et al.*,

2008). Dans ces deux types de configuration, la ressource résultant d'une bioinvasion est valorisée par défaut.

Certains auteurs, s'élevant contre une vision trop radicale des bioinvasions, invitent à reconsidérer les impacts de ces dernières, volontiers présentés comme désastreux au plan biologique (VITOUSEK *et al.*, 1997) comme au plan socio-économique (PIMENTAL, 2002). Ces auteurs invitent à davantage nuancer les effets biologiques (DE PIETRI, 1992 ; GUREVITCH, PADILLA, 2004) et socio-économiques (DE WIT *et al.*, 2002 ; SHACKLETON *et al.*, 2007) des bioinvasions. Certaines bioinvasions, comme celle de *Chromolaena odorata* au Timor, sont assurément néfastes en milieu rural (MCWILLIAM, 2000).

Pourtant, de nombreux exemples montrent que, dans des situations de précarité, les paysans tirent parfois bénéfique des bioinvasions, notamment lorsqu'il s'agit d'invasions par des essences forestières (DE NEERGAARD *et al.*, 2005 ; GEESING *et al.*, 2004 ; SIGES *et al.*, 2005 ; SHACKLETON

et al., 2007). C'est le cas à Madagascar, où les paysans ont appris à tirer parti des espèces exotiques invasives (KAUFMANN, 2004 ; CARRIÈRE *et al.*, 2008 ; CARRIÈRE, RANDRIAMBANONA, 2007 ; KULL *et al.*, 2007). Aussi les concepts conventionnels associés aux bioinvasions apparaissent-ils parfois dissonants dans les situations rurales les plus défavorisées, comme c'est le cas à Madagascar (TASSIN, 2008).

Comment concilier au plan conceptuel une bioinvasion et sa valorisation ? Comment de surcroît assurer une gestion durable de ce type de ressource quand les deux concepts qui s'y rattachent, invasion et durabilité, apparaissent si peu conciliables dans leur représentation habituelle ? N'est-ce pas là avant tout une question d'échelles et de niveaux d'organisation ? C'est à cette triple question que s'attache cet article, en partant concrètement d'une étude qui prend comme modèle *Acacia dealbata* Link, espèce invasive dans les Hautes Terres malgaches, où elle est valorisée par les paysans selon de multiples formes.



Photo 2.

Arbre isolé à proximité d'habitations, à Manja Ranch, Ambatolampy.
Photo C. Kull.

Méthodes d'analyse du cas étudié

Les méthodes ci-après présentées s'attachent à l'investigation du cas particulier sur lequel s'appuie l'article : la situation de *Acacia dealbata* dans une commune des Hautes Terres de Madagascar. Le cadre de représentation des bioinvasions que nous proposons, et qui est illustré par la situation particulière ci-dessous analysée, est quant à lui développé dans la partie « Discussion ».

Le modèle biologique

Acacia dealbata (communément nommé *mimosa* à Madagascar) est originaire du sud-est de l'Australie (Victoria, Nouvelles-Galles du Sud, Tasmanie). C'est un arbuste de 5 à 10 m de haut à feuillage persistant. Le tronc est lisse, gris-noir. Les feuilles sont bipennées, de couleur vert bleuté à gris argenté. Les fleurs sont regroupées en grappes de glomérules jaune vif, agréablement parfumées. Les fruits sont des gousses aplaties de 4 à 10 cm de long, apparaissant dès la deuxième année.

Il s'agit d'une espèce pionnière héliophile à croissance rapide, produisant de nombreuses graines qui conservent longtemps leur pouvoir germinatif (plus de 50 ans) (BOLAND *et al.*, 1984), et dont la dormance est levée par un choc thermique (feu, mais aussi toute forme d'ouverture du couvert) (BORIE, 1989). La dispersion des fruits est assurée par le ruissellement et sans doute aussi par le bétail (RAKOTO RAMIARANTSOA, 1993) et par les fourmis (O'DOWD, GILL, 1986). À une échelle plus fine, la propagation est assurée par le drageonnage, particulièrement vigoureux sur sols superficiels. La répartition géographique du mimosa est circonscrite par les isohyètes 800 et 1 800 mm/an, et les isothermes 12 et 18 °C, s'agissant de la température moyenne annuelle (BOLAND *et al.*, 1984). De ce fait, l'espèce demeure localisée entre 800 et 1 800 m d'altitude. Elle est aujourd'hui très commune dans les Hautes Terres malgaches (figure 1, photos 1 et 2).

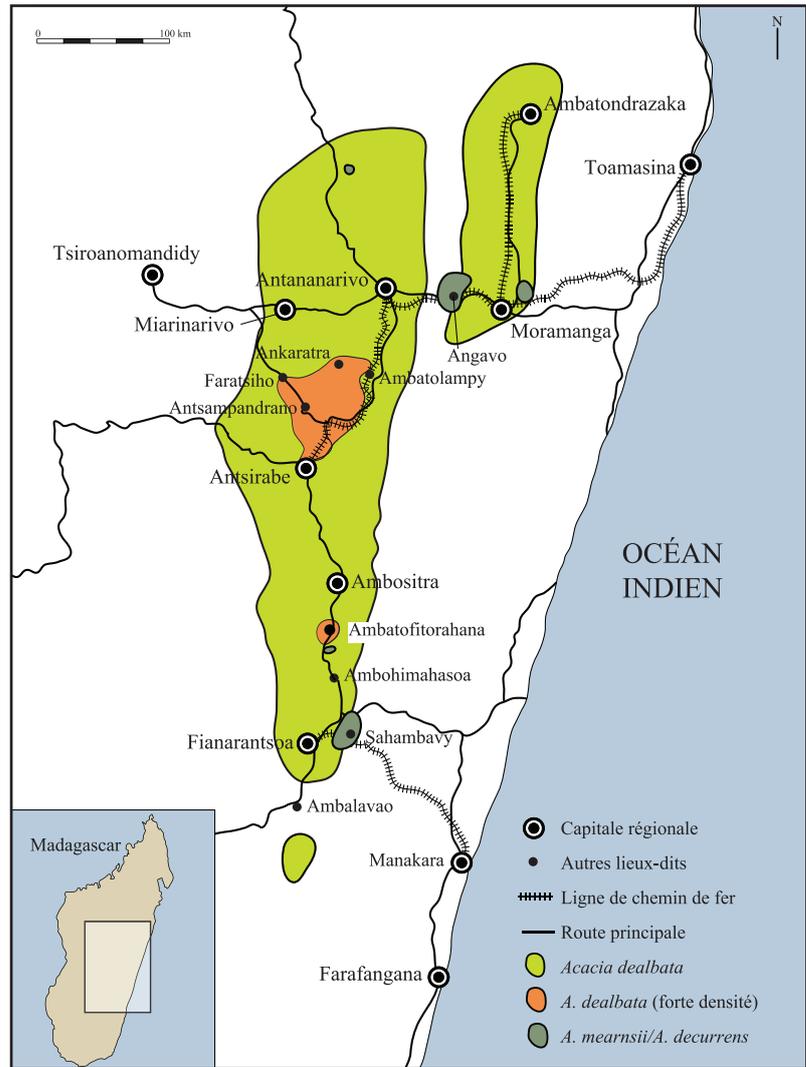


Figure 1.

Carte des peuplements de *Acacia dealbata* dans les Hautes Terres malgaches (modifié d'après KULL *et al.*, 2007).

La zone d'étude

L'étude a été conduite dans la commune d'Ambatofitorahana (région Amoron'i Mania), à 40 km au sud d'Ambositra, dans une région largement dominée par l'ethnie betsileo. Cette zone montagneuse, d'une altitude moyenne de 1 600 m, culmine à 1 840 m. La commune s'étend sur 125 km². Les collines, revêtues de sols ferrallitiques, sont dévolues à la production de pommes de terre et de patates douces, cultivées en billons nommés *tolaka* et disposés en courbes de niveau, tandis que les bas-fonds et

vallées sont réservés à la riziculture. La savane herbeuse à *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*, régulièrement parcourue par les feux, domine les paysages (RAKOTOMANANA, 2007).

Acacia dealbata y a été localement introduit à une date incertaine au cours de la première moitié du XX^e siècle (KULL *et al.*, 2007). Il s'y est étendu rapidement puisque, dès avant l'indépendance, la confection de bouquets de mimosas pour célébrer la fête nationale du 14 juillet est devenue une tradition. L'usage a perduré et la date a été conservée pour célébrer la *Fête des mimosas*.

Les boisements d'acacias sont intégrés dans des cycles de jachère, à laquelle succède une ouverture par coupe (taillis cultivé) ou usage du feu (*tavy*), puis une mise en culture parfois précédée d'un écobuage (MICHELLON *et al.*, 2001). La germination des semences enfouies dans le sol conduit les paysans à abandonner la parcelle au bout de deux à trois ans. Les paysages présentent une similarité spatiale entre les cultures en billons et les jachères à acacia qui apparaissent selon des bandes perpendiculaires à la pente.

Recueil de données relatives aux peuplements d'acacias

Une caractérisation sommaire des peuplements d'acacias a été conduite sur la base d'un plan d'échantillonnage recouvrant quatre unités territoriales d'administration, représentées par les *fokontany* d'Ambatofitorahana, Miandritsara, Miandri-faikona et Tanandava. Les relevés ont été réalisés au sein d'un dispositif de 50 placettes de 10 m x 10 m, respectivement au nombre de 12, 20, 9 et 9 pour chacun des *fokontany*.

Les tiges de diamètre Dbh supérieur à 10 cm ont été dénombrées dans chaque placette. Le recueil du diamètre d_i et de la hauteur h_i pour chaque individu i a permis le calcul de la surface terrière G établie en

$$m^2/ha \quad (G = \sum_{i=1}^n \pi / 4 d_i^2)$$

et de la biomasse V estimée en m^3/ha

$$(V = 0,42 \times \sum_{i=1}^n \pi / 4 d_i^2 \times h_i)$$

(RAJOELISON, 1997).

Recueil de données relatives aux usages

Une enquête à caractère exploratoire, réalisée par questionnaire-entretien, a été conduite auprès de huit exploitants agricoles et cinq collecteurs de bois. Le nombre total d'exploitants agricoles impliqués dans des activités de charbonnage sur la com-



Photo 3.
Fagots de tiges de mimosa, récoltées comme bois de feu.
Photo C. Kull.

mune est de douze, pour six collecteurs de bois. Le taux d'échantillonnage global de cette catégorie socio-professionnelle est donc de 72,2 %. Le questionnaire formel, destiné à recueillir des données quantifiées, donnait lieu à d'autres questions suscitées selon un mode semi-directif.

L'enquête visait à recueillir les principaux modes d'utilisation du mimosa dans le cadre de leur unité d'exploitation (usages, parties utilisées, périodes de collecte, transformation, quantités prélevés, revenus obtenus, intégration dans les systèmes de culture). Chaque entretien a duré environ une heure et a été conduit en langue malgache.

L'enquête formelle a été complétée par des entretiens réalisés auprès de six responsables administratifs rattachés à la gestion de l'environnement et des ressources forestières, trois démarcheurs, trois manutentionnaires et six ouvriers agricoles.

Résultats

Caractérisation des peuplements

L'étude confirme que les mimosas ne sont plus plantés aujourd'hui et se propagent exclusivement par dispersion des graines ou drageonnement. La surface totale des bois de mimosas d'Ambatofitorahana officiellement recensée est de 60 ha, ce qui apparaît sous-estimé, en raison notamment de la présence de nombreuses petites parcelles.

Selon les terroirs et s'agissant des seules tiges de plus de 10 cm de diamètre, la surface terrière G de ces placettes varie de 0,8 à 4 m^2/ha , et la biomasse V de 11,4 à 19,9 m^3/ha . La densité en tiges de plus de 10 cm de diamètre varie de 70 à 290 tiges par 100 m^2 .



Photo 4.
Acacia dealbata entre à 20 % dans la préparation du charbon de bois au sein de la région d'étude.
Photo C. Kull.

Valorisation du bois

Le bois du mimosa est avant tout un bois de chauffage et de cuisson réservé à l'usage domestique, dont la consommation annuelle varie de 4 à 6 m³ par ménage (7,5 personnes). Les besoins oscillent au cours de l'année, selon la température ambiante et le calendrier alimentaire. L'un des attraits manifestes de ce type de ressource est la possibilité de la valoriser à tout moment de l'année (photo 3).

Le mimosa entre à 20 % dans le volume de production du charbon pour le marché régional, essentiellement représenté par les villes d'Ambositra et Antananarivo, le complément étant assuré par l'eucalyptus (BERTRAND, 2001). Seules sont utilisées les tiges de plus de 4 cm de diamètre, pour un volume total annuel de 650 m³ dans les quatre *fokontany* recensés. La récolte est parfois achetée sur pied lorsque l'utilisateur n'est pas le propriétaire, ce qui est le cas de migrants trouvant là une activité rémunératrice en substitut d'une agriculture qu'ils ne peuvent pratiquer faute de terre. Cette forme d'exploitation du mimosa s'effectue durant les périodes de relâche du calendrier agricole (photo 4).

Aucune valorisation du bois en artisanat n'a été relevée, en dépit d'une tradition très forte de la sculpture du bois dans la région d'Ambositra.

Valorisation agroforestière

La jachère ligneuse est la première forme de valorisation agroforestière du mimosa dans la zone étudiée, mais d'autres formes d'usage de ce type ont été rapportées : fourrage, engrais vert, apiculture, corderie et bois de service (photo 5).

L'utilisation en fourrage reste occasionnelle et saisonnière, et ne porte que sur le feuillage et les branches les plus fines, de moins de 5 mm de diamètre. Elle est évitée en période de floraison (juillet à septembre), pendant laquelle s'élève la teneur des feuilles en tannins, toxiques pour le bétail. Le feuillage n'excède pas 20 % de la composition de la ration journalière.

L'utilisation comme engrais vert, en association avec le fumier de parc, à raison de cinq sacs pour une charrette de fumier, reste occasionnelle. Les tiges de mimosa sont utilisées pour enclore les habitations et

les parcs à animaux, ce qui représente une consommation d'environ 5 m³ de bois par an.

L'utilisation de l'écorce du mimosa comme matériau de base pour confectionner des liens est fréquente, mais ne porte que sur deux tiges par an et par exploitant. Enfin, les feuilles sont utilisées en tisane contre les diarrhées.

Discussion

Les peuplements de mimosas font partie intégrante des paysages d'Ambatofitorahana depuis au moins deux générations. Durant cette période, aux échelles spatiales relevant de leur activité (du territoire à la parcelle), les paysans ont appris à tirer parti d'une nouvelle ressource. Ils en ont de ce fait probablement contrôlé l'extension. Comment dès lors conceptualiser cet apparent paradoxe entre l'extension naturelle et intempestive d'une ressource ligneuse et son contrôle assuré par les communautés paysannes ?

Une ressource diversifiée et multiforme

Le caractère pérenne de cette ressource ligneuse, abondante et rapidement renouvelée, est apprécié des paysans dans la mesure où ils peuvent y recourir selon leurs besoins et des exigences du calendrier agricole. Ce point est également souligné pour l'utilisation paysanne des peuplements d'acacias australiens en Afrique du Sud (SHACKLETON *et al.*, 2007), dans les Hautes Terres du Kenya (CASTRO, 1996) et dans les Ghâts occidentaux en Inde (HINNEWINKEL, 2002).

L'utilisation du bois du mimosa permet un allègement des prélèvements opérés sur d'autres peuplements, notamment les reliques de forêt primaire. En dépit de ce transfert de prélèvement, les taillis de mimosas ne sont pas considérés comme des ressources forestières à part entière par l'administration forestière. Ces acacias ne sont pas

plantés et ne relèvent d'aucune forêt reconnue comme telle par le droit forestier. Pour certains agents forestiers, le mimosa échappe même à la représentation qu'ils se font d'un arbre (KULL *et al.*, 2007).

Chaque peuplement d'acacias a un propriétaire reconnu localement (néanmoins sans titre ou cadastre formel). Dès lors, aucun permis de coupe ou d'exploitation n'est délivré pour utiliser cette ressource. Seuls les laissez-passer nécessaires au transport du charbon de bois sont obligatoires. Ce libre accès renforce l'attrait de cette ressource auprès des paysans malgaches (KULL *et al.*, 2007).

Il s'agit de surcroît d'une ressource auto-renouvelée, dont la gestion est aisée. Le mimosa est en effet facilement récoltable, ce qui n'eût pas été le cas d'un arbuste épineux (GEESING *et al.*, 2004). Le concept d'invasion, désignant une espèce élargissant spontanément son aire de répartition et allant en se densifiant, rejoint ici l'intérêt des agriculteurs qui, dans le cas présent, ne disposent pas des moyens nécessaires à la réalisation d'une plantation forestière. Apparaît ici le paradoxe évoqué plus haut, sur lequel nous reviendrons.

L'intégration agroforestière du mimosa

Les modes de valorisation agroforestière observés à Ambatofitorahana peuvent être rapprochés de résultats d'études comparables menées dans les Hautes Terres. Dans le Vakinankaratra, le maïs et la pomme de terre sont produits en alternance avec des jachères de mimosas (BERTRAND, 2001 ; RAKOTO RAMIARANTSOA, 1993). Ces derniers entrent dans l'amendement des cultures : « les bois, branchages et feuilles sont coupés, mis et brûlés sur les billons de culture » (RAKOTO RAMIARANTSOA, 1993). Le recrû y est semble-t-il contrôlé efficacement, les plants étant coupés en avril, juste avant les gelées de mai dont l'effet est présenté comme létal (RAKOTO RAMIARANTSOA, 1993). Cela n'est tou-



Photo 5.

La valorisation paysanne constitue probablement l'un des meilleurs moyens actuels de contrôler l'invasion de *Acacia dealbata* dans les Hautes Terres malgaches. Photo C. Kull.

tefois pas conforme aux résultats de POLLOCK *et al.* (1986), attestant au contraire une capacité de résistance à une température négative pouvant descendre jusqu'à -7°C , ce qui reste rare, même aux altitudes les plus élevées du Vakinankaratra. BORIE (1989) décrit un système combinant la production de pommes de terre et de charbon de bois, sur la base d'une rotation de type 1 an (culture), 3-4 ans (jachère). Il précise néanmoins qu'un tel système, consommateur de terres, n'est développé que par 2 % seulement des paysans, tandis que 12 % de ceux-ci utilisent le mimosa comme bois de chauffe ou pour la cuisson des briques (BORIE, 1989).

L'utilisation du mimosa en engrais vert, en mélange avec du fumier de bovins, est similaire aux pratiques observées dans le Drakensberg, en Afrique du Sud (DE NEEGAARD, 2005). Cependant, la dégradation du feuillage de cet acacia est retardée par sa haute teneur en polyphénols, qui immobilise l'azote du sol (DE NEEGAARD, 2005). Les paysans d'Ambatofitorahana répondent empiriquement à cette

contrainte en ne faisant entrer ce feuillage qu'en faible proportion du mélange constitué.

La présente étude, confrontée à de précédentes observations (BORIE, 1989 ; RAKOTO RAMIARANTSOA, 1993 ; BERTRAND, 2001 ; KULL *et al.*, 2007), met en évidence une variation altitudinale des formes de valorisation du mimosa au sein des Hautes Terres malgaches. Dans les espaces ruraux d'altitude élevée, les difficultés à produire du riz pluvial, de même qu'un relâchement des densités de population, donnent lieu à la recherche d'activités rémunératrices de substitution comme la production de charbon de bois. La jachère ligneuse devient alors une réponse commune à plusieurs contraintes. À plus basse altitude et à proximité des plaines rizicoles, les mimosas apparaissent moindrement valorisés, davantage exposés au feu, et conduits en jachères plus courtes.

Enfin, l'utilisation du mimosa dans la pharmacopée est à rapprocher de celle d'*A. mearnsii* en Afrique du Sud, où l'écorce est utilisée contre les diarrhées et les rages de dents (DE NEEGAARD, 2005).

Sur quoi repose la controverse « invasion ou ressource » ?

On ne retrouve pas à Madagascar la sensibilité des administrations généralement manifestée à l'égard des bioinvasions en milieu insulaire (BINGGELI, 2003). Au demeurant, à

l'échelle des paysages, la perspective de voir les collines se revêtir d'une couverture arbustive utile aux paysans et protégeant les vallées rizicoles d'ensablancements indésirables n'y apparaît pas choquante (AUDRU, 1980 ; TASSIN, 2008). Néanmoins, la nature des bénéfices ou des avantages représentés par une bioinvasion dépend de

l'échelle spatiale à laquelle on considère cette invasion. Le tableau I illustre ce point en analysant l'invasion du mimosa à Madagascar selon une gamme de niveaux d'organisation allant du pays à la parcelle cultivée. Il montre combien les bénéfices et nuisances relevés changent de nature selon l'échelle à laquelle on se situe.

Tableau I.
Impacts de *Acacia dealbata* dans les espaces ruraux des Hautes Terres malgaches, envisagés selon une gamme de niveaux d'organisation de l'espace.

Niveaux d'organisation	Bénéfices - avantages	Nuisances - inconvénients
Pays-région	Séquestration de carbone Approvisionnement des zones urbaines en charbon de bois Reboisement des paysages périurbains Diminution des prélèvements de bois dans les autres peuplements forestiers Régulation possible des variations saisonnières des régimes des cours d'eau ¹	Menace sur des zones d'intérêt biologique (perte possible de biodiversité) Transformation des paysages malgaches authentiques Diminution possible des débits annuels des cours d'eau ¹
Commune	Réduction de l'érosion en nappe, et donc des ensablancements en amont des structures d'irrigation Diminution de l'inflammabilité des savanes herbeuses Proximité d'une ressource en bois Identité sociale (Fête du Mimosa) Intérêt esthétique en période de floraison Possibilité de travail du bois pour des artisans	Diminution des surfaces pâturables Homogénéisation des formations végétales Allergies possibles en période de floraison Abri pour les cultures illicites ou les voleurs
Unités de paysage (collines, bas-fonds)	Ombrage pour le bétail (si peuplement de faible densité) Rotation des formes de mise en valeur par recours à la jachère ligneuse Fourrage en période de soudure Stabilisation des zones d'érosion concentrée de faible étendue	Faible prédisposition des bois d' <i>Acacia dealbata</i> à être colonisés par des plantes indigènes (problème de banalisation floristique liée à l'allélopathie du mimosa)
Unité d'exploitation agricole	Production de bois de chauffe et de cuisson brûlant moins vite que le pin et d'un bon pouvoir calorifique Production de bois de service Production de liens (pour lier par exemple les sacs de charbon) Pharmacopée (en décoction contre la diarrhée) Apiculture Graines distribuées aux volailles	Charge de travail liée au contrôle de l'enherbement et à l'essouchage Éloignement des sites pâturés par le bétail (cf. problèmes d'insécurité) Éloignement des zones pâturables (mais production d'une herbe plus dense et attractive pour le bétail, dans le cas de bois d'acacias de faible densité)
Parcelle cultivée	Apports d'azote en conditions favorables Possibilité d'utilisation en jachère ligneuse Possibilité d'utilisation en engrais verts	Germination récurrente des semences après ouverture du milieu : compétition avec les cultures Blocage de l'azote du sol par les polyphénols contenus dans les feuilles

¹ Cet aspect des peuplements d'arbres, bien quantifié par exemple en Afrique du Sud (DYE, JARMAIN, 2004) et en Asie du Sud-Est, (BRUINJZEEL, 2004), n'a pas été évalué à Madagascar.

S'agissant des acacias invasifs, une vision réductrice consistant à ne considérer que les effets immédiats ou entrevus à court ou moyen terme n'apparaît plus recevable (KULL *et al.*, 2007). Une telle représentation a prévalu jusqu'au début des années 1960 à la Réunion avec *Acacia mearnsii*, dont les peuplements étaient le plus souvent intégrés à l'agriculture sous la forme de jachères ligneuses. Avec le déclin brutal du géranium et l'exode rural qui en est résulté, ces dernières ont évolué en friches dont l'étendue n'a cessé de croître, au rythme de 100 ha par an, pour recouvrir aujourd'hui 2 % de l'île (TASSIN, BALENT, 2004). En quelques années seulement, une essence « vertueuse » est ainsi devenue une contrainte. De nouvelles formes de valorisation de cette ressource sont aujourd'hui activement recherchées par les décideurs.

Toujours susceptible d'adaptations, nul système agricole n'est immuable. Par contre, les bioinvasions sont le plus souvent irréversibles et susceptibles, une fois enclenchées, de s'étendre à des zones où elles deviennent davantage contraignantes. La perception d'une bioinvasion varie donc également avec l'échelle de temps à laquelle on se réfère. Les effets de l'invasion du mimosa à Madagascar associent avantages et inconvénients à toutes les échelles spatiales considérées (tableau I). Néanmoins, les aspects environnementaux (effets sur la biodiversité ou les ressources en eau, par exemple) tendent à être davantage relevés et exprimés aux échelles les plus larges. Aux échelles plus fines, les paramètres historiques et la place de l'homme opèrent davantage : le biologique se confronte au social, et des bénéfices socio-économiques jusqu'alors ignorés peuvent soudainement se révéler. En Afrique du Sud, par exemple, cette dualité d'échelles se traduit par un conflit d'intérêt entre populations rurales, tirant bénéfice des acacias invasifs, et populations urbaines, qui s'inquiètent de l'effet asséchant de ces

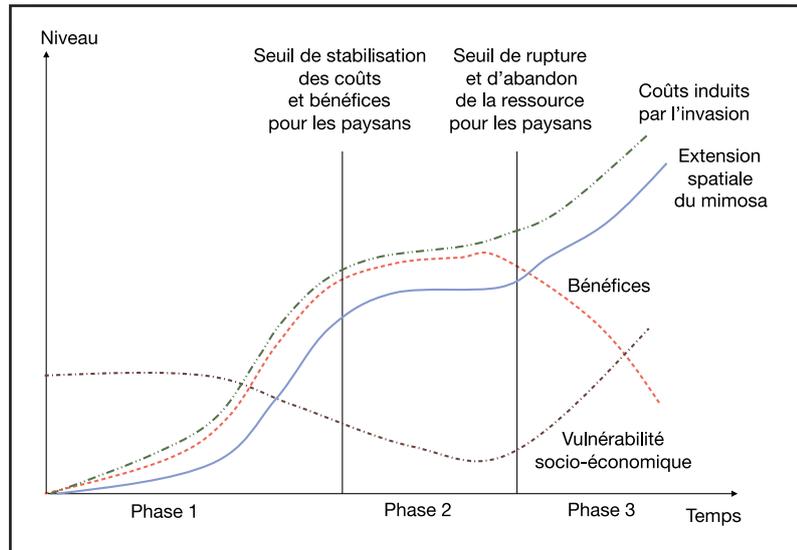


Figure 2.

Modèle de représentation pour interpréter l'évolution des conséquences socio-économiques des acacias invasifs à l'égard des sociétés rurales (inspiré de SHACKLETON *et al.*, 2007). La courbe des bénéfices perçus par les sociétés rurales, liés à la ressource utilisée, suit celle de l'extension spatiale des acacias jusqu'à une période de rupture donnant lieu à l'abandon de la ressource. Durant une première phase, les paysans apprennent à tirer parti de cette nouvelle ressource, diminuant d'autant leur vulnérabilité socio-économique. Une deuxième phase est initiée lorsque les bénéfices stagnent, l'extension spatiale du mimosa et les coûts (ex. : charge en travail pour la mise en culture) afférents à cette invasion étant pour un temps stabilisés. Une troisième phase advient à la suite d'un bouleversement à caractère événementiel, qui conduit les paysans à abandonner leur ressource. Le niveau de vie des paysans s'affaïsse, ou bien ces derniers ont accès à d'autres ressources d'énergie (électricité, gaz). Non contrôlé, l'acacia poursuit alors son extension spatiale. Les coûts induits par cette invasion (ex. : diminution des surfaces pâturées) suivent la même progression. Les paysans d'Ambatofitorahana se situent probablement actuellement en phase 2.

arbres en bordure des rivières les approvisionnant en eau. À l'échelle des seuls espaces ruraux, et à quelques exceptions près, ces acacias restent essentiellement bénéfiques. À une échelle plus large intégrant les espaces urbains, la même espèce devient problématique (SHACKLETON *et al.*, 2007).

Cette prise en compte des effets d'échelle permet de mieux conceptualiser les conséquences des bioinvasions en milieu rural. Le cadre conceptuel conventionnel rattaché à l'analyse des invasions d'espèces exotiques élude souvent le domaine des impacts socio-économiques en milieu rural, en privilégiant les aspects biologiques. De même qu'il est nécessaire d'intégrer une gamme d'échelles spatiales dans l'analyse de l'invasion du mimosa dans les Hautes Terres malgaches, il apparaît tout aussi indispensable d'intégrer

une gamme d'échelles de temps. SHACKLETON *et al.* (2007) ont proposé à cet effet un cadre conceptuel novateur, dont nous nous sommes inspirés pour construire la figure 2 rattachée à notre exemple d'étude.

Cette figure illustre l'évolution dans le temps des conséquences socio-économiques des acacias invasifs au sein des sociétés rurales. Mais le tableau I nous rappelle que l'évaluation des conséquences d'une invasion d'acacias ne peut être correctement réalisée qu'en référence à une gamme complète de niveaux d'organisation des territoires, allant du pays à la parcelle d'exploitation. Or, l'analyse montre que les échelles de temps et d'espace n'apparaissent pas indépendantes. En effet, durant une première phase, l'invasion d'acacias reste essentiellement bénéfique, à l'échelle nationale (par exemple, la reforestation des terrains déboisés

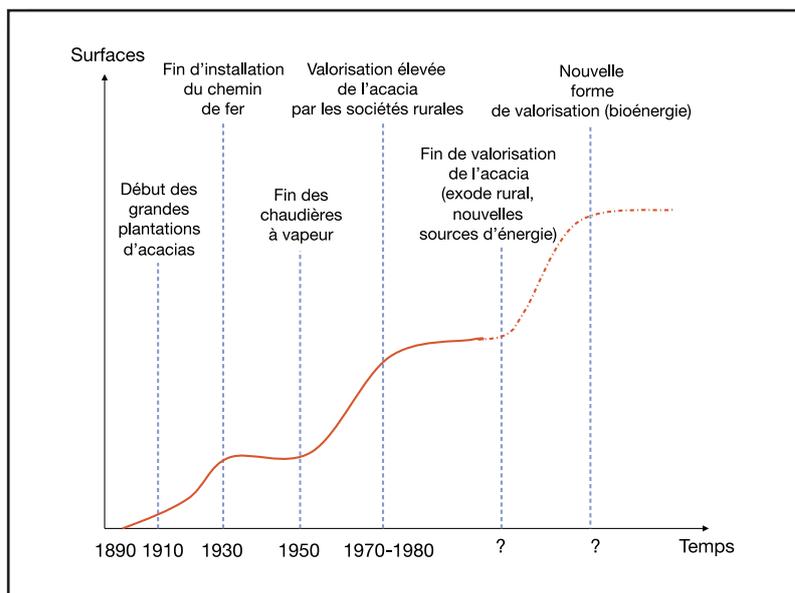


Figure 3.

Schéma simplifié de l'évolution des surfaces en *Acacia dealbata* au cours du temps sur les Hautes Terres malgaches, dont l'axe des ordonnées reste indicatif. Cette évolution se compose de séquences élémentaires constituées d'une phase de valorisation (stabilisation des surfaces) à laquelle succède une phase d'abandon temporaire (augmentation des surfaces). La phase actuelle de valorisation par les sociétés rurales peut, comme cela a été le cas à la Réunion, s'ensuivre d'une phase de désaffectation donnant lieu à un regain d'invasion. Celui-ci se poursuit tant que les insectes ravageurs et les pathogènes locaux ne se sont pas eux-mêmes adaptés à cette nouvelle ressource. Une nouvelle étape intervient ensuite avec une nouvelle forme de valorisation, à la mesure de l'étendue de la ressource.

ou, autrefois, la production de combustibles pour le fonctionnement des lignes de chemin de fer) comme aux échelles les plus restreintes (unités ou petits groupements d'exploitations agricoles). Les coûts induits par ces plantations sont alors minimaux, quelle que soit l'échelle considérée. Dans une deuxième phase, les bénéfices continuent d'être perçus à toutes les échelles, mais les coûts deviennent davantage manifestes aux échelles larges (répercussions sur la biodiversité, par exemple) ou plus fines (difficulté pour les cultivateurs de maîtriser le développement des plantules de mimosa dans leurs parcelles cultivées, par exemple). Une troisième phase advient ensuite pendant laquelle, pour pratiquement toutes les échelles spatiales considérées, les bénéfices ne compensent plus les coûts induits par l'invasion.

Le contrôle durable d'une ressource invasive est-il possible ?

Le mimosa ne fait pas l'objet d'un contrôle en tant que tel à l'échelle du pays ou à quelque autre échelle que ce soit, à l'exception de celle de la parcelle cultivée. Le contrôle de son invasion ne relève donc pas de processus collectifs.

Il apparaît peu vraisemblable qu'étant donné la diversité des situations écologiques de Madagascar l'une au moins d'entre elles n'ait pas un jour à pâtir de cette invasion. *Acacia mearnsii*, espèce proche parente de *A. dealbata*, est aujourd'hui présent dans le parc national de Ranomafana (KULL *et al.*, 2008). *Acacia dealbata* est susceptible, comme *A. mearnsii*, de se développer le long de cours d'eau dans des zones d'intérêt biologique.

Les perspectives de lutte biologique seraient dès lors compromises, étant donné les conflits d'intérêt que cela représenterait, de manière similaire à ce qui est observé en Afrique du Sud où un charançon des semences d'acacia (*Melanterius maculatus*) a été introduit (ZIMMERMANN *et al.*, 2004). Le paradoxe, relevé par DE NEERGAARD *et al.* (2005) pour *A. mearnsii* en Afrique du Sud, est que le facteur le plus favorable à l'extension du mimosa est bien la sous-utilisation des terres et de cette ressource.

Une déprise agricole, opérant en faveur d'un redéploiement vers d'autres activités économiques, pourrait donner lieu à une nouvelle extension du mimosa dans les Hautes Terres malgaches. Une nouvelle forme de valorisation, par exemple sous forme de bioénergie, pourrait constituer un nouveau frein à l'invasion. S'adjoindrait alors une nouvelle séquence élémentaire constituée d'une phase d'abandon suivie d'une phase de valorisation. Cette évolution séquentielle et récurrente de l'extension des acacias australiens en milieu rural est schématisée par la figure 3.

Conclusion

Cette étude réalisée à Ambatofitorahana fournit un nouvel exemple de valorisation d'une bioinvasion par les sociétés rurales. À l'évidence, le paradoxe parfois envisagé en écologie de la conservation entre une bioinvasion et sa valorisation ne rentre pas dans la perception des paysans ayant appris à tirer parti de certaines espèces invasives.

Dans notre zone d'étude, les paysans utilisent de surcroît cette nouvelle ressource en en tirant le meilleur parti possible sous des formes très diverses notamment agroforestières. Les pratiques de culture sont favorables, par les perturbations qu'elles génèrent (ouverture du milieu, feu, travail du sol), à la germination des semences dans le sol, et donc à une reconstitution du

Références bibliographiques

couvert. Inversement, le contrôle de la propagation de l'acacia au sein des parcelles cultivées, mais surtout la pression de prélèvement exercée dans les bois d'acacias, permettent d'en contrôler l'extension. La valorisation paysanne constitue probablement l'un des meilleurs moyens actuels de contrôler l'invasion de *Acacia dealbata* dans les Hautes Terres malgaches.

Cette étude confirme également, de manière plus large, la nécessité de recourir à des changements d'échelle, spatiale, mais aussi temporelle, pour appréhender de manière suffisamment complète les impacts d'une bioinvasion. C'est manifestement dans la variabilité des échelles d'appréhension des bioinvasions que réside le paradoxe évoqué.

La confrontation d'études de ce type, conduites dans d'autres pays des tropiques, devrait concourir à une représentation plus objective des bioinvasions, déclinée selon les diverses échelles requises. Il s'agit tout autant, dans l'étude des bioinvasions, de s'affranchir d'une opposition homme-nature, partage qui, pour reprendre l'expression de LARRÈRE et LARRÈRE (1997), « n'est plus de saison ».

Remerciements

Nous remercions le maire de la commune d'Ambatofitorahana, le chef de la Cireef d'Ambositra, le chef du Ceef d'Ambositra, ainsi que les paysans qui, dans l'anonymat de leur humble condition, ont bien voulu répondre au questionnaire d'enquête. Les recherches sur le terrain ont été financées par l'Australian Research Council (DP 0666131).

AUDRU J., 1980. Étude de factibilité des vallées Sud du lac Alaotra, vallées de la Sasomangana et de la Ranofotsy ; les possibilités d'amélioration de l'alimentation de l'élevage bovin. Madagascar. Maisons-Alfort, France, Gerdat-lemvt, 79 p.

BERTRAND A., 2001. La vache laitière et le sac de charbon. Bois et Forêts des Tropiques, 269 (3) : 43-48.

BINGGELI P., 2003. Introduced and invasive plants. In : Goodman S. M., Benstead J. P. (éd.). The natural history of Madagascar. Chicago, États-Unis, University of Chicago Press, 257-268.

BOLAND D. J., BROOKER M. I. H., CHIPPENDALE G. M., HALL N., HYLAND B. P. M., JOHNSTON R. D., KLEINIG D. A., TURNER J. D., 1984. Forest trees of Australia. Canberra, Australie, Thomas Nelson Australia, Csiro, 687 p.

BORIE J.-M., 1989. Place et intégration de l'arbre dans l'exploitation agricole des petits périmètres irrigués de l'ODR (Madagascar). Montpellier, France, Cnearc/Cirad, 82 p. + annexes.

BRUIJNZEEL L. A., 2004. Hydrological functions of tropical forests : not seeing the soil for the trees ? Agriculture, Ecosystems and Environment, 104 : 185-228.

CARRIÈRE S., RANDRIAMBANONA H., 2007. Biodiversité introduite et autochtone : antagonisme ou complémentarité ? Le cas de l'eucalyptus à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques, 292 (2) : 5-21.

CARRIÈRE S., RANDRIANASOLO E., HENNEFENT J., 2008. Aires protégées et lutte contre les bioinvasions : des objectifs antagonistes ? Le cas de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) autour du parc national de Ranomafana à Madagascar. VertigO, 8 (1) : 1-14.

CASAL J. F., REIGOSA M. J., CARBALLEIRA A., 1985. Potentiel allélopathique de *Acacia dealbata* Link. Revue d'Écologie et de Biologie du Sol, 22 (1) : 1-12.

CASTRO A. P., 1996. The political economy of colonial farm forestry in Kenya : the view from Kirinyaga. In : Sponsel L. E., Headland T. N., Bailey R. C. (éd.). Tropical deforestation : the human dimension. New York, États-Unis, Columbia University Press, 122-143.

DE NEERGAARD A., SAARNAK C., HILL T., KHANYILE M., MARTINEZ BERZOSA A., BIRCH-THOMSEN T., 2005. Australian wattle species in the Drakensberg region of South Africa. An invasive alien or a natural resource ? Agricultural Systems, 85 : 216-233.

DE PIETRI D. E., 1992. Alien shrubs in a national park : can they help in the recovery of natural degraded forest ? Biological Conservation, 62 : 127-130.

DE WIT M. P., CROOKES D. J., VAN WILGEN B. W., 2002. Conflicts of interest in environmental management : estimating the costs and benefits of a tree invasion. Biological Invasions, 3 : 167-178.

DYE P., JERMAIN C., 2004. Water use by black wattle (*Acacia mearnsii*). Implications for the link between removal of invading trees and catchment stream-flow response. South African Journal of Science, 100 : 40-44.

GEESING D., AL-KHAWLANI M., ABBA M. L., 2004. La gestion des espèces de *Prosopis* introduites : l'exploitation économique peut-elle juguler les espèces envahissantes ? Unasylva, 55 (217) : 36-44.

GUREVITCH J., PADILLA D. K., 2004. Are invasive species a major cause of extinctions ? Trends in Ecology and Evolution, 19 (9) : 470-474.

- HINNEWINKEL C., 2002. La montagne convoitée : contribution à l'étude des dynamiques environnementales et sociales dans les Nilgiri (Tamil Nadu, Inde). Thèse de doctorat, Ufr de géographie et aménagement, université Michel de Montaigne, Bordeaux III.
- HOLMES P. M., COWLING R. M., 1997. The effects of invasion by *Acacia saligna* on the guild structure and regeneration capabilities of South African fynbos shrublands. *Journal of Applied Ecology*, 34 : 317-332.
- KAUFMANN J. C., 2004. Prickly pear cactus and pastoralism in southwest Madagascar. *Ethnology*, 43 : 345-361.
- KULL C. A., RANGAN H., 2008. Acacia exchanges : wattles, thorn trees, and the study of plant movements. *Geoforum*, 39 : 1258-1272.
- KULL C. A., TASSIN J., RANGAN H., 2007. Multifunctional, scrubby, and invasive forests ? Wattles in the highlands of Madagascar. *Mountain Research and Development*, 27 (3) : 224-231.
- KULL C. A., TASSIN J., RAMBELOARISOA G., SARRAILH J.-M., 2008. Invasive Australian acacias on western Indian Ocean islands : a historical and ecological review. *African Journal of Ecology*, doi: 10.1111/j.1365-2028.2007.00892.x
- LARRÈRE C., LARRÈRE R., 1997. Du bon usage de la nature : pour une philosophie de l'environnement. Paris, France, Aubier, 355 p.
- MCWILLIAM A., 2000. A plague in your house ? Some impacts of *Chromolaena odorata* on Timorese Livelihoods. *Human Ecology*, 28 (3) : 451-469.
- MICHELLON R., RAZAKAMIARAMANANA, RANDRIAMANANTSOA R., SÉGUY L., 2001. Developing sustainable cropping systems with minimal impacts in Madagascar : direct seeding on plant cover with « soil smouldering » techniques. In : Garcia-Torres L., Benites J., Martinez-Vilela A. (éd.). *Conservation Agriculture : Environment, Farmers Experiences, Innovations, Socio-Economy, Policy*. Proceedings First World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, 1-5 octobre 2001. Rome, Italie, Fao, Bruxelles, Belgique, Ecaf, 45-50.
- O'DOWD D. J., GILL M. A., 1986. Seed dispersal syndromes in Australian *Acacia*. In : Murray D. R. (éd.). *Seed Dispersal*. Sydney, Australie, Academic Press, 87-121.
- PIMENTAL D., 2002. Biological invasions : economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species. New York, États-Unis, CRC Press, 369 p.
- POLLOCK K. M., GREER D. H., BULLOCH T., 1986. Frost tolerance of *Acacia* seedlings. *Australian Forestry Research*, 16 : 337-346.
- RAJOELISON L. G., 1997. Étude d'un peuplement et analyse sylvicole. Manuel forestier n° 5. Antananarivo, Madagascar, Essa-Forêts, 26 p.
- RAKOTOMANANA R. A., 2007. Étude des aspects sylvicoles et socio-économiques du Mimosa commun (*Acacia dealbata*) dans la commune rurale Ambatofitorahana, district d'Ambositra, Région Amoron'I Mania. Antananarivo, Madagascar, Université d'Antananarivo, École supérieure des sciences agronomiques, Département des eaux et forêts, 110 p.
- RAKOTO RAMIARANTSOA H., 1993. Ligneux et terroir d'altitude dans le Vakinankaratra. Antananarivo, Madagascar, Fofifa.
- RICHARDSON D. M., PYSEK P., REJMANEK M., BARBOUR M. G., PANETTA F. D., WEST C. J., 2000. Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6 : 93-107.
- SHACKLETON C. M., MCGARRY D., FOURIE S., GAMBIZA J., SHACKLETON S. E., FABRICIUS C., 2007. Assessing the effects of invasive alien species on rural livelihoods : case examples and a framework from South Africa. *Human Ecology*, 35 : 113-127.
- SIGES T. H., HARTEMINK A. E., HEBINCK P., ALLEN B. J., 2005. The invasive shrub *Piper aduncum* and rural livelihoods in the Finschhafen area of Papua New Guinea. *Human Ecology*, 33 (6) : 875-893.
- TASSIN J., 2008. Vers un autre regard sur les invasions biologiques. *Le Courrier de la Nature*, (237) : 20-25.
- TASSIN J., BALENT G., 2004. Le diagnostic d'invasion d'une essence forestière en milieu rural : exemple d'*Acacia mearnsii* à La Réunion. *Revue Forestière Française*, 56 (2) : 132-142.
- VITOUSEK P. M., D'ANTONIO C. M., LOOPE L. L., REJMANEK M., WESTBROOKS R., 1997. Introduced species : a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 21 (1) : 1-16.
- ZIMMERMANN H. G., MORAN V. C., HOFFMANN J. H., 2004. Biological control in the management of invasive alien plants in South Africa, and the role of the Working for Water programme. *South African Journal of Science*, 100 : 34-40.