

**Explorer l'évaluation  
des écosystèmes  
comme un outil  
d'avancement vers un  
impact positif net sur  
la biodiversité dans le  
secteur minier**



Nathalie Olsen, Joshua Bishop et Stuart Anstee

# Explorer l'évaluation des écosystèmes comme un outil d'avancement vers un impact positif net sur la biodiversité dans le secteur minier

Nathalie Olsen, Joshua Bishop et Stuart Anstee  
Série technique UICN et Rio Tinto no. 1

978-2-8317-1409-7

Photo couverture :  
© Ravoahangy  
Andriamandranto

Mise en page :  
millerdesign.co.uk

Imprimé par :  
SRO-Kundig SA

Disponible auprès  
du : UICN (Union  
internationale  
pour la conservation  
de la nature)  
Service des  
publications  
Rue Mauverney 28  
1196 Gland  
Suisse

Tél +41 22 999 0000  
Fax +41 22 999 0020  
books@iucn.org  
www.iucn.org/  
publications

Cet ouvrage est imprimé  
sur du papier FSC.

La terminologie géographique employée dans cet ouvrage, de même que sa présentation, ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part de l'UICN ou de Rio Tinto sur le statut juridique ou l'autorité de quelque pays, territoire ou région que ce soit, ou sur la délimitation de ses frontières.

Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de l'UICN ou de Rio Tinto.

L'UICN et Rio Tinto rejettent toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions intervenues lors de la traduction en français de ce document dont la version originale est en anglais.

Publié par : UICN, Gland, Suisse

Droits d'auteur : ©2011 Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources

La reproduction de cette publication à des fins non commerciales, notamment éducatives, est permise sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source soit dûment citée.

La reproduction de cette publication à des fins commerciales, notamment en vue de la vente, est interdite sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits d'auteur.

Citation : Olsen, Nathalie, Bishop, Joshua et Anstee, Stuart (2011). *Explorer l'évaluation des écosystèmes comme un outil d'avancement vers un impact positif net sur la biodiversité dans le secteur minier*. Gland, Suisse : UICN. vii + 40pp.

# Table des matières

	<b>Avant-propos</b>	
	<b>Résumé</b>	
1	<b>Introduction et objectifs</b>	1
2	<b>Contexte et enjeux</b>	3
	2.1 Compensations de biodiversité dans la région d'Anosy à Madagascar	3
	2.2 Portée de l'étude	4
	2.3 État de la biodiversité	6
	2.4 Couvert forestier et déforestation	7
	2.5 Causes de la déforestation	7
	2.6 Population, moyens de subsistance et coûts d'opportunité	8
3	<b>Approche</b>	10
	3.1 Méthodologie	10
	3.2 Coûts de la conservation	11
	3.2.1 Coûts d'opportunité	11
	3.2.2 Coûts de gestion et de mise en œuvre	13
	3.3 Avantages de la conservation	14
	3.3.1 La biodiversité	15
	3.3.2 Services hydrologiques	17
	3.3.3 Stockage et piégeage du carbone	19
	3.3.4 Bioprospection	21
	3.3.5 Écotourisme	21
4	<b>Résultats de l'évaluation</b>	23
	4.1 Évaluation sur la base des coûts	23
	4.2 Évaluation des avantages	24
	4.2.1 Évaluation des avantages pour la TGK	24
	4.2.2 Valeurs à l'hectare	26
	4.3 Répartition des coûts et des avantages	28
	4.4 Analyse de sensibilité	31
	4.5 Points clés	32
5	<b>Application</b>	34
6	<b>Limites de cette étude et travaux futurs</b>	35
	<b>Annexe 1</b>	36
	<b>Annexe 2</b>	37
	<b>Bibliographie</b>	38

## Liste d'abréviations et acronymes

<b>ACB</b>	Analyse coût - bénéfice
<b>ANGAP</b>	Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées
<b>EqCO<sub>2</sub></b>	Equivalent dioxyde de carbone
<b>Ha</b>	Hectare
<b>IPN</b>	Impact positif net
<b>MDP</b>	Mécanisme de développement propre
<b>NAP</b>	Nouvelle aire protégée
<b>PFNL</b>	Produits forestiers non ligneux
<b>PSE</b>	Paiements pour services environnementaux
<b>QMM</b>	QIT Madagascar Minerals
<b>SAPM</b>	Système d'aires protégées de Madagascar
<b>SCEQUE</b>	Système communautaire d'échange de quotas d'émission (UE)
<b>USAID</b>	United States Agency for International Development (Organisme de coopération au développement des Etats-Unis)
<b>VAN</b>	Valeur actuelle nette
<b>VDP</b>	Volonté de payer, Consentement à payer

## Liste des tableaux

1	Superficie et couvert forestier de Tsitongambarika et de la nouvelle aire protégée (NAP)	9
2	Utilisations proposées et zonage de Tsitongambarika	10
3	Aperçu des coûts annuels de conservation à l'hectare	18
4	Calcul de la valeur d'existence de la biodiversité par hectare et par an	21
5	Calcul des avantages liés à la réduction de l'érosion	23
6	Calcul de la valeur des émissions d'eqCO <sub>2</sub> évitées	25
7	Aperçu de la valeur des coûts et des avantages	29
8	Valeurs annuelles et actualisées des coûts et des avantages de la conservation par hectare	31
9	Impact de la perte de revenus agricoles sur les revenus des ménages	35
10	Répartition des coûts et des avantages et compensations potentielles	36
11	Analyse de sensibilité	38

## Liste des figures

1	Forêt de Tsitongambarika et région d'Anosy	9
2	Valeurs actualisées des coûts et des bénéfices liés à la conservation de la TGK	30
3	Valeur actualisée à l'hectare des coûts et des avantages de la conservation	33

# AVANT-PROPOS

Rio Tinto, qui regroupe Rio Tinto plc. et Rio Tinto Limited, est l'un des principaux groupes miniers du monde. Il produit notamment de l'aluminium, du cuivre, du minerai de fer, du charbon et de l'uranium. Recouvrant toutes les étapes de la filière minière, ses activités s'étendent dans le monde entier, avec une concentration particulière en Australie et en Amérique du Nord. Dans tous les pays où il est présent, Rio Tinto met l'accent sur la santé, la sécurité et le développement durable. Le groupe travaille en collaboration étroite avec les autorités et les collectivités, au niveau national et local, respectant leur législation et leurs coutumes et assurant un partage équitable des avantages et des opportunités.

L'UICN, Union internationale pour la conservation de la nature, est la plus ancienne et la plus grande organisation mondiale de l'environnement. Elle compte plus de 1 000 membres, gouvernements et ONG, et près de 11 000 experts bénévoles dans quelque 160 pays. Pour mener à bien ses activités, l'UICN dispose d'un personnel composé de plus de 1 000 employés répartis dans 60 bureaux et bénéficie du soutien de centaines de partenaires dans les secteurs public, privé et ONG, dans le monde entier. L'UICN œuvre dans les domaines de la biodiversité, des changements climatiques, de l'énergie, des moyens d'existence et lutte en faveur d'une économie mondiale verte, en soutenant la recherche scientifique, en gérant des projets dans le monde entier et en réunissant les gouvernements, les ONG, l'ONU et les entreprises en vue de générer des politiques, des lois et de bonnes pratiques.

En 2004, lors du Congrès mondial de la nature, le groupe Rio Tinto s'est engagé publiquement en faveur de la conservation de la diversité biologique, en établissant comme objectif à long terme un « impact positif net » sur la biodiversité. Toujours en 2004, le Conseil, organe directeur de l'UICN, a adopté une « Stratégie pour améliorer la collaboration de l'UICN avec le secteur privé ». Cette stratégie envisage une économie mondiale durable où les entreprises sont des partenaires engagés et efficaces œuvrant pour un monde juste qui valorise et conserve la nature. L'UICN travaille en priorité avec des secteurs où le changement est particulièrement urgent et important en raison de leurs impacts à grande échelle sur l'environnement et l'équité sociale, ou bien où le changement nécessite l'engagement des sociétés et de leurs dirigeants, ou encore là où il existe un fort potentiel de contribution d'une entreprise à la conservation environnementale.

En 2010, suite à des procédures d'audit très complètes, Rio Tinto et l'UICN ont signé un accord de collaboration pour une durée de trois ans. Cet accord vise à mettre en place une collaboration permettant à Rio Tinto d'améliorer ses résultats en matière de conservation de la biodiversité, de renforcer les capacités des deux partenaires en matière d'approches de marché pour la conservation environnementale, et d'améliorer les résultats environnementaux de l'ensemble du secteur minier et d'autres secteurs connexes. L'UICN et Rio Tinto reconnaissent que, pour parvenir à des solutions durables en matière de conservation et d'environnement, la coopération et l'engagement au niveau de l'ensemble du secteur jouent un rôle crucial. La collaboration entre l'UICN et Rio Tinto doit leur permettre de mieux connaître leurs priorités et leurs enjeux respectifs, de réunir leur expérience et leurs compétences, et de mettre en place des programmes et des actions susceptibles de créer de la valeur et de contribuer à améliorer les performances de l'UICN, de Rio Tinto et de l'ensemble du secteur minier.

*Dennis Hosack et Stuart Anstee*

# RÉSUMÉ

Rio Tinto s'est fixé pour objectif politique de parvenir à un impact positif net (IPN) de ses activités sur la biodiversité. Pour atteindre ce but, le groupe associe des méthodes de pointe destinées à éviter et à atténuer les impacts et à restaurer les écosystèmes, à des compensations de biodiversité et d'autres actions de conservation. A Madagascar, dans le cadre de sa stratégie de compensation, Rio Tinto envisage d'apporter son soutien à la conservation d'environ 60 000 hectares de forêts tropicales planitiaires, afin de compenser en partie les impacts résiduels inévitables de ses activités minières dans la région. Les espaces naturels à préserver et les avantages qui en résultent pour la biodiversité devraient égaler et éventuellement dépasser les gains de conservation nécessaires pour compenser les impacts résiduels de l'exploitation minière.

*L'étude conclut que la conservation comporte d'importants avantages économiques nets dus principalement au stockage du carbone.*

Rio Tinto a commandé une étude à l'UICN afin d'estimer la valeur monétaire des avantages pour la biodiversité attendus du projet de conservation des forêts. Cette étude examine les coûts de la conservation, y compris l'investissement initial, les coûts d'entretien des aires protégées, et les coûts d'opportunité supportés par les populations locales lorsqu'elles perdent l'accès à des terres qui leur ont historiquement fourni de la nourriture et des revenus dans les périodes difficiles, ainsi que des possibilités d'expansion agricole. Les avantages pour les écosystèmes comprennent la sauvegarde d'habitats de faune et de flore sauvages (2,9 millions de US\$), la régulation hydrologique (470 000 US\$) et le stockage du carbone (26,8 millions de US\$). Les avantages potentiels de l'écotourisme (2,5 millions de US\$) n'ont pas été pris en compte dans l'analyse, car des changements dans le tourisme régional sont généralement censés entraîner une réduction de l'activité touristique dans le reste du pays. L'étude conclut que la conservation comporte d'importants avantages économiques nets (environ 17,3 millions de dollars nets de coûts), dus principalement au stockage du carbone.

Plusieurs des avantages liés aux services écosystémiques ont une incidence à l'échelle mondiale (par exemple, les habitats d'espèces sauvages ou le stockage du carbone), tandis que les coûts de conservation sont principalement supportés par les collectivités locales, dont l'accès aux ressources forestières se trouverait restreint. L'étude souligne la nécessité et l'ampleur potentielle des indemnités à envisager pour les populations locales, par exemple à travers des paiements pour des services environnementaux (PSE). La valeur correspondant au stockage du carbone est importante, mais les collectivités locales devraient recevoir un quart environ des revenus potentiels liés à la Réduction des émissions issues de la déforestation et de la dégradation des forêts (REDD), pour ne pas être désavantagées par les mesures de conservation ; pour améliorer leur situation par rapport à la normale, la moitié des revenus potentiels de la REDD devrait leur revenir. D'une façon plus générale, l'étude montre comment les valeurs économiques des ressources naturelles peuvent être incorporées dans la prise de décisions, tant environnementales que pour les activités des entreprises.

# 1 INTRODUCTION ET OBJECTIFS

L'utilisation de compensations de biodiversité pour compenser les effets négatifs inévitables de projets de développement et de l'activité économique en général suscite un intérêt croissant (*Business and Biodiversity Offsets Programme*, ten Kate *et al.*, 2004). Rio Tinto, l'un des grands acteurs mondiaux du secteur minier, a adopté en 2004 une politique d'« impact positif net » (IPN) sur la biodiversité dans ses domaines d'activité. Pour atteindre cet impact positif net, le groupe associe des méthodes de pointe destinées à éviter et à atténuer les impacts négatifs, ainsi que des mesures de restauration des écosystèmes, à des compensations de biodiversité et d'autres actions de conservation (Rio Tinto, 2008).

*Rio Tinto a adopté en 2004 une politique d'« impact positif net » sur la biodiversité.*

Le recours à des mesures de compensation de la perte inévitable de biodiversité résiduelle est de plus en plus fréquent chez les entreprises. Ces mesures sont d'ailleurs obligatoires au titre de la législation dans plusieurs pays où opère Rio Tinto. Dans des circonstances appropriées, la mise au point d'un ensemble intégré de mesures de compensation, ainsi que d'actions de conservation complémentaires,<sup>1</sup> peut contribuer à atteindre l'objectif IPN de Rio Tinto, tout en répondant aux obligations établies par la législation et en optimisant les gains de conservation. Depuis 2004, Rio Tinto a effectué des essais pilote de méthodologies de compensation sur certains de ses sites, en Australie, aux Etats-Unis et dans l'un de ses sites les plus récents, QIT Madagascar Minerals (QMM).

Rio Tinto estime que, grâce aux activités de conservation de QMM, les gains de biodiversité découlant des actions de compensation vont dépasser la quantité requise pour compenser les impacts résiduels inévitables de ses activités minières à Madagascar. Suite à ce constat, plusieurs questions se posent :

- Quelle est la valeur de ce gain « excédentaire » ou « crédit » de biodiversité?
- Quels sont les coûts de production de ces crédits et qui paie ces coûts ?
- Qui bénéficie de la production de crédits « excédentaires », et à combien se montent ces bénéfices ?

Cette étude examine les coûts de conservation et la valeur des avantages liés à la biodiversité pour la zone couverte par le projet QMM et ses alentours, mettant particulièrement l'accent sur le complexe forestier de Tsitongambarika (TGK). L'objectif consiste à déterminer et à quantifier la valeur des modifications des services des écosystèmes issues d'interventions particulières privilégiant des modalités de conservation de la forêt, différentes des méthodes courantes, à savoir poursuite de la déforestation et dégradation des écosystèmes. Le terme biodiversité est entendu au sens large : il comprend la diversité génétique, des espèces et des écosystèmes. Bien que portant essentiellement sur la biodiversité forestière, cette analyse incorpore

---

<sup>1</sup> Les « actions complémentaires de conservation » comportent un vaste éventail d'activités favorables à la biodiversité, mais dont les effets ou les résultats sont parfois difficiles à quantifier. Même si les « résultats de biodiversité » de ces actions sont difficiles à mesurer, ces dernières représentent un élément essentiel de la contribution de Rio Tinto à la conservation de la biodiversité.



aussi des avantages économiques liés au piégeage du carbone dans la biomasse et au maintien des fonctions hydrologiques des bassins versants boisés.

Deux méthodes sont employées pour estimer la valeur de la biodiversité forestière. Premièrement, les coûts de conservation sont évalués afin de chiffrer le coût de la fourniture d'un ensemble de services écosystémiques à l'hectare. Deuxièmement, une évaluation de la demande examine les avantages pour les populations humaines des modifications intervenues dans la fourniture de ces services écosystémiques. Si des unités ou des « hectares de biodiversité » étaient échangées dans le contexte des dispositifs compensatoires, comme c'est le cas pour les « banques de compensation de la conservation » et « des zones humides » aux Etats-Unis, ou les « banques de la biodiversité » en Nouvelle-Galles du Sud (Australie),<sup>2</sup> les prix s'établiraient probablement quelque part entre les estimations inférieures, fondées sur les coûts, et les estimations supérieures, fondées sur les avantages de la biodiversité et des services écosystémiques. La transposition des avantages (connue aussi sous le nom de transposition de la valeur) est la source principale des valeurs à l'unité utilisées ici pour les services écosystémiques (voir Bateman *et al.*, 2009 ; DEFRA, 2007 ; Navrud et Brouwer, 2007). La transposition des avantages est une méthode qui estime la valeur économique des services écosystémiques en transposant dans un autre contexte ou dans un autre lieu des informations disponibles issues d'études existantes sur un contexte donné. Ceci peut se faire sous la forme d'une transposition de la valeur unitaire ou de la valeur de la fonction (OCDE, 2005).

Les compensations de biodiversité sont « des résultats de conservation mesurables, issus d'actions conçues afin de compenser des impacts négatifs résiduels pour la biodiversité découlant de la mise en œuvre d'un projet après avoir pris les mesures appropriées de prévention et d'atténuation » (BBOP, 2009). Dans cette étude, le terme « crédit » est employé pour désigner les hectares de biodiversité qui sont conservés et qui pourraient être utilisés pour compenser les impacts du projet, mais qui n'ont pas encore été utilisés pour la compensation. Les gains de biodiversité sont comparés aux coûts de la conservation, mais les coûts des impacts de l'activité minière n'ont pas été déduits.<sup>3</sup> A cet égard, cette analyse doit être considérée comme une première étape dans la démarche d'évaluation de l'impact environnemental total de la mine. En d'autres termes, le bénéfice net renvoie ici aux avantages pour la conservation moins le coût de la conservation, mais ne prend pas en compte les coûts des impacts résiduels de la mine elle-même.

Une partie au moins de ces derniers coûts sont pris en compte séparément au moyen d'une compensation de biodiversité dédiée, financée par Rio Tinto et décrite par Temple *et al.*, 2011.

---

<sup>2</sup> Voir Agence de protection environnementale des Etats-Unis, [www.epa.gov/wetlands](http://www.epa.gov/wetlands), Ecosystem Marketplace [www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/web.page.php?section=biodiversité\\_market&page\\_name=uswet\\_market](http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/web.page.php?section=biodiversité_market&page_name=uswet_market), [www.environment.nsw.gov.au/biobanking/](http://www.environment.nsw.gov.au/biobanking/)

<sup>3</sup> Le bénéfice net d'une compensation de biodiversité équivaut au bénéfice de la compensation moins le coût de l'impact résiduel du projet et le coût de la compensation (BBOP, 2009).

# 2 CONTEXTE ET ENJEUX

## 2.1 Compensations de biodiversité dans la région d'Anosy à Madagascar

Par l'intermédiaire de sa filiale QMM, Rio Tinto extrait de l'ilménite dans le sud-ouest de Madagascar. L'ilménite contient de l'oxyde de titane, un pigment utilisé pour les peintures, le papier et les plastiques. Un premier envoi de 35 000 tonnes a été expédié en mai 2009 depuis un port construit exprès à Ehoala, au sud de Fort-Dauphin, au complexe métallurgique de Rio Tinto à Sorel (Québec, Canada). QMM vise à exporter jusqu'à 750 000 tonnes d'ilménite chaque année pendant la première phase ; lors d'étapes ultérieures, elle pourrait accroître sa production et exporter jusqu'à 2,2 millions de tonnes par an.<sup>4</sup> Selon les estimations, la consommation mondiale de pigment à base de dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>) devrait progresser de près de 3% par an et passer de 4,96 millions de tonnes en 2008 à 6,25 millions de tonnes d'ici 2015.<sup>5</sup>

Bien que QMM applique la hiérarchie d'atténuation des effets environnementaux (éviter, atténuer, restaurer), il reste quelques impacts résiduels inévitables des activités du groupe sur la biodiversité ; c'est pourquoi Rio Tinto a décidé d'explorer les possibilités offertes par les compensations de biodiversité. Dans le cadre de son engagement pour un « impact positif net » sur la biodiversité, QMM a élaboré et met en œuvre actuellement un plan d'action et une stratégie détaillée de compensation pour la biodiversité (Temple et Ekstrom, 2010).

*QMM a étudié les écosystèmes importants pour la biodiversité situés à l'extérieur de cette zone et qui sont similaires aux sites d'impact du projet, ainsi que les moyens d'existence de la population, en vue d'y trouver une source possible de compensations complémentaires pour atteindre l'IPN.*

Plusieurs études ont été entreprises afin de fournir des données écologiques de base sur les forêts voisines du site d'activités de QMM. Ces travaux ont servi aux calculs de gain et de perte de biodiversité, qui indiquent qu'il n'est pas possible de compenser intégralement les effets négatifs résiduels de la mine sur la forêt littorale dans le cadre de la zone couverte par le bail de QMM. En conséquence, QMM a étudié les écosystèmes importants pour la biodiversité situés à l'extérieur de cette zone et qui sont similaires aux sites d'impact du projet, ainsi que les moyens d'existence de la population, en vue d'y trouver une source possible de compensations complémentaires pour atteindre l'IPN, si besoin était. Les sites étudiés dans le cadre de ce travail comprennent les forêts littorales de St Luce et Mahabo (à 210 km au nord de Fort-Dauphin), ainsi que d'autres sites, notamment Ambatotsirongorongo (AMB) et le complexe forestier de Tsitongambarika (TGK). La conservation de TGK a été entreprise au titre de compensation potentielle « hors nature », au cas où il ne serait pas possible de réhabiliter ou de conserver des étendues suffisantes de forêt littorale menacée pour assurer une compensation « en nature ». Probablement, la conservation de près de 1000 hectares de la partie la plus septentrionale de TGK (à Bemangidy) contribuera à compenser l'impact de QMM (voir Rio Tinto, 2011, pour une description plus détaillée des modalités permettant d'atteindre l'IPN pour QMM).

QMM et plusieurs parties prenantes examinent les différents ensembles possibles de sites de compensation de la biodiversité, pour savoir lequel peut mieux contribuer à atteindre l'IPN, tout en assurant, de façon durable et rentable, des résultats significatifs en matière de conservation régionale et de moyens de subsistance. Dans ce contexte,

<sup>4</sup> [www.riotintomadagascar.com/english/aboutQMM.asp](http://www.riotintomadagascar.com/english/aboutQMM.asp)

<sup>5</sup> <http://news.webindia123.com/news/articles/India/20081104/1095492.html>

en partenariat avec les parties prenantes, QMM et Rio Tinto sont très engagés et soutiennent des programmes de conservation déjà en place ou nouveaux, dont le projet du Jardin botanique de Missouri à Mahabo et les travaux préparatoires de désignation d'une aire protégée à TGK et AMB, avec Asity Madagascar, Birdlife International et la Wildlife Conservation Society. Rio Tinto finance également un ensemble de projets expérimentaux de conservation communautaire dans des zones de TGK proches de ses sites d'exploitation.

## 2.2 Portée de l'étude

*Plus de 10 000 hectares de forêt ont été perdus, et la déforestation se poursuit à un rythme de 1% à 2% par an, notamment en raison de la conversion agricole découlant de l'agriculture itinérante.*

Cette étude porte sur la biodiversité et les services écosystémiques dans une partie importante de Tsitongambarika, la forêt humide planitiaire la plus étendue restante dans le sud du Madagascar. Cette forêt se caractérise par une riche biodiversité, elle assure d'importants services écosystémiques et la population locale en dépend fortement pour ses moyens de subsistance. Cependant, plus de 10 000 hectares de forêt ont été perdus, et la déforestation se poursuit à un rythme de 1% à 2% par an, notamment en raison de la conversion agricole découlant de l'agriculture itinérante (appelée *tavy* en langue malagasy). La dégradation est également due à une exploitation forestière non viable et souvent illégale, et à un prélèvement non durable de produits de la forêt et de bois de feu.

TGK fait l'objet d'une procédure de classement en aire protégée, qui n'est pas encore finalisée. L'instabilité politique prévalant actuellement à Madagascar a retardé ces désignations pour l'ensemble du pays ; TGK n'a qu'un statut temporaire d'aire protégée pour l'instant. Lorsque la procédure sera finalisée, la nouvelle aire protégée s'étendra sur 60 509 hectares.

**Tableau 1** Superficie et couvert forestier de Tsitongambarika et de la nouvelle aire protégée (NAP)

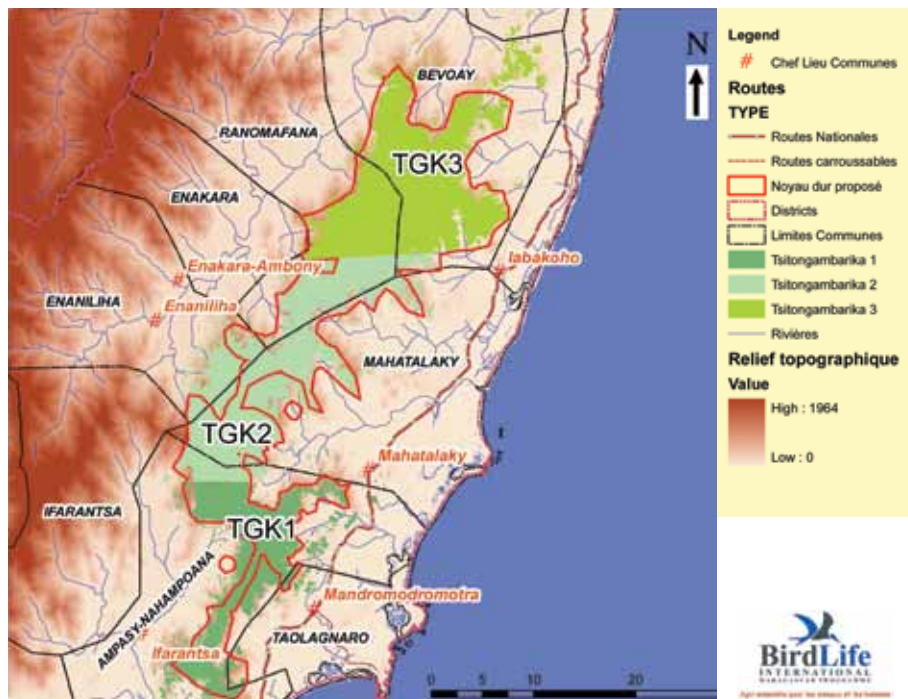
	TGK 1	TGK 2	TGK 3	Total TGK
Superficie totale (ha)	15 000	25 000	25 000	65 000
Etendue de forêt dense (ha)	12 125	20 937	20 160	53 222
Etendue de forêt secondaire ou de mosaïque paysagère (ha)	2 875	4 063	4 840	11 778
Etendue de TGK dans la NAP (ha)				60 509
Etendue de forêt dense dans la NAP (ha)				53 222
% de forêt dense dans la NAP*				88%

\*Toute la forêt dense restante dans la TGK fait partie de la nouvelle aire protégée.

**Source :** Données d'Andriamasimanana, 2008 ; calculs des auteurs

TGK comprend trois zones distinctes, TGK I, II et III, couvrant dans l'ensemble près de 65 000 ha (Figure 1). TGK I (15 000 ha) et TGK II (25 000 ha) font partie du domaine forestier privé de l'Etat et ont été officiellement déclarées « Forêts Classées ». TGK III (25 000 ha) n'est pas encore classée, mais elle fait partie du

<sup>6</sup> Décret 3240-MAER/FOR, 6 novembre 1965 pour TGK I et Décret 2241-MAER/SEGREF/FOR/DOM, 4 juin 1970 pour TGK II.



**Figure 1** Forêt de Tsitongambarika et région d'Anosy

Source: Andriamasimanana (2008).

domaine forestier public de l'Etat. TGK I, II et III sont appelées collectivement TGK123 ou massif forestier de Vohimena, d'après la chaîne montagneuse du même nom se trouvant au nord de Fort-Dauphin (connue aussi sous le nom de Tolagnaro). Dans cette étude, sauf indication contraire, l'appellation TGK désigne l'ensemble de TGK I, II et III.

**Le Tableau I** ci-dessus présente un aperçu des informations relatives à la couverture forestière restante de TGK. D'après l'étude d'Andriamasimanana (2008), il reste 12 125 ha de forêt à TGK I, composées de peuplements quelque peu fragmentés, probablement en raison de coupes relativement fréquentes. TGK II compte près de 20 937 ha de forêt, avec des peuplements moins fragmentés et plus proches de leur état naturel. TGK III comprend 20 160 ha de forêt en très bon état et montre peu de signes de perturbations dues aux activités humaines, sauf pour de petites coupes le long des lisières. La nouvelle aire protégée est constituée, pour près de 88%, de forêt primaire intacte, le reste étant de la forêt secondaire de bonne qualité ou une mosaïque de paysages.

En matière de gestion forestière, un zonage de la TGK est en cours pour améliorer la protection et l'utilisation durable ; elle passera du statut de « Forêt Classée »<sup>7</sup> à celui

<sup>7</sup> Une « Forêt Classée » est une forêt incorporée dans le domaine national forestier privé ; elle est gérée par le Ministère des forêts en vertu d'un décret spécifique. Il y a au total 259 « Forêts Classées » à Madagascar. Leur gestion implique une exploitation forestière avec quelques restrictions.

d'aire protégée, dans le cadre du Système national d'aires protégées de Madagascar (SAPM). Les propositions de zonage de la nouvelle aire protégée sont formulées par les collectivités locales ; elles sont résumées dans le **Tableau 2** ci-dessous. La forêt regroupe des zones de conservation stricte (noyau dur), d'utilisation durable locale (utilisation contrôlée), d'habitation contrôlée et de restauration/reboisement. Au moment de la rédaction de ce document, les étendues correspondantes sont en cours de négociation. Plus de la moitié (54%) de la surface totale de la TGK incorporée dans la nouvelle aire protégée doit faire l'objet d'une protection stricte. Un peu moins de la moitié (46%) est affecté à l'utilisation durable locale. 1% est mis de côté pour l'habitation. Les zones dégradées à restaurer et à reboiser ne font pas partie de la nouvelle aire protégée. Le zonage étant fondé sur des propositions locales, nous supposons que les espaces affectés à l'utilisation durable locale suffisent à satisfaire les besoins des communautés locales, à l'heure actuelle et dans un avenir prévisible.

**Tableau 2 Utilisations proposées et zonage de Tsitongambarika**

Zones	Surface de TGK dans la NAP divisée en zones		% de forêt primaire
	Etendue en ha	%	
Etendue totale de la NAP	60 509	100	88
Conservation ( <i>noyau dur</i> )	32 383	54	100
Utilisation durable ( <i>Zone d'utilisation contrôlée</i> )	27 533	46	75
Habitation ( <i>Zone d'habitation contrôlée</i> )	498	1	0
Restauration / Reboisement	en dehors de la NAP		0

Source : Données Asity, 2009 et Andriamasimanana, 2008

### 2.3 Etat de la biodiversité

Madagascar est une île dotée d'un degré très élevé de diversité biologique et d'endémisme (Myers *et al.*, 2000 ; Critical Ecosystem Partnership Fund, 2000). TGK, selon les biologistes, a une biodiversité floristique et faunistique extrêmement riche (Ramanitra *et al.*, 2006). Plus de 80% des espèces sont endémiques. Une étude de la biodiversité a été menée en 2005/2006 (Ramanitra *et al.*, 2006), mettant l'accent sur le nord-est et l'ouest de TGK III et de plus petites zones de TGK I et II. Les inventaires botaniques ont fait état de 165 genres et 76 familles dans la forêt, avec plus de mille espèces de plantes. Sept espèces de chauves-souris, soit un nombre élevé, ont été recensées, dont six endémiques. En revanche, le nombre de lémuriers (sept espèces) est faible à TGK comparé à d'autres forêts humides, ce qui a été attribué aux perturbations causées par l'activité humaine (destruction d'habitats et chasse). La richesse herpétologique est élevée comparée à d'autres forêts humides et aux forêts sèches voisines, avec 70 espèces de reptiles et 56 espèces de batraciens. TGK est aussi une zone importante pour la conservation des oiseaux : elle héberge deux espèces importantes à aire de répartition restreinte, menacées à l'échelle mondiale.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Voir [www.birdlife.org/action/science/sites/index.html](http://www.birdlife.org/action/science/sites/index.html) pour les catégories.

84 espèces d'oiseaux, dont plus de 60% sont endémiques, ont été identifiées. Onze espèces sont classées « Menacées » selon la Liste rouge de l'UICN.

## 2.4 Couvert forestier et déforestation

*Anosy est l'une des rares régions malgaches où le taux de déforestation pour la période 2000-2005 était plus élevé qu'en 1990-2000, surtout en raison de coupes importantes et d'incendies.*

Les taux annuels de déforestation à Madagascar vont de 0,5% dans les zones isolées menacées principalement par l'agriculture itinérante (*tavy*) à 2% dans les zones accessibles par de bonnes routes (Brand *et al.*, 2003). Malgré des efforts récents pour améliorer la gestion de la forêt de TGK, la pression y reste forte. En fait, Anosy est l'une des rares régions malgaches où le taux de déforestation pour la période 2000-2005 (1,02%, avec une moyenne nationale de 0,55%) était plus élevé qu'en 1990-2000 (0,42%), surtout en raison de coupes importantes et d'incendies (Holmes et Burren, 2007). L'exploitation illégale de bois précieux est aussi un problème récurrent, que le département des forêts et la gestion communautaire ne sont pas parvenus à résoudre. La déforestation a été particulièrement rapide dans le nord de la TGK (Manantenina et Ampasimena) et dans certaines parties de TGK I, près de Fort-Dauphin (voir Annexe 1).

L'Annexe 2 présente les modifications du couvert forestier entre 1990 et 2005 pour treize communes comportant des tronçons de la TGK. Entre 2000 et 2005, le taux de déforestation est très variable, allant de 0,16% à Ranomafana dans le nord, à 8,83% à Mandromodromotra dans le sud-est, près de Fort-Dauphin, et sur le littoral. Le taux annuel de déforestation pour l'ensemble de la TGK était de 0,83% entre 2000 et 2005. Dans les communes de l'est (1,46% par an de 2000 à 2005), il était plus rapide qu'à l'ouest (0,37% par an de 2000 à 2005).

Compte tenu de la variabilité spatiale des taux de déforestation, cette étude prend pour hypothèse un taux de 1% pour l'ensemble de la forêt en l'absence de mesures de conservation. Si la moyenne est de 1%, le taux de déforestation dans les communes de l'est s'établit à 2% ou plus.

Dans l'hypothèse de conservation utilisée pour l'analyse coût/bénéfice, il est supposé que le taux de déforestation de l'ensemble de la forêt peut être réduit à zéro. Il est supposé aussi que la zone d'utilisation contrôlée prévue à des fins de production durable locale (telle que définie par les communes ou les *fokontany*<sup>9</sup>) suffit à prévenir une dégradation forestière et une déforestation accrues. Quelque 20 000 personnes seraient affectées par la conservation de TGK (Jennifer Talbot, communication personnelle, 2010). Les 27 533 ha (46%) affectés à l'utilisation durable locale (près de 1,4 ha par personne) sont estimés suffisants pour répondre aux besoins des foyers concernés en produits de la forêt. Sur la base de ces hypothèses, aucune « fuite » (déplacement) de la déforestation ne devrait avoir lieu à l'horizon de planification prévu (30 ans). Des études futures pourraient évaluer utilement les implications du déplacement de la déforestation, au cas où les communautés locales ne disposeraient pas d'espaces forestiers suffisants à leur bien-être et à leurs moyens de subsistance.

## 2.5 Causes de la déforestation

Bien qu'il y ait peu d'informations sur les principales causes entraînant la déforestation dans la région de TGK, on s'accorde de plus en plus à trouver que la cause prédominante est le *tavy* (M. Vincelette, communication personnelle). En outre, il est estimé que la cueillette non viable de produits forestiers non ligneux (PFNL) et l'exploitation illégale

<sup>9</sup> Le *fokontany* est une subdivision administrative malgache qui est plus petite que la commune et comprend généralement plusieurs hameaux et villages.

*La menace que représente l'exploitation illégale peut s'accroître à cause de l'instabilité politique actuelle à Madagascar.*

du bois sont responsables de 5% à 20% de la déforestation dans la TGK (van der Plas, 2002, cité par Holmes et Burren, 2007). Sur la base des observations locales, cette étude part de l'hypothèse que 90% de la déforestation est due au *tavy*, 5% à la cueillette non durable de produits forestiers et 5% à l'exploitation illégale du bois (J. Talbot, communication personnelle).

La menace que représente l'exploitation illégale peut s'accroître à cause de l'instabilité politique actuelle au Madagascar, qui est susceptible d'affecter tant l'exploitation minière que les activités de conservation de QMM. La présence de palissandre dans la région, associée aux insuffisances du dispositif d'application de la loi pour les aires protégées et des règles d'exploitation forestière, fait craindre une recrudescence des coupes illégales (Barret *et al.*, 2010).

## 2.6 Population, moyens de subsistance et coûts d'opportunité

Le sud-est de Madagascar est une région très pauvre ; la malnutrition et l'insécurité alimentaire y sévissent. Il y a de fortes inégalités de revenus, selon les possibilités d'emploi. En 1993, le revenu moyen dans les communes côtières, situées à l'est de TGK, était relativement élevé, allant de 260 US\$ à 775 US\$ par foyer et par an (Schéma de Développement Régional de l'Anosy, 2001, converti en dollars des Etats-Unis à la valeur de 2008). Une route nationale relie Manantenina à Tolagnaro ; la proximité avec la côte améliore les possibilités d'emploi. Les communes plus éloignées, à l'ouest de TGK, sont plus pauvres, le revenu moyen étant de 93 US\$ à 135 US\$ par foyer et par an. Les communes du nord (Bevoay et Ampasimena) sont les plus pauvres ; le revenu moyen annuel par foyer est inférieur à 95 US\$. Seules trois communes sur quinze ont une étendue suffisante de terres irriguées permettant la culture du riz, qui est le produit alimentaire de base, en raison du manque d'infrastructures d'irrigation dans les zones isolées.

S'il y a peu de données socio-économiques relatives à la population des zones avoisinant TGK, des informations sont disponibles pour les populations voisines d'autres aires protégées de l'est du pays. Autour du Parc national de Mantadia, la population est considérée comme étant très pauvre, dépendant entièrement des terres et des ressources locales. Le revenu moyen par foyer était de 279 US\$ en 1996, dont 54% pour l'agriculture de subsistance, 31% pour l'utilisation de subsistance de produits forestiers, et le reste pour différents emplois de la main d'œuvre (Shyamsundar et Kramer, 1996). Cependant, Mantadia, au nord-est, est moins éloigné des centres d'activité que TGK au sud-est. Dans la région de TGK, les ménages dépendent probablement davantage de la forêt pour compléter leurs revenus et pour l'expansion de l'agriculture, vu qu'il y a peu de possibilités d'accès à des terres irriguées. En outre, les opportunités d'emploi étant moindres dans les régions éloignées, les salaires et les revenus sont aussi probablement moins élevés.

Si l'agriculture irriguée de plaine est une source importante de nourriture et de revenus pour la plupart des populations voisines de TGK, la plupart des foyers ne sont pas en mesure de subvenir à leurs besoins de consommation tout le long de l'année. Le *tavy* est une source importante de nourriture pendant les périodes maigres où les stocks de grains sont épuisés et les cultures ne sont pas encore prêtes pour la récolte. L'élevage, notamment de zébus, est courant, mais il est pratiqué à petite échelle. La vannerie est une source complémentaire de revenus. La pêche au homard, plus rentable, est l'activité préférée de la population vivant près de la limite nord-est de TGK, proche de la côte. On constate que ces familles, pratiquant la pêche pendant

neuf mois de l'année, n'ont pas de temps et encore moins de ressources à consacrer à l'agriculture ; en conséquence, hors saison du homard, elles ont recours au *tavy*. En règle générale, la population rurale dépend beaucoup de la forêt pour le *tavy* et des produits forestiers, notamment du bois de feu, des fibres pour la vannerie et pour les cages à homards.

La TGK ne subit pas les mêmes pressions que d'autres forêts malgaches ; on n'y fabrique pratiquement pas de charbon de bois et il y a peu d'exploitation du bois (au moins dans la partie est). En règle générale, le bois de feu est ramassé près des villages et le charbon de bois est produit à partir des forêts sèches et des plantations. En conséquence, il y a peu de dégradation : la forêt est intacte ou bien elle a été entièrement abattue pour le *tavy* (M. Vincelette, communication personnelle). Ceci peut être dû en partie à l'inaccessibilité ; une partie importante de la forêt orientale humide est inaccessible, et la TGK, notamment sa partie III, est très mal desservie par la route et les autres infrastructures. On pratique un peu de cueillette de produits forestiers (plantes médicinales, miel, fruits), mais les informations manquent à ce sujet. Sur le plan national, l'exploitation industrielle du bois à grande échelle est l'activité forestière ayant le rendement plus élevé (Kremen *et al.*, 1999). Le manque d'infrastructures et de routes goudronnées à l'intérieur et autour de TGK, cependant, décourage cette exploitation en tant qu'activité commercialement viable.



# 3 APPROCHE

## 3.1 Méthodologie

Le manque de ressources a empêché la collecte de données de base ; en conséquence, les estimations de la valeur d'un certain nombre de services écosystémiques sont « empruntées » à d'autres études de ce genre entreprises à Madagascar (pour les coûts et les bénéfices locaux) et sur le plan international (pour les avantages à l'échelle mondiale), et elles sont ajustées en fonction des paramètres locaux, comme nous expliquons par la suite. Ces valeurs sont employées pour estimer les coûts et les bénéfices de la conservation des forêts dans la TGK. Les estimations sont exprimées en dollars américains ajustés à la valeur de 2008. Les estimations tirées d'autres études sont converties en dollars américains ajustés à la valeur de 2008 en utilisant l'Index des prix à la consommation du Département du Travail des Etats-Unis employé pour l'analyse coût-bénéfice. La période d'analyse est de 30 ans, étant donné qu'il s'agit de scénarios à long terme. Le taux d'actualisation utilisé est de 5% (voir Ferraro, 2002, et Hockley et Razafindralambo, 2006, pour un examen plus approfondi), soit un taux inférieur aux taux financiers d'actualisation généralement appliqués (8 à 10%) et un taux d'actualisation social (3%) recommandé par des institutions publiques telles que le Trésor britannique et l'Administration Océanique et Atmosphérique Nationale des Etats-Unis (NOAA). Les valeurs présentes sont calculées tant pour les coûts que pour les bénéfices.

### Deux scénarios sont comparés :

**Statu quo :** Le scénario du « statu quo » implique la poursuite du taux annuel de déforestation actuel (1%). Il est supposé que 88% des surfaces forestières déboisées correspondent à la forêt primaire et que le reste est de la forêt secondaire (Tableau 1). Il est également supposé que les services des écosystèmes dépendent de l'état de la forêt. Les gains de biodiversité s'appliquent seulement à la forêt primaire, tandis que les avantages pour l'eau et le carbone découlent de la forêt primaire et, dans une moindre mesure (50%) de la forêt secondaire. La plus grande partie de la déforestation est due au tavy (90%), le restant (10%) étant lié à un prélèvement non viable des produits forestiers (5%) et à l'abattage (5%).

**Conservation :** Le scénario de conservation part de l'hypothèse que la déforestation tombe à zéro immédiatement dans l'ensemble de la forêt ; les populations locales ne déboisent plus d'espaces forestiers pour le tavy à l'intérieur de l'aire protégée, que ce soit par des mesures coercitives ou d'incitation ; elles ne déboisent plus d'espaces nouveaux pour le tavy, et les zones forestières affectées à la production et à l'utilisation durable suffisent à répondre aux besoins domestiques de produits forestiers et de bois de chauffage. En bref, cette hypothèse suppose que le seul impact de la conservation sur les foyers locaux est une diminution des revenus de subsistance découlant du tavy.

*Cette étude mesure la valeur des modifications des services écosystémiques liés à la partie préservée de la forêt qui aurait autrement été déboisée.*

Dans le calcul des coûts et des bénéfices nets de la conservation, les coûts de gestion ne sont engagés que pour l'étendue de TGK comprise dans la NAP proposée (60 509 ha). Les coûts d'opportunité, eux, ne sont inclus que pour les terres qui autrement auraient été déboisées, soit pour 1% de 60 509 ha pour la première année, 2% pour la deuxième, 3% en trois ans, et ainsi de suite. De même, les avantages pour les écosystèmes ne sont pris en compte que pour la zone forestière qui serait

autrement déboisée chaque année. Cette étude mesure la valeur des modifications des services écosystémiques liés à la partie préservée de la forêt qui aurait autrement été déboisée. En revanche, les coûts de la conservation sont appliqués à l'ensemble de la zone boisée de TGK, indépendamment de la gravité des menaces, car la protection implique des coûts financiers réels et nécessite en général une limitation de l'accès des populations locales qui dépendent des ressources forestières.

## 3.2 Coûts de la conservation

**Les coûts de conservation sont composés de :**

- Coûts d'opportunité supportés par les communautés locales, qui doivent abandonner le *tavy*, réduire le prélèvement de produits forestiers à des niveaux durables et mettre fin au déboisement illégal ; et
- Coûts liés à l'établissement et à la gestion de la TGK en tant qu'aire protégée.

### 3.2.1 Coûts d'opportunité

Les coûts d'opportunité de la conservation des forêts comprennent la perte du revenu net par hectare et par an ou la valeur actuelle nette (VAN) perdue découlant de la non conversion des terres pour l'agriculture ou d'autres usages, ou de la non dégradation des forêts en raison d'un niveau de prélèvement non durable. Les coûts d'opportunité varient selon les moteurs de la déforestation dans des endroits spécifiques. Basé sur les moteurs de la déforestation et de la dégradation des forêts dans la TGK, le calcul des coûts d'opportunité part de l'hypothèse que 90% de la déforestation est due au *tavy*, 5% au prélèvement non durable de PFNL et 5% à l'exploitation du bois.

#### 3.2.1.1 Le *tavy*

Comme il y a peu d'informations locales sur le rendement économique du *tavy* dans la TGK, nous avons examiné les revenus du *tavy* par hectare et par ménage dans différentes régions de Madagascar. Cette analyse utilise une estimation annuelle de 88 US\$ par hectare par an (Carret et Loyer, 2003, ajustée en dollars américains à la valeur de 2008). Cette estimation est fondée sur le revenu annuel net (prix sortie de l'exploitation moins les coûts de main-d'œuvre) des terres forestières cultivées sous le mode du *tavy*, qui est équivalent à 0,5 tonnes de paddy par hectare par an ou 175 US\$ par hectare et par an. Dans le *tavy* de la région est de Madagascar, la terre est défrichée et cultivée pendant trois ans, et laissée ensuite en jachère pendant cinq ans pour restaurer la fertilité des sols. Sur la base d'un rendement du *tavy* de 175 US\$ par hectare par an pendant trois ans, suivis de cinq ans de jachère, ensuite de trois années de culture, et ainsi de suite, la moyenne annualisée des retombées économiques du *tavy* a été estimée à 88 US\$ par hectare (Carret et Loyer, 2003).

En l'absence d'informations sur la proportion de la superficie de TGK adaptée au *tavy*, il est supposé que le *tavy* se propagerait dans la TGK au rythme de la déforestation pendant 30 ans. En 30 ans, un tiers de la forêt environ aurait été convertie pour une utilisation en *tavy* (à un taux de déforestation annuel de 1%). En d'autres termes, cette analyse suppose qu'au moins un tiers des terres forestières serait approprié pour le *tavy*, étant donné qu'une grande partie de cette production a lieu sur des pentes.

#### 3.2.1.2 Produits forestiers non ligneux (PFNL)

Les habitants locaux cueillent une variété de PFNL pour leur consommation quotidienne et pour compléter leurs revenus. Les revenus à l'hectare découlant du prélèvement de PFNL sont relativement faibles. Selon une étude effectuée dans la région d'Ambohitantely, au nord-est du Madagascar, les revenus du prélèvement de

fruits, d'animaux et de plantes médicinales à usage artisanal étaient estimés à 4,4 US\$ par hectare par an (Carret et Loyer, 2003). Kremen *et al.* (2000) estiment à 17 US\$ par hectare par an la valeur annuelle pour une utilisation continue de PFNL dans la presqu'île de Masaola. Cette étude emploie l'estimation supérieure de Kremen *et al.* (2000), ajustée à la valeur du dollar en 2008. La valeur la plus élevée est utilisée par prudence, afin de ne pas sous-estimer les revenus susceptibles d'être perdus par les populations locales. Il faut également noter que, malgré les valeurs à l'hectare relativement faibles du prélèvement de PFNL, leur part dans les revenus des ménages des zones pauvres peut être très élevée (Pearce et Pearce, 2001).

### 3.2.1.3 Exploitation du bois

L'USAID a financé une étude (Holmes et Burren, 2007) dans le but de mettre au point une stratégie/un plan de gestion et de conservation pour la TGK. L'analyse de la demande et de l'approvisionnement en bois et l'inventaire des ressources forestières ont servi à évaluer le risque de poursuite de la dégradation des forêts après l'établissement de la NAP et à calculer le coût d'opportunité lié à l'arrêt de l'exploitation du bois au sein de cette dernière.

La TGK est une source importante de bois pour Fort-Dauphin. En 2002, la demande était de près de 8 000 m<sup>3</sup> par an et la demande actuelle est nettement plus élevée, en raison d'une croissance économique rapide. Comparativement à d'autres forêts humides de Madagascar, la TGK semble avoir un nombre relativement élevé d'essences à valeur commerciale. En consacrant 10% de la superficie de TGK à la production, le potentiel de production durable serait de 6 500 à 11 000 m<sup>3</sup> de bois par an (Holmes et Burren, 2007). Sur la base de ces données et du zonage proposé dans le **Tableau 2**, la superficie forestière mise de côté pour l'utilisation durable (46% de la NAP) devrait être suffisante pour satisfaire la demande locale de bois.

Pour calculer le coût d'opportunité de la conservation, fondé en partie sur l'abattage illégal, cette analyse suppose que 5% de la déforestation est due à cette exploitation illégale. Pour inclure cet élément dans l'estimation des coûts d'opportunité, la valeur économique de l'exploitation du bois dans la TGK est calculée tout d'abord sur la base du rendement économique à l'hectare de l'exploitation forestière durable. Holmes et Burren (2007) supposent une rotation de 60 ans et estiment le volume annuel de production des espèces actuellement exploitées commercialement à 1 m<sup>3</sup> par hectare par an. L'étude estime aussi que, sur un stock total de 12 500 000 de m<sup>3</sup> de bois dans la TGK, 70% (9 000 000 de m<sup>3</sup>) sont exploitables et 30% de plus (4 000 000 de m<sup>3</sup>) sont assez proches des infrastructures de transport pour être potentiellement exploitables. Leur estimation de la valeur annuelle à l'hectare de l'exploitation durable du bois est de 102 US\$, sur la base d'un taux de 50% de transformation de rondins en bois scié et des prix moyens sur le marché local (Antananarivo). Cette estimation se trouve au milieu de la fourchette des valeurs mondiales communiquées par Pearce et Pearce (2001) et examinées ci-dessous, ce qui semble indiquer qu'elle est raisonnable.

La valeur annuelle estimée de l'exploitation durable du bois à l'hectare pour la TGK est ajustée de 50% à la hausse pour tenir compte du caractère non viable de son exploitation actuelle, lié à la dégradation des forêts. Dans une étude très complète sur les pratiques d'exploitation forestière durable dans le monde, Pearce et Pearce (2001) trouvent que la gestion durable des forêts est moins rentable que la gestion non-durable, en raison de l'incidence du taux d'actualisation dans la gestion forestière, qui diminue les rendements futurs. En outre, les coûts de la gestion durable sont plus

*Associée à l'instabilité politique actuelle, la présence de palissandre dans d'autres forêts de l'île a considérablement accru le taux récent de dégradation des forêts.*

élevés, car il faut davantage veiller à ne pas endommager les arbres sur pied lors de la coupe. Pearce et Pearce (2001) estiment qu'à l'échelle mondiale, les forêts tropicales produisent du bois pour une valeur allant de 22 US\$ à 490 US\$ par hectare par an en exploitation forestière traditionnelle (considérée comme non viable) et de 35 US\$ à 300 US\$ par hectare par an en exploitation forestière durable. La différence est d'environ 50%, c'est à dire que l'exploitation forestière non durable est d'environ 50% plus rentable que la gestion durable des forêts.

Le coût d'opportunité de l'exploitation du bois est donc estimé à 153 US\$ par hectare par an pour la TGK. Il convient toutefois de noter qu'il est probable qu'il y ait du palissandre dans la région, ce qui risque d'accroître encore l'exploitation forestière illégale. Associée à l'instabilité politique actuelle, la présence de palissandre dans d'autres forêts de l'île a considérablement accru le taux récent de dégradation des forêts (Barret *et al.*, 2010).

### 3.2.2 Coûts de gestion et de mise en œuvre

Le deuxième coût de conservation important est le coût direct d'établissement et de gestion de l'aire protégée. Le Système d'aires protégées de Madagascar (SAPM), qui a remplacé l'Association nationale pour la gestion des aires protégées (ANGAP), se charge de la gestion de 47 aires protégées s'étendant sur plus de 1,5 millions d'hectares dans le pays. Les coûts de gestion de ce réseau d'aires protégées comprennent les coûts opérationnels du siège, des bureaux régionaux, du fonctionnement et des activités quotidiennes des sites, ainsi que les investissements liés à la gestion de la biodiversité, le développement de l'écotourisme et l'éducation environnementale (Carret et Loyer, 2003). Dans un rapport d'audit de 2002, les coûts opérationnels de l'ANGAP étaient estimés à 2,7 US\$ par hectare et par an (dollars américains ajustés à la valeur de 2008) en moyenne, pour l'ensemble du domaine d'aires protégées. Pour les cinq années suivantes, il était estimé que les coûts des investissements liés à la surveillance et au contrôle des aires protégées, à la recherche sur la biodiversité, à la création de nouveaux parcours de découverte dans les parcs et à l'éducation environnementale allaient s'accroître de 2,7 US\$ par hectare par an, tandis que les coûts opérationnels resteraient stables. Au total, les coûts de gestion sont estimés à 5,4 US\$ par hectare par an. En conséquence, cette étude prend pour base des coûts d'investissement de 2,7 US\$ par hectare par an pour les cinq premières années et des coûts opérationnels de 2,7 US\$ par hectare par an à partir de la première année et se poursuivant indéfiniment. Les coûts de gestion des parcs à l'hectare ne sont qu'une estimation grossière des coûts réels de la gestion des aires protégées, et ils varient en fonction de la surface du site. Le **Tableau 3** ci-dessous présente les revenus moyens par hectare des utilisations actuelles des étendues forestières et la part de chacun dans la déforestation. Le coût d'opportunité des terres forestières est calculé comme une moyenne pondérée des revenus du *tavy*, des PFNL et de l'exploitation illégale du bois. Ces estimations du revenu par hectare sont utilisées par la suite pour calculer la valeur actuelle nette de chaque utilisation des sols et elles servent également à l'analyse coût-bénéfice.

**Tableau 3 Aperçu des coûts annuels de conservation à l'hectare**

Utilisation des sols		Coût estimé (US\$/ha/an)	% des coûts compris dans l'analyse coûts/bénéfices	% de la TKG auquel s'appliquent les coûts (chaque année)	Superficie à laquelle s'appliquent les coûts (ha/an)	Coût par an (US\$)
Coûts d'opportunité de la conservation	Moyenne pondérée	88	100	1	606	53 328**
	Tavy	88	90	1	606	
	PFNL	17	5	1	606	
	Exploitation du bois	153	5	1	606	
Coûts de gestion de l'aire protégée	Coûts d'investissements*	2,7	100	100	60 509	163 374
	Coûts opérationnels	2,7	100	100	60 509	163 374

\*Les coûts d'investissements s'appliquent aux cinq premières années du programme.

\*\*Les coûts d'opportunité sont cumulatifs, c'est-à-dire 53 328 pour la première année, 106 656 pour la deuxième année, etc.

Source : Données tirées de Carret et Loyer (2003), Holmes et Burren (2007), Pearce et Pearce (2001), Kremen *et al.* (2000). Calculs des auteurs.

### 3.3 Avantages de la conservation

La TKG est un important réservoir de biodiversité et de services écosystémiques, dont la valeur peut être estimée et chiffrée dans certains cas. La biodiversité est évaluée en fonction de la volonté de payer (VDP) des populations des pays riches pour la conservation des forêts tropicales. Les fonctions hydrologiques des bassins versants des régions forestières sont évaluées sur la base de l'érosion évitée et d'un approvisionnement régulier en eau de bonne qualité. La valeur de la non-émission de gaz à effet de serre, ainsi que de la non déforestation et la non dégradation des forêts, est fondée sur les coûts estimés des dommages liés au changement climatique qui sont ainsi évités. La valeur des revenus potentiels de l'écotourisme est examinée en fonction des valeurs estimées dans d'autres études, mais elle n'est pas comprise dans l'analyse quantitative.

Les avantages sont pris en compte sur la base de la capacité à fournir des services écosystémiques des espaces forestiers qui autrement seraient déboisés. Les avantages en matière de biodiversité sont estimés sur l'étendue de forêt primaire dense de la NAP (53 248 ha) qui aurait été déboisée, plutôt que sur la superficie totale de la NAP (60 509 ha), car pour maintenir des niveaux de biodiversité élevés il est nécessaire que la forêt soit en bon état. D'autre part, les avantages liés au carbone et à l'eau portent sur 1% de la superficie des forêts tant primaires que secondaires ; cependant, il est estimé que la forêt secondaire produit des services écosystémiques équivalant à la moitié environ de ceux des forêts humides primaires. En matière de conservation des sols, les avantages sont estimés à partir de la zone des rizières (3 343 ha), en

aval de la TGK. Des éléments plus détaillés sur les avantages écosystémiques, leur évaluation et leur chiffrage, figurent ci-dessous.

### 3.3.1 La biodiversité

Madagascar est l'un des 25 « points chauds »<sup>10</sup> de la biodiversité mondiale, avec un très grand nombre d'espèces végétales et animales concentrées sur une petite étendue. Il est l'un des cinq premiers « points chauds » de la planète et héberge des plantes et des vertébrés endémiques s'élevant à 2% au moins du nombre total d'espèces dans le monde (Myers *et al.*, 2000). En outre, il subsiste dans l'île moins de 10% de sa végétation primaire. Bref, la magnifique diversité biologique de Madagascar a été gravement appauvrie, et les rares écosystèmes intacts sont soumis à de fortes menaces. Une enquête récente dans la TGK III indique que la TGK comporte des niveaux de biodiversité particulièrement élevés pour certaines espèces, comparée à d'autres forêts du pays (Ramanitra *et al.*, 2006).

*La magnifique diversité biologique de Madagascar a été gravement appauvrie, et les rares écosystèmes intacts sont soumis à de fortes menaces.*

La valeur de la biodiversité étant difficile à estimer, un certain nombre d'études ont examiné des évaluations menées à l'échelle mondiale pour en extraire des plages probables de valeur par types d'écosystèmes (Pearce et Pearce, 2001 ; Mullan et Kontoleon, 2008). La valeur de la non-utilisation des forêts tropicales dans les pays en développement peut être mesurée sur la base du consentement à payer des populations de pays plus riches. On peut valoriser des biens et des services environnementaux dont on ne se sert pas, soit directement, à travers les loisirs ou le tourisme (valeurs d'usage directes), soit indirectement, par exemple pour les fonctions de régulation de l'eau et de filtration d'un bassin versant lointain (valeurs d'usage indirectes). Ces valeurs sont fondées sur le bienfait ou l'utilité qu'a pour les gens le fait de savoir qu'une ressource environnementale donnée continue d'exister ; elles ne sont pas liées à des utilisations actuelles ou futures. L'évaluation contingente est une technique de valorisation de ressources non marchandes, fondée sur des enquêtes. Les études d'évaluation contingente fournissent des estimations au sujet de la volonté de payer pour des biens et des services environnementaux qui n'ont pas de prix de marché.

Selon les études d'évaluation contingente, la valeur de la biodiversité est estimée à des chiffres allant de 7 à 42 dollars par personne ou par ménage par an (Mullan et Kontoleon, 2008). Ces estimations peuvent être révisées à la hausse pour refléter la volonté de payer des populations de pays de l'OCDE. Des estimations par hectare sont moins courantes. La littérature semble indiquer, cependant, que les valeurs d'existence peuvent être considérables, notamment lorsque les forêts ont des caractéristiques uniques ou qu'elles hébergent des espèces emblématiques ou de grande valeur. Les forêts malgaches, qui se caractérisent par un fort endémisme, ont probablement des valeurs d'existence conséquentes. Néanmoins, la volonté de payer par ménage cumulée dans tous les pays de l'OCDE et pour l'ensemble des forêts tropicales, donne de faibles valeurs à l'hectare.

Kramer et Mercer (1997) ont estimé la valeur d'existence des forêts tropicales pour des habitants des Etats-Unis d'Amérique. L'étude a estimé le montant que les personnes sont prêtes à payer, en un paiement unique, pour la création de parcs et de réserves destinés à protéger 5% des forêts tropicales du monde, en plus des 5% déjà protégées. La VDP moyenne allait de 21 à 31 US\$ par ménage. Pearce et Pearce (2001) ont converti cette volonté de payer des ménages en une estimation annuelle par hectare. En supposant que les 91 millions de foyers américains soient

<sup>10</sup> Voir [www.biodiversitéhotspots.org](http://www.biodiversitéhotspots.org).

prêts à payer, le total des fonds disponibles s'élèverait de 1,9 milliards à 2,8 milliards de dollars, ce qui, à un taux d'intérêt de 5%, créerait des revenus allant de 95 à 140 millions de dollars par an. Si nous divisons ce chiffre par la superficie de 5% des forêts tropicales (720 millions d'hectares) pour obtenir une valeur à l'hectare, la valeur annualisée à l'hectare serait de 4 US\$. Pearce (2007) étend cette VDP aux 580 millions de foyers des pays à revenus élevés pour obtenir une valeur d'environ 25 US\$ par hectare par an, chiffre converti à la valeur de 2008 et utilisé dans cette analyse.<sup>11</sup> Le **Tableau 4**, ci-dessous, résume ce calcul.

**Tableau 4** Calcul de la valeur d'existence de la biodiversité par hectare et par an

	Unité	Estimation inférieure	Estimation supérieure	Source
VDP par foyer américain pour la conservation de 5% de plus des forêts tropicales du monde	1997 US\$/foyers (paiement unique)	21	31	Kramer et Mercer (1997)
Population des Etats-Unis (en nombre de foyers)	foyers	91 millions		Pearce et Pearce (2001)
Valeur des fonds créés	1997 US\$	1,9 milliards	2,8 milliards	
Taux d'intérêt annuel	%	5%	5%	
Revenu annuel du fonds	1997 US\$	95 millions	141 millions	
Superficie totale des forêts tropicales dans le monde	ha	720 millions		
5% des forêts tropicales du monde	ha	36 millions		
Division des revenus annuels du fonds par la superficie de 5% des forêts tropicales	1997 US\$/ha/an	2,64	3,9	
Nombre de foyers OCDE	foyers	580 millions		Pearce et Pearce (2007)
Ajustement des estimations initiales OCDE	1997 US\$/ha/an	16,9	25	
Ajustement pour inflation entre 1997 et 2008	2008 US\$/ha/an	20,2	30	Auteurs

Une récente évaluation contingente (Baranzini *et al.*, 2010) auprès de 500 personnes résidant à Genève (Suisse), a estimé une VDP moyenne de 110 francs suisses par an et par personne (l'équivalent de 101 US\$ à la valeur du dollar en 2008) pour préserver les forêts tropicales, soit de plus de quatre fois la valeur estimée par Kramer et Mercer en 1997. Une autre étude d'évaluation contingente (Horton *et al.*, 2003) a estimé à environ 47 US\$ par hectare par an la volonté de payer des Britanniques et des Italiens pour un programme de conservation en Amazonie, soit près du double de l'estimation annualisée effectuée par Kramer. Cependant, Horton *et al.* (2003) avaient des doutes sur la fiabilité de leurs résultats (Pearce, 2007). La présente étude

<sup>11</sup> En comparaison, Carret et Loyer (2003) estiment la valeur de la biodiversité sur la base des paiements directs réels effectués par des ONG internationales à l'ANGAP. Ils parviennent ainsi à un chiffre de 3 US\$/ha/an. Les règlements internationaux sont censés exprimer la volonté de payer de pays plus développés pour la conservation des ressources de biodiversité de Madagascar, mais il se peut que cette méthode sous-estime la volonté réelle de payer.

est fondée sur l'estimation inférieure annualisée de la VDP mise au point par Pearce (2007), fondée à son tour sur l'étude de Kramer et Mercer (1997).

### 3.3.2 Services hydrologiques

#### 3.3.2.1 Éviter l'érosion et la perte de production agricole en aval

*Les forêts apportent de nombreux avantages hydrologiques, notamment la régulation des débits hydriques, une meilleure préservation des sols en raison d'une moindre érosion, l'approvisionnement en eau et la qualité de l'eau.*

Le maintien des forêts apporte de nombreux avantages hydrologiques, notamment la régulation des débits hydriques (inondations moins fréquentes et moins graves), une meilleure préservation des sols en raison d'une moindre érosion (liée à l'envasement des plans d'eau en aval et à la perte de nutriments dans les sols), l'approvisionnement en eau et la qualité de l'eau (voir Pearce et Pearce, 2001, et Mullan et Kontoleon, 2008, pour les résultats d'études mondiales).

À Madagascar, des travaux empiriques ont porté sur le rôle des forêts :

(i) en matière de réduction de l'érosion et de l'envasement des sols et des équipements d'irrigation dans les rizières en aval; et

(ii) comme sources fiables d'eau potable de très bonne qualité.

Brand *et al.* (2003) examinent les données prouvant le lien existant entre la déforestation et l'érosion accrue, la réduction de la fertilité des sols et la sédimentation accrue dans les rizières. Au nord-est de Madagascar, Brand *et al.* (2003) ont entrepris une étude d'évaluation contingente pour estimer la volonté de payer des riziculteurs des plaines pour préserver la forêt en amont, afin de réduire les inondations et la sédimentation des rizières. Ils l'estiment à 25 kg de riz par ménage et par an (équivalant à 4 US\$ par ménage et par an). Dans le bassin objet de l'étude, la couverture forestière, supérieure à 65%, était élevée par rapport à la moyenne nationale, qui est de moins de 30% (Solonitomboariny, 2000). L'estimation de la VDP est jugée prudente, étant donné que, dans des bassins où la déforestation a représenté un problème important dans le passé, comme dans la plupart des autres régions de Madagascar, les effets marginaux de la préservation des forêts sont susceptibles d'être plus forts. Cette estimation de la VDP est beaucoup plus faible que les valeurs estimées en utilisant la fonction productive, probablement en raison de la faible capacité à payer des agriculteurs pauvres.

D'autres études (Rakotoarison, 2002 ; Brand *et al.*, 2003) ont utilisé des méthodes fondées sur la fonction de production pour estimer la valeur de la réduction de l'érosion. Ainsi, à Maroansetra, si la déforestation doublait, Brand *et al.* (2003) estiment que le rendement du riz diminuerait de 8% par an, ce qui équivaldrait à environ 40 US\$/ha/an. Une autre étude a évalué à la fois la perte de productivité du riz et la perte de terres arables à cause de l'envasement lié à la déforestation (Solonitomboariny, 2000). La valeur de la perte de production de riz en raison de l'envasement des rizières et des équipements d'irrigation causé par la déforestation, a été estimée à 390 000 US\$ par an sur 5000 ha de la région d'Alaotra, soit l'équivalent de 80 US\$ par hectare et par an.

La TGK comporte un certain nombre de bassins versants importants qui protègent l'agriculture en aval. Quatre communes comptent des étendues importantes de rizières irriguées en aval de TGK (Mahatalaky, 51-168 ha ; Soanierana, 1286-3000 ha ; Manambara, 365-1285 ha ; Ranomafana, 169-364 ha) (données tirées du Schéma de Développement Régional de l'Anosy, 2001). Le point médian de chaque



fourchette sert de base pour calculer la superficie totale des rizières bénéficiant de la régulation de l'eau liée aux bassins protégés par la TGK. L'étendue des rizières est estimée à 3344 hectares. Cette analyse utilise l'estimation inférieure de la valeur de la perte de production de riz, soit 40 US\$ par hectare par an (44 US\$ à la valeur de 2008) et l'applique à l'étendue des rizières qui seraient affectées par la déforestation. Il est supposé que, à un taux annuel de déforestation de 1%, le rendement du riz va diminuer de 1% chaque année, en raison de l'envasement croissant des équipements d'irrigation des périmètres rizicoles. Le **Tableau 5** ci-dessous reprend les paramètres utilisés.

**Tableau 5** Calcul des avantages liés à la réduction de l'érosion

	Unité	Fourchette	Valeur appliquée	Source
<b>(a) Superficie totale des rizières</b>	ha		3 344	Schéma de Développement Régional de l'Anosy 2001
Mahatalaky	ha	51–168	109,5	
Soanierana	ha	1 286–3 000	2 143	
Manambara	ha	365–1 285	825	
Ranomafana	ha	169–364	266,5	
<b>(b) Valeur de la perte de production de riz due à l'envasement</b>	US\$/ha/an	40–80	44	Rakotoarison (2002), Brand et al. (2003)
<b>(c) % touché de la superficie totale</b>	%		1	Auteurs
<b>(d) Valeur totale de la perte de production de riz pour TGK = a*b*c</b>				
Année 1 = a*b*c	US\$/an		1 471	
Année 2 = année 1+(a*b*c)	US\$/an		2 942	
Année 3 = année 2+(a*b*c)	US\$/an		4 413	
Année 20 = année 19+(a*b*c)	US\$/an		29 418	

### 3.3.2.2 Approvisionnement en eau

L'Inventaire national et écologique de 1996 a montré que la moitié des aires protégées (20 sur 41) ont assuré des avantages hydrologiques à 17 villes ayant une consommation annuelle de 8 400 000 de m<sup>3</sup> d'eau potable (Carret et Loyer, 2003). Une enquête auprès des ménages à Fianarantsoa (étude non référencée citée par Carret et Loyer, 2003) a estimé la volonté de payer davantage pour assurer un approvisionnement fiable en eau salubre à 0,30 US\$ /m<sup>3</sup> (le prix actuel étant de 0,15 US\$ /m<sup>3</sup>). L'estimation par m<sup>3</sup> est convertie en US\$ par hectare d'espaces forestiers situés dans la zone des bassins versants à Madagascar et la fourniture de 8 400 000 de m<sup>3</sup> d'eau potable par an, pour arriver à un chiffre de 1,7 US\$ par hectare de forêt et par an. En termes généraux, l'utilisation de l'eau doit être mise en rapport avec la demande, c'est-à-dire le nombre de foyers consommant de l'eau qui seront touchés en raison de la dégradation. Si la population s'accroît dans la région, les dommages causés par la déforestation vont également augmenter. Toutefois, en raison du manque d'informations relatives à la demande, cette méthode n'a pas été utilisée.

La TGK contient d'importantes sources d'eau douce et des bassins qui alimentent en eau, y compris en eau potable, Fort-Dauphin et l'exploitation minière de QMM. En l'absence d'informations spécifiques pour la TGK, cette étude emploie la valeur estimée par Carret et Loyer, à savoir 1,7 US\$ par hectare de forêt, pour l'approvisionnement en eau potable.

### 3.3.3 Stockage et piégeage du carbone

Des études effectuées à l'échelle mondiale ont attribué des valeurs importantes aux fonctions de stockage de carbone des forêts tropicales. Pour ce qui concerne Madagascar, Meyers (2001) estime le carbone stocké dans la forêt de Makira, sur la base d'une étude nationale de 1995 sur l'état des forêts classées de Madagascar. L'étude estime le carbone stocké par hectare dans les forêts du nord-est de Madagascar (stocké dans des arbres de différentes tailles, dans les palmiers et dans la litière végétale) à des quantités allant de 379 à 457 tonnes. WinRock International (2004) (cité dans Holmes *et al.*, 2008) a poursuivi cette recherche et estimé la moyenne pondérée du stock de carbone forestier à 286 tonnes de carbone par hectare. D'autres études faites à Madagascar aboutissent à des estimations plus faibles : Hockley et Razafindralambo (2006), par exemple, considèrent que le stock du corridor Zahamena-Mantadia ne contient que 148 tonnes de carbone à l'hectare. Cependant, Makira et TGK se trouvant toutes deux dans la région des forêts tropicales humides orientales, et un travail considérable ayant été fait pour quantifier les stocks de carbone à Makira, cette étude utilise la teneur estimée pour Makira.

*Comme le carbone piégé dans les forêts existantes n'est pas actuellement admissible à la vente en vertu du Mécanisme du Protocole de Kyoto pour un développement propre, les crédits carbonés issus de projets fondés sur la Réduction des émissions issues de la déforestation et la dégradation des forêts sont négociés sur des marchés d'échange volontaire du carbone.*

Nous supposons que l'état de TGK, et donc la répartition du carbone dans la TGK, est similaire à celui de Makira. Comme les terres utilisées pour le tavy stockent environ 80 tonnes de carbone par hectare (Pearce et Pearce, 2001), la perte nette de carbone par hectare est d'environ 200 tonnes. La teneur en carbone à l'hectare est convertie en équivalent dioxyde de carbone (eqCO<sub>2</sub>) en utilisant un facteur de conversion standard de 3,67.

Comme le carbone piégé dans les forêts existantes n'est pas actuellement admissible à la vente en vertu du Mécanisme du Protocole de Kyoto pour un développement propre (MDP), les crédits carbonés issus de projets fondés sur la Réduction des émissions issues de la déforestation et la dégradation des forêts (REDD) sont négociés sur des marchés d'échange volontaire du carbone. Alors que les prix dans le système communautaire d'échange de quotas d'émissions (SCEQUE) se situaient entre 16 et 32 dollars la tonne d'eqCO<sub>2</sub> en 2008, ils étaient plus faibles sur le marché volontaire. Le prix moyen pondéré a augmenté de 50%, passant de 4,1 US\$ la tonne d'eqCO<sub>2</sub> en 2006 à 6,1 US\$ la tonne d'eqCO<sub>2</sub> en 2007 (Ecosystem Marketplace). En raison des incertitudes politiques et de la crise financière, en 2008 le prix moyen sur le marché américain d'échange volontaire n'a progressé que de 22%, passant de 6,1 à 7,34 US\$ par tonne d'eqCO<sub>2</sub>. Le prix moyen des crédits pour des projets visant à éviter la déforestation était de 6,3 US\$ la tonne d'eqCO<sub>2</sub> en 2008.

Bien qu'il s'agisse des prix du marché, certains chercheurs considèrent que l'analyse économique a intérêt à utiliser des estimations du coût des dommages marginaux des émissions de carbone, basées sur des estimations des dommages. Cette étude suit Hockley et Razafindralambo (2006) et utilise les calculs de Tol (2005) (cité par Hockley et Razafindralambo, 2006) du coût social des estimations de carbone, allant d'un plancher de 14,42 US\$ par tonne (3,9 US\$/tonne d'eqCO<sub>2</sub>) à un plafond de 44,29

US\$/tonne (12,07 US\$/tonne d'eqCO<sub>2</sub>).<sup>12</sup> Prix actuels du marché, déduction faite des coûts de mise en œuvre et de transactions des programmes REDD, estimés à environ 1 dollar par tonne d'eqCO<sub>2</sub> (Olsen et Bishop, 2009 ; Boucher, 2008), diminution dans la partie inférieure de cette fourchette. Le **Tableau 6** ci-dessous présente ce calcul.

**Tableau 6 Calcul de la valeur des émissions d'eqCO<sub>2</sub> évitées**

			Unité	Valeur	Source
(a) Carbone stocké par les forêts primaires			tonne C/ha	286	WinRock International (2004)
(b) Carbone stocké par les terres utilisées pour le tavy			tonne C/ha	79	Pearce and Pearce (2001)
(c) Perte nette de carbone par la conversion = a-b			tonne C/ha	204	Auteurs
(d) Facteur de conversion du carbone en eqCO <sub>2</sub>				3,67	Normalisé
(e) Perte nette d'eqCO <sub>2</sub> par la conversion = c*d				749	Auteurs
(f) Prix du carbone	Prix du marché	Prix moyen crédits REDD en 2008	US\$/tonne eqCO <sub>2</sub>	6,3	Ecosystem Marketplace (2009)
		SCEQUE 2008	plancher plafond	US\$/tonne eqCO <sub>2</sub> 16 32	
	Coût social du carbone	inférieur	US\$/tonne eqCO <sub>2</sub>	4,1	Tol (2005)
		supérieur	US\$/tonne eqCO <sub>2</sub>	12,7	
(g) Valeur des émissions d'eqCO <sub>2</sub> évitées par hectare		Estimation inférieure du coût social (US\$4,1/tonne eqCO <sub>2</sub> )	US\$/ha	3 070	
		Prix moyen du marché pour crédits REDD (6,3 US\$/tonne eqCO <sub>2</sub> )	US\$/ha	4 719	
		Prix moyen SCEQUE 2008 (24 US\$/tonne eqCO <sub>2</sub> )	US\$/ha	17 976	
(h) Valeur annuelle des émissions d'eqCO <sub>2</sub> évitées pour TGK à un taux de déforestation de 1% (perte de 569 ha/an**) et une valeur du carbone de US\$4,1/tonne d'eqCO <sub>2</sub> = g*569ha			US\$/TGK	1,745 millions	

\*\*Sur la base d'un taux de déforestation de 1% de la TGK (60 509 ha) dont 88% correspondent à des forêts primaires (286 tonnes C/ha) et 12% à des forêts secondaires (50% du carbone stocké par les forêts primaires).

Enfin, il convient de noter que le stockage de carbone est une valeur de stock des écosystèmes plutôt qu'un flux reçu chaque année. Les habitats d'espèces sauvages, par exemple, ou la régulation hydrologique, sont des services découlant en permanence de systèmes sains. En conséquence, dans notre analyse, la valeur du stockage du carbone est calculée pour la superficie dont la déforestation est évitée chaque

<sup>12</sup> Tol (2005) combine 103 estimations des coûts des dommages marginaux des émissions de carbone à partir de 28 études publiées afin de créer une fonction de densité de probabilité.

année, mais, contrairement aux autres services des écosystèmes, cette valeur n'est pas cumulative. Les valeurs du carbone sont calculées sur 1% de la superficie de la TGK chaque année, et pas 1% la première année, 2% la deuxième année, 3% la troisième, et ainsi de suite, comme c'est le cas pour les autres services écosystémiques.

### 3.3.4 Bioprospection

Les forêts tropicales humides hébergent une forte biodiversité, y compris des données génétiques susceptibles d'être utilisées par l'industrie pharmaceutique pour mettre au point de nouveaux médicaments et par le secteur phyto-génétique pour améliorer les variétés existantes de cultures commerciales. Si les valeurs de bioprospection à l'hectare peuvent s'avérer faibles à l'échelle des moyennes mondiales, le matériel génétique à usage pharmaceutique pourrait valoir des centaines, voire des milliers, de dollars dans de nombreux « points chauds » de biodiversité. Pearce et Pearce (2001) citent des études relatives à Madagascar estimant la VDP des sociétés pharmaceutiques à 8,4 US\$/ha (Simpson *et al.*, 1994, cité dans Pearce et Pearce, 2001) et à 2 961 US\$/ha (Rausser et Small, 1998, cité dans Pearce et Pearce, 2001), et la « valeur sociale du matériel génétique » à 961 US\$/ha (Simpson et Craft, 1996, cité dans Pearce et Pearce, 2001). Ces valeurs correspondent à des espèces marginales : il s'agit de l'apport d'une espèce de plus à la mise au point de nouveaux produits pharmaceutiques. Par extension, la valeur d'un hectare supplémentaire de forêt est liée au nombre d'espèces présentes. En raison de la très grande variabilité des valeurs estimées dans d'autres études, cette étude n'inclut pas les valeurs de bioprospection dans l'analyse quantitative.

La bioprospection n'est pas autorisée actuellement dans la TGK. Eu égard à l'instabilité politique dans le pays, il est peu probable que des accords de bioprospection puissent être conclus et mis en œuvre. Néanmoins, étant donné son statut de « point chaud » de la biodiversité, la TGK peut faire l'objet de paiements pour des activités de bioprospection à l'avenir.

### 3.3.5 Écotourisme

À l'heure actuelle, l'écotourisme est peu développé à Madagascar en raison de l'accessibilité limitée et du manque d'infrastructures. Cependant, le secteur a une croissance annuelle de plus de 10% (CNUCED). En 2007, plus de 350 000 touristes ont visité le pays. Des données de l'ANGAP estiment qu'il y avait eu presque 100 000 entrées dans les parcs, dont 75% de visiteurs étrangers et 25% de Malgaches. Le nombre de visiteurs est probablement inférieur à 100 000, car ils visitent parfois plusieurs parcs. Bref, il est probable que seuls 25% des touristes visitent un parc national (Joy Hecht, communication personnelle, 2009).

*L'écotourisme à Madagascar a une croissance annuelle de plus de 10%.*

Pour les aires protégées existantes à Madagascar, les avantages économiques ont été estimés à 4 US\$ par hectare et par an, sur la base des taux de visite nationaux et des dépenses des touristes (Carret et Loyer, 2003). Créé en 1986, le Parc national de Ranomafana (41 601 ha), comprend une partie de la forêt planitiaire humide orientale et se trouve à 300 km environ au nord de TGK. Il n'a eu que 15 668 visiteurs en 2001, malgré la proximité (60 km) d'une ville importante, Fianarantsoa, et le fait qu'« avec la fin de la construction de la route à partir de la sortie de Vohiparara (RN25), le parcours panoramique depuis la capitale peut être fait en 7 heures » (rainbowtours.co.uk). Andringitra, une aire protégée de 31 160 ha située à 100 km au nord de TGK, a accueilli 1636 visiteurs en 2001. Plus éloignée, TGK en aurait probablement moins.

TGK n'a pas encore le statut d'aire protégée et n'est pas promue comme destination touristique en raison de l'absence d'infrastructures d'écotourisme. L'aéroport important le plus proche, Fianarantsoa, est mal desservi par des vols charters irréguliers et se trouve à 350 km de mauvaises routes. Il est difficile de prévoir le potentiel écotouristique de TGK en ayant peu d'informations sur ses caractéristiques uniques. Si l'écotourisme était incorporé dans une analyse à l'échelle régionale, on pourrait supposer qu'il finirait par se développer à la TGK, avec zéro visiteurs la première année, 100 la deuxième et un accroissement annuel de 10% dans les visites jusqu'à la dixième année, après laquelle le taux annuel de croissance redescend à 5% (le taux moyen de croissance des visites de touristes dans les parcs malgaches à partir de 1992-95 a été de 12%, Swanson, 1996, cité par Kremen *et al.*, 2000). La présente étude considère que les estimations de Kremen *et al.* (2000) des dépenses des touristes à Madagascar sont correctes : 38,87 US\$ par jour et par visiteur, pour un séjour moyen de sept jours et une croissance annuelle des dépenses de 5%.

Cependant, eu égard aux difficultés d'accès, il est peu probable que TGK attire des visiteurs internationaux qui n'auraient pas visité Madagascar autrement. Dès lors, en termes d'avantages économiques sur le plan national, il n'y a pas d'avantages accrus si la TGK ne fait que détourner les touristes d'autres aires protégées. En conséquence, les avantages de l'écotourisme sont examinés mais ne sont pas inclus dans l'analyse quantitative.

# 4 RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION

Les résultats de l'évaluation sont présentés séparément pour l'ensemble de la TGK et par hectare. Les résultats pour la TGK dépendent des coûts et des avantages unitaires et des zones auxquelles ils s'appliquent. Par ailleurs, le calendrier des coûts et des avantages a une incidence sur les bénéfices nets pour toute la région. Les bénéfices ne sont pris en compte que pour les espaces qui autrement seraient déboisés chaque année, tandis que les coûts sont engagés pour protéger l'ensemble de la forêt. En conséquence, on estime que les avantages seront relativement faibles, certainement inférieurs à ce que pourrait indiquer l'analyse à l'hectare.

L'analyse à l'hectare est fondée sur une estimation de la valeur actualisée des flux de coûts et d'avantages pour un hectare de forêt. Cette estimation est faite afin d'éclairer la prise de décision concernant la conversion d'un hectare de forêt tropicale menacée et de fournir une estimation à l'hectare de la valeur de la biodiversité et des écosystèmes forestiers nette des coûts de protection. Ce calcul à l'hectare ne reflète pas la réduction progressive des coûts et des bénéfices, estimé pour la forêt dans son ensemble.

## 4.1 Évaluation sur la base des coûts

Le coût de l'établissement d'une aire protégée dans la TGK est calculé sur la base des coûts de mise en œuvre et de gestion pour l'ensemble de la TGK, et sur les coûts d'opportunité supportés par les populations locales sur des espaces qui auraient été déboisés en l'absence de mesures de conservation (1% par an). Les résultats illustrent les conséquences financières et économiques de la conservation de TGK au niveau de la forêt, étant donné la situation réelle. La valeur actualisée de ces coûts sur 30 ans à un taux d'actualisation de 5% est estimé à 13 millions de dollars. Les coûts d'investissement et de mise en œuvre sont élevés pour les premières années, mais leur part dans l'ensemble des coûts de conservation diminue avec le temps. Les coûts de l'abandon du *tavy* augmentent régulièrement chaque année et, après 20 ans, les populations locales auront perdu plus d'un million de dollars annuels de revenus sur une étendue de plus de 12 000 hectares.

Le coût de la fourniture d'un hectare de biodiversité forestière, qui pourrait potentiellement être négocié sur un marché de compensations de biodiversité, s'établit au minimum à 1 400 US\$ environ par hectare (voir le **Tableau 9** pour des données détaillées). Les populations locales doivent évidemment être indemnisées pour la perte de leur accès aux ressources des forêts. Alors que les investissements et les coûts récurrents sont des coûts réels engagés (frais financiers), les coûts d'opportunité supportés par les populations locales sont des coûts économiques (c'est-à-dire qu'ils reflètent l'impact sur le bien-être de ces communautés) plutôt que des coûts financiers. Cependant, une fois que les populations locales sont pleinement indemnisées pour la perte de leurs activités en forêt (notamment agriculture sur brûlis et prélèvement de produits forestiers), ces coûts deviennent financiers, car ils reflètent les transferts financiers effectués.

## 4.2 Évaluation des avantages

### 4.2.1 Évaluation des avantages pour la TGK

L'analyse coûts – bénéfiques comprend les avantages liés à la non-déforestation (conservation de la biodiversité, avantages hydrologiques, absence d'émissions de CO<sub>2</sub>) présentés dans le **Tableau 7**. Les avantages nets de la conservation sont nets des coûts décrits plus hauts.

**Tableau 7 Aperçu de la valeur des coûts et des avantages (US\$/ha/an)**

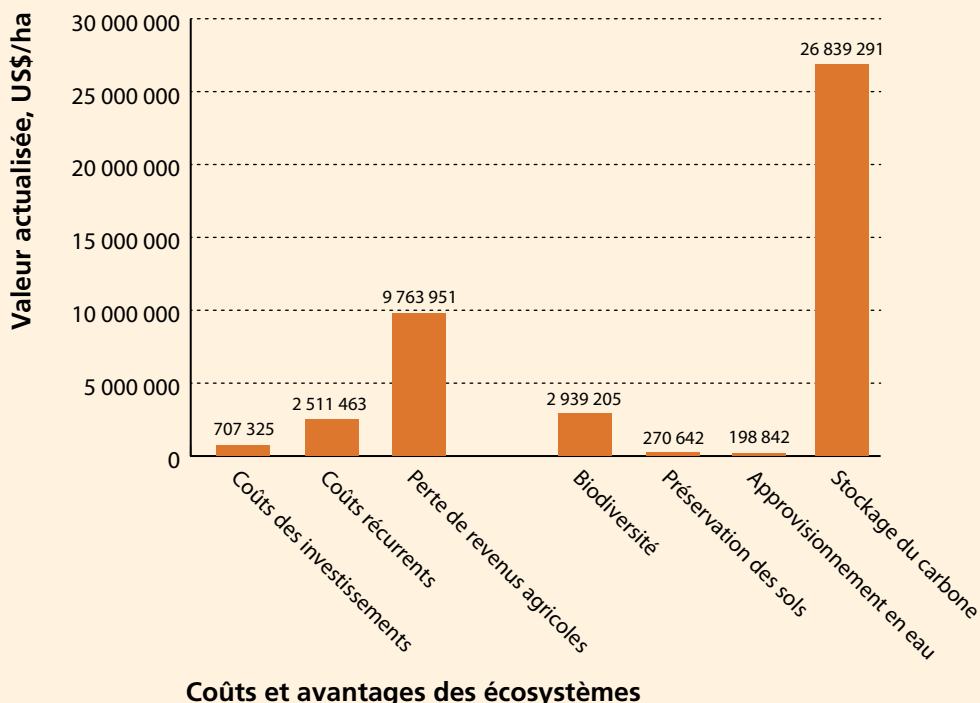
Coûts		US\$/ha/an	Appliqués à (ha/an)	Remarques
Investissements		2,7	60 509	Superficie de la NAP
Mise en oeuvre		2,7	60 509	Superficie de la NAP
Coûts d'opportunité (moyenne pondérée)*	Moyenne pondérée	88	1% de 60 509	Superficie non déboisée dans la NAP
<b>Avantages</b>				
Conservation de la biodiversité		30	1% de 53 248	Forêt primaire
Préservation des sols		44 par ha de rizière, 2,6 par ha de forêt	Diminution de 1% sur 3 343	Réduction de 1% du rendement par hectare des rizières de l'aval
Approvisionnement en eau		1,9	1% de 56 878	Superficie des forêts primaires et 50% des forêts secondaires
Stockage du carbone		200 (annualisé)	1% de 56 878	Superficie des forêts primaires et 50% des forêts secondaires
Ecotourisme**		315	Ne s'applique pas	
Bioprospection		1–3 500	Ne s'applique pas	

\*Voir Tableau 3 pour le calcul de la moyenne pondérée des coûts d'opportunité

\*\*US\$ par visiteur, 100 visiteurs la 2e année, 10% de croissance annuelle jusqu'à la 10e année, 5% de croissance annuelle par la suite—pas exprimés en US\$/ha en raison de la croissance annuelle du nombre de touristes et de leurs dépenses

**Source** : Plusieurs études citées dans le texte.

La valeur actualisée des avantages nets, sur la base d'un taux d'actualisation de 5% et à un horizon de 30 ans, est d'environ 17,3 millions de dollars pour la TGK, en prenant pour hypothèse un taux de déforestation annuel de 1%. Cette valeur positive et significative de la conservation est due principalement à la valeur de la non émission de CO<sub>2</sub>, malgré les estimations prudentes de sa valeur unitaire ; en effet, si l'on exclut le carbone des résultats, la valeur actualisée est négative : - 7 millions de dollars pour la TGK. D'autres avantages potentiellement importants sont limités dans ce cas car ils ne s'appliquent qu'à 1% de l'étendue forestière de TGK chaque année, tandis que les coûts de gestion portent sur l'ensemble de la TGK à l'intérieur de la NAP proposée. Les résultats sont résumés dans la **Figure 2**.



**Figure 2 Valeurs actualisées des coûts et des bénéfices liés à la conservation de la TGK (taux d'actualisation de 5%, horizon à 30 ans, 1% de déforestation)**

Les résultats sont comparables et cohérents avec des estimations de valeurs actualisées provenant d'études similaires effectuées à Madagascar :

- La valeur de la conservation du corridor de Ranomafana-Andringitra-Pic d'Ivohibe (Hockley et Razafindralambo, 2007) a été estimée à plus de 30 millions de dollars (valeur de 2006) sur la base d'un taux d'actualisation de 5% et d'un horizon à 60 ans. Il est difficile de déterminer la superficie couverte par l'étude de Hockley et Razafindralambo, mais il s'agit probablement de 360 000 hectares environ. Si cette étude adopte aussi un horizon temporel de 60 ans, la valeur actualisée de la conservation de la TGK s'élèverait à près de 16,3 millions de US\$. Après ajustement pour l'étendue, l'estimation de Hockley et Razafindralambo est trois fois plus importante que celle de cette étude.
- La conservation du Parc National de Masaola (230 000 ha) a été évaluée à 526 millions de US\$ (avantages locaux), – 264 millions de US\$ (avantages nationaux) et 645 millions de US\$ (avantages mondiaux) sur la base d'un taux d'actualisation de 3% et d'un horizon à 30 ans (Kremen *et al.*, 2000). Seules les estimations à l'échelle mondiale sont comparables entre ces études. Si notre analyse adoptait les mêmes hypothèses, l'avantage à l'échelle mondiale serait estimé à 21,3 millions de US\$. Après ajustement pour l'étendue, l'estimation de Kremen *et al.* (2000) correspond à environ cinq fois l'estimation de cette étude. Cet écart est dû en grande partie à la différence des coûts d'opportunité (exploitation du bois plutôt



qu'agriculture sur brûlis) entre les zones étudiées. L'évaluation de Kremen *et al.* (2000) des avantages locaux est positive parce que les coûts d'opportunité sont pris en compte au niveau national plutôt qu'au niveau local. Les avantages nets sur le plan national deviennent négatifs en conséquence. Les coûts d'opportunité ont été pris en considération sur le plan national parce que des concessions d'exploitation du bois sont envisagées dans cette région. Valeur des avantages à l'hectare, taux d'actualisation de 5%, horizon de 30 ans.

#### 4.2.2 Valeurs à l'hectare

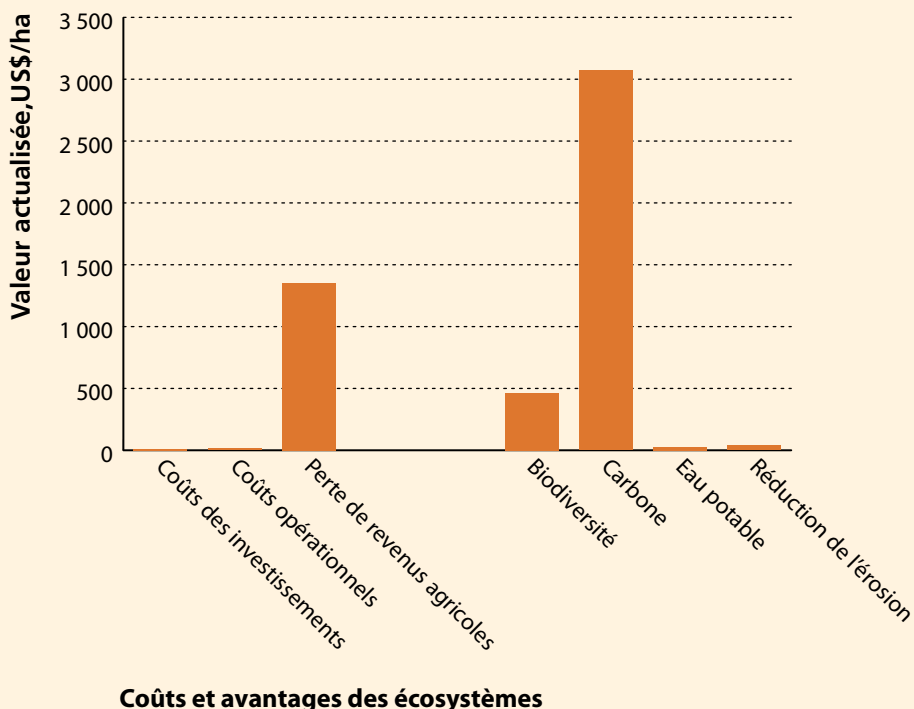
Pour évaluer les avantages nets par hectare issus de la conservation d'un hectare de forêt tropicale qui est en danger direct de déforestation, l'analyse par hectare se fonde sur un simple calcul de la valeur actuelle des coûts et des avantages présentés dans le **Tableau 9**, prenant en considération l'intégralité des coûts et des avantages pour un hectare. Cette estimation peut être utilisée pour évaluer les avantages nets de la conservation d'un hectare de forêt humide supplémentaire (au lieu d'entreprendre des activités d'extraction minière). Cette valeur est utile pour éclairer les décisions en matière d'utilisation des sols, par exemple pour décider si l'on veut conserver un hectare de forêt en lisière de la ligne de déforestation. Le **Tableau 8** présente tant les valeurs annuelles par hectare que la valeur actualisée des coûts et des bénéfices à l'hectare.

**Tableau 8 Valeurs annuelles et actualisées des coûts et des avantages de la conservation par hectare**

		Valeur annuelle des coûts et des avantages US\$/ha/an	Valeurs actualisées des coûts/avantages à l'hectare (US\$/ha)
Coûts	Investissement (5 ans seulement)	2,7	12
	Récurrents	2,7	42
	Coûts d'opportunité	88	1 353
	<b>Sous-total des coûts</b>	<b>93,4</b>	<b>1 406</b>
Avantages	Ecotourisme	Pas pris en compte	Pas pris en compte
	Biodiversité	30	461
	Préservation des sols	2,6	40
	Approvisionnement en eau	1,9	29
	Stockage du carbone*	200	3 070
	<b>Sous-total des avantages</b>	<b>234,5</b>	<b>3 597</b>
<b>Avantages nets</b>		<b>141,1</b>	<b>2 191</b>

\*Le stockage du carbone est un stock plutôt qu'un flux ; la valeur totale du carbone stocké pendant 30 ans est mesurée depuis le début, car, si l'hectare est déboisé, le carbone est immédiatement perdu. Pour traiter en équivalence l'équivalent carbone et les flux des services écosystémiques aux fins de cette analyse, la valeur actuelle du stock de carbone pendant 30 ans est annualisée, afin que la valeur du stock la première année, soit 3 070 US\$, soit traitée comme un flux annuel, estimé à 200 dollars par an (actualisée).

La valeur actualisée des avantages, en employant un taux d'actualisation de 5% et un horizon de 30 ans, est d'environ 3 597 US\$/ha, sur la base d'un taux de déforestation de 1%. Ces valeurs actualisées significatives et positives des mesures de conservation sont dues essentiellement à la valeur de la non-émission de CO<sub>2</sub>, suivie par celle de la biodiversité. Les fonctions de régulation hydrologique des forêts humides représentent moins de 2% de leur valeur économique estimée. L'écotourisme a été exclu de l'analyse à l'hectare car il est difficile d'estimer sa valeur à cette échelle ; la valeur de l'écotourisme ne change pas linéairement selon l'étendue d'une aire protégée.



**Figure 3** Valeur actualisée à l'hectare des coûts et des avantages de la conservation

**Les résultats ne sont pas très différents de ceux d'autres études:**

- La valeur à l'hectare de la conservation du corridor Ranomafana-Andringitra-Pic d'Ivohibe (Hockley et Razafindralambo, 2007) a été estimée à 916 US\$ (valeur de 2006) sur la base d'un taux d'actualisation de 5% et d'un horizon à 60 ans. En appliquant la même durée et le même taux d'actualisation, l'estimation de cette étude, à savoir, 2 701 US\$, triple l'estimation précédente.
- Pour Kremen *et al.* (2000), la valeur actualisée, ramenée à l'hectare, des avantages à l'échelle mondiale du Parc National de Masaola, s'établit à 2 804 US\$/ha. En appliquant le même cadre temporel et le taux d'actualisation plus faible de l'étude de Kremen *et al.* (2000), cette étude parvient à une valeur semblable : 2 797 US\$/ha.
- Carret et Loyer (2003) estiment la valeur actualisée à l'hectare des aires protégées à Madagascar à 15,70 US\$ (taux d'actualisation de 10%, horizon temporel à 15

ans), en excluant les avantages liés au carbone. Cette estimation nationale masque de grandes disparités entre les aires protégées, selon les auteurs. Dans la présente étude, l'estimation de la valeur actualisée pour TGK, à un taux d'actualisation de 10%, un horizon de 10 ans et sans tenir compte des retombées du carbone, est négative : - 358 US\$/ha. La différence est due en grande partie à l'exclusion des bénéfices de l'écotourisme et d'une estimation plus élevée des coûts d'opportunité pour TGK.

Bref, si un marché de la biodiversité (ou des compensations de biodiversité) à l'hectare existait à Madagascar, cette étude estime que le prix à l'hectare d'une forêt humide du type de celle de TGK s'établirait entre 1 400 US\$ (coûts de l'approvisionnement) et 3 597 US\$/ha environ (coût des services écosystémiques). Les valeurs correspondantes aux services écosystémiques assurés par la TGK sont des valeurs économiques, puisqu'il est peu probable que des transferts financiers puissent avoir réellement lieu en paiement de la fourniture de services hydrologiques et de biodiversité. Les services écosystémiques les mieux à même de convertir les valeurs économiques en valeurs financières sont l'écotourisme et le carbone (mécanismes financiers novateurs). L'analyse de répartition qui suit examine de plus près les compensations financières potentielles pour les populations locales.

### 4.3 Répartition des coûts et des avantages

Bien que cette étude porte sur l'estimation de la valeur économique de la conservation des forêts dans la TGK dans une perspective mondiale, les coûts et les avantages doivent être évalués au niveau local pour estimer les probabilités de succès des mesures de conservation. Si les populations locales ne sont pas indemnisées pour la perte d'accès à la forêt et si on ne leur fournit pas d'autres sources de revenus et de produits forestiers, les effets de la conservation sur le bien-être humain seront négatifs, la pauvreté s'accroîtra et la protection de la forêt et de sa biodiversité peut se trouver compromise.

La **Figure 2** ci-dessus indique que les principaux avantages économiques de la conservation de la TGK sont le stockage du carbone et la biodiversité ; ces bénéfices apparaissent au niveau mondial. Madagascar reçoit peu ou pas de compensation en échange de la sauvegarde de services environnementaux et de biodiversité au bénéfice de pays qui ont déjà converti la plupart de leurs forêts à d'autres usages. D'autre part, la plupart des coûts de la conservation sont supportés à l'échelle locale, par des collectivités relativement pauvres et des ménages qui perdent l'accès aux espaces forestiers dont ils se servaient pour le *tavy* et le prélèvement de PFNL.

Si la valeur actualisée de l'avantage global net de la conservation d'un hectare de TGK est d'environ 3 597 US\$/ha, le coût annuel pour les ménages locaux risque d'être significatif. Il a été estimé par diverses études dans d'autres régions de Madagascar à environ 44 à 93 US\$ par foyer (Ferro, 2001 ; Minten, 2003). Cette asymétrie entre ceux qui supportent les coûts et ceux qui recueillent les avantages de la conservation de la biodiversité est l'une des causes profondes du déboisement et de la dégradation des écosystèmes à l'échelle mondiale. Lorsque les populations locales bénéficient de peu d'avantages liés à la conservation, il y a peu d'incitations à la gestion durable des ressources naturelles.

Le **Tableau 9** ci-dessous présente les paramètres utilisés pour évaluer l'impact potentiel sur les moyens de subsistance locaux. La perte annuelle de revenus due aux restrictions imposées à l'utilisation des forêts pour le *tavy*, est comparée au revenu

annuel moyen des ménages dans différentes parties de la TGK. Pour les ménages de la partie orientale de la TGK, où le revenu est essentiellement lié à la pêche et le *tavy* est moins important, la perte annuelle de revenus liés au *tavy* représente entre 12 et 35% du revenu annuel du ménage. En revanche, pour les ménages les plus pauvres des communes de l'ouest et du nord, le manque à gagner du *tavy* peut représenter jusqu'à 100% du revenu des ménages, ce qui constitue un impact grave sur les moyens de subsistance locaux. Les ménages des communes les plus pauvres de la TGK sont plus dépendants des terres forestières pour étendre l'agriculture de subsistance ; les indemniser est essentiel afin de ne pas empirer la situation des communautés locales des suites directes des actions de conservation.

**Tableau 9 Impact de la perte de revenus agricoles sur les revenus des ménages**

	Valeur	Unité	Sources/hypothèses
Population touchée	20 000	personnes	Talbot communication personnelle, 2009
Moyenne de personnes par ménage	6	people/hh	Talbot communication personnelle, 2009
Nombre de ménages touchés	3 330	ménages	Calculs des auteurs
Perte annuelle de revenu des ménages, US\$/ménages	93	US\$/ménages	Minten, 2003
<b>Revenu moyen annuel</b>			
Communes côtières, TGK est	260–775	US\$/ménages	Schéma de Développement Régional de l'Anosy, 2001, converti en US\$ à la valeur de 2008
Revenus du <i>tavy</i> en % du revenu annuel des ménages	12–35%	%	Calculs des auteurs
TGK ouest	93–135	US\$/ménages	Schéma de Développement Régional de l'Anosy, 2001, converti en US\$ à la valeur de 2008
Revenus du <i>tavy</i> en % du revenu annuel des ménages	70–100%	%	Calculs des auteurs
TGK nord	<95	US\$/ménages	Schéma de Développement Régional de l'Anosy, 2001, converti en US\$ à la valeur de 2008
Revenus du <i>tavy</i> en % du revenu annuel des ménages	100%	%	Calculs des auteurs

Le **Tableau 10** compare les coûts d'opportunité découlant de l'abandon du *tavy* au niveau des ménages avec les revenus financiers potentiels liés aux programmes REDD. Les coûts d'opportunité sont pris en compte du point de vue du ménage et non par hectare comme dans l'analyse précédente. Les revenus du *tavy* par ménage et par an varient entre 44 US\$ par ménage et par an à la valeur de 2008 (estimation de Ferraro en 2002 pour le Parc National de Ranomafana) et 93 US\$ par ménage et par an (compensation minimale acceptée pour abandonner le *tavy* dans le nord-est de Madagascar, d'après Minten, 2003). La population touchée par ce programme autour de la TGK est estimée à près de 20 000 personnes. Avec six personnes en moyenne par ménage (Talbot, communication personnelle, 2009), la valeur des bénéfices du

tavy pour 3 330 ménages s'établit à environ 306 900 US\$ par an pour l'ensemble des ménages, sur la base de l'estimation supérieure des coûts d'opportunité.

Le **Tableau 10** montre que les communautés locales devraient recevoir 22% environ des revenus de la REDD (à des prix modestes pour le carbone et nets de coûts de transaction et de mise en œuvre) pour que leur situation n'empire pas suite aux actions de conservation. Pour améliorer sensiblement leur situation, il faudrait qu'elles reçoivent une part plus importante des revenus. On explore actuellement pour la région de TGK des possibilités de partage des avantages liées à des projets et à des programmes REDD. Il existe d'autres avantages financiers potentiels à l'échelle locale, associés au développement de l'écotourisme, mais ils ne sont pas explorés ici. Il convient de noter que, d'une façon générale, l'amélioration de la situation n'est pas automatique, même si les populations locales bénéficient d'une compensation financière. Si les ménages perdent leur source de revenus, il faut en général trouver d'autres emplois ; payer les familles à perpétuité à ne pas travailler n'est pas la démarche la plus apte à faire évoluer les comportements (Joy Hecht, communication personnelle).

**Tableau 10 Répartition des coûts et des avantages et compensations potentielles**

	Unités	Valeur	Source/Remarques
<b>a) Coûts d'opportunité (CO) pour les ménages</b>			
inférieure	\$/ménages/an	44	Ferraro (2002)
supérieure	\$/ménages/an	93	Minten (2003)
<b>b) Nombre de ménages touchés</b>	nombre	3 300	Talbot (2010), comm. pers. Sur la base de 20 000 personnes touchées et d'une moyenne de 6 personnes par ménage
<b>c) CO totaux annuels pour les ménages proches de TGK = a*b</b>	US\$/yan	306 900	Nombre de ménages*CO (supérieur)
<b>d) Superficie de TGK déboisée chaque année à un taux de 1%/an</b>	ha/an	605	
<b>e) EqCO<sub>2</sub> émis par ha et par an</b>	tons/ha/an	749	Voir chapitre sur le carbone
<b>f) Prix de l'eqCO<sub>2</sub></b>	US\$/tonne CO <sub>2</sub> e	4,1	Estimation plancher de Tol
<b>g) Prix de l'eqCO<sub>2</sub> net des coûts de transaction</b>		3,1	Olsen et Bishop (2010) et Boucher (2008) estiment les coûts de transaction et de mise en œuvre à US\$1/tonne eqCO <sub>2</sub>
<b>h) Revenus annuels potentiels du carbone = d*e*(f-g)</b>	US\$/an	1 404 749	
<b>i) CO en % des revenus totaux du carbone par an = c/h</b>	%	22%	

Est-il réaliste d'envisager d'allouer plus d'un quart du revenu du carbone aux populations locales? Le projet carbone de Makira, dans le nord-est de Madagascar, a réparti les revenus du carbone comme suit : 50% pour la population locale ; 25% pour la Wildlife Conservation Society (WCS) pour la gestion de Makira ; 15% pour l'administration

*Madagascar reçoit peu ou pas de compensation en échange de la sauvegarde de services environnementaux et de biodiversité.* forestière ; 5% à la Makira Carbon Company pour la commercialisation ; 2,5% pour des coûts de vérification, et 2,5% pour le fonctionnement d'une fondation qui gère les fonds (Ferguson; 2009). Bien que l'on doute de pouvoir obtenir régulièrement ce genre de résultats (Hockley, communication personnelle) à Madagascar, cette répartition peut représenter une cible adaptée. Les projets REDD, à Madagascar et dans d'autres pays dotés de forêts tropicales humides, explorent différentes modalités de partage des recettes parmi les parties prenantes. La compensation effective des communautés locales ne dépend pas uniquement de l'engagement à partager équitablement les avantages découlant des PSE ; il faut également veiller à ce que chacun des ménages reçoive effectivement sa part et à ce que les inégalités sociales à différents niveaux ne portent pas atteinte à la répartition des bénéfices.

Cette analyse ne prend pas en considération les avantages locaux potentiels de l'exploitation forestière communautaire (comme le font Kremen *et al.*, 2000), en raison du manque d'informations. Néanmoins, la mise en œuvre de mécanismes effectifs de compensation est indispensable à une conservation efficace. Les versements directs sont une option possible, mais des paiements annualisés liés à des régimes de PSE sont susceptibles d'assurer un flux stable et plus sûr de revenus permettant aux ménages d'acheter des biens et des services équivalents à ceux découlant précédemment de l'expansion agricole sur des espaces forestiers.<sup>13</sup>

#### 4.4 Analyse de sensibilité

Le **Tableau 11** illustre la façon dont les valeurs actualisées du projet changent selon les différentes hypothèses concernant le taux d'actualisation, l'horizon temporel, le taux de déforestation dans l'hypothèse où rien ne change (le statu quo), le consentement à payer des populations des pays riches pour la conservation de la biodiversité, la prise en considération du carbone et de l'écotourisme et leurs valeurs. Dans chaque section, un paramètre d'entrée varie par rapport à l'hypothèse de base initiale. Comme prévu, les valeurs actualisées diminuent avec des durées plus courtes et des taux d'actualisation plus élevés. De même, à mesure que le taux de déforestation dans le scénario du statu quo augmente, la valeur actualisée de la conservation s'accroît, car on réalise les bénéfices liés à une non-déforestation accrue. Les résultats sont relativement conséquents : les valeurs actuelles du scénario de base varient entre 8,1 millions de US\$ et 21,3 millions de US\$ pour des horizons allant de 10 à 60 ans et des taux d'actualisation de 3 à 10%. L'exclusion des bénéfices liés au carbone, en revanche, donne des valeurs actualisées négatives pour la conservation, en particulier sur 30 ans. Les avantages de la conservation augmentent corrélativement au taux de déforestation dans le scénario du statu quo, parce que les seuls avantages inclus dans l'analyse coûts-bénéfices sont ceux liés à la déforestation évitée.

<sup>13</sup> Le Manuel des coûts / bénéfices du BBOP fournit des indications détaillées sur les méthodes d'estimation des coûts et des avantages, pour les parties prenantes locales, des impacts résiduels de projets et des options de compensation.

**Tableau 11 Analyse de sensibilité (millions de US\$) \***

	Horizon (années)		
	10	30	60
<b>Taux d'actualisation (%)</b>			
0.03	11,2	21,3	18,3
0.05	10,2*	17,3*	16,3*
0.1	8,1	11,3	11,3
<b>Taux de déforestation (%)</b>			
0.01	10,2*	17,3*	16,3*
0.02	22,3	37,8	37,8
0.05	58,6	99,2	102,4
<b>Biodiversité (VDP US\$/ha/an)</b>			
30	10,2*	17,3*	16,3*
60	10,8	20,2	21,6
<b>Valeur du carbone (US\$/teqCO<sub>2</sub>)</b>			
Carbone exclu	-3,3	-9,6	-16,8
Prix virtuel carbone, fourchette inférieure (US\$4,1/teqCO <sub>2</sub> )	10,2*	17,3*	16,3*
Prix virtuel carbone, fourchette supérieure (US\$12,7/teqCO <sub>2</sub> )	38,5	73,8	85,9
Prix du marché REDD moins coûts de transaction (US\$5,3/teqCO <sub>2</sub> )	14,1	25,1	26,0
US\$20/teqCO <sub>2</sub> e	62,4	121,3	144,5
Carbone exclu	-2,9	-7,1	-2,9
Écotourisme : 100 visiteurs en année 2, +10% /an pour années 3-10, 5% ensuite	10,5	19,8	30,1

\* hypothèse de base = taux d'actualisation de 5%, taux de déforestation de 1%

Source : Calculs des auteurs

## 4.5 Points clés

S'il existe des avantages économiques importants liés à la conservation de TGK, ils sont principalement liés à la valeur du carbone stocké. Ceci semble indiquer, soit que la biodiversité n'a pas beaucoup de valeur économique, ou que les méthodes et les données utilisées pour mesurer et évaluer sa valeur sont insuffisantes. La science nous montre que la biodiversité et les écosystèmes sont indispensables au bien-être humain ; il existe donc un besoin incontestable d'améliorer la disponibilité des données nécessaires à l'évaluation de la biodiversité.

Il est probable que les valeurs d'existence sont sous-estimées, car des estimations moyennes de la VDP ont été utilisées pour évaluer ces avantages, et les moyennes ne tiennent pas compte du degré élevé de biodiversité et d'endémisme, de la présence d'espèces emblématiques, du degré élevé des menaces. D'autre part, la VDP pour la biodiversité de Madagascar pourrait être inférieure à la moyenne, car elle est moins connue que la mégafaune d'Afrique ou la forêt amazonienne. Les premiers travaux, fondés sur de enquêtes, visant à déterminer la VDP pour la protection de la forêt de

*Les valeurs d'existence sont sous-estimées, car des estimations moyennes de la volonté de payer ont été utilisées pour évaluer ces avantages, et les moyennes ne tiennent pas compte du degré élevé de biodiversité et d'endémisme, de la présence d'espèces emblématiques, du degré élevé des menaces.*

Tsitongambarika, seraient mieux à même de définir le prix que les populations étrangères seraient disposées à payer pour la conservation. La question est de savoir combien d'habitants des pays riches sont réellement prêts à payer pour la biodiversité tropicale, s'ils devaient le faire. Les contributions à des ONG telles que le WWF pourraient fournir une indication utile de la limite inférieure de la fourchette. Des travaux complémentaires sur ces valeurs et sur les méthodes permettant de les saisir à travers des mécanismes financiers restent nécessaires.

Une autre question qui se pose en matière de valeur est : la valeur pour qui ? L'évaluation de la TGK montre que les coûts de la conservation sont supportés principalement sur le plan local (les avantages nets sont négatifs en l'absence de compensation), tandis que les avantages ont une portée mondiale. Il est donc nécessaire de mettre au point des mécanismes financiers permettant de transférer des ressources des bénéficiaires de la conservation de la biodiversité vers ceux qui en supportent les coûts au niveau local.

Dans ce contexte, des paiements pour des services écosystémiques sont mis en place et les ressources sont versés aux communautés locales pour la gestion et la protection de certaines parties de la TGK. A ce jour, Rio Tinto paie pour la conservation, puisque la protection de la biodiversité accroît les probabilités d'obtenir des permis d'exploitation minière. Des travaux futurs pourraient utilement évaluer l'adéquation et les performances des mécanismes de PSE sur le terrain en matière de maintien ou d'amélioration du bien-être des communautés locales.

Enfin, cette analyse a tenté d'évaluer les avantages pour la biodiversité découlant du surplus d'hectares de biodiversité forestière qui ne sont pas nécessaires pour compenser l'impact environnemental des activités minières de Rio Tinto. En conséquence, si un système de banque de la biodiversité devait s'établir à Madagascar, la fourchette des prix à l'hectare serait comprise, très approximativement, entre 1 400 US\$ (coûts d'approvisionnement) à 3 597 US\$/ha (avantages nets de la conservation).



# 5 APPLICATION

Ce travail s'applique à Rio Tinto sur le plan tant technique que stratégique. Il a des incidences directes pour la stratégie de biodiversité de l'entreprise et sera utilisé comme un outil dans des programmes visant à atteindre un impact positif net pour la biodiversité sur le plan opérationnel.

Sur le plan technique, cette étude a des implications sur la manière dont Rio Tinto structure et gère les compensations de biodiversité nécessaires afin d'atteindre un impact positif net en matière de biodiversité. L'objectif consiste à incorporer les méthodes d'évaluation dans la planification des actions de biodiversité au niveau de l'ensemble de l'entreprise, ainsi que dans les méthodes de définition et de mise en œuvre de régimes de compensation.

Cette étude a abordé la question de la valeur des avantages de biodiversité découlant de la préservation d'un « point chaud » de biodiversité forestière à Madagascar. La prochaine phase du projet permettra d'intégrer cette méthodologie et ses résultats dans la caisse à outils servant à la planification de l'IPN et des compensations de biodiversité. Les méthodes d'évaluation seront utilisées pour améliorer la rigueur de la méthodologie existante d'évaluation de la qualité des hectares (Ekstrom et Anstee, 2010), qui est utilisée par Rio Tinto pour calculer les pertes et les gains de biodiversité découlant des projets d'exploitation.

## **L'utilisation de méthodes d'évaluation dans ce travail présente de nouvelles occasions de déterminer la valeur des écosystèmes et de définir des flux de revenus potentiels qui peuvent être utilisés pour :**

- assurer des flux de revenus durables à long terme pour les programmes de conservation de la TGK ;
- assurer des flux de revenus durables à long terme pour les populations locales, qui vivent et travaillent à l'intérieur de la TGK ou dans les environs, et qui pourraient se trouver lésées par des programmes de conservation ; et
- démontrer que l'investissement de l'entreprise dans les programmes de conservation de TGK est transparent, équitable pour toutes les parties prenantes, et proportionnel à la valeur des impacts sur la biodiversité qui sont compensés par le programme destiné à TGK.

D'un point de vue stratégique, Rio Tinto estime que la valorisation économique des services écosystémiques et le développement des marchés des services écosystémiques peuvent faire évoluer la façon dont les entreprises privées gèrent leur empreinte environnementale. Rio Tinto se sert des liens établis avec ses partenaires en matière de biodiversité, et plus particulièrement de ses relations avec l'UICN, pour explorer les modalités d'évaluation précise des services écosystémiques et leurs implications pour les risques et le potentiel de l'entreprise. Pour des sociétés comme Rio Tinto, des méthodes solides de détermination de la valeur des services écosystémiques et le développement de marchés fonctionnels pour ces services pourrait permettre d'utiliser de grandes propriétés foncières non opérationnelles afin de créer de nouveaux revenus pour Rio Tinto, ainsi que pour les populations et autres parties prenantes locales, à travers la vente de crédits de services écosystémiques.

# 6 LIMITES DE CETTE ÉTUDE ET TRAVAUX FUTURS

Cette étude a souligné les limites de l'utilisation du transfert de bénéfices et des valeurs moyennes d'un ensemble de services écosystémiques pour estimer la valeur de la conservation. Les valeurs de la biodiversité sont très sensibles à sa richesse, au degré d'endémisme, à la présence d'espèces charismatiques, à la gravité des menaces et à d'autres facteurs locaux. L'application de valeurs moyennes mondiales ou régionales ne tient pas compte des caractéristiques uniques de sites particuliers. Il est donc recommandé de poursuivre les travaux en se fondant sur des études spécifiques à des sites. De même, l'évaluation des effets de répartition de la conservation et de son impact sur les moyens d'existence a été entreprise sur la base de données locales limitées sur l'apport des forêts aux moyens de subsistance des ménages ; des travaux socio-économiques complémentaires afin d'estimer les montants et les mécanismes financiers appropriés pour indemniser les communautés locales s'avèrent nécessaires.

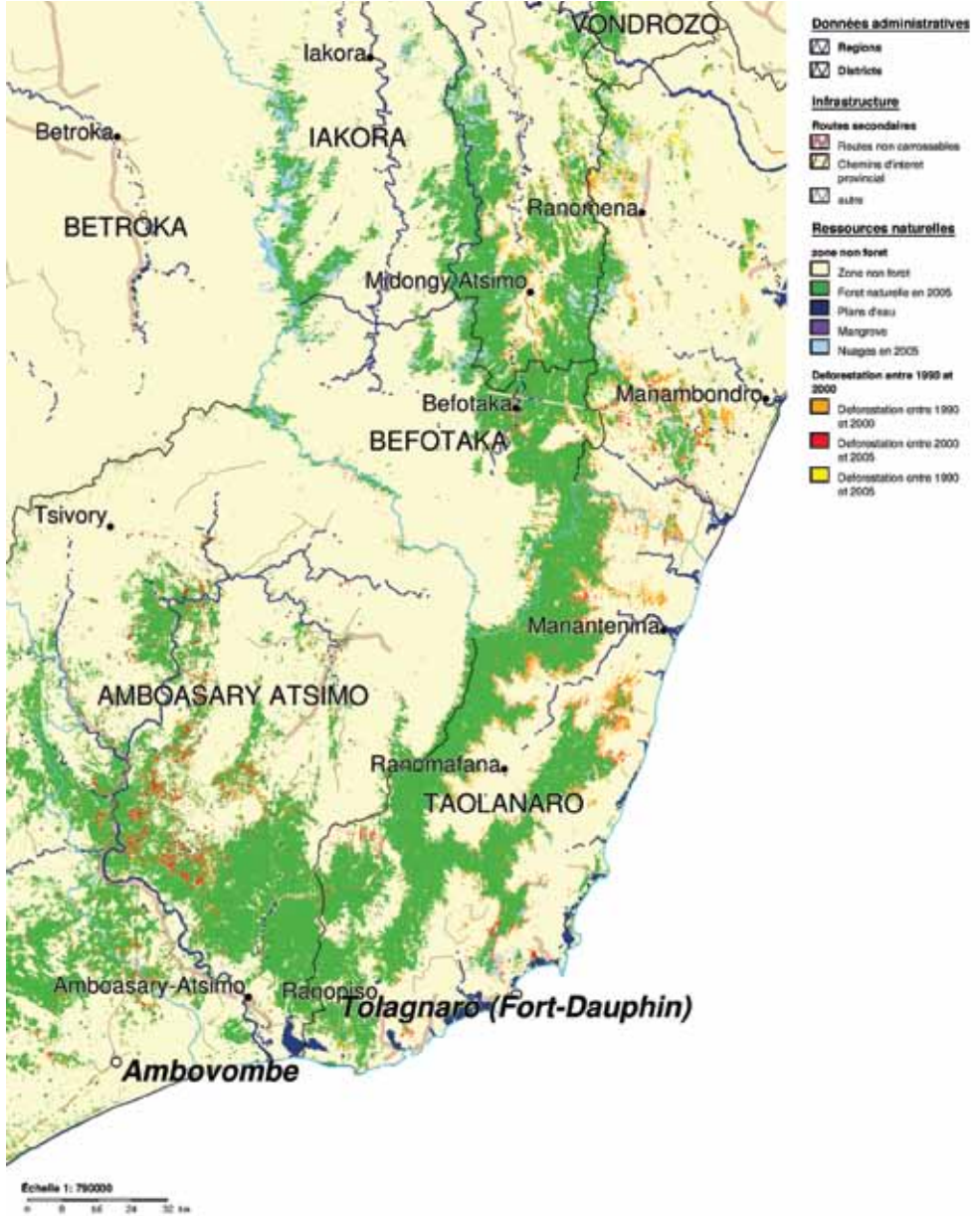
Cette étude tente de valoriser des hectares de biodiversité susceptibles d'être utilisés dans un programme de compensation, mais elle n'aborde pas directement la question de savoir comment l'évaluation des écosystèmes pourrait contribuer à mettre au point des méthodologies de compensation de la biodiversité. On ne sait pas, par exemple, si l'évaluation des écosystèmes peut ou non aider à trouver une réponse aux questions des compensations effectuées hors site ou sur d'autres types d'habitats.

Cette étude n'examine pas les avantages nets associés au cycle de vie entier d'une exploitation minière, allant de l'extraction et les dommages y afférents, jusqu'à la restauration ou la remise en état et, potentiellement, des compensations hors-site. En conséquence, elle ne fournit qu'un instantané d'une seule partie du processus d'exploitation commerciale.

Cette étude estime que la REDD est un nouveau mécanisme financier susceptible de fournir des revenus, tant à Rio Tinto, grand propriétaire foncier, pour l'aider à financer ses activités de conservation de la biodiversité, qu'aux communautés locales, qui utilisent et gèrent les ressources forestières et sont affectées par les décisions d'utilisation des sols, que ce soit pour l'exploitation minière ou pour la conservation. Pour avancer, il est envisagé de consulter une organisation indépendante de certification du carbone forestier, pour déterminer le potentiel de mise en œuvre de la REDD dans cette région.

# ANNEXE 1

## Déforestation dans le district de Fort-Dauphin et dans le sud-est du district d'Amboasary



Source : JariAla (2007)

## ANNEXE 2

### Modification de la couverture forestière par commune dans les districts de Fort-Dauphin et d'Amboasary

DISTRICT	COMMUNE	Aire	Forêt 90	Forêt 00	Forêt 05	Base 90	Perte 90-00	Taux 90-00	Base 00	Perte 00-05	Taux 00-05
	Amboasary Atsimo	3908	3545	3462	3450	3545	83	0.23	3462	12	0.07
	Behara	72522	67899	67334	66236	67899	564	0.08	67334	1098	0.33
	Ifotaka	2042	1917	1906	1578	1917	11	0.06	1906	328	3.44
	Manevy	7921	6733	6650	6555	5804	82	0.14	6583	81	0.25
	Maromby	4528	3162	3097	3065	3159	64	0.20	3097	32	0.21
	Tanandava Atsimo	4413	3831	3812	3791	3831	19	0.05	3812	21	0.11
	Tranomaro	20892	17716	17343	16272	17716	373	0.21	17343	1070	1.23
	Ambatoabo	40396	26534	26365	25429	26152	166	0.06	26298	881	0.67
	Ampasimena	10272	9208	8054	7415	906	1116	1.25	7875	495	1.26
	Ampasy	3335	2924	2559	1468	2899	364	1.25	1833	373	4.07
	Analapasta I	772	666	628	614	666	38	0.57	617	3	0.09
	Andranobory	7270	6086	5673	5613	6081	412	0.68	5660	53	0.19
	Ankaramena	3630	3340	3136	3087	3133	0	0.00	3120	36	0.23
	Ankaramena	3630	3340	3136	3087	3133	0	0.00	3120	36	0.23
	Ankerera	21739	15895	15715	15661	15586	55	0.04	15532	53	0.07
	Bevoay	8803	7671	6995	6855	7504	652	0.87	6931	87	0.25
	Enakara	7078	6715	6124	6053	5957	590	0.99	5922	61	0.21
	Enaniliha	23580	22486	22199	22133	20302	287	0.14	21593	6	0.01
	Fenoovo	5597	5178	5093	5013	4903	85	0.17	5093	80	0.32
	Iabakoho	7622	7237	6800	6478	7041	425	0.60	6416	115	0.36
	Ifarantsa	4393	3879	3567	3018	3793	312	0.82	3446	431	2.50
	Isaka-Ivondro	7442	6816	6510	6465	5984	307	0.51	6492	39	0.12
	Mahatalaky	19951	17397	16280	15336	16768	1043	0.62	15459	365	0.47
	Manambaro	7160	6369	6337	6177	6206	15	0.02	6227	52	0.17
	Manantenina	8118	7225	4469	3275	7137	2740	3.84	4322	1126	5.21
	Mandiso	5313	4804	4758	4666	4678	46	0.10	4728	64	0.27
	Mandromodromotra	594	552	475	233	552	77	1.39	418	185	8.83
	Ranomafana	17694	16203	15228	15063	14104	940	0.67	14745	118	0.16
	Ranopiso	6011	5302	5255	5208	5199	1	0.00	5193	41	0.16
	Sarasambo	618	579	417	281	579	162	2.80	392	111	5.68
Soanierana	1917	1632	1586	1008	1621	42	0.26	1028	20	0.40	
Tolanaro	56	47	47	17	47	0	0.00	19	1	1.30	
	<b>Total Anosy</b>	<b>335585</b>	<b>289546</b>	<b>277875</b>	<b>267513</b>	<b>279662</b>	<b>11073</b>	<b>0.40</b>	<b>272896</b>	<b>7437</b>	<b>0.55</b>

Source: JariAla (2007) cité par Holmes et Burren (2007).

# BIBLIOGRAPHIE

- Andriamasimanana, R. 2008. Appui à l'élaboration du schéma d'aménagement des forêts de Tsitongambarika, Tolagnaro, par des outils d'observations de la terre.
- Asity Madagascar. 2009. Plan d'aménagement et de gestion de la NAP Tsitongambarika, Fort-Dauphin, Région Anosy.
- Baranzini, A., Faust, A.K., Huberman, D. 2010. Tropical forest conservation : attitudes et preferences. *Forest Policy and Economics* 12 (2010), 370-376.
- Barret, M., Brown, J., Morikawa, M., Labat, J.N. and Yoder, A. 2010. CITES Designation for Endangered Rosewood in Madagascar. *Science* Vol. 328, mai 2010.
- Bateman, I., Brouwer, R., Cranford, M., Hime, S., Ozdemiroglu, E., Phang, Z., Provins, A. 2009. Valuing environmental impacts : practical guidelines for the use of value transfer in policy et project appraisal. Rapport au Defra.
- Boucher, D. 2008. Out of the woods : A realistic role for tropical forests in curbing global warming. Union of Concerned Scientists, décembre 2008, Cambridge, MA.
- Brand, J. 2004. Suivi de la cartographie du couvert forestier à Tsitongambarika II. Projet de gestion des ressources forestières dans la région de Fort-Dauphin.
- Brand, J., Healy, T., Keck, A., Minten, B. et Randrianarisoa, J.C. 2003. Mythes et réalités sur l'aménagement des bassins-versants : l'effet de la déforestation des versants sur la productivité des bas-fonds. Document de politique. Programme FOFIFA/ILO, mars 2003.
- Business and Biodiversity Offset Programme (BBOP). 2009. Biodiversity Offset Cost Benefit Handbook. BBOP, Washington, D.C. <http://bbop.forest-trends.org/guidelines/index.php>
- Carret, J.C. and Loyer, D. 2003. Madagascar protected area network sustainable financing – economic analyse perspective. Document présenté au Congrès mondial des parcs, Durban, Afrique du Sud, septembre 2003.
- Critical Ecosystem Partnership Fund. 2000. Ecosystem of the Madagascar & Indian Ocean Islands Biodiversity Hotspot. [www.cepf.net/Documents/final.madagascar.ep.pdf](http://www.cepf.net/Documents/final.madagascar.ep.pdf)
- DEFRA. 2007. An introductory guide to valuing services écosystémiques. London, UK.
- Ekstrom, J. and Anstee, S.D. 2010. Quality hectares : An area based method of quantifying biodiversity loss et gain as part of a mining company's project development. En prép.
- Ferguson, H. B. 2009. REDD in Madagascar : An Overview of Progress, Independent Report, novembre 2009.

Ferraro, P.J. 2002. The local costs of establishing protected areas in low income nations : Ranomafana National Park, Madagascar. *Ecological Economics*, 43, 261–275.

Hockley, N. and Razafindralambo, R. 2006. A social cost-benefit analyse of conserving the Ranomafana-Andringitra-Pic d'Ivohibe Corridor in Madagascar. USAID/Madagascar.

Holmes, C. et Burren, C. 2007. Stratégie d'aménagement pour le massif forestier de Vohimena. Rapport final, USAID Madagascar.

Holmes, C., Ingram, J.C., Meyers, D., Crowley, H. and Victurine, R. 2008. Forest carbon financing for biodiversité conservation, climate change mitigation et improved livelihoods : the Makira forest protected area, Madagascar. WCS Madagascar Programme.

Horton, B., Colarullo, G., Bateman, I., Peres, C. 2003. Evaluating non-user willingness to pay for a large scale conservation programme in Amazonia : a UK/Italian contingent valuation study. *Environmental Conservation* 30 (2), 139-146.

International Finance Corporation. 2008. Tapping tourism for growth in Madagascar. [www.ifc.org/ifcext/africa.nsf/Content/Tourism\\_Main\\_Madagascar](http://www.ifc.org/ifcext/africa.nsf/Content/Tourism_Main_Madagascar)

Kramer, R. and Mercer, E. 1997. Valuing a global environmental good : US residents' willingness to pay to protect tropical rain forests. *Land Econ* 73:196–210.

Kramer, R., Sharma and Munasinghe, M. 1995. Valuing tropical forests : methodology et case study of Madagascar. Environment Paper no. 13. World Bank, Washington, D.C.

Kremen, C., Razafimahatratra, V., Guillery, R.P., Rakotomalala, J., Weiss, A. And Ratsisompatrarivo, J-S. 1999. Designing the Masoala National Park in Madagascar based on Biological et Socio-economic Data. *Conservation Biology*, Volume 13, No. 5, octobre 1999.

Kremen, C., Niles, J., Dalton, M., Daily, G., Ehrlich, P, Fay, J., Grewal, D. and Guillery, R. 2000. Economic incentives for rain forest conservation across scales. *Science*, 9 juin 2000, Vol. 288.

Meyers, D. 2001. Makira Forest Project Madagascar. Rapport pour MEF-IRG/PAGE-USAID.

Minten, Bart. 2003. Compensation and cost of conservation payments for biodiversity. Cornell Food and Nutrition Policy Program Working Paper No. 142. Disponible au SSRN : <http://ssrn.com/abstract=424121>.

Mullan, K. and Kontoleon, A. 2008. Benefits and costs of forest biodiversity : economic theory et case study evidence.

Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., da Fonseca, G. and Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* Vol. 43, 2000.

Navrud, S. and Brouwer. 2007. Good practice guidelines in benefit transfer for forest externalities. COST Action E45, European Forest Externalities (EUROFOREX).

OECD. 2005. <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6356>

Olsen, N. and Bishop, J. 2009. The financial costs of REDD : Evidence from Brazil and Indonesia. IUCN, Gland, Suisse.

Pearce, D.W. and Pearce, C. 2001. The value of forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity Technical Series No. 4.

Pearce D. 2007. Do we really care about biodiversity? *Environmental and Resource Economics* (2007) 37 : 313-333.

Rakotoarison, B.F. 2002. Evaluation économique des bénéfices hydrologiques du programme environnement III à Madagascar. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome. Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques.

Ramanitra, N., Safford, R., and Ekstrom, J. (dir.). 2006. Inventaire et identification des sites biologiques dans la forêt humide de Tsitongambarika et perspectives de conservation. Rio Tinto/QMM/BirdLife/Asity/Madagascar Voakajy/MBG.

Rio Tinto. 2008. Rio Tinto and biodiversity : Achieving results on the ground. Disponible à : [www.riotinto.com/ourapproach/17214\\_biodiversité.asp](http://www.riotinto.com/ourapproach/17214_biodiversité.asp)

Shyamsundar, P. and Kramer, R. 1996. Tropical forest protection : An empirical analyse of the coûts borne by local people. *Journal of Environmental Economics and Management*, 3, 129-144.

Solonitomboariny, J. 2000. Dommage hors site de l'érosion : les effets de l'ensablement sur la production rizicole. Etude de cas dans la Commune d'Ambohitrarivo. MINEV, ONE, USAID, CFSIGE, PAGE, FAC DEGS, Programme ILO.

Temple, H.J., Anstee, S., Ekstrom, J., Pilgrim, P., Rabenantoandro, J., Ramanamanjato, J.-B., Randriatafika, F. & Vincelette, M. 2011. Vers un impact net positif sur la biodiversité des activités de Rio Tinto au Madagascar. Série technique UICN et Rio Tinto no. 2. A paraître.

ten Kate, K., Bishop, J. et Bayon, R. 2004. Biodiversity offsets : Views, experience, and the business case. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and Insight Investment, London, UK.

UNCTAD. E-tourism at a glance... Madagascar. [www.unctadxi.org/sections/SITE/etourism/docs/Madagascar.pdf](http://www.unctadxi.org/sections/SITE/etourism/docs/Madagascar.pdf)

RioTinto

