

# Mythes et réalités sur l'aménagement des bassins-versants : Effet de la déforestation des versants sur la productivité des bas-fonds

## Introduction

Les forêts tropicales disparaissent globalement à un rythme croissant. Dans plusieurs régions de Madagascar, les taux annuels de déforestation sont estimés à 0,5% pour les régions de subsistance basées sur l'agriculture sur brûlis et 2,0% pour celles accessibles par bonne route (Brand, 2001). Les causes de la déforestation sont multiples et à Madagascar, elles sont liées à la pauvreté, la conversion des terres forestières en pâturages, l'utilisation du bois pour le charbon, les exportations de bois, la consommation de combustible par les ménages, l'insécurité rurale, les problèmes de propriété foncière et l'agriculture sur brûlis.

Les taux élevés de déforestation constituent une préoccupation majeure dans la mesure où la présence des forêts présente de multiples avantages. Cependant, les avantages réels de la forêt sont souvent mal connus. Pour qu'une meilleure compréhension de la valeur et des bienfaits de la forêt puisse aider dans la conception d'une politique plus appropriée, une étude a été menée conjointement par le Projet d'Appui à la Gestion de l'Environnement (PAGE), l'Office National de l'Environnement (ONE) et Cornell University à travers le Programme Ilo. Cette étude se focalise principalement sur l'évaluation des bienfaits des forêts sur les versants par rapport à la productivité de riz, sous l'hypothèse que la déforestation accroît l'érosion et la sédimentation des rizières des bas-fonds<sup>8</sup>.

## 1. Mythes et réalités sur les avantages de la forêt : revue de la littérature

La présence des forêts présente de multiples avantages. Cependant, il y a souvent une confusion sur le rôle réel des forêts au niveau des bassins versants. La liste ci-après résume ces bienfaits de la forêt basée sur la revue de la littérature existante.

### a. Forêt et hydrologie

#### Précipitations

La déforestation est souvent associée à une baisse de la pluviosité locale. Toutefois, la plupart des études avancent qu'il n'y a aucune preuve scientifique que la déforestation soit une cause significative du changement des tendances pluviométriques à proximité des zones concernées (Calder, 1999). Pour Madagascar, il semble que l'impact de la déforestation sur les régimes des pluies sur le Côte Est ne soit pas significatif si on observe les tendances de la pluviométrie enregistrée dans la région de Moramanga entre 1928 et 1994 (Graphique A.1 en annexe).

#### Débits annuels

La plupart des études montrent que la déforestation provoque un débit plus important des rivières dans la mesure où les forêts ont une capacité plus élevée d'évapotranspiration que tout autre type de couverture végétale.

#### Crues et inondations

Selon les croyances populaires, la déforestation en amont augmente la fréquence et la violence des inondations en aval. Néanmoins, des études récentes n'ont pas réussi à trouver de lien significatif entre ces faits. D'après Calder (1999), il semble que la déforestation provoque une plus grande fréquence de petites inondations, mais n'a aucun effet sur celles plus grandes et plus dévastatrices.

#### Nappe phréatique

L'impact de la déforestation sur le niveau de la nappe phréatique peut être négatif ou positif selon le type de couverture végétale qui remplace la forêt. Une recherche effectuée sur la côte Est de Madagascar montre que la transformation de la forêt tropicale en zone d'agriculture

sur brûlis a provoqué une baisse du niveau de la nappe phréatique (Brand, 1997).

### b. Forêt et érosion du sol

#### Erosion du sol

En général, la déforestation augmente l'érosion du sol des bassins versants. L'impact est particulièrement important lorsque les sols qui étaient couverts de forêts sont laissés comme tels, sans aucune couverture végétale (l'érosion est aussi toutefois largement déterminée par les facteurs topographiques et édaphiques). Il est estimé que les volumes d'érosion à Madagascar s'élevaient à 14,6t/ha/an en culture de riz pluvial par rapport à 0,01t/ha/an en couverture forestière et 0,37t/ha/an en jachère (Brand, 1997).

#### Perte de nutriments

Du fait de la déforestation, une quantité importante de substances nutritives stockées dans la couverture forestière est perdue, de même pour les substances minérales. Un tel déficit est particulièrement dramatique durant les années qui suivent immédiatement la déforestation, mais il est réduit quand les parcelles vieillissent (Brand et Pfund, 2000).

#### Charge sédimentaire et en nutriments des rivières

La déforestation provoque une sédimentation et une charge de substances nutritives plus élevées dans les rivières. Cette augmentation dépend beaucoup de l'envergure du bassin versant. Cette charge élevée pourrait provoquer un dépôt accru dans les infrastructures d'irrigation, une sédimentation des sols fertiles ou infertiles, une sédimentation des structures hydroélectriques et des changements dans l'écosystème marin.

### c. Sédimentation et ensablement des parcelles

La sédimentation des parcelles sur plaines dépend de différents facteurs. La sédimentation est étroitement associée à des événements climatiques extrêmes tels que les cyclones tropicaux. Des études montrent que la géologie, la topographie et les phénomènes saisonniers extrêmes sont beaucoup plus importants pour l'inondation et la sédimentation que la couverture forestière. L'impact de la sédimentation dépend largement de la situation de la parcelle par rapport à la rivière : plus le champ est éloigné et élevé par rapport à la rivière, moins il est probable qu'il soit affecté par la sédimentation. La situation géographique de la parcelle aura également une influence sur le type de sédimentation qu'elle va recevoir, laquelle peut être bonne (argile) ou mauvaise (sable) pour la fertilité du sol.

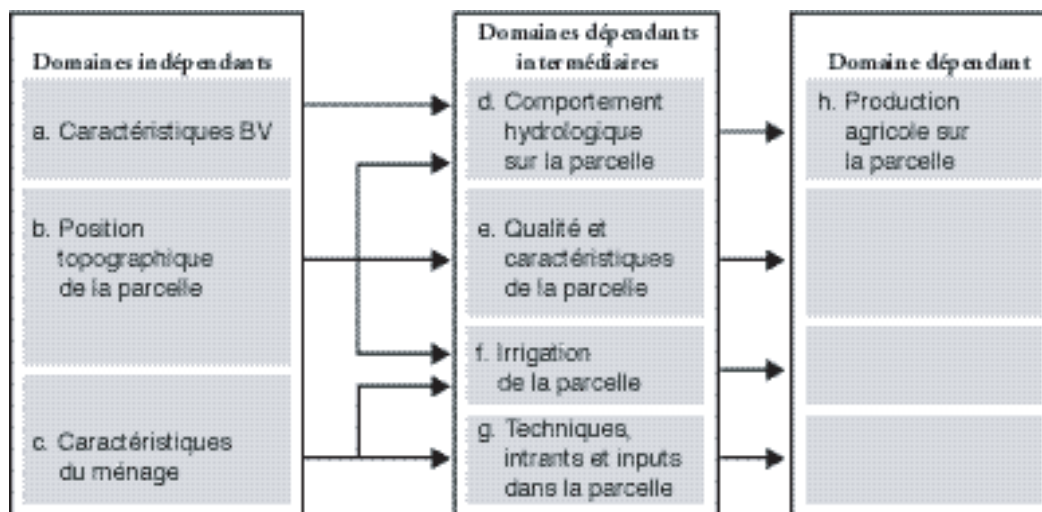
## 2. Données et méthodologie

Pour étudier davantage le lien entre la déforestation et la productivité du riz à Madagascar, une enquête a été organisée en Novembre 2001 dans la région du Nord-ouest de Maroantsetra, au Nord-est de Madagascar. La région a été choisie du fait de la diversité importante en formes et dimensions des bassins versants et du lien causal net perçu entre les activités en amont et les impacts sur les plaines.

D'abord, un recensement de tous les bassins versants a permis d'identifier 65. Pour des raisons logistiques (couverture nuageuse pour l'analyse d'image satellite, inaccessibilité pour les enquêteurs), 52 bassins versants ont été retenus dans l'échantillon. Pour chacun d'eux, des informations sur la couverture forestière, la forme, la superficie, l'élévation, etc. ont été recueillies. Ensuite, un échantillonnage au hasard des ménages a été fait dans chaque bassin versant. En tout, des informations sur 340 rizières et 160 riziculteurs ont été obtenues. Puis, choisis au hasard, des agriculteurs sur tavy ont été interviewés afin d'évaluer les compensations à leur renoncement à l'agriculture sur brûlis.

<sup>8</sup> Pour l'étude complète, voir Brand et al. (2002)

**Graphique 4.1. Relations causales abordées**



Le graphique 4.1 montre les relations causales avancées dans cette analyse physique et économique. La situation topographique, les caractéristiques des ménages et des bassins versants sont considérées comme variables exogènes. Les changements de ces variables pourraient amener des changements des variables intermédiaires, telles que les caractéristiques hydrologiques, la qualité du sol, l'irrigation, le rendement et l'utilisation de main-d'œuvre. La variable dépendante finale et point focal de l'analyse est la productivité du riz. L'analyse est faite en utilisant les techniques de régression multivariée, de fonction de production et la méthodologie d'évaluation contingente.

### 3. Effet de la déforestation sur la qualité des parcelles de bas-fonds

La situation topographique de la parcelle est plus importante pour les fonctions hydrologiques que les caractéristiques du bassin versant.

L'analyse indique que la déforestation des bassins versants n'a qu'un impact limité en aval sur les fonctions hydrologiques, la qualité du sol, ainsi que la disponibilité de l'eau pour l'irrigation des rizières. Nous trouvons par exemple que la situation topographique de la parcelle est plus importante pour les fonctions hydrologiques que les caractéristiques du bassin versant. Les simulations basées sur nos données montrent que la déforestation totale d'un bassin versant peut augmenter la fréquence des inondations et de la sédimentation de 23% et 18% respectivement. Le type de sédiments, dû à la déforestation, change légèrement du type argileux à sablonneux. Les inondations causées par les cyclones peuvent durer 0,34 jours de plus et l'eau sur la parcelle serait de 0,5m plus profonde. L'impact de la déforestation sur la disponibilité de l'eau d'irrigation est moins visible. Néanmoins, aucun de ces résultats de recherche n'est vraiment significatif. L'analyse montre également qu'aucun de ces facteurs ne représente un déterminant majeur pour la productivité de riz.

### 4. Effet de la déforestation sur la productivité du riz

L'aggravation de la déforestation entraîne une baisse de la productivité du riz toutes choses égales par ailleurs.

Une fonction de production a été estimée pour évaluer les effets des différents facteurs déterminants de la production de riz (Tableau 4.33).

Comme prévu, la production de riz est influencée par une multitude de déterminants qui incluent entre autres :

- la superficie : une augmentation de 100% de la surface de terrain accroît de 84% la production rizicole ;
- l'irrigation : plus la rizière est éloignée de la source d'irrigation, plus sa production est faible ; il est estimé que pour chaque parcelle de plus en amont, la production de riz est réduite de 0,82% ;
- l'incidence de la sécheresse : pour chaque mois de sécheresse en plus, la production de riz est réduite de 520 kg par ha ;
- l'utilisation de main-d'œuvre : doubler le nombre de jours consacrés au sarclage augmente de 17% la production de riz ;
- la disponibilité de substances nutritives : les problèmes de disponibilité de l'azote (N), du phosphore (P) ou du potassium (K) réduisent de 21% la production moyenne de riz.

Une variable qui mesure le niveau de la couverture forestière a été ensuite introduite dans la régression. Une évaluation de ce coefficient montre qu'une déforestation doublée - i.e. un changement de la moyenne de 26% à 52% de tous les bassins versants pris en échantillon - diminuerait de 8% la productivité de riz, ceteris paribus. En utilisant ce chiffre pour un bassin versant de 10ha, pour un niveau médian de production de 3 tonnes de paddy par ha et le prix du paddy à 200 ariary/kg, le coût annuel de la déforestation peut être évalué à 480.000 ariary par hectare (40 USD) ou environ 400 USD par an pour le bassin versant dans son ensemble. Avec une escompte à un taux d'intérêt de 10% sur une période de 40 ans, la valeur actuelle de cette surface avant la déforestation de ce type de bassin versant est estimée à 4.000 USD (ceci est la valeur brute ; sans tenir compte des coûts d'opportunité des bénéfices du tavy ou autre production agricole sur colline). Par rapport aux avantages du tavy, il semble que financièrement il soit plus logique pour les cultivateurs de poursuivre l'agriculture sur brûlis, étant donné surtout que le riz sur tavy arrive à une période où aucun riz des bas-fonds n'est disponible.

# Mythes et réalités sur l'aménagement des bassins-versants : Effet de la déforestation des versants sur la productivité des bas-fonds

**Tableau 4.33. Les déterminants de la productivité de riz  
(fonction log - log)**

Variables	Unité	Coef.
Superficie de la parcelle	ares	0,838***
Age estimé de la parcelle	années	-0,072*
Distance parcelle domicile	minute	-0,030
Distance verticale rivière parcelle	mètre	0,032
Distance horizontale rivière parcelle	mètre	0,027
Profondeur du sol	cm	-0,087*
Ordre d'irrigation	rang	-0,115***
Problème d'eau irrigation	mois	-0,094*
Parcelle utilisée comme pépinière	oui = 1	-0,022
Plante indicatrice	bonne = 1	0,096
Education du chef de ménage	années	0,068
Genre du chef de ménage	homme = 1	-0,082
Travaux de sarclage	j. homme	0,166**
Pourcentage de déforestation BV	%	-0,079
Indice de forme BV	indice	0,016
Indice de relief BV	indice	0,332**
Texture limoneuse	oui = 1	0,170*
Texture argileuse	oui = 1	0,180*
Carence en NPK	oui = 1	-0,212***
Rizière en bord de rivière	oui = 1	0,098
Rizière sur plaine	oui = 1	0,039
Intérieur cours d'eau	oui = 1	-0,076
Extérieur cours d'eau	oui = 1	0,143
Irriguée par rivière principale	oui = 1	0,183**
Commune d'Ankofa	oui = 1	-0,204**
Commune d'Ambinanitelo	oui = 1	0,284**
Constante		4,739***

\*\*\*, \*\*, \* : significatif à 1%, 5% et 10% respectivement

Source : Brand, Minten et Randrianarisoa (2002)

## 5. Consentement à payer des riziculteurs pour éviter la sédimentation et l'inondation.

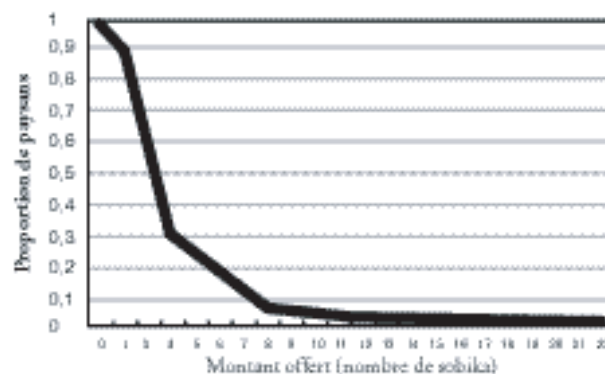
La perception des impacts de la sédimentation et de l'inondation varie selon les agriculteurs. Toutefois, les 50% qui croient que ces phénomènes sont néfastes pour leurs rizières sont prêts à payer pour éviter ces effets.

En supposant qu'un problème d'externalité existe, une option de politique pour résoudre ce problème serait que les riziculteurs en aval paient les efforts de conservation en amont pour réduire l'inondation et la sédimentation des parcelles. Afin d'étudier leur disposition à participer à ce système, une question d'évaluation contingente a été posée aux riziculteurs des plaines.

Les résultats de l'analyse montrent que les cultivateurs sont clairement conscients des effets de la sédimentation et de l'inondation et les incluent dans les valeurs de leur terre. Par exemple, les valeurs des parcelles à sols argileux sont évaluées à 40% de plus que celles à sols sablonneux. Toutefois, l'effet de l'inondation et de la sédimentation est perçu comme ambigu. Si 10% des agriculteurs croient que l'inondation et la sédimentation n'ont pas d'effets sur leurs champs, 40% croient que leurs parcelles tirent maintenant avantage de l'inondation. Toutefois, environ 50% des agriculteurs croient que l'inondation cause des dommages sur leurs rizières. Ainsi, dans la plupart des cas, seuls les cultivateurs qui prévoient des effets négatifs sur leurs parcelles de bas-fonds sont disposés à contribuer aux efforts pour réduire l'inondation et la sédimentation. Les sommes qu'ils sont disposés à payer correspondent aux logiques spatiales et économiques : les ménages riches, ayant accès au crédit et souffrant moins des problèmes saisonniers sont disposés à payer davantage d'une manière significative.

Pour ces ménages disposés à contribuer pour éviter l'inondation et la sédimentation, leur consentement à payer médian correspond à 2 sobika, i.e. 25kg de riz par an par ménage (=4 USD) (Graphique 4.2). Ce résultat est compatible avec l'effet sur la productivité perçu de la déforestation du bassin versant évalué précédemment. Toutefois cette quantité est clairement insuffisante pour organiser un effort de conservation significatif en amont.

**Graphique 4.2. Consentement à payer des riziculteurs pour éviter les inondations et la sédimentation**



Source : Brand, Minten et Randrianarisoa (2002)

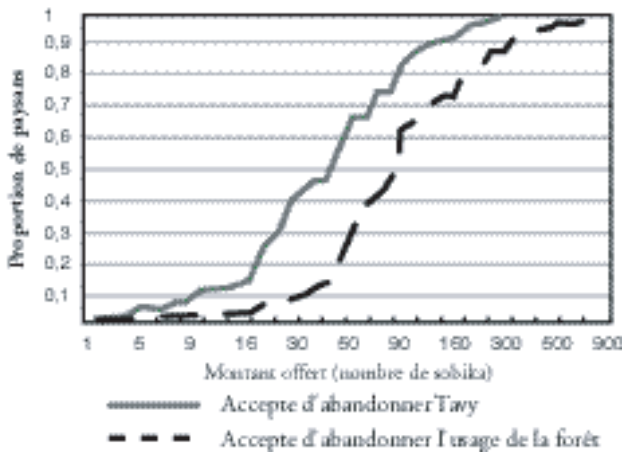
## 6. Paiements pour la conservation pour éviter le tavy

Les cultivateurs sur tavy abandonneront cette pratique et l'usage entier de la forêt contre des dédommagements annuels d'environ 95USD et 195USD par ménage en moyenne respectivement.

Si l'analyse précédente estime la valeur domestique et directe plutôt faible des forêts en pente pour la productivité des bas-fonds, les décideurs politiques pourraient toujours avancer que la biodiversité dans les forêts vaut la peine d'être préservée du fait d'une importante valeur d'option, d'existence et/ou d'héritage des forêts. Une rémunération compensatrice des cultivateurs sur tavy pour renoncer à l'agriculture sur brûlis pourrait ainsi être envisagée (et est actuellement testée dans quelques régions de Madagascar). Une enquête à petite échelle a été organisée au sein des cultivateurs sur tavy pour évaluer les taux de dédommagement appropriés car insuffisants, ils pourraient menacer la viabilité des forêts tropicales.

L'analyse montre que les cultivateurs sur tavy abandonneront cette pratique et l'usage entier de la forêt contre des dédommagements annuels d'environ 95USD et 195USD par ménage en moyenne respectivement (Graphique 4.3). L'analyse économétrique montre la rationalité des réponses des cultivateurs sur tavy selon lesquelles il existe une relation systématique entre la pauvreté et le dédommagement pour avoir renoncé à l'usage de la terre. Les ménages pauvres acceptent une somme plus faible pour abandonner le tavy et l'usage de la forêt, tandis que les mieux éduqués et plus âgés demandent des rémunérations plus élevées.

**Graphique 4.3. Proportion de paysans qui veulent abandonner le tavy et l'usage de la forêt en échange de paiements fixes**



Source : Brand, Minten et Randrianarisoa (2002)

### Conclusion

L'étude montre que les bienfaits domestiques des forêts s'avèrent moindres que prévu. Les riziculteurs sont conscients des effets de la dégradation de l'environnement sur la productivité des bas-fonds. Cependant, en raison des faibles rendements et de la pauvreté, ils sont dans l'incapacité de contribuer largement pour éviter les problèmes de sédimentation.

Etant donné l'endémicité de la faune et la flore de Madagascar, les efforts de conservation s'avèrent nécessaires. Comme il y a peu d'avantages domestiques actuels pour justifier l'arrêt de la déforestation, la communauté internationale devrait supporter une partie de la facture pour la conservation, comme il est justifié à travers les valeurs d'option, d'existence et d'héritage d'autant plus que ces efforts ne sont pas dans l'horizon à court terme d'un pays pauvre comme Madagascar.

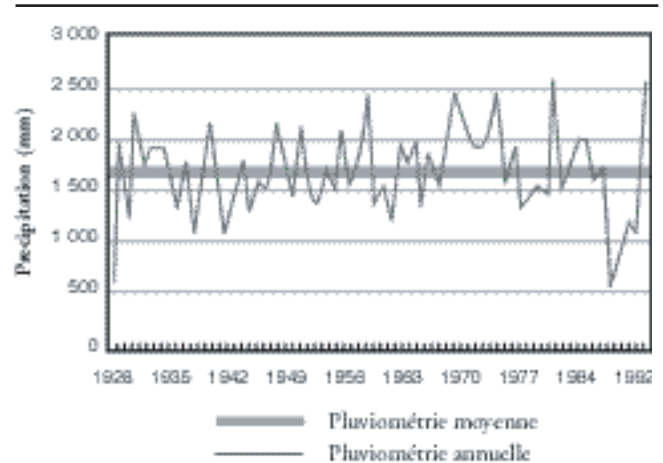
Des efforts de zonage pour l'usage différentiel des bassins versants axés sur l'agro-foresterie, les forêts communales et celles protégées seraient un choix prometteur pour réduire l'érosion des bassins versants. L'impact de la déforestation pourrait être amoindri et la population locale pourrait bénéficier de la culture de produits commerciaux tels que la vanille, le girofle, etc.

Malgré cela, les ménages riches qui imposent une pression plus forte sur les ressources forestières sont parfois aussi ceux qui demandent des compensations les plus élevées i.e. éventuellement une part excessive des fonds. Si ces fonds représentent juste une contrepartie des consentements à abandonner, il y a un risque que les paiements pour un changement dans l'usage des ressources remplacent seulement la différence représentée par l'usage passé des communs. Les dédommagements payés pour conserver la forêt peuvent la protéger dans le sens où une minorité de ménages riches bénéficient de leur statut social et des droits traditionnels, tandis que la majorité de pauvres sont payés pour rester pauvres. En conséquence, il s'avère être important que les systèmes de paiement tiennent compte de ce déséquilibre.

### Références bibliographiques

- Brand J. (1997). Das agro-ökologische system am Ostabhang Madagaskars. PhD-Thesis. University of Berne.
- Brand J. (2001). L'impact des infrastructures sur la déforestation à Madagascar. BEMA-Workshop Cultures sur brûlis. FOFIFA.
- Brand J. et J. Pfund, (1998). Site and catchment level assessment of nutrient dynamics under shifting cultivation in Eastern Madagascar. Agric. Ecosystems Environ. Special Issue on Nutriment Monitoring. Elsevier.
- Brand J., Minten B. et C. Randrianarisoa (2002). Etude d'impact de la déforestation sur la riziculture irriguée : cas des petits bassins-versants de Maroantsetra. Cahier d'Etudes et de Recherches en Economie et Sciences-Sociales, N.06, décembre 2002, FOFIFA, Antananarivo.
- Calder I.R. (1999). The blue revolution : Land use and integrated water resources management, Earthscan Publications, London.

**Graphique A.1. Niveau des précipitations à Moramanga entre 1928 et 1994**



Source : Brand, Minten et Randrianarisoa (2002)