
Volume G Préface

L'EIE du projet Ambatovy a été conçue pour rencontrer les exigences d'information stipulées dans les Termes de référence (TdR) imposés au projet par l'ONE (Office National de l'Environnement, Agence malgache régulatrice) et ce, sous la forme d'un ensemble complet et facile d'accès. L'information est présentée dans 11 volumes traitant de sujets spécifiques. La liste des volumes est présentée ci-dessous: un organigramme illustre la structure de chacun de ces volumes (Figure 1):

- Volume A: Introduction
- Volume B: Etude d'impact environnemental - Mine
- Volume C: Etude d'impact environnemental - Pipeline de pulpe
- Volume D: Etude d'impact environnemental - Usine de traitement
- Volume E: Etude d'impact environnemental - Parc à résidus
- Volume F: Etude d'impact environnemental - Extension portuaire
- Volume G: Etude d'impact environnemental - Effets cumulatifs
- Volume H: Annexes générales
- Volume I: Annexes sur les aspects physiques
- Volume J: Annexes sur les aspects biologiques
- Volume K: Annexes sur les aspects sociaux

Le volume A présente le projet et le processus de l'EIE; il contient les informations sur les secteurs d'étude et la méthodologie utilisée pour toutes les disciplines et toutes les composantes du projet.

Pour la commodité des lecteurs qui ne voudraient lire que des parties spécifiques de l'EIE, les volumes B à F contiennent chacun la description du projet et l'évaluation environnementale pour un secteur spécifique du projet. Donc, un lecteur qui ne s'intéresse qu'à un site particulier du projet peut lire le volume correspondant.

Le volume G contient l'évaluation des effets cumulatifs; il traite des effets combinés de toutes les composantes du projet et les effets cumulatifs de l'ensemble du projet avec les autres projets et activités prévisibles à Madagascar.

Lorsque approprié, l'EIE renvoie à des documents séparés, les annexes, dans les volumes H à K; ces annexes contiennent des informations techniques et de référence additionnelles. Ces volumes contiennent également les annexes des rapports de l'EIE pour quelques disciplines ainsi que des informations pertinentes à l'EIE pour plusieurs composantes du projet. Les annexes H-12 et H-13 contiennent le glossaire, les acronymes et les références pour tous les volumes.

Figure 1 Structure de l'étude d'impact environnemental du projet Ambatovy

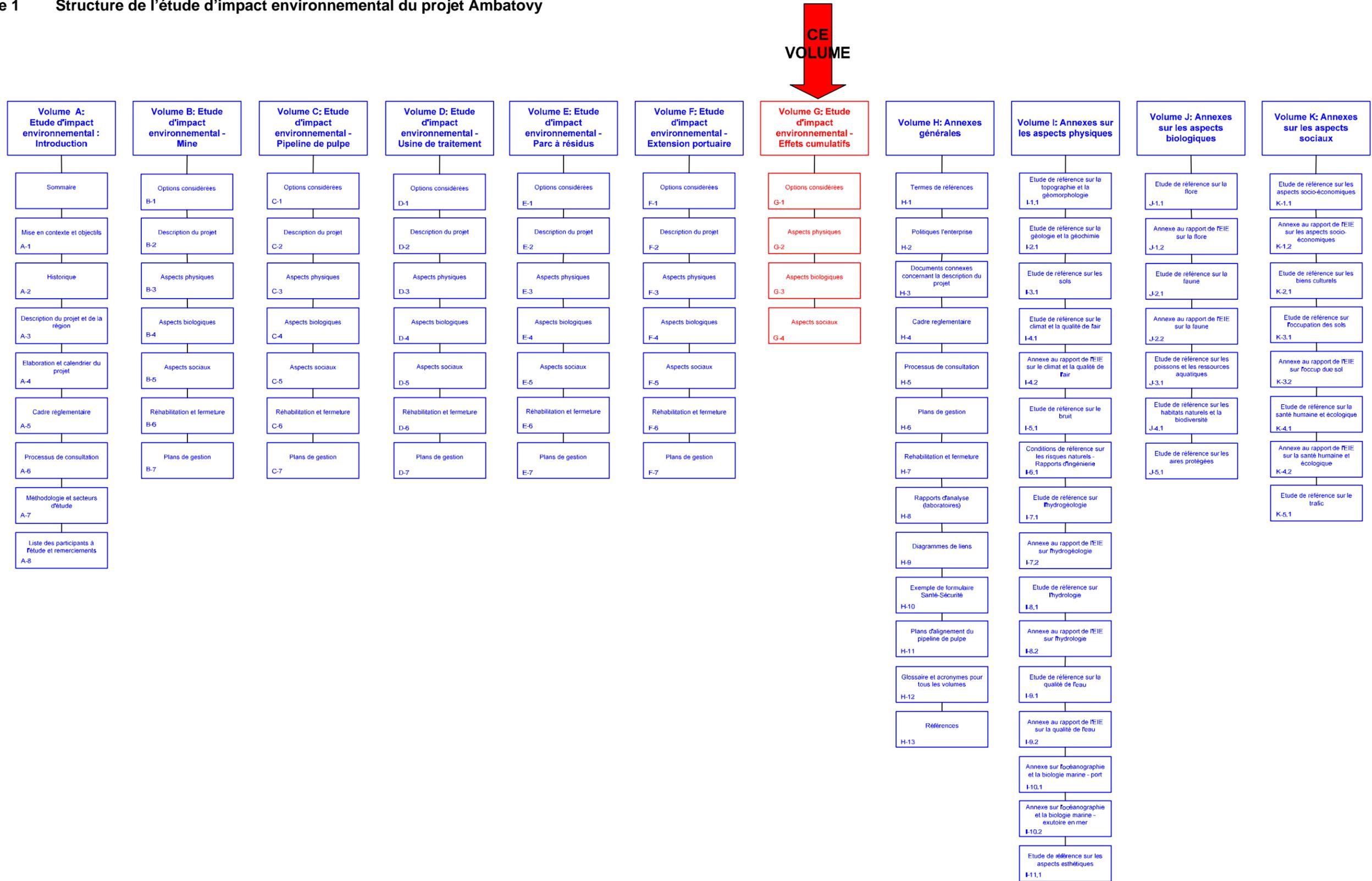


TABLE DES MATIERES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1 LISTE DES PROJETS CONSIDERES	1
1.1 INTRODUCTION	1
1.2 ACTIVITES OU PROJETS EXISTANTS ET PREVUS A MADAGASCAR	1
1.3 PROJETS DANS LA REGION DU PROJET AMBATOVY	9
2 EFFETS CUMULATIFS ET COMBINES POUR LES ASPECTS PHYSIQUES.....	13
2.1 TOPOGRAPHIE ET GEOMORPHOLOGIE	13
2.1.1 Effets combinés du projet Ambatovy	13
2.1.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	14
2.1.3 Conclusions.....	16
2.2 GEOLOGIE ET GEOCHIMIE	16
2.3 SOLS	16
2.3.1 Effets combinés du projet Ambatovy	16
2.3.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	18
2.3.3 Conclusions.....	19
2.4 CLIMAT ET QUALITE DE L'AIR.....	20
2.4.1 Effets combinés du projet Ambatovy	20
2.4.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	20
2.4.3 Conclusions.....	21
2.5 BRUIT	21
2.5.1 Effets combinés du projet Ambatovy	21
2.5.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	21
2.6 RISQUES NATURELS	22
2.6.1 Effets combinés du projet Ambatovy	22
2.6.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	29
2.6.3 Conclusions.....	30
2.7 HYDROGEOLOGIE.....	30
2.8 HYDROLOGIE.....	31
2.8.1 Effets combinés du projet Ambatovy	31
2.8.2 Evaluation des effets cumulatifs avec d'autres projets et activités.....	32
2.8.3 Conclusions.....	34
2.9 QUALITE DE L'EAU	34
2.9.1 Effets combinés du projet Ambatovy	34
2.9.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	37
2.9.3 Conclusions.....	39
2.10 OCEANOGRAPHIE	40
2.10.1 Effets combinés du projet Ambatovy	40
2.10.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	41
2.11 ASPECTS ESTHETIQUES	42
2.11.1 Effets combinés du projet Ambatovy	42
2.11.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	44
2.11.3 Conclusions.....	46
3 EFFETS CUMULATIFS ET COMBINES POUR LES ASPECTS BIOLOGIQUES	47
3.1 FLORE.....	47
3.1.1 Effets combinés du projet Ambatovy	47
3.1.2 Effets cumulatifs régionaux incluant d'autres projets ou activités	57

3.1.3	Conclusions.....	62
3.2	FAUNE.....	63
3.2.1	Effets combinés du projet Ambatovy	63
3.2.2	Effets cumulatifs régionaux incluant d'autres projets ou activités	77
3.2.3	Conclusions.....	80
3.3	POISSONS ET RESSOURCES AQUATIQUES	81
3.3.1	Effets combinés du projet Ambatovy	81
3.3.2	Effets cumulatifs incluant d'autres projets ou activités	85
3.3.3	Conclusions.....	88
3.4	HABITATS NATURELS ET BIODIVERSITE	89
3.4.1	Effets combinés du projet Ambatovy	89
3.4.2	Effets cumulatifs régionaux incluant d'autres projets et activités	92
3.4.3	Evaluation économique des habitats et de la biodiversité.....	97
3.5	AIRES PROTEGEES.....	113
3.5.1	Effets combinés du projet Ambatovy	113
3.5.2	Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	115
3.5.3	Conclusions.....	117
4	EFFETS CUMULATIFS ET COMBINES POUR LES ASPECTS SOCIAUX.....	119
4.1	ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES.....	119
4.1.1	Description du projet.....	119
4.1.2	Benefices Prevus pour Madagascar.....	120
4.1.3	Education et Formation Locale	124
4.2	BIENS CULTURELS.....	128
4.3	OCCUPATION DU SOL	128
4.3.1	Effets combinés du projet Ambatovy	128
4.3.2	Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités	131
4.3.3	Conclusions.....	133
4.4	SANTE HUMAINE ET ECOLOGIQUE	133
4.4.1	Effets combinés du projet Ambatovy sur la santé.....	133
4.4.2	Effets cumulatifs sur la santé avec les autres projets et activités.....	136
4.4.3	Conclusions.....	138
4.5	TRAFIC.....	138
4.5.1	Effets combinés du projet Ambatovy	138
4.5.2	Effets cumulatifs avec les autres projets et activités	142
4.5.3	Conclusions.....	143

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1	Gisements de pierres précieuses et semi-précieuses à Madagascar.....	5
Tableau 1-2	Activités d'exploration pétrolière à Madagascar	7
Tableau 2.1-1	Matrice de recoupement des effets des composantes du projet concernant la topographie et la géomorphologie ^(a)	13
Tableau 2.1-2	Classification des impacts résiduels combinés pour la topographie et la géomorphologie	14
Tableau 2.1-3	Classification des impacts résiduels cumulatifs pour la topographie et la géomorphologie	15
Tableau 2.3-1	Matrice de recoupement des effets des composantes du projet concernant les sols ^(a)	17
Tableau 2.3-2	Classification des impacts résiduels combinés pour les sols	18
Tableau 2.3-3	Classification des impacts résiduels cumulatifs pour les sols	19

Tableau 2.6-1	Matrice de recoupement des effets des composantes du projet pour les risques naturels ^(a)	23
Tableau 2.6-2	Scénarios de risques naturels pour l'ensemble des composantes du projet	24
Tableau 2.6-3	Matrice des conséquences combinées des risques : Mine et pipeline de pulpe ^(a)	26
Tableau 2.6-4	Matrice des conséquences combinées des risques : Parc à résidus et pipeline de pulpe ^(a)	27
Tableau 2.6-5	Matrice des conséquences combinées des risques : Usine de traitement et pipeline de pulpe ^(a)	27
Tableau 2.6-6	Matrice des conséquences des risques combinés : Parc à résidus et usine de traitement ^(a)	28
Tableau 2.8-1	Matrice de recoupement des effets du projet pour l'hydrologie ^(a)	31
Tableau 2.8-2	Classification des impacts résiduels cumulatifs pour l'hydrologie	34
Tableau 2.9-1	Matrice de recoupement des effets des composantes du projet pour la qualité de l'eau ^(a)	35
Tableau 2.10-1	Matrice de recoupement des effets des composantes projet pour l'écologie marine et l'océanographie ^(a)	40
Tableau 2.11-1	Matrice de recoupement des composantes du projet pour les aspects esthétiques ^(a)	42
Tableau 2.11-2	Classification des impacts résiduels combinés pour les aspects esthétiques	44
Tableau 2.11-3	Classification des impacts résiduels cumulatifs pour les aspects esthétiques	46
Tableau 3.1-1	Types de végétation touchés pour chaque composante du projet	48
Tableau 3.1-2	Matrice de recoupement des effets du projet concernant la flore	49
Tableau 3.1-3	Impacts directs pour tous les secteurs locaux d'étude combinés – superficies de végétation touchées	50
Tableau 3.1-4	Classification des impacts résiduels cumulatifs pour les composantes du projet combinées – communautés végétales	52
Tableau 3.1-5	Résumé des engagements relatifs à la création de zones de gestion forestière, de zones réhabilitées et de zones de conservation	55
Tableau 3.1-6	Classification des impacts résiduels cumulatifs des composantes du projet combinées – perte d'espèces végétales	56
Tableau 3.1-7	Classification des impacts résiduels cumulatifs des composantes du projet combinées – introduction d'espèces exotiques ou indésirables	56
Tableau 3.1-8	Classification des impacts résiduels cumulatifs pour la région du projet Ambatovy – perte ou altération de communautés végétales, perte d'espèces et introduction d'espèces végétales exotiques ou indésirables	62
Tableau 3.2-1	Habitats touchés en fonction des composantes du projet	64
Tableau 3.2-2	Matrice de recoupement des effets du projet concernant la faune ^(a)	65
Tableau 3.2-3	Classification des impacts résiduels combinés pour la mine et le pipeline – perte directe d'habitats	66
Tableau 3.2-4	Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour la mine et le pipeline – perte indirecte d'habitats	68
Tableau 3.2-5	Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour la mine et le pipeline – mortalité directe	70
Tableau 3.2-6	Classification des impacts résiduels combinés sur la faune – fragmentation et obstacles au mouvement	71
Tableau 3.2-7	Classification des impacts résiduels combinés pour le pipeline et le secteur de Toamasina – perte directe d'habitats	73
Table 3.2-8	Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour le pipeline et le secteur de Toamasina – perte indirecte d'habitats	73

Tableau 3.2-9	Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour le pipeline et le secteur de Toamasina – mortalité directe	75
Tableau 3.2-10	Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour le pipeline et le secteur de Toamasina – fragmentation et obstacles au mouvement	76
Tableau 3.2-11	Classification des impacts résiduels cumulatifs sur la faune pour toute la région du projet Ambatovy	80
Tableau 3.3-1	Matrice de recoupement des effets du projet concernant les poissons et les ressources aquatiques ^(a)	81
Tableau 3.3-2	Classification des impacts résiduels combinés de la mine et du pipeline – poissons et les ressources aquatiques.....	83
Tableau 3.3-3	Classification des impacts résiduels combinés du pipeline et de l'usine - poissons et les ressources aquatiques.....	84
Tableau 3.3-4	Classification des impacts résiduels combinés du parc à résidus et de l'usine - poissons et ressources aquatiques.....	85
Tableau 3.3-5	Classification des impacts résiduels cumulatifs sur les poissons et les ressources aquatiques.....	88
Tableau 3.4-1	Habitats naturels touchés en fonction de la composante du projet.....	90
Tableau 3.4-2	Matrice de recoupement des effets du projet concernant les habitats naturels et la biodiversité ^(a)	91
Tableau 3.4-3	Classification des impacts résiduels cumulatifs des composantes du projet combinées – habitats naturels et biodiversité.....	92
Tableau 3.4-4	Classification des impacts résiduels combinés sur les habitats naturels et la biodiversité pour toute la région du projet Ambatovy.....	96
Tableau 3.4-5	Biens, services et fonctions écosystémiques considérés dans la présente évaluation.....	100
Tableau 3.4-6	Catégories des valeurs utilisées dans l'évaluation économique	101
Tableau 3.4-7	Lien Entre Le Biome ou la Catégorie D'occupation du Sol et les Biens et Services Écosystémiques.....	103
Tableau 3.4-8	Pertinence des effets potentiels sur les biens et services écosystémiques clés.....	104
Tableau 3.5-1	Matrice de recoupement des effets du projet concernant les aires protégées ^(a)	113
Tableau 3.5-2	Classification des impacts résiduels combinés sur les aires protégées.....	115
Tableau 3.5-3	Classification des impacts cumulatifs résiduels sur les aires protégées.....	117
Tableau 4.3-1	Matrice de recoupement des effets du projet concernant l'occupation du sol ^(a)	128
Tableau 4.3-2	Superficies affectées en fonction du type d'occupation du sol, pour tous les secteurs d'étude combinés	129
Tableau 4.4-1	Matrice de recoupement des effets des composantes du projet concernant la santé humaine et/ou la qualité du milieu aquatique ^(a)	134
Tableau 4.5-1	Matrice du recoupement des effets du projet concernant le trafic ^(a)	139
Tableau 4.5-2	Changements du trafic durant la phase de construction : pleine longueur de la Route Nationale 2 (en semaine)	140
Tableau 4.5-3	Changement dans le trafic, phase de construction : Route Nationale 2 près de Toamasina (en semaine)	140
Tableau 4.5-4	Changements dans le trafic, phase d'exploitation : Route Nationale 2 près de Toamasina (en semaine)	141
Tableau 4.5-5	Effets cumulatifs le long des routes de circulation utilisées dans le cadre du projet.....	142

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1	Projets considérés dans l'évaluation des impacts cumulatifs : Madagascar	2
Figure 1-2	Zones d'aménagement considérées dans l'évaluation des impacts cumulatifs: secteur régional d'étude	3
Figure 1-3	Gisements aurifères à Madagascar	5
Figure 3.1-1	Secteur d'étude des effets cumulatifs sur la flore et la faune	58

1 LISTE DES PROJETS CONSIDERES

1.1 INTRODUCTION

Cette évaluation des effets cumulatifs (EEC) comporte deux volets :

- une évaluation des impacts attribuables à la combinaison des composantes du projet, lorsque pertinent
- une EEC des impacts du projet Ambatovy et des projets prévus et prévisibles

Dans les volumes B à F de l'étude d'impact environnemental, les impacts ont généralement été évalués séparément pour chacun des cinq sites du projet. L'EEC constitue une évaluation de tous les impacts pour l'ensemble du projet. L'EEC contient une description des impacts combinés du projet, ainsi qu'une intégration des autres développements à Madagascar.

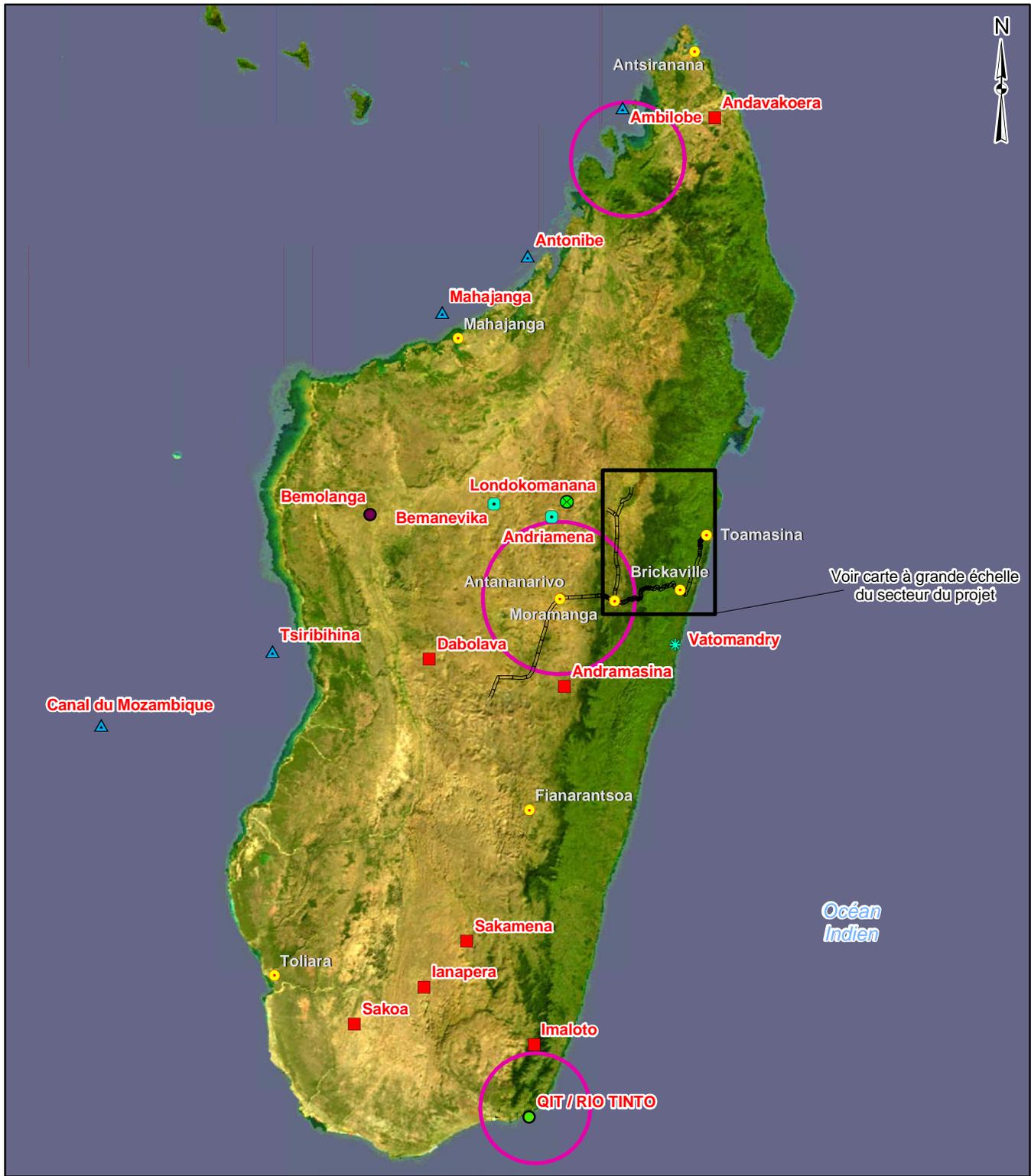
Cette section inclut une description des projets existants, prévus et prévisibles, tels qu'ils étaient compris au moment de la rédaction de l'étude d'impact environnemental (EIE). Ces projets sont abordés dans l'évaluation des effets cumulatifs pour chaque discipline.

1.2 ACTIVITES OU PROJETS EXISTANTS ET PREVUS A MADAGASCAR

Les projets seront décrits d'abord pour l'île de Madagascar, à l'extérieur de la zone du projet Ambatovy. Il est peu probable que ces projets aient un lien direct avec les ressources physiques ou biologiques touchées par le projet Ambatovy, mais il est probable qu'ils influencent les populations actives et les économies régionales et nationales, et ils risquent d'avoir des impacts sur les émissions de gaz à effet de serre du pays. Dans toute discussion sur les effets cumulatifs, il conviendrait également de tenir compte du taux de croissance naturel de la population du pays (2,8%) et de la province où se trouve le site du projet Ambatovy (province de Toamasina : 3,0%).

Chrome

La production du chrome à Madagascar a varié entre 40 000 et plus de 1 million de tonnes par année. La plus grande partie de cette production provient des mines à Andriamena, Bemanevika et Morarano, au nord de la capitale (figures 1-1 et 1-2). L'accès à la mine de chrome de Morarano est assuré par une voie de chemin de fer Madarail qui est reliée à la voie principale Toamasina-Antananarivo, à Moramanga. Aucune information n'a été obtenue quant à des plans d'expansion de ces mines.



LÉGENDE

- GRANDE VILLE
- PROSPECTION HOUILLÈRE
- MINE DE CHROME
- ✱ MINE DE GRAPHITE
- ▲ PROSPECTION PÉTROLIÈRE EN MER
- PROSPECTION PÉTROLIÈRE TERRESTRE
- MINE DE DIOXYDE DE TITANE
- ✱ AUTRE MINE DE NICKEL-COBALT
- LIGNES FERROVIAIRES MADARAIL
- PÔLES DE CROISSANCE DU PROJET DES PÔLES INTÉGRÉS DE CROISSANCE (PCI)



RÉFÉRENCE

Référence: WGS 84 Projection: UTM Zone 39S

PROJET

PROJET AMBATOVOY

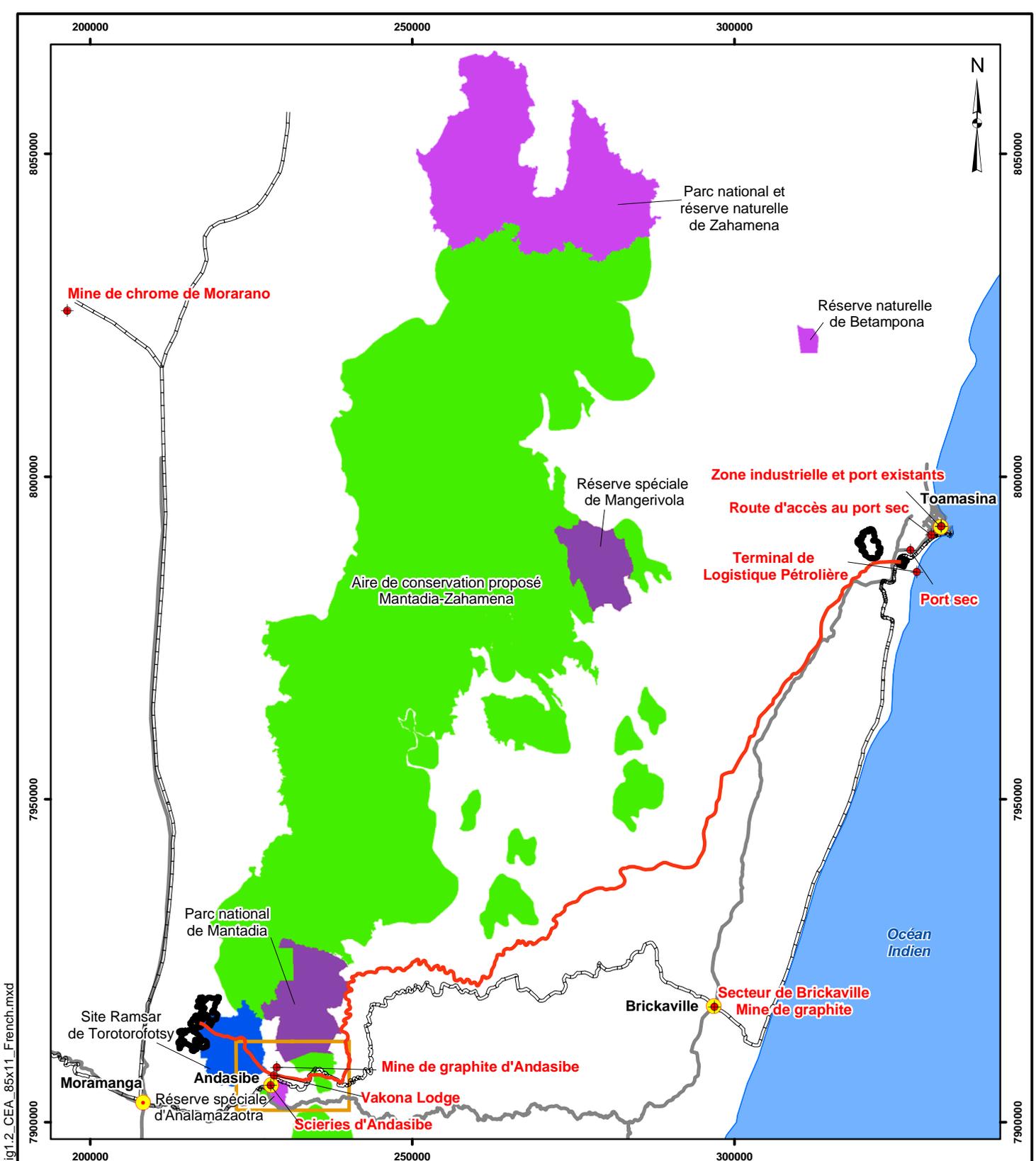
TITRE

PROJETS CONSIDÉRÉS DANS L'ÉVALUATION DES IMPACTS CUMULATIFS: MADAGASCAR



PROJET	No.03-1322-172	ÉCHELLE	TELLE QUE MONTREE	REV. 0
DESSINÉ	GJ	22 août 2005		
SIG	TN	01 Nov. 2005		
VERIF.	GJ	21 fév. 2006		
REV.	DM	21 fév. 2006		

FIGURE: 1-1



I:\2003\03-1322\03-1322-172\mxd\CEA\Fig1_2_CEA_85x11_French.mxd

LÉGENDE	
	AGGLOMÉRATION
	PROJET AMBATOVOY
	AUTRE PROJET
	SLURRY PIPELINE
	RÉSEAU FERROVIAIRE MADARAIL
	ROUTE
	AIRE PROTÉGÉE EXISTANTE
	SITE RAMSAR (PAS DE PROTECTION FORMELLE)
	AIRE PROTÉGÉE PROPOSÉE
	Océan
	PROJET RÉGIONAL DE COMPENSATION CARBONE



RÉFÉRENCE
 Données relatives aux aires protégées tirées de Conservation International (2004, 2005) et WCS (2003).
 Référence: WGS 84 Projection: UTM Zone 39S.

PROJET		PROJET AMBATOVOY																
TITRE		ZONES D'AMÉNAGEMENT CONSIDÉRÉES DANS L'ÉVALUATION DES IMPACTS CUMULATIFS: SECTEUR RÉGIONAL D'ÉTUDE																
		<table border="1"> <tr> <td>PROJET No.03-1322-172</td> <td>ÉCHELLE TELLE QUE MONTRÉE</td> <td>REV. 0</td> </tr> <tr> <td>DESSINÉ: GJ</td> <td>22 août 2005</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SIG: TN</td> <td>15 nov. 2005</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF: GJ</td> <td>21 fév. 2006</td> <td></td> </tr> <tr> <td>REV: DM</td> <td>21 fév. 2006</td> <td></td> </tr> </table>	PROJET No.03-1322-172	ÉCHELLE TELLE QUE MONTRÉE	REV. 0	DESSINÉ: GJ	22 août 2005		SIG: TN	15 nov. 2005		VERIF: GJ	21 fév. 2006		REV: DM	21 fév. 2006		FIGURE: 1-2
PROJET No.03-1322-172	ÉCHELLE TELLE QUE MONTRÉE	REV. 0																
DESSINÉ: GJ	22 août 2005																	
SIG: TN	15 nov. 2005																	
VERIF: GJ	21 fév. 2006																	
REV: DM	21 fév. 2006																	

Charbon

Le gisement houiller de Sakoa est situé dans le sud de Madagascar, dans la région de l'Onilahy. Il mesure plus de 100 km de longueur, et, selon les estimations, il contiendrait plus d'un milliard de tonnes de charbon (figure 1-1). Actuellement, environ 10 000 tonnes sont produites par année, et des plans prévoient d'augmenter cette production pour répondre aux besoins locaux et pour l'exportation. En 2003, Vuna Energy a conclu un accord avec le gouvernement pour explorer le gisement, dans le but éventuel de fournir du charbon à une centrale électrique. Cependant, ce projet en est encore au début de la phase exploratoire.

D'autres mines de charbon se trouvent à Ianapera et à Imaloto dans le sud (figure 1-1). Aucune information n'a été obtenue quant à d'éventuels plans d'expansion des mines existantes ou quant à des plans pour de nouvelles mines.

Or

A Madagascar, l'exploitation aurifère est surtout le fait de petites entreprises minières et de mineurs artisanaux. Il existe de nombreux gisements aurifères sur l'île (figure 1-3). Du début jusqu'au milieu du 20^e siècle, les régions de Dabolava, d'Andavakoera et d'Andramasina constituaient les principaux centres d'exploitation aurifère de Madagascar et ce sont surtout les dépôts de surface qui étaient exploités. Selon les estimations, 51 tonnes d'or ont été produites entre 1897 et 1959 à Madagascar. Au milieu des années 90, la production a atteint des sommets, à raison de 26 à 39 tonnes par année; cependant, la production aurifère officiellement déclarée à l'heure actuelle est à la baisse et n'est plus que de 2 tonnes par année ou moins.

L'exploration aurifère se poursuit. En 2003, le Gouvernement a émis des permis d'exploration à Madagascar Goldfields SARL, à PAM Madagascar SARL (PAMM), et à la Société Bijou Internationale. PAMM détient actuellement des permis l'autorisant à explorer plus de 1900 km².

Graphite

La mine de graphite d'Andasibe, située à proximité d'Andasibe, compte parmi les quatre mines en exploitation dans l'est de Madagascar, qui produisent du graphite pour utilisation locale et pour l'exportation vers l'Europe et les Etats-Unis (figure 1-2). Les autres se trouvent à Toamasina, à Brickaville et à Vatamandry. Au total, Madagascar produit environ 14 000 tonnes de graphite par année. Aucune information n'a été obtenue quant à d'éventuels plans d'expansion de ces mines.

Figure 1-3 Gisements aurifères à Madagascar



Pierres précieuses et semi-précieuses

Madagascar compte des gisements de plusieurs variétés de pierres précieuses et semi-précieuses. La plupart sont récoltées par des méthodes artisanales et la production est irrégulière. Les saphirs et les rubis constituent le gros de la production, mais de faibles quantités d'émeraudes sont aussi produites. Les régions d'où proviennent la plupart des pierres sont désignées dans le tableau 1-1.

Tableau 1-1 Gisements de pierres précieuses et semi-précieuses à Madagascar

Région	Ressource
hauts plateaux d'Antanifotsy et de Fianarantsoa	rubis, tourmalines
est	émeraudes
nord	améthystes, saphirs
sud	saphirs, émeraudes, rubis, aigues-marines

Dans le pays, les méthodes d'exploitation artisanales ont tendance à être remplacées par des méthodes d'exploitation industrielles, lesquelles font l'objet d'études.

Titane

En 2005, QIT Madagascar Minerals (QMM), une filiale de Rio Tinto, a été autorisée à réaliser un projet d'extraction de dioxyde de titane. Le dioxyde de titane est utilisé dans l'industrie des pigments. Le projet portant sur les sables minéralisés et dont le coût s'élève à 585 millions \$US, représente le projet le plus important de l'histoire de Madagascar. Situé sur la côte sud (figure 1-2) son exploitation débutera en 2008 et sa capacité initiale sera de 750 000 tonnes d'ilménite par année. Le minerai sera expédié au Canada pour y être fondu. La durée de vie de la mine est estimée à 40 ans. Le projet inclut la construction d'un port public polyvalent en eau profonde, près du Fort Dauphin. Ce port devrait contribuer au développement de la région.

Autre exploitation minière

Jubilee Platinum Resources a annoncé des activités d'exploration à Londokomanana (figure 1-1) suite à une importante découverte de réserves de nickel et de cuivre. En 2005, le rythme de l'exploration géophysique s'est accéléré sur le site de cette mine potentielle.

Pétrole

En 2003, Madagascar n'a pas produit de pétrole brut et a dû importer ses produits pétroliers ; la seule raffinerie du pays a fermé ses portes en 2001. Le gisement de pétrole lourd de Tsimiroro dans la partie occidentale de Madagascar possède une réserve estimée à 26 millions de barils, et le gisement de schiste bitumineux de Bemolanga (figure 1-1) contiendrait des réserves correspondant à environ 21 milliards de barils, mais dont l'exploitation n'a pas encore débuté. On s'attend également à trouver des réserves de pétrole et de gaz au large de la côte ouest de Madagascar, dans le Canal du Mozambique. Des travaux d'exploration géophysique (sismique) et de forage ont été effectués dans plusieurs régions. Le tableau 1-2 dresse la liste des entreprises qui sont ou qui ont été actives à Madagascar.

En 2003, l'Office malgache national des industries stratégiques (OMNIS) a réduit la taille de la zone d'exploration à 10 000 km² pour attirer des entreprises d'exploration pétrolière (Yager 2003). En 2005, OMNIS a annoncé l'ouverture de nouveaux permis sur le bassin de Morandava, au large de la partie occidentale de Madagascar. OMNIS a également mené des études sismiques dans le pays.

Tableau 1-2 Activités d'exploration pétrolière à Madagascar

Entreprise / Agence	Lieu	Région
Gulfstream Madagascar	en mer sur terre	Antonibe Tsiribihina
Triton Madagascar	en mer	Ambilobe
XPRONET Inc.	en mer	Canal du Mozambique
Frontier Marine	en mer	au large de Mahajanga
Hunt Oil Inc.	sur terre	Tsimiroro Mahajanga Bemolanga
Vuna Energy	sur terre	Tsimororo
Vanco Energy Ltd.	en mer	au large de la côte ouest
Exxon	sur terre	au nord de Mahajanga

Energie hydroélectrique

En 1997, la capacité électrique installée totale de Madagascar s'élevait à 220 MW, dont 106 MW étaient générés par des projets hydroélectriques. La JIRAMA, la compagnie nationale d'électricité de Madagascar, contrôle toute la production électrique. L'énergie hydroélectrique potentielle du pays n'étant exploitée qu'à moins de 1%, il y a largement de la place pour de nouvelles installations. La déréglementation a permis l'investissement privé dans le secteur. Le premier investissement privé pourrait porter sur la modernisation de l'usine hydroélectrique d'Andekaliha, de manière à ce qu'elle produise 40 MW (site Web d'Hydroatlas 2005).

Déforestation

Madagascar a perdu plus de 80 % de sa couverture forestière depuis 1927, et près de 80% de la déforestation est attribuable à la culture itinérante sur brûlis dont la pratique était largement répandue dans les années 70 et au début des années 80. Le taux de déforestation national moyen actuel a ralenti et il a été estimé à 1,2% (Banque mondiale 2003). Dans le corridor forestier de l'est (une zone d'environ 4100 km²), une étude de Horning (2001) a établi le taux de déforestation actuel à environ 1,1% par année. En périphérie immédiate du site de la mine, il y a une tendance générale à convertir la forêt primaire en zones défrichées ou en zones forestières dégradées (voir l'étude de référence sur l'occupation du sol : volume K, annexe 3.1). La déforestation avance à raison d'environ 1% par année depuis 1991. Le taux semble croître légèrement, puisque la conversion de la forêt zonale primaire en forêt dégradée et en terres défrichées s'est produite à raison de 0,8% entre 1957 et 1991.

Madarail

Madarail est entrée en exploitation en 2003. Le réseau ferroviaire de plus 650 km comprend la ligne TCE (du port de Toamasina à la capitale Antananarivo), la ligne TA (de la capitale à Antsirabe) et la ligne MLA (de Moramanga à Morarano Chrome et Ambatosoratra) (figure 1-1). La voie ferrée demeure la propriété de l'Etat tandis que le matériel roulant appartient à Madarail. Le programme d'investissement de Madarail est estimé à 3,5 millions d'euros sur 5 ans. Le matériel de 2004 inclut environ 12 locomotives, 100 wagons de commerce et 20 wagons surbaissés. L'entreprise se concentre sur le transport de produits pétroliers, de minerai de chrome, du ciment, de conteneurs, d'engrais et autres marchandises. Le trafic du fret a augmenté et Madarail prévoyait de transporter plus de 300 000 tonnes en 2004. La société emploie quelque 900 personnes.

La présence de cet exploitant ferroviaire privé favorisera le développement de nouveaux projets miniers. Plusieurs entreprises étudient la possibilité d'entreprendre des projets miniers le long du réseau ferroviaire, en comptant sur la capacité du chemin de fer de transporter des volumes importants de la mine à l'usine ou à un port maritime. Toutefois, aucun plan ferme n'étant disponible, ces projets n'ont pas été considérés comme étant raisonnablement prévisibles aux fins de l'étude.

Madarail prévoit d'investir 35 millions \$US sur cinq ans, pour moderniser le réseau ferroviaire et offrir une option de transport concurrentielle par rapport au transport routier. La société espère aussi lancer un service de passagers.

Réseau routier

A cause d'un manque d'entretien, Madagascar ne possède que 5 900 km de routes carrossables sur un réseau total de 25 500 km. La quantité de routes carrossables a diminué entre 1960 et 2003, malgré une augmentation de la population. En 2003, le gouvernement a fait de l'amélioration des routes un de ses principaux objectifs. Un projet actuel financé par la Banque mondiale consiste à entretenir et à réhabiliter tout le réseau des routes principales et secondaires (7313 km) d'ici la fin de 2008. La plupart des routes principales sont asphaltées et à deux voies, tandis que la plupart des routes secondaires sont des routes à deux voies, asphaltées ou bien revêtues de gravier. Il est prévu que le projet emploie 18 000 personnes par année (Banque mondiale 2003).

Moramanga se trouve à l'intersection de la Route Nationale (RN) 2 et de la RN44, laquelle s'étend vers le nord jusque dans la zone de riziculture d'Ambatondrazaka. La RN2 est asphaltée et extrêmement utilisée à l'année longue. Jusqu'à tout récemment, la RN44 était en mauvais état ; cependant, les

projets de réfection des routes mentionnés ci-dessus sont en cours et ont amélioré l'état de la route dans la région de Moramanga.

Projet des Pôles intégrés de croissance (PIC)

Un projet de la Banque mondiale est actuellement mis en œuvre afin de favoriser le développement multisectoriel dans trois régions de Madagascar : le pôle Nosy Be, le pôle Antananarivo-Antsirabe, et le pôle Fort-Dauphin (figure 1-1). Le projet a été conçu pour promouvoir le développement : du tourisme à Nosy Be, des zones franches industrielles au pôle Antananarivo-Antsirabe et l'exploitation minière près de Fort-Dauphin. Les activités incluent la construction et la réhabilitation d'infrastructures essentielles pour le tourisme, le secteur manufacturier, la filière agroalimentaire et l'exploitation minière. Les activités à Nosy Be incluent l'amélioration des routes, des ports, des services publics, et de l'hôpital, pour appuyer l'implantation de 2000 chambres d'hôtel de niveau international d'ici 2010 (56 millions \$US). Pour le pôle Antananarivo-Antsirabe, les principales activités incluent la construction d'un parc technologique et des améliorations administratives (8 millions \$US). A Fort-Dauphin, la construction d'un port pour la mine de titane QMM représente un des volets du projet, tout comme l'amélioration des services publics et des routes existantes, pour appuyer l'implantation de 850 chambres d'hôtel de niveau international d'ici 2010 (174 millions \$US).

1.3 PROJETS DANS LA REGION DU PROJET AMBATOVY

La plupart des ressources, des projets et des infrastructures mentionnés ci-dessus n'ont aucun rapport direct avec le projet Ambatovy sur les plans physique ou biologique, à l'exception du lien potentiel avec la mine de graphite d'Andasibe, le réseau Madarail et le réseau routier existants. Toutefois, certains des projets potentiels risquent d'avoir un impact sur les émissions de gaz à effet de serre.

Plusieurs autres projets sont en voie de planification ou d'exécution pour la région, tel que cela est décrit ci-dessous et illustré par la figure 1-2.

Aires protégées

Le marais de Torotorofotsy a été désigné site Ramsar en 2005. La considération de cette zone humide faisait partie intégrante de l'EIE.

Le gouvernement et les parties prenantes proposent que le corridor Mantadia-Zahemena soit établi en site de conservation, incluant les terres à l'est du site proposé pour la mine et certaines parties du corridor proposé pour le pipeline (figure 1-2).

Projet de puits de carbone

Ce projet de la Banque mondiale, coordonné par *Conservation International*, favorisera la protection forestière et le reboisement dans l'extrémité sud du corridor Mantadia-Zahemena et dans les régions reliant le corridor à la réserve spéciale d'Analamazaotra qui assure la protection du Lémurien *Indri indri*. Les travaux de reforestation viseront à créer des corridors forestiers naturels reliant des îlots (« patches ») de forêt isolés aux zones protégées. En outre, les systèmes de culture durables (contrairement à la culture itinérante sur brûlis) seront encouragés. Le tracé proposé du pipeline d'Ambatovy traversera certaines parties de cette région (figure 1-2).

Ecotourisme

Dans l'ensemble, le tourisme à Madagascar est une industrie de faible importance ayant déjà été affectée, par le passé, par un climat d'instabilité politique. Entre 2000 et 2004, le nombre de touristes a varié de 61 674 à 228 784 par année, le nombre le plus faible ayant été enregistré en 2002 alors que le pays était en proie à des conflits politiques. Le nombre de touristes accueillis à Toamasina a varié entre 12 200 et 45 700 par année au cours de cette même période.

Les aires protégées et parcs d'Andasibe sont les attractions écotouristiques les plus populaires à Madagascar. Le Vakôna Lodge est situé près d'Andasibe (figure 1-2). Aucune donnée n'a été trouvée sur la fréquentation des hôtels et parcs nationaux par les touristes.

Outre les parcs nationaux dans la région, les Chutes de la Mort sur la rivière Manambolo, 35 km au sud de Moramanga, représentent une attraction touristique potentielle.

Scieries

Les scieries de la région d'Andasibe (figure 1-2) continuent de fonctionner, mais à une échelle réduite par rapport au passé. Aucune information spécifique sur le

volume de bois d'œuvre transformé n'est disponible. D'autres petites scieries sont en activité un peu partout dans les zones forestières de Madagascar.

Port sec et route d'accès

L'emplacement du port sec proposé à Toamasina a été jalonné mais peu de défrichage ou de constructions ont été réalisés. Le projet Ambatovy pourrait raviver l'intérêt porté au développement de cette installation.

Projet de terminal pétrolier de Logistique Pétrolière

Un nouveau terminal et un dépôt pétrolier seront vraisemblablement construits par Logistique Pétrolière au sud de Toamasina (figure 1-2). Cette jetée pourrait être utilisée par le projet Ambatovy ainsi que par Logistique Pétrolière, et elle a été prise en compte dans l'EIE. L'installation pourra accueillir des pétroliers d'une capacité pouvant aller jusqu'à 45 000 m³. Selon les estimations, la superficie totale du projet devrait occuper 17 ha, dont seulement 5 ha seront réellement occupés par les bâtiments ou les installations. Des routes et une voie ferrée seront construites pour accéder au site depuis les routes existantes. Une étude d'impact environnemental a été réalisée pour ce projet, laquelle sera considérée relativement aux effets cumulatifs des disciplines appropriées dans cette EIE (Logistique Pétrolière 2005).

Port de Toamasina

Environ 80 % des importations et des exportations du pays passent par Toamasina (Tamatave), le principal port de Madagascar (photo 1). Il est relié à Antananarivo par voie ferrée. Ses principales exportations incluent le sucre, le café, les clous de girofle et le riz. Le réseau portuaire est demeuré essentiellement inchangé depuis l'indépendance en 1960, quoique, par endroits, le secteur privé lui-même ait commencé à gérer des installations portuaires. En 2003, le trafic du port s'est élevé à 1,5 million de tonnes, dont 800 000 tonnes de trafic de conteneurs. Entre 1997 et 2003, le trafic de conteneurs a augmenté à un taux moyen de 10 % par année (site Web de DG Market 2005).

Dans l'ensemble cependant, les perspectives de croissance des produits d'exportation à Madagascar sont limitées en raison de l'insuffisance des services de transport et de sécurité (Banque mondiale 2003).

Bien qu'il n'ait pas été retenu comme pôle de croissance dans le cadre du projet PIC de la Banque mondiale (voir ci-dessus), le port de Toamasina verra vraisemblablement son activité augmenter grâce à ce projet, lequel vise à stimuler l'industrie manufacturière dans le pôle Antsirabe-Antananarivo. D'ailleurs, la croissance du volume des marchandises expédiées depuis

Toamasina constitue l'un des indicateurs permettant de mesurer le succès du projet PIC.

Photo 1 **Vue aérienne du port de Toamasina**



Nouvelle industrie à Toamasina

La transformation des aliments est une industrie majeure dans la ville de Toamasina, mais aucune information ni aucune donnée n'ont pu être obtenues quant à sa croissance future.

2 EFFETS CUMULATIFS ET COMBINES POUR LES ASPECTS PHYSIQUES

2.1 TOPOGRAPHIE ET GEOMORPHOLOGIE

2.1.1 Effets combinés du projet Ambatovy

2.1.1.1 Introduction

Les cinq composantes principales du projet se recoupent pour produire des effets combinés, tels qu'ils figurent dans le tableau 2.1-1.

Tableau 2.1-1 Matrice de recoupement des effets des composantes du projet concernant la topographie et la géomorphologie ^(a)

Composante du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	-	-	-
pipeline de pulpe			X	-	-
usine de traitement				-	-
parc à résidus					-
extension portuaire					

^(a) X Indique un recoupement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

Les impacts sur la topographie se recoupent là où les empreintes physiques de diverses composantes du projet se recoupent ou sont adjacentes l'une de l'autre. Cela ne se produit que dans le cas de la mine et du pipeline de pulpe (à l'extrémité ouest du pipeline) et dans le cas de l'usine de traitement et du pipeline de pulpe (à l'extrémité est du pipeline). La façon dont les changements topographiques cumulatifs influent sur d'autres disciplines comme les aspects esthétiques et l'hydrologie, est traitée séparément dans d'autres sections du volume G.

2.1.1.2 Evaluation des effets combinés du projet

Les impacts prévus (conséquence sur l'environnement) de la mine, du pipeline de pulpe et de l'usine de traitement ont tous été évalués comme étant faibles dans les évaluations individuelles des composantes du projet. Bien qu'il y ait une petite zone de recoupement à chaque extrémité du pipeline, l'impact du pipeline sur la

topographie est non significatif en comparaison des impacts des autres composantes du projet à chaque extrémité, et ne présente effectivement aucun impact additionnel.

Les conséquences sur l'environnement des projets combinés sont résumées dans le tableau 2.1-2.

Tableau 2.1-2 Classification des impacts résiduels combinés pour la topographie et la géomorphologie

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : Mine – Pipeline							
construction / exploitation / fermeture	négative	faible-moyenne	locale	moyen terme	oui	moyenne	faible
Enjeu : Usine de traitement – Pipeline							
construction / exploitation / fermeture	négative	faible	locale	moyen terme	oui	moyenne	faible

2.1.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

2.1.2.1 Introduction

Le secteur d'étude de la topographie et de la géomorphologie pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels entre le projet et les autres projets et activités inclut tous les secteurs dans un rayon de 5 km autour des sites du projet. Le projet risque de recouper les activités et projets suivants en ayant un impact sur la topographie et la géomorphologie :

- la déforestation et les effets potentiels de l'érosion attribuables à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy recouper les effets de toutes les composantes du projet
- près d'Andasibe, les mines de graphite ont sur la topographie un impact à long terme qui recoupe les effets du pipeline de pulpe
- à Toamasina, les effets de l'usine se recouper avec le nouveau développement dans la même zone, y compris le développement industriel du sud de Toamasina, le développement du port sec et le projet de dépôt pétrolier de Logistique Pétrolière.

2.1.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

La déforestation associée à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy, ainsi que l'érosion des sols nus le long du pipeline de pulpe et à proximité d'autres composantes du projet devraient continuer durant le projet. Ces activités produiront un faible impact négatif additionnel sur la topographie. Les impacts sur la topographie sont considérés comme faibles, mais de portée régionale et d'une durée à moyen terme. La conséquence sur l'environnement est faible (tableau 2.1-3).

L'extraction du graphite à la mine de graphite d'Andsibe devrait se poursuivre durant l'exploitation du projet, et elle produira également un faible impact négatif additionnel sur la topographie. Les impacts sur la topographie sont considérés comme faibles, de portée locale et d'une durée à long terme. La conséquence sur l'environnement est faible (tableau 2.1-3).

L'implantation d'une nouvelle activité industrielle au sud de Toamasina contribuera aux impacts topographiques cumulatifs dans cette zone. Les projets planifiés incluent spécifiquement l'aménagement d'un port sec, où les conteneurs d'expédition seront entreposés et où des grues géantes et autre équipement de levage des caisses seront visibles, ainsi que le secteur du dépôt pétrolier de Logistique Pétrolière

qui sera caractérisé par des réservoirs pétroliers de grande capacité, une jetée dans la mer et des réseaux de pipeline visibles. En raison de la topographie plate de la région, les projets auront tous des impacts relativement faibles ; les impacts topographiques sont considérés comme négligeables, mais de portée régionale et d'une durée à long terme. La conséquence sur l'environnement est négligeable (tableau 2.1-3).

Tableau 2.1-3 Classification des impacts résiduels cumulatifs pour la topographie et la géomorphologie

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : Impacts cumulatifs de l'agriculture et de la déforestation à proximité du pipeline de pulpe et d'autres composantes du projet							
construction / exploitation / fermeture	négative	faible	régionale	moyen terme	oui	élevée	faible
Enjeu : Extraction du graphite à proximité du pipeline de pulpe							
construction / exploitation / fermeture	négative	faible	locale	long terme	non	moyenne	faible
Enjeu : Développement industriel cumulatif au sud de Toamasina							
construction / exploitation / fermeture	négative	négligeable	régionale	long terme	non	moyenne	négligeable

2.1.3 Conclusions

Les effets combinés entre les composantes du projet Ambatovy se produisent aux deux extrémités du pipeline de pulpe, mais ces effets sont mineurs et n'ont pas un impact supérieur (en termes de classification des impacts) à celui de la mine seule à l'extrémité ouest du pipeline ou à celui de l'usine de traitement seule à l'extrémité est du pipeline.

Les principaux effets cumulatifs entre le projet et les autres activités planifiées seront attribuables aux impacts régionaux de l'exploitation forestière et de l'agriculture sur tavy, sur le paysage. Ces impacts sont répandus à Madagascar et recourent tous les éléments du projet, bien qu'à l'échelle locale de tels impacts se produisent depuis longtemps et sont acceptés par la plupart des gens. Un impact cumulatif, faible et distinct, se produit en raison des effets combinés du pipeline de pulpe avec les mines de graphite dans la région d'Andasibe.

2.2 GEOLOGIE ET GEOCHIMIE

Aucun effet combiné du projet ni aucun effet cumulatif n'est prévu en ce qui concerne la géologie ou la géochimie.

2.3 SOLS

2.3.1 Effets combinés du projet Ambatovy

2.3.1.1 Introduction

Les cinq principales composantes du projet se recourent de manière à produire des effets combinés, tels qu'ils figurent dans le tableau 2.3-1.

Tableau 2.3-1 Matrice de recouplement des effets des composantes du projet concernant les sols ^(a)

Composante du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	-	-	-
pipeline de pulpe			X	-	-
usine de traitement				-	-
parc à résidus					-
extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées : ne s'applique pas

Les effets de la mine ne se recouperont pas avec ceux de l'usine de traitement, du parc à résidus ou de l'extension portuaire, car ces derniers ne sont pas suffisamment rapprochés les uns des autres pour avoir un impact physique sur les mêmes sols. Le parc à résidus et l'extension portuaire ne recourent physiquement aucun des sols affectés par le pipeline de pulpe. Bien qu'il existe une petite zone de recouplement entre le pipeline de pulpe et l'usine de traitement, celle-ci est négligeable en termes de superficie. La mine et le pipeline de pulpe se recouperont sur la portion ouest du tracé du pipeline de pulpe.

Les effets se recoupant entre la mine et le pipeline de pulpe sont abordés ci-dessous.

2.3.1.2 Evaluation des effets combinés du projet

A l'extrémité ouest du pipeline de pulpe, la mine perturbera un total de 1734 ha de sols, et le pipeline de pulpe en perturbera 54 ha de plus à l'intérieur du secteur local d'étude de la mine pour la biologie terrestre. Ensemble, la mine et le pipeline causeront une perturbation totale de 1788 ha de sols. A l'extrémité est du pipeline de pulpe, l'usine perturbera un total de 322 ha de sols et le pipeline de pulpe en perturbera 0,8 ha de plus à l'intérieur du secteur local d'étude de Toamaina pour les sols. Ensemble, l'usine et le pipeline perturberont, au total, environ 323 ha de sols.

Les impacts combinés aux deux extrémités du pipeline de pulpe ne sont pas considérés comme étant plus élevés en terme de classification des impacts, que les impacts considérés dans les évaluations individuelles de la mine et de l'usine de traitement, car ils avaient été jugés comme étant d'intensité forte dans la zone locale immédiate pendant l'exploitation, et ce, dans les deux évaluations

individuelles. Les impacts additionnels attribuables à l'effet combiné du pipeline à chaque endroit, ne sont pas considérables.

Ces impacts seront atténués, tel que cela est décrit dans les sections sur les sols, en ce qui a trait à la mine (volume B, section 3.3), au pipeline de pulpe (volume C, section 3.2) et à l'usine de traitement (volume D, section 3.2). Les impacts combinés durant la construction et durant l'exploitation sont, dans les deux cas, d'intensité forte, de portée géographique locale, et d'une durée à moyen terme. Les effets à la mine sont réversibles tandis que les effets à l'usine de traitement ne sont que partiellement réversibles (tableau 2.3-2). La fréquence de perturbation pendant toute la durée de la construction et de l'exploitation sera moyenne. Les secteurs de la mine et du pipeline de pulpe seront réhabilités à la fermeture, tandis que l'usine de traitement continuera vraisemblablement d'être utilisée à des fins industrielles (volume D, section 6).

Tableau 2.3-2 Classification des impacts résiduels combinés pour les sols

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : Mine – Pipeline : Perturbation combinée des sols							
construction/exploitation	négative	forte	locale	moyen terme	oui	moyenne	faible
fermeture	négative	négligeable	locale	moyen terme	oui	faible	négligeable
Enjeu : Usine – Pipeline : Perturbation combinée des sols							
construction/exploitation	négative	forte	locale	moyen terme	partielle	moyenne	élevée
fermeture	négative	forte	locale	moyen terme	partielle	faible	élevée

2.3.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

2.3.2.1 Introduction

Le secteur d'étude visant à évaluer les effets cumulatifs potentiels entre le projet et les autres projets et activités inclut tous les secteurs dans un rayon de 100 km autour des sites du projet. Le projet risque de se recouper avec les activités et projets suivants en ce qui concerne la perturbation des sols :

- La déforestation attribuable à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy recoupe les effets de la mine et du pipeline de pulpe.
- Le terminal de Logistique Pétrolière et le port sec à Toamasina recouperont les effets de l'usine de traitement.

2.3.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

La déforestation dans le secteur de la mine et du pipeline de pulpe se produit à raison de 1 % par année environ. Toutefois, en raison de la mise en oeuvre du projet, incluant les mesures d'atténuation proposées pour la gestion de la forêt, la protection de zones de forêts azonales spécifiques et la réhabilitation de la forêt le long du pipeline, ainsi qu'en raison de la mise en oeuvre du projet de puits de carbone, la déforestation causée par l'exploitation forestière et par l'agriculture sur tavy n'entraînera vraisemblablement pas d'impact cumulatif additionnel associé au projet.

Le terminal de Logistique Pétrolière près de l'usine de traitement constitue une perturbation de petite étendue (jusqu'à 17 ha) (Logistique Pétrolière 2005) dans le secteur d'étude de l'évaluation des effets cumulatifs, mais il ne recoupe aucune des zones de perturbations des sols causées par le projet. De même, l'implantation du port sec aura des impacts sur une région de sols côtiers pauvres et sablonneux, mais ces impacts ne recourent pas les zones de perturbations de sols du projet. Par conséquent, les impacts sur le sol au terminal de Logistique Pétrolière et au port sec ne devraient pas avoir des effets cumulatifs mesurables sur les sols. Les effets cumulatifs sont classés comme négligeables.

Tableau 2.3-3 Classification des impacts résiduels cumulatifs pour les sols

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Sujet : Effets cumulatifs							
construction / exploitation	négative	négligeable	régionale	moyen terme	oui	moyenne	négligeable

^(a) Les classements positifs ne sont pas évalués.

2.3.3 Conclusions

Les principaux effets combinés entre les composantes du projet sont les effets combinés de la mine et du pipeline de pulpe pour la perturbation des sols dans le secteur local d'étude de la mine pour les sols, ainsi que les effets combinés de l'usine de traitement et du pipeline de pulpe dans le secteur local d'étude de l'usine. Les effets locaux combinés ont une orientation négative et une conséquence sur l'environnement élevée quant aux empreintes au sol des impacts combinés pour la construction et l'exploitation (par rapport au niveau élevé attribué à la fois à la mine et à l'usine de traitement, prises séparément). Des conséquences sur l'environnement négatives et négligeables sont prévues pour la

fermeture dans le secteur local d'étude de la mine (par rapport au niveau faible attribué pour la mine d'une part et le pipeline d'autre part). Des conséquences sur l'environnement négatives de niveau élevé sont prévues pour la fermeture dans le secteur local d'étude de l'usine de traitement, (correspondant au niveau élevé attribué pour l'usine de traitement).

Les principaux effets cumulatifs entre le projet et les autres activités sont la perturbation des sols attribuable à la déforestation dans le corridor Mantadia-Zahamena et dans la zone adjacente, de même que les implantations du terminal de Logistique Pétrolière et du port sec à Toamasina. Les effets cumulatifs de perturbation des sols sont négligeables tant en termes d'intensité qu'en termes de conséquence sur l'environnement.

2.4 CLIMAT ET QUALITE DE L'AIR

2.4.1 Effets combinés du projet Ambatovy

Les effets de la mine ne se recouperont pas avec ceux de l'usine de traitement, car les deux sites ne sont pas assez rapprochés l'un de l'autre pour avoir un impact cumulatif sur la qualité de l'air. Bien qu'aucune étude approfondie n'ait été menée pour l'extension portuaire, des effets cumulatifs ne sont pas prévus, car les émissions du port devraient être considérablement inférieures à celles de l'usine de traitement. Puisque le pipeline de pulpe et le parc à résidus ne produiront aucun effet sur la qualité de l'air, il n'y aura aucun effet combiné associé aux autres composantes du projet.

2.4.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

2.4.2.1 Introduction

Le secteur d'étude pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels entre le projet et les autres projets et activités inclut tous les secteurs dans un rayon de 100 km autour des sites du projet. Le fait que les émissions de la communauté et de l'industrie de Toamasina risquent de se combiner aux émissions atmosphériques provenant de l'usine de traitement et de l'extension portuaire constitue un effet cumulatif potentiel. La mine étant située loin de toute activité industrielle, il n'y a pas d'effets cumulatifs à évaluer.

2.4.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

Les émissions atmosphériques émanant actuellement de la ville de Toamasina incluent les gaz d'échappement et autres sources de combustion de carburant qui

pourraient se combiner aux émissions atmosphériques produites par l'usine de traitement et par l'extension portuaire dans certaines conditions météorologiques. Les émissions atmosphériques provenant de Toamasina ne sont pas facilement quantifiables; par conséquent, aucun impact cumulatif résiduel n'a pu être établi. Il convient de noter que l'usine de traitement serait considérée comme étant l'industrie la plus importante dans la région de Toamasina. La surveillance de la qualité de l'air en ce qui a trait à l'usine est décrite dans le volume D, section 3.3. Le programme sera conçu pour surveiller aussi les effets cumulatifs potentiels.

2.4.3 Conclusions

Les deux principales sources d'émissions atmosphériques associées au projet sont la mine et l'usine de traitement. Ces deux composantes du projet sont trop éloignées l'une de l'autre pour produire un effet cumulatif sur la qualité de l'air.

Le principal effet cumulatif entre le projet et les autres activités est l'effet combiné sur la qualité de l'air des émissions de Toamasina et des émissions provenant de l'usine de traitement. Les émissions atmosphériques et la qualité de l'air de Toamasina n'ont pas été quantifiées. Toutefois, le programme de surveillance proposé de l'usine déterminera la qualité réelle de l'air et les émissions à proximité de l'usine. Les émissions de l'usine répondront aux critères de qualité de l'air ambiant de la Banque mondiale.

2.5 BRUIT

2.5.1 Effets combinés du projet Ambatovy

Les effets du bruit causé par le projet seront atténués ou diminueront avec la distance à partir de chaque activité respective du projet. Les composantes du projet engendrant de forts bruits associés aux opérations (c.-à-d. la mine et l'usine de traitement) sont trop éloignées l'un de l'autre pour produire des effets de bruit cumulatifs entre les composantes du projet.

2.5.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

Le secteur d'étude pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels entre le projet et les autres projets et activités comprend tous les secteurs dans un rayon de 100 km autour des sites du projet. Le bruit engendré par l'activité du projet est considéré comme produisant un effet localisé. Le seul projet ou activité suffisamment proche des composantes du projet Ambatovy pour potentiellement avoir un effet cumulatif sur le bruit est le projet de Logistique Pétrolière. L'étude d'impact environnemental du projet Logistique Pétrolière a indiqué toutefois que

les effets du bruit associé aux opérations seraient négligeables (Logistique Pétrolière, 2005). Par conséquent, aucun effet cumulatif du bruit n'est prévu.

2.6 RISQUES NATURELS

2.6.1 Effets combinés du projet Ambatovy

2.6.1.1 Introduction

Lorsque des catastrophes naturelles dévastatrices, telles que des cyclones, des inondations ou des tremblements de terre, surviennent, elles ont le potentiel pour agir en même temps sur plusieurs composantes du projet. En conséquence, les effets physiques de ces événements extrêmes sur la population ou sur l'environnement, touchant les composantes du projet, se combinent occasionnellement.

Dans la présente section, les « effets combinés » font référence à une catastrophe naturelle, telle qu'un cyclone, qui survient, provoquant des effets simultanés sur deux composantes du projet ou plus, et ayant des impacts sur la population ou l'environnement qui sont plus sévères que ceux causés uniquement sur une composante du projet. Par exemple, les catastrophes naturelles dévastatrices affectant le pipeline de pulpe pourraient se combiner aux effets sur la mine, le parc à résidus ou le site de l'usine pour engendrer des effets encore plus dévastateurs. De même, les effets des catastrophes naturelles sur l'usine de traitement et le parc à résidus pourraient se combiner et entraîner des dégâts dépassant ceux que pourrait entraîner une composante du projet seul.

Le scénario le plus probable pour les effets combinés des risques naturels entre les composantes du projet est que ces événements extrêmes puissent agir sur plus d'une composante du projet. Un exemple serait la survenue de pluies torrentielles durant un cyclone, causant à la fois la rupture du pipeline de pulpe suite à un glissement de terrain le long de celui-ci et le débordement de la digue du parc à résidus, occasionnant des impacts sur le même bassin versant. Le scénario le moins probable (très faible probabilité) est la survenue simultanée de deux catastrophes naturelles différentes ayant un impact sur deux composantes différentes du projet, occasionnant des impacts combinés sur la population ou l'environnement.

Le tableau 2.6-1 indique là où les composantes du projet sont suffisamment proches les unes des autres pour que des catastrophes naturelles aient des impacts simultanés sur plus d'une composante du projet et entraînent des effets combinés générés par chacune de ces composantes du projet.

Tableau 2.6-1 Matrice de recouplement des effets des composantes du projet pour les risques naturels ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	-	-	-
pipeline de pulpe			X	X	-
usine de traitement				X	-
parc à résidus					-
extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (effets combinés)

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

Les scénarios de risques naturels pour l'ensemble des composantes du projet sont résumés dans le tableau 2.6-2. Les matrices des conséquences des risques combinés ou cumulatifs générés par des combinaisons potentielles des composantes du projet sont présentées dans les tableaux 2.6-3 à 2.6-6. Elles indiquent les conséquences possibles des risques naturels qui pourraient se combiner pour chaque ensemble de composantes du projet qui se combinent. Seuls les scénarios classés « 5 » (catégorie « faible ») ou plus en termes de risque global sont inclus dans les tableaux 2.6-3 à 2.6-6. La section 3.6 du volume B fournit une explication du système de classification des risques.

Sur le site de la mine, un important glissement de terrain occasionné par des pluies torrentielles pourrait provoquer en même temps une inondation depuis le bassin de décantation et un déversement du pipeline (tableau 2.6-3). Un tel événement combiné, bien que peu probable, entraînerait des effets combinés en aval.

Tableau 2.6-2 Scénarios de risques naturels pour l'ensemble des composantes du projet

Catastrophe naturelle	Scénarios de risques encourus par l'ensemble des composantes du projet				
	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
cyclone – fortes pluies	glissement de terrain dans le bassin versant provoquant une brèche ou le débordement des digues entraînant le déversement des eaux chargées de matières solides dans l'environnement ; fortes pluies provoquant une brèche ou le débordement des digues entraînant le déversement des eaux chargées de matières solides dans l'environnement ; submersion de l'évacuateur ; rupture de la halde de stériles provoquant un glissement par liquéfaction ; érosion et rupture des digues entraînant le déversement des eaux chargées de matières solides dans l'environnement	rupture du pipeline en raison d'un glissement de terrain ou de l'érosion, entraînant le déversement de la pulpe dans l'environnement	débordement des zones de confinement entourées de bermes, entraînant le déversement de substances chimiques agressives, de carbonate de calcium, de charbon ou de sulfure dans l'environnement	glissement de terrain dans le bassin versant provoquant une brèche ou le débordement des résidus ou des digues des bassins d'eau entraînant le déversement des eaux de procédé dans l'environnement ; fortes pluies provoquant une brèche ou le débordement des résidus ou des digues des bassins d'eau entraînant le déversement des eaux de procédé ou des résidus dans l'environnement ; submersion de l'évacuateur	s/o
cyclone – vents violents	vents violents causant des vagues se fracassant sur la digue et un débordement ou érosion des digues, entraînant le déversement des eaux chargées de matières solides dans l'environnement	s/o	édifices endommagés ou débris transportés à l'extérieur du site par les vents et présentant un danger pour la population	vents violents provoquant des vagues et le débordement ou une brèche des digues des bassins de résidus ou d'eau, entraînant le déversement des eaux de procédé ou des résidus dans l'environnement	éléments endommagés de l'infrastructure portuaire transportés hors du site par le vent et présentant un danger pour la population

Tableau 2.6-2 Scénarios de risques naturels pour l'ensemble des composantes du projet (suite)

Catastrophe naturelle	Scénarios de risques encourus par l'ensemble des composantes du projet				
	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
sisimique/géotechnique	glissement de terrain dans le bassin versant provoquant une brèche ou le débordement des digues, entraînant le déversement des eaux chargées de matières solides dans l'environnement ; liquéfaction ou rupture de la digue provoquant le débordement ou une brèche, entraînant le déversement des eaux chargées de matières solides dans l'environnement ; liquéfaction des stériles provoquant un glissement par liquéfaction	rupture du pipeline en raison d'un glissement de terrain ou de l'érosion, entraînant le déversement de pulpe dans l'environnement	dommages causés à l'infrastructure de l'usine et déversements possibles de contaminants	liquéfaction des résidus ou de la digue des bassins d'eau ou rupture provoquant le débordement ou une brèche entraînant le déversement de l'eau de procédé ou des résidus dans l'environnement	dommages causés à l'infrastructure portuaire et déversements possibles de contaminants
tsunami	s/o	s/o	inondation du site de l'usine et érosion des bermes utilisées pour le contrôle de l'eau, entraînant le déversement des contaminants dans l'environnement	érosion des digues, entraînant le déversement des contaminants dans l'environnement	inondation du port et dommages causés à l'infrastructure, entraînant le déversement des contaminants dans l'environnement

s/o : sans objet.

En aval du parc à résidus, le pipeline de pulpe traverse un bassin versant qui pourrait subir l'impact d'un déversement du parc à résidus. Une rupture du pipeline survenant en même temps dans ce bassin versant entraînera des risques cumulatifs pour les ressources environnementales et sociales du bassin versant (tableau 2.6-4). Un tel événement combiné est très peu probable.

A l'usine de traitement, il est possible qu'un déversement du pipeline se combine à un débordement des structures de contrôle des eaux à l'intérieur de l'installation ce qui enverrait à la fois de la pulpe et d'autres substances chimiques dans l'environnement. Une planification prudente du site de l'usine fait en sorte que ce scénario est très peu probable.

Dans le bassin versant entre l'usine de traitement et le parc à résidus, il est possible que des déversements des deux zones se combinent dans le cas d'une inondation extrême. Cette inondation devrait être suffisamment sévère pour permettre aux contaminants déversés de se déplacer loin en aval. Une telle inondation extrême est très peu probable.

Tableau 2.6-3 Matrice des conséquences combinées des risques : Mine et pipeline de pulpe ^(a)

Conséquence des risques associés à la mine	Conséquence des risques associés au pipeline de pulpe	
	rupture du pipeline entraînant le déversement de la pulpe dans l'environnement	fuite du pipeline
inondation et dommages aux ressources en aval	X	-
débordement des digues provoquant le déversement d'eaux chargées de matières solides dans l'environnement	X	-
brèche de digue provoquant le déversement d'eaux chargées de matières solides dans l'environnement.	X	-

^(a) X indique qu'un effet combiné pourrait survenir.

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Tableau 2.6-4 Matrice des conséquences combinées des risques : Parc à résidus et pipeline de pulpe^(a)

Conséquence des risques associés au parc à résidus	Conséquence des risques associés au pipeline de pulpe	
	rupture du pipeline entraînant le déversement de la pulpe dans l'environnement	fuite du pipeline
débordement des digues du parc à résidus provoquant le déversement d'eaux de procédé dans l'environnement	X	-
brèche de digue du parc à résidus provoquant le déversement de résidus et d'eaux de procédé dans l'environnement	X	-
inondation et dommages aux ressources en aval	X	-
glissement de terrain mineur provoquant un déversement de courte durée de résidus et/ou d'eaux de procédé dans l'environnement	-	-
glissement de terrain majeur provoquant la perte de la revanche et une brèche de la digue d'un bassin de résidus provoquant un déversement important de résidus et/ou d'eaux de procédé dans l'environnement	X	-

^(a) X Indique qu'un effet combiné pourrait survenir.

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Tableau 2.6-5 Matrice des conséquences combinées des risques : Usine de traitement et pipeline de pulpe^(a)

Conséquence des risques associés à l'usine de traitement	Conséquence des risques associés au pipeline de pulpe	
	rupture du pipeline entraînant le déversement de la pulpe dans l'environnement	fuite du pipeline
Substances chimiques agressives transportées dans l'environnement par l'écoulement des eaux pluviales	X	X
Les piles de stockage du carbonate de calcium, du charbon ou du sulfure débordent des zones de rétention et sont transportées dans l'environnement par l'écoulement des eaux pluviales	X	X
Les matériaux de construction ou d'exploitation et les éléments endommagés des édifices sont emportés par les vents de tempête et représentent un danger	-	-

^(a) X indique qu'un effet combiné pourrait survenir.

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Tableau 2.6-6 Matrice des conséquences des risques combinés : Parc à résidus et usine de traitement ^(a)

Conséquence des risques associés au parc à résidus	Conséquence des risques associés à l'usine de traitement		
	Substances chimiques corrosives transférées dans l'environnement par l'écoulement des eaux pluviales	Les piles de stockage de carbonate de calcium, de charbon ou desulfure débordent de la zone de confinement par l'écoulement des eaux pluviales	Les matériaux de construction ou d'exploitation et les éléments endommagés des édifices sont emportés par les grands vents et représentent un danger
débordement des digues du parc à résidus provoquant le déversement d'eaux de procédé dans l'environnement	-	-	-
brèche de digue du parc à résidus provoquant le déversement de résidus et d'eaux de procédé dans l'environnement	X	X	-
inondation et dommages aux ressources en aval	X	X	-
glissement de terrain mineur provoquant le déversement de courte durée de résidus et/ou d'eaux de procédé dans l'environnement	-	-	-
Glissement de terrain majeur provoquant la perte de la revanche et une brèche de digue du parc à résidus provoquant un déversement important de résidus et/ou d'eaux de procédé dans l'environnement	X	X	-

^(a) X Indique qu'un effet combiné pourrait survenir.

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

En résumé, bien que plusieurs types de conséquences des risques naturels puissent se combiner pour produire des conséquences cumulatives, toutes ces combinaisons sont considérées comme extrêmement peu probables. Tous les risques identifiés sont gérés par des mesures d'atténuation de façon à se conformer aux normes internationales rigoureuses tel que cela est décrit dans les sections de l'EIE relatives à l'évaluation environnementale des risques naturels de chaque composante du projet.

2.6.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

2.6.2.1 Introduction

Le secteur d'étude pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels entre le projet et les autres projets et activités comprend tous les secteurs dans un rayon de 10 km autour des sites du projet. Le projet risque de se recouper avec les projets suivants qui pourraient avoir des impacts sur la population ou sur l'environnement dans le cas d'une catastrophe naturelle :

- L'effondrement et l'érosion des talus en raison de l'agriculture sur tavy et du défrichage de la forêt pourraient avoir des impacts sur les mêmes cours d'eau qu'une inondation ou un déversement de la mine, du pipeline ou du parc à résidus.
- Un déversement de contaminants associé à une inondation ou à des dommages causés aux édifices au niveau du terminal de Logistique Pétrolière ou d'autres installations au sud de Toamasina, pourrait se combiner aux déversements de l'usine de traitement.
- Un déversement de substances chimiques associé au futur trafic de Madarail et causé par un glissement de terrain ou un séisme endommageant la voie ferrée pourrait survenir en même temps qu'une rupture du pipeline, celui-ci étant parallèle à la voie ferrée dans certains secteurs.
- Le ruissellement des eaux de crue des mines de graphite du secteur d'Andasibe pourrait se combiner à celui associé à une rupture du pipeline dans le même bassin versant.

2.6.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

Les événements extrêmes, tels que les pluies torrentielles, entraînant l'instabilité des talus et l'inondation de grandes surfaces, peuvent entraîner des risques naturels affectant d'autres installations et activités d'occupation du sol en plus du projet lui-même. Cependant, dans la majorité des cas, le projet est suffisamment éloigné des autres projets et activités pour qu'une inondation suffisamment grande pour faire se combiner les effets des différentes activités dilue grandement aussi les contaminants déversés par le projet. C'est le cas avec les mines de graphite à Andasibe et avec l'agriculture sur tavy. Ces activités peuvent avoir de faibles impacts additionnels sur le projet en cas de phénomènes extrêmes, mais l'effet cumulatif ne constitue qu'un changement négligeable par rapport aux effets du projet pris isolément.

Un phénomène naturel causant des déversements provenant à la fois d'un train de marchandises Madarail et des déversements du pipeline de pulpe pourrait

entraîner localement une conséquence cumulative élevée sur l'environnement, mais la probabilité qu'un tel événement survienne est très faible.

Un phénomène naturel entraînant un ruissellement torrentiel de contaminants et provenant du projet et du terminal de Logistique Pétrolière et d'autres installations industrielles au sud de Toamasina pourrait avoir un impact cumulatif élevé dans de petits bassins versants locaux et spécialement dans l'environnement marin. Là encore, la probabilité d'un tel événement est très faible.

2.6.3 Conclusions

Les composantes du projet Ambatovy pourraient potentiellement se recouper les uns avec les autres afin de produire des effets plus élevés que ceux associés à chaque composante du projet prise séparément si un phénomène naturel extrême survenait. De même, dans le cas de phénomènes naturels extrêmes, comme un séisme important ou une inondation à grande échelle, les risques naturels spécifiques associés au projet peuvent se cumuler avec ceux qui sont associés aux autres projets et activités et engendrer des risques plus graves que ceux engendrés par le seul projet. Cependant, les impacts de ces phénomènes possibles n'ont pas été classés ni modélisés puisque la probabilité qu'ils surviennent est extrêmement faible.

A la suite de l'application de mesures d'atténuation pour chaque composante individuelle du projet, les risques liés aux catastrophes naturelles pour la population et l'environnement et accrus du fait des effets du projet se combinant avec ceux d'autres projets, sont évalués comme faibles et comme respectant les normes internationales.

2.7 HYDROGÉOLOGIE

Aucun effet combiné ni aucun effet cumulatif ne sont prévus pour l'hydrogéologie.

2.8 HYDROLOGIE

2.8.1 Effets combinés du projet Ambatovy

2.8.1.1 Présentation

Les cinq principales composantes du projet se recoupent pour produire des effets combinés, tels qu'ils figurent dans le tableau 2.8-1.

Tableau 2.8-1 Matrice de recouplement des effets du projet pour l'hydrologie ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	-	-	
pipeline de pulpe			-	-	
usine de traitement				-	
parc à résidus					
extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

Il peut potentiellement y avoir des effets combinés entre la mine et le pipeline de pulpe en raison du recouplement de leurs secteurs locaux d'étude respectifs près de la mine et du marais de Torotorofotsy. Les effets combinés du pipeline et de la mine, dans le secteur immédiat de l'empreinte au sol de la mine, ont été évalués ensemble dans le volume B, section 3.8. Aucun effet combiné n'est prévu dans les cours d'eau récepteurs individuels situés loin de l'empreinte au sol de la mine mais dans le secteur local d'étude de la mine. La possibilité d'effets combinés existe au niveau du marais de Torotorofotsy ; toutefois, ces impacts sont séparés dans le temps parce que, alors que les impacts de la mine sur l'hydrologie se produiront durant la phase d'exploitation, les impacts sur l'hydrologie, résultant du pipeline de pulpe, sont essentiellement associés à la construction des franchissements de cours d'eau pour le pipeline. La construction nécessitera des activités dans les cours d'eau qui pourraient affecter les niveaux d'eau pendant de courtes périodes de temps. Les impacts résultant de la construction des franchissements devraient être négligeables.

Les effets de la mine ne se recouperont pas avec ceux de l'usine de traitement ni avec ceux du parc à résidus car ces deux composantes du projet ne sont pas assez rapprochés l'un de l'autre pour avoir un impact physique sur les mêmes bassins versants et les mêmes plans d'eau. Par conséquent, il n'y aura aucun changement cumulatif en ce qui a trait aux niveaux d'eau, aux débits ou à la quantité de

sédiments. De la même manière, aucun effet combiné n'est prévu entre le pipeline, l'usine de traitement ou le parc à résidus.

2.8.2 Evaluation des effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

2.8.2.1 Présentation

Le secteur d'étude de l'hydrologie pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels entre le projet Ambatovy et d'autres projets et activités, inclut tout le territoire dans un rayon de 100 km autour des sites du projet. Le projet peut potentiellement recouper d'autres projets et activités et avoir un impact sur l'hydrologie, comme suit :

- Il se peut que les changements des débits et les apports solides accrus de associés au pipeline de pulpe se recouperent avec les effets d'autres activités et infrastructures (par exemple : exploitation forestière, chaussées non revêtues, exploitation de la ligne de Madarail, et exploitation des mines de graphite).
- Il se peut que les changements des débits dans les différents cours d'eau et rivières affectés par le projet se recouperent avec les effets des installations hydroélectriques existantes et futures.

2.8.2.2 Evaluation des effets cumulatifs avec d'autres projets

Conformément à ce qui est décrit dans le volume C, section 3.6, il se peut que la construction du pipeline de pulpe entraîne des changements d'intensité forte au niveau des débits, des niveaux d'eau et des apports solides là où se trouvent les franchissements de cours d'eau. Toutefois, ces changements devraient être de courte durée pendant l'installation du pipeline et ils ne perdureront pas jusqu'aux phases d'opération ou de fermeture, une fois que les lits des cours d'eau auront été établis de nouveau et que les berges des cours d'eau auront été réhabilitées et stabilisées.

Les impacts combinés du pipeline de pulpe et de la déforestation (par exemple, au niveau du site Ramsar de Torotorofotsy et de la zone de conservation proposée du corridor Mantadia-Zahamena) sur les apports solides seront limités en raison de la courte durée des effets de la construction. Des impacts combinés similaires seraient également attendus pour le pipeline de pulpe et le réseau existant de chaussées non revêtues.

Il se peut que les culées de pont situées le long de la ligne de Madarail, affectent les niveaux d'eau et la vitesse du courant au niveau des franchissements de cours d'eau ferroviaires, ainsi que la production de matière solides provenant de la servitude. Le pipeline de pulpe et la ligne de chemin de fer proposés seront situés à proximité l'un de l'autre (c.-à-d., dans les 2 km) sur une distance d'environ 12 km, à l'est d'Andasibe. Cependant, aucun changement associé au pipeline de pulpe ne devrait être mesurable pour ce qui est des niveaux d'eau ou de la vitesse des courant, aux franchissements de cours d'eau ferroviaires. De plus, tout changement se produisant serait de courte durée pendant la construction et ne serait pas mesurable durant l'exploitation du pipeline.

Selon toute vraisemblance, les mines de graphite dans la région d'Andasibe affectent les concentrations en matières solides dans les plans d'eau récepteurs, comme par exemple la rivière Sahatany qui est un affluent de la rivière Sahatandra de taille plus importante. Si la portion du pipeline de pulpe franchissant la rivière Sahatany (XR16+100) est enfouie, il se peut qu'il y ait un effet combiné sur les apports solides de la rivière, du fait du pipeline et des mines de graphite situées en amont. Toutefois, l'effet combiné serait de très courte durée, et cela se produirait durant l'excavation et durant la pose du pipeline en travers du chenal. L'effet prendrait fin suite à la restauration du lit du cours d'eau et à la stabilisation des berges.

Le projet ne devrait pas avoir d'effet mesurable sur les écoulements dans les cours d'eau et les rivières plus importants qui sont, ou qui pourraient être utilisés pour la production d'énergie hydroélectrique. Les zones de bassins versants affectées par la mine sont très restreintes comparativement aux bassins versants harnachés par un projet hydroélectrique. Par conséquent, l'accroissement du débit de ruissellement provenant des zones perturbées de la mine serait négligeable comparativement aux débits qui pourraient être utilisés pour générer de l'énergie hydroélectrique. De la même manière, la construction de franchissements de cours d'eau pour le pipeline pourrait affecter les niveaux d'eau locaux pendant de très courtes périodes de temps mais aucun effet n'est prévu sur la vitesse du courant ou les débits moyens. Sur la base de ce qui vient d'être décrit, aucun effet combiné n'est attendu entre le projet et les installations hydroélectriques actuelles ou futures.

2.8.2.3 Effets combinés avec d'autres projets - Impacts résiduels

Les impacts combinés du projet Ambatovy avec d'autres projets et activités sont résumés dans le tableau 2.8-2.

Tableau 2.8-2 Classification des impacts résiduels cumulatifs pour l'hydrologie

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : Pipeline de pulpe et autres installations : Changements au niveau des débits et des apports solides (exploitation forestière, chaussées non revêtues, voie ferrée, mines de graphite).							
construction / opération / fermeture	négative	débits: négligeable apport solides: forte	locale / régionale	court terme	oui	faible	débits: négligeable apports solides: moyenne
Enjeu : Projet Ambatovy et autres installations : Changements au niveau des débits (énergie hydroélectrique)							
construction / opération / fermeture	négative	négligeable	locale / régionale	court terme à long terme	oui	élevée (conditions moyennes)	négligeable

2.8.3 Conclusions

Aucun impact du projet sur les débits et les niveaux d'eau ne devrait pouvoir être détecté aux endroits affectés par d'autres projets et activités. Par conséquent, l'impact combiné est considéré comme négligeable. Les impacts sur les apports solides associées à la construction du pipeline au niveau des franchissements de cours d'eau seront d'intensité forte mais de courte durée. Ces impacts indiquent également un impact combiné de niveau élevé et de courte durée au niveau d'un franchissement où les effets de l'exploitation minière du graphite en amont sont considérés.

2.9 QUALITE DE L'EAU

2.9.1 Effets combinés du projet Ambatovy

2.9.1.1 Introduction

Les effets combinés potentiels de la mine, du pipeline de pulpe, de l'usine de traitement et du parc à résidus sur la qualité de l'eau sont identifiés dans le tableau 2.9-1.

Tableau 2.9-1 Matrice de recouplement des effets des composantes du projet pour la qualité de l'eau ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	-	-	n/é
pipeline de pulpe			X	X	n/é
usine de traitement				X	n/é
parc à résidus					n/é
extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

n/é Non évalué dans cette section. Une évaluation des effets cumulatifs a été réalisée pour le milieu marin, tel que présenté au volume G, section 2.10.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

Les changements de la qualité de l'eau et des sédiments résultant des activités dans le secteur de la mine et les effets de l'usine de traitement ou du parc à résidus ne se recouperont pas : en effet, ces composantes du projet ne sont pas assez rapprochées les unes des autres pour avoir un impact physique sur les mêmes cours d'eau et les mêmes plans d'eau.

Le tracé du pipeline de pulpe relie le secteur de la mine au secteur de l'usine de traitement et passe à moins d'un kilomètre au sud du parc à résidus. Par conséquent, il est possible que les changements prévus à la qualité de l'eau et des sédiments dans les cours d'eau et les plans d'eau associés au pipeline de pulpe s'additionnent aux changements dans les concentrations des paramètres de la qualité de l'eau causés par les activités du projet, que ce soit à la mine, à l'usine de traitement ou au parc à résidus. Ces effets combinés sont décrits ci-dessous dans la section 2.9.1.2.

Les changements de la qualité de l'eau et des sédiments associés au parc à résidus, qui sont essentiellement dus aux eaux d'infiltration en provenance du parc à résidus, pourraient se combiner aux changements à la qualité de l'eau associés à l'usine de traitement. La construction et l'exploitation de l'usine de traitement peuvent potentiellement affecter la qualité de l'eau dans les cours d'eau qui sont en aval du parc à résidus. Ces effets combinés sont décrits ci-dessous dans la section 2.9.1.3.

2.9.1.2 Effets combinés du pipeline de pulpe et de la mine, du parc à résidus et de l'usine de traitement

Des cours d'eau et les plans d'eau dont la qualité de l'eau et des sédiments qui, selon les prévisions, seront affectés par le pipeline de pulpe pourraient aussi potentiellement être affectés par les activités reliées à la mine, à l'usine de

traitement ou au parc à résidus. Toutefois, l'effet prévu de ces autres composantes du projet sur la qualité de l'eau et des sédiments aux franchissements du pipeline est considéré négligeable pour les raisons suivantes :

- changements négligeables reliés au pipeline de pulpe (volume C, section 3.7)
- changements faibles à négligeables prévus pour les nœuds d'évaluation les plus en aval dans les secteurs locaux d'étude de la mine, de l'usine de traitement et du parc à résidus (volume B, section 3.9 ; volume D, section 3.8 et volume E, section 3.10, respectivement)
- dilution accrue des concentrations prévues des paramètres de la qualité de l'eau en aval des secteurs locaux d'étude de la mine, de l'usine de traitement et du parc à résidus.

Par conséquent, les effets combinés prévus des changements de la qualité de l'eau et des sédiments associés au pipeline de pulpe et à la mine, au parc à résidus et à l'usine de traitement sont négligeables.

2.9.1.3 Effets combinés du parc à résidus et de l'usine de traitement

Les changements potentiels de la qualité de l'eau causés par l'usine de traitement et le parc à résidus peuvent se recouper parce que les cours d'eau potentiellement affectés par l'usine de traitement (c.-à-d. la rivière Ivondro) sont reliés aux cours d'eau se trouvant en aval du parc à résidus.

Les prévisions sur la qualité de l'eau et des sédiments dans le secteur du parc à résidus ont essentiellement porté sur une section du cours d'eau Ambolona et sur trois affluents supérieurs de ce cours d'eau. Ces cours d'eau sont en aval du parc à résidus mais sont compris dans le secteur local d'étude du parc à résidus. Il a été prévu que le parc à résidus pourrait causer une augmentation des concentrations de trois métaux (c.-à-d. le cuivre, le manganèse et le zinc) dans le cours d'eau Ambolona à l'endroit le plus en aval du secteur local d'étude. A environ 4 km en aval de cet emplacement, l'Ambolona se déverse dans la rivière Ivondro. Le bassin versant de la rivière Ivondro près du confluent de l'Ambolona s'étend sur environ 2500 km², ce qui est une superficie de beaucoup supérieure à celle du bassin versant du cours d'eau Ambolona à l'extrémité aval du secteur d'étude du parc à résidus (approximativement 25 km²). Dans la mesure où le cours d'eau Ambolona contribue pour une très petite part au débit de la rivière Ivondro, la qualité de l'eau et des sédiments dans cette dernière ne sera pas affectée par l'augmentation prévue des concentrations en cuivre, manganèse et zinc dans le cours d'eau Ambolona.

Selon les prévisions, l'usine de traitement ne causera que des changements négligeables à la qualité de l'eau et des sédiments dans la rivière Ivondro en raison de la faible proportion du débit de la rivière Ivondro détourné vers l'usine de traitement et des mesures de lutte contre l'érosion mises en place à l'emplacement de la prise d'eau (volume D, section 3.8.5). Des changements négligeables de la qualité de l'eau et des sédiments ont également été prévus pour les cours d'eau recevant les rejets des bassins de décantation de l'usine de traitement (volume D, section 3.8.5).

Selon les prévisions, les effets combinés de l'usine de traitement et du parc à résidus sur les changements de la qualité de l'eau et des sédiments seront négligeables puisque chacune des composantes de ce projet entraînera, selon les prévisions, des changements négligeables aux concentrations des substances dans la colonne d'eau et les sédiments de fond.

2.9.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

2.9.2.1 Introduction

Le secteur d'étude pour l'évaluation des changements cumulatifs potentiels de la qualité de l'eau et des sédiments pour le projet Ambatovy et autres projets et activités inclut tous les secteurs compris dans un rayon de 100 km autour des sites du projet. Ces secteurs sont les mêmes que ceux utilisés pour l'évaluation des effets cumulatifs dans le domaine de l'hydrologie, et il est prévu qu'ils englobent l'étendue des effets cumulatifs potentiels. Les projets et activités qui pourraient potentiellement influencer la qualité de l'eau ou des sédiments dans le secteur d'étude comprennent :

- mine de graphite d'Andasibe (recoupement des effets associés à la mine et au pipeline de pulpe)
- déforestation associée à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy (recoupement des effets associés à la mine et au pipeline de pulpe)
- le réseau routier et le réseau ferroviaire Madarail (recoupement des effets associés au pipeline de pulpe).

La mine de graphite d'Andasibe est située à environ 15 km du secteur local d'étude de la mine et elle est adjacente au pipeline de pulpe. Cette mine de graphite se trouve dans le secteur d'étude pour l'évaluation des changements cumulatifs potentiels de la qualité de l'eau et des sédiments à la fois pour la mine et pour le pipeline de pulpe. La zone susceptible de subir une déforestation (c.-à-d. la zone Mantadia-Zahamena) comprend des cours d'eau qui pourraient aussi être affectés par la mine et le pipeline de pulpe. Le pipeline de pulpe se trouve à

100 km des implantations potentielles du réseau routier et du réseau Madarail et, par conséquent, les mêmes bassins versants pourraient être affectés.

La possibilité d'effets cumulatifs entre chacun des projets et activités décrits ci-dessus et le projet Ambatovy est évaluée dans les sections suivantes.

2.9.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

Mine de graphite d'Andasibe

Les changements maximaux prévus de la qualité de l'eau et des sédiments dans le secteur local d'étude de la mine Ambatovy sont faibles pour tous les paramètres évalués, à l'exception du chrome dans la colonne d'eau. Toutefois, les concentrations prévues en chrome dans la colonne d'eau décroissent de façon substantielle depuis l'exutoire des bassins de gestion des eaux de la mine jusqu'aux nœuds d'évaluation les plus en aval (entre 5 et 10 km) dans le secteur local d'étude. En se fondant sur une extrapolation qualitative de ces réductions prévues, les concentrations en chrome devraient décroître jusqu'à des niveaux approchant les conditions de référence sur une distance de 15 km en aval du secteur local d'étude, cela en raison de la dilution engendrée par les bassins versants en aval ou les apports en eau des affluents. Par conséquent, aucun changement cumulatif de la qualité de l'eau ou des sédiments n'est prévu en ce qui a trait au recoupement des effets associés à la mine de graphite d'Andasibe et la mine Ambatovy.

Selon toute vraisemblance, la mine de graphite d'Andasibe affecte surtout la qualité de l'eau par l'augmentation des niveaux de matières en suspension dans les plans d'eau récepteurs, dont la rivière Sahatany qui est un affluent de la rivière Sahatandra, de taille plus importante. Le tracé du pipeline de pulpe inclut un franchissement de la rivière Sahatany, ce qui pourrait causer un effet combiné sur les niveaux de matières en suspension. Les changements aux concentrations en matières en suspension sont décrits dans la section 2.8 de ce volume.

Déforestation, réseau routier et réseau Madarail

Les effets de la déforestation associés à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy dans la zone de Mantadia-Zahamena et les changements de la qualité de l'eau et des sédiments reliés aux activités de la mine pourraient se recouper. La déforestation peut affecter la qualité et la quantité des eaux de ruissellement. Si l'un des bassins versants en aval de la mine est affecté par une importante déforestation, un changement cumulatif en termes de qualité de l'eau et des sédiments dans le bassin versant où a lieu l'exploitation forestière pourrait avoir lieu. Toutefois, des mesures d'atténuation pourraient être mises en œuvre telles

que, notamment, des méthodes d'exploitation forestière mieux adaptées et la réduction de la zone exploitée pour faire en sorte que la qualité et la quantité des eaux de ruissellement soient similaires à celles prévalant dans un contexte naturel. L'emploi de telles mesures permettrait d'obtenir un effet combiné négligeable sur la qualité de l'eau et des sédiments. Indifféremment de ces considérations, la contribution additive du projet Ambatovy demeure négligeable.

La déforestation, le prolongement ou les mises à niveau du réseau routier et du réseau Madarail pourraient ajouter aux changements de la qualité de l'eau associés au pipeline de pulpe. Ces activités peuvent potentiellement causer une augmentation des niveaux de matières en suspension dans les cours d'eau se trouvant le long du pipeline de pulpe. Les effets cumulatifs potentiels sur les concentrations en matières en suspension résultant de la déforestation, du réseau Madarail, du réseau routier et du pipeline de pulpe est décrite dans la section 2.8 de ce volume.

2.9.3 Conclusions

Les changements combinés potentiels de la qualité de l'eau et des sédiments ont été identifiés pour les composantes du projet suivantes :

- le pipeline de pulpe et la mine, le parc à résidus et l'usine de traitement
- l'usine de traitement et le parc à résidus.

L'évaluation des effets combinés potentiels des composantes du projet sur la qualité de l'eau et des sédiments a montré que ces effets combinés seront négligeables.

La mine de graphite d'Andasibe, la déforestation, le réseau Madarail ainsi que le réseau routier de Madagascar ont été identifiés comme pouvant potentiellement ajouter aux changements de la qualité de l'eau et des sédiments liés au projet Ambatovy. Toutefois, l'évaluation des changements de la qualité de l'eau et des sédiments liés à ces activités et à ces projets indique que les effets cumulatifs avec le projet Ambatovy seront négligeables.

2.10 OCEANOGRAPHIE

2.10.1 Effets combinés du projet Ambatovy

2.10.1.1 Présentation

Il se peut que l'écologie marine et l'océanographie soient affectées par la combinaison de deux éléments du projet Ambatovy : l'extension portuaire et l'exutoire en mer du parc à résidus (tableau 2.10-1).

Tableau 2.10-1 Matrice de recouplement des effets des composantes projet pour l'écologie marine et l'océanographie ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		-	-	-	-
pipeline de pulpe			-	-	-
usine de traitement				-	-
parc à résidus					X
extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

2.10.1.2 Effets combinés de l'extension portuaire et de l'exutoire en mer

Durant la phase de construction du projet, l'activité de l'extension portuaire aura une conséquence sur l'environnement de niveau faible, en termes de turbidité, de qualité de l'eau et de bruit subaquatique, et une conséquence sur l'environnement de niveau potentiellement très élevé en ce qui a trait à l'introduction d'espèces exotiques. En général, ces impacts seront limités à la zone du port. Les activités liées à la construction de l'exutoire en mer auront une faible conséquence sur l'environnement en termes de turbidité, de bruit subaquatique et de pêcheries artisanales. Par conséquent, ces projets peuvent, tous deux, potentiellement avoir un impact sur le bruit subaquatique et la turbidité durant leur phase de construction, mais comme les impacts sont localisés dans deux secteurs distincts, d'après les prévisions, le recouplement physique sera peu important, voire inexistant. Par conséquent, durant la phase de construction, les effets combinés du projet sont très mineurs et n'entraîneront pas d'effets plus élevés que ceux prévus dans les évaluations séparées pour l'extension portuaire et l'exutoire en mer.

Durant la phase d'exploitation, l'extension portuaire devrait avoir une faible conséquence sur l'environnement en termes de turbidité et de qualité de l'eau, et une conséquence de niveau potentiellement très élevé sur l'environnement en termes d'espèces exotiques, en raison du rejet de l'eau de ballast des navires arrivant. L'exutoire en mer devrait avoir une faible conséquence sur l'environnement pour ce qui est de la qualité de l'eau et des pêcheries artisanales. Les impacts sur la qualité de l'eau pourraient se recouper dans l'espace, mais, pour la plus grande partie, ils seront séparés. Par conséquent, durant la phase de l'exploitation, les effets combinés du projet n'entraîneront probablement pas d'effets plus élevés que ceux prévus dans les évaluations séparées pour l'extension portuaire et l'exutoire en mer.

2.10.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

D'autres projets et activités ayant des effets potentiels sur l'environnement marin, seront menés en même temps que le projet Ambatovy, dans la région de Toamasina. Le développement de l'industrie dans la région de Toamasina, et la croissance économique à travers tout Madagascar, peuvent potentiellement augmenter le volume des marchandises transportées dans le port de Toamasina, indépendamment de l'augmentation associée au projet. De plus, l'aménagement d'une installation d'un dépôt pétrolier et d'une jetée par Logistique Pétrolière à proximité de la conduite de l'exutoire en mer, pourrait ajouter aux effets cumulatifs.

L'augmentation du trafic maritime dans le port de Toamasina pourrait avoir des effets sur la turbidité et la qualité de l'eau de la zone portuaire, ce qui s'ajouterait aux faibles effets prévus du projet. De plus, en fonction des mesures d'atténuation employées par les navires pour protéger le milieu ambiant de l'introduction d'espèces exotiques, le rejet de l'eau de ballast pourrait représenter un risque d'introduction de plantes et d'espèces animales exotiques envahissantes. Bien qu'il soit possible qu'il y ait des effets cumulatifs additifs sur la turbidité, la qualité de l'eau et l'introduction d'espèces exotiques, l'élaboration de directives d'exploitation plus exigeantes en matière de propreté et plus efficaces pour le port - initiative que le projet appuiera - annulera largement ces impacts et pourrait déboucher sur une possible amélioration par rapport aux conditions de référence existantes. Par exemple, le plan de mesures d'urgence actuel pour le port, en cas de déversement de carburant, sera révisé afin d'assurer une réponse rapide et efficace, en cas de besoin. Aucun effet cumulatif n'est prévu sur le site de l'extension portuaire.

Le terminal de Logistique Pétrolière devrait avoir des impacts négligeables sur la turbidité, la qualité de l'eau, le bruit subaquatique et les pêcheries artisanales (Logistique Pétrolière 2005). Dans la mesure où ce projet de terminal impliquera

également l'arrivée de navires en provenance de ports étrangers, il impliquera aussi le risque d'introduction d'espèces exotiques dans l'eau de ballast. Spatialement, le projet du terminal recoupera étroitement le site du pipeline de l'exutoire en mer, ce qui entraînera des effets cumulatifs sur les pêcheries artisanales utilisant la zone. Cependant, comme on s'attend à ce que le projet de Logistique Pétrolière n'ait que des effets négligeables, la portée des impacts cumulatifs sera très faible. La construction des deux projets se fera probablement durant des périodes de temps différentes, ce qui réduira la possibilité d'impacts cumulatifs liés à la construction impliquant un trafic maritime important. Les effets cumulatifs ne devraient pas être plus importants que l'intensité des effets sur la turbidité, la qualité de l'eau, le bruit subaquatique, les pêcheries artisanales et les espèces exotiques, déjà prévus pour le seul projet Ambatovy. Durant la phase d'exploitation des deux projets, il y a un potentiel de risque cumulatif accru en ce qui a trait à de possibles collisions entre navires. Toutefois, les mesures d'atténuation du projet Ambatovy, dont la collaboration avec les autorités portuaires sur la révision du système de contrôle du trafic maritime régional, devraient, selon les prévisions, compenser les effets négatifs cumulatifs potentiels.

2.11 ASPECTS ESTHETIQUES

2.11.1 Effets combinés du projet Ambatovy

2.11.1.1 Présentation

Les cinq principales composantes du projet se recoupent et produisent des effets combinés, tel qu'indiqué dans le tableau 2.11-1.

Tableau 2.11-1 Matrice de recouplement des composantes du projet pour les aspects esthétiques ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	-	-	-
pipeline de pulpe			X	X	-
usine de traitement				X	-
parc à résidus					-
extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées ne s'applique pas.

Les impacts visuels seront additifs là où les zones de visibilité des composantes du projet se recoupent. Les zones de visibilité de la mine, du parc à résidus et de l'usine de traitement recourent chacune une partie du tracé du pipeline de pulpe, et dans ces secteurs, les effets du pipeline de pulpe seront considérés comme un impact additif aux effets des autres composantes du projet. De plus, les zones de visibilité de l'usine de traitement et du parc à résidus se recourent.

2.11.1.2 Evaluation des effets combinés du projet

Les zones d'impact de la mine et du pipeline de pulpe se recourent l'une l'autre sur une distance d'environ 6 km à l'extrémité ouest du tracé du pipeline (volume B, section 3.10, figure 3.10-1). Bien que ces zones de visibilité se recourent, la plus grande part de la zone de visibilité combinée se trouve sur site de la mine et y est adjacente, là où les résidents et les touristes ne se trouveront pas. L'effet combiné le plus important se situera au niveau du marais de Torotorofotsy, où de petites portions de la mine, ainsi que la servitude défrichée du pipeline de pulpe pourront être vus à la fois par les résidents et par les touristes. Cet effet visuel additif ne s'étend pas au-delà du secteur local d'étude de la mine et il devrait être d'intensité moyenne, de portée locale, d'une durée à moyen terme, réversible, et d'une fréquence moyenne. Cet effet visuel combiné sera le plus évident durant la construction du pipeline mais l'impact sera réduit lorsque la servitude sera revégétalisée.

Les zones d'impact du pipeline de pulpe et du parc à résidus se recourent l'une l'autre sur une distance d'environ 5 km près de l'extrémité est du tracé du pipeline (volume E, section 3.11, figure 3.11-1). Les zones de visibilité se recourent ne sont pas très peuplées et ne sont pas fréquemment utilisées par les visiteurs, mais la zone de recourement inclut une section de la route nationale (RN) 2. Cet effet visuel additif ne s'étend pas au-delà du secteur local d'étude du parc à résidus et il devrait être de faible intensité, de portée locale, d'une durée à moyen terme, réversible et d'une fréquence moyenne.

Les zones de visibilité du pipeline de pulpe et de l'usine se recourent sur une distance d'environ 3 km le long de l'extrémité est du tracé du pipeline. La zone de visibilité de l'usine recoupe la même portion de la RN2 que le parc à résidus et le pipeline de pulpe recourent également. Cet effet visuel additif pourrait s'étendre au-delà du secteur local d'étude de l'usine de traitement parce que les grandes installations de l'usine de traitement et les panaches d'émissions des cheminées pourraient être visibles à une distance de plus de 5 km de l'usine. Cet effet combiné le long du tracé du pipeline route devrait être de faible intensité, de portée régionale, d'une durée à moyen terme, réversible et d'une fréquence moyenne.

Les zones de visibilité du parc à résidus et de l'usine se recoupent sporadiquement au niveau de la zone entre ces deux installations. Cette zone de recoupement comprend plusieurs portions de la RN2, et inclut également des portions sud de Toamasina. Cet effet visuel additif pourrait s'étendre au-delà du secteur local d'étude de l'usine de traitement parce que les grandes installations de l'usine de traitement et les panaches d'émissions pourraient être visibles à une distance de plus de 5 km de l'usine. Cet effet combiné au niveau des zones de visibilité qui se recoupent, devrait être de faible intensité, de portée régionale, d'une durée à moyen terme, réversible et d'une fréquence moyenne.

Les conséquences sur l'environnement de ces projets combinés sont résumées dans le tableau 2.11-2.

Tableau 2.11-2 Classification des impacts résiduels combinés pour les aspects esthétiques

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : Mine – Pipeline							
construction / exploitation	négative	moyenne	locale	moyen terme	oui	moyenne	faible
Enjeu : Parc à résidus – Pipeline							
construction / exploitation	négative	faible	locale	moyen terme	oui	moyenne	faible
Enjeu : Usine de traitement – Pipeline							
construction / exploitation	négative	faible	régionale	moyen terme	oui	moyenne	moyenne
Issue : Usine de traitement – Parc à résidus							
construction / exploitation	négative	faible	régionale	moyen terme	oui	moyenne	moyenne

2.11.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

2.11.2.1 Introduction

Le secteur d'étude des aspects esthétiques pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels entre le projet et d'autres projets et activités, inclut tous les secteurs dans un rayon de 5 km des sites du projet.

Le projet peut potentiellement recouper les projets et activités suivants et avoir un impact sur les aspects esthétiques :

- La déforestation due à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy se recoupe avec les effets de la mine et du pipeline de pulpe sur le marais de Torotorofotsy.
- Le défrichage de la forêt et l'érosion des pentes dus à l'occupation agricole du sol le long du pipeline de pulpe à l'est du corridor forestier Mantadia-Zahamena.
- A Toamasina, les effets visuels de l'usine recourent ceux de nouvelles installations dans la même zone, dont le développement industriel du sud de Toamasina, les installations du port sec et le projet de dépôt de pétrolier de Logistique Pétrolière.

2.11.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

La déforestation dans le secteur de la mine et du pipeline de pulpe, à la fois sur le site Ramsar de Torotorofotsy et sur la zone de conservation proposée du corridor Mantadia-Zahamena, se produit au rythme d'environ 1 % par an. Toutefois, la mise en œuvre du projet comprend des mesures d'atténuation proposées pour la gestion de la forêt, la protection des zones de végétation azonales spécifiques et la réhabilitation de la forêt le long du pipeline ainsi qu'avec la mise en œuvre du projet de puits de carbone, de telle sorte que la déforestation due à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy ne devrait pas causer d'impact visuel cumulatif additionnel avec le projet. Par conséquent, la déforestation dans ces secteurs ne contribuera pas aux effets cumulatifs.

La déforestation et l'érosion des sols nus dans les secteurs agricoles situés le long du pipeline de pulpe devraient se poursuivre durant le projet. Ces activités créeront un faible effet visuel négatif additionnel; cependant, cela se produit essentiellement dans des secteurs éloignés et ceux qui verront cet effet seront des résidents qui sont adaptés aux types d'effets visuels causés par de telles activités. Par conséquent, la contribution de la déforestation et de l'activité agricole aux effets cumulatifs est négligeable.

Le développement de nouvelles activités industrielles au sud de Toamasina contribuera aux impacts visuels cumulatifs dans cette zone. Les projets planifiés comprennent plus spécifiquement un port sec où les conteneurs d'expédition seront stockés et où les grues géantes et autres équipements de levage des caisses seront visibles, et le secteur du dépôt pétrolier de Logistique Pétrolière, qui sera caractérisé par des réservoirs pétroliers de grande capacité, une jetée dans la mer et des réseaux de pipelines visibles. Ces installations seront visibles depuis la RN2, le sud de Toamasina et d'autres zones rurales situées sur le secteur local d'étude de l'usine de traitement. Présentement, il n'existe aucun plan pour l'enlèvement d'aucune de ces installations, après leur implantation.

L'intensité de ces impacts combinés est considérée comme moyenne ; il sera noté une faible addition aux effets visuels au-delà des effets du secteur de Toamasina indiqués pour le seul projet Ambatovy dans le tableau 2.11-2, mais ces effets demeurent classés comme étant moyens. Ces effets seront visibles à un niveau régional et seront des effets à long terme, avec une conséquence sur l'environnement globalement moyenne.

Les effets résiduels des développements combinés sont résumés dans le tableau 2.11-3.

Tableau 2.11-3 Classification des impacts résiduels cumulatifs pour les aspects esthétiques

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : Agriculture et déforestation se cumulant le long du pipeline de pulpe							
construction / exploitation / fermeture	négative	négligeable	locale	long terme	oui	moyenne	négligeable
Enjeu : Développement cumulatif de l'industrie au sud de Toamasina							
construction / exploitation / fermeture	négative	moyenne	régionale	long terme	non	moyenne	moyenne

2.11.3 Conclusions

Les principaux effets combinés entre les composantes du projet Ambatovy sont les effets combinés de l'usine de traitement avec le pipeline de pulpe et le parc à résidus près de Toamasina. Les effets combinés de ces projets résultent en des impacts visuels moyens au niveau des zones de visualisation comme la RN2, le sud de Toamasina, et les zones rurales le long du tracé du pipeline de pulpe dans ce secteur. Un autre impact combiné important sera à noter sur le site Ramsar de Torotorofotsy, qui est plus vulnérable en raison du potentiel qu'il présente en tant que destination d'écotourisme. A cet endroit, un impact combiné faible sera noté en raison des effets, à la fois, du pipeline de pulpe et de la mine.

Les principaux effets cumulatifs entre le projet et d'autres activités planifiées seront dus au développement de nouveaux projets industriels au sud de Toamasina. L'implantation du port sec au nord de l'usine de traitement, et le secteur du dépôt pétrolier de Logistique Pétrolière au nord-est de l'usine de traitement, augmenteront tous deux la visibilité de l'industrie lourde, depuis la RN2, le sud de Toamasina et les autres zones rurales du secteur local d'étude de l'usine de traitement. effets combines et cumulatifs pour les disciplines biologiques

3 EFFETS CUMULATIFS ET COMBINES POUR LES ASPECTS BIOLOGIQUES

3.1 FLORE

3.1.1 Effets combinés du projet Ambatovy

3.1.1.1 Introduction

La présente section de l'EIE fournit une évaluation des effets potentiels cumulatifs résultant de l'influence combinée des diverses composantes du projet.

3.1.1.2 Identification des effets combinés pour chaque composante du projet

Les composantes du projet se répartissent le long d'un gradient écologique naturel allant de la forêt d'altitude moyenne de l'intérieur jusqu'aux forêts côtières de basse altitude. A ces variations naturelles du climat, de la topographie et des sols sont associés des changements dans la composition et la structure des communautés végétales, en lien direct avec la distribution des types de végétation, du site de la mine jusqu'au littoral de Toamasina.

Le tableau 3.1-1 offre un résumé des types de végétation qui devraient subir des impacts de la mise en place et de l'exploitation des diverses composantes du projet. Comme la composition en espèces et la structure des communautés végétales sont en partie fonction du gradient écologique naturel, les effets des diverses composantes du projet ne se recouperont pas tous. Ainsi, le potentiel d'effets cumulatifs des composantes entre elles dépend de la classe de végétation qui s'y trouve, car chaque classe a sa propre répartition géographique. Le tableau 3.1-2 illustre le potentiel d'effets combinés entre les diverses composantes du projet sur les types de végétation les plus importants considérés pour la présente évaluation.

Tableau 3.1-1 Types de végétation touchés pour chaque composante du projet

Type de végétation	Mine	Pipeline de pulpe	Site de l'usine	Parc à résidus	Extension portuaire
Forêt					
fourré azonal	O				
forêt azonale	O	N			
habitat azonal perturbé	O				
forêt de transition de type azonal	O	N			
forêt de transition	O	O			
forêt zonale primaire	O	O			
forêt zonale dégradée / fortement exploitée	O	O			
forêt de bordure de marais	N	N			
eucalyptus et autres terres boisées / plantations	O	O	N	O	
végétation forestière secondaire et agroforesterie				O	
bosquets littoraux résiduels			O		
Végétation non forestière					
cordon de dune littoral		O	O		
savanes arbustives et prairies côtières		O	O		O ^(a)
savane arbustive			O		
couverture herbacée et pâturage	O	O			
végétation herbacée de marais	O	O	O	O	
végétation herbacée de marais / rizières	O				
brûlis non forestier / matrice de tavy	N	O	O	O	
bordure de marais non boisée (perturbée)	N				
rizières	O	O	O	O	
Milieu aquatique					
mares temporaires	O				
rivière / cours d'eau	N	N	O		
canal			O		N

^(a) En raison de la liaison ferroviaire entre le port et l'usine.

O Oui; la composante du projet a un effet sur ce type de végétation.

N Non; ce type de végétation est présent dans le secteur local d'étude mais il ne subit pas d'impact de la composante du projet en question.

Les cases vides indiquent que le secteur local d'étude ne renferme pas ce type de végétation.

Tableau 3.1-2 Matrice de recouplement des effets du projet concernant la flore

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	X ^(a)	X ^(a)	-
pipeline de pulpe			X	X	X
usine de traitement				X	X
parc à résidus					-
extension portuaire					

^(a) Lien dû aux zones humides.

X Indique un recouplement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées: ne s'applique pas.

3.1.1.3 Evaluation des effets combinés du projet

Perte ou altération des communautés végétales

Toutes les composantes du projet, en raison du défrichage, entraîneront une perte directe et une altération de la végétation. Le changement des régimes hydrologiques et de la qualité de l'eau au site de la mine et au parc à résidus produira des effets combinés sur les zones humides. Des effets indirects de la poussière diffuse et de la dispersion de SO₂ et de NO_x, se produiront sur la végétation du site de la mine et sur celle de la portion la plus à l'ouest du tracé du pipeline de pulpe.

Certains types de végétation ont subi de graves perturbations en raison de la colonisation des terres mais continuent quand même de présenter une certaine valeur sur le plan biologique pour la région, en fait de diversité des espèces natives. Ces types de végétation sont :

- la forêt zonale dégradée / fortement exploitée
- les bosquets littoraux résiduels
- le cordon de dune littoral
- les savanes arbustives et prairies côtières
- la savane arbustive.

Tableau 3.1-3 Impacts directs pour tous les secteurs locaux d'étude combinés – superficies de végétation touchées

Type de végétation	Superficie de référence des secteurs locaux d'étude (ha)	Superficie touchée (ha)	Pourcentage de superficie subissant un impact (%)
Forêt			
fourré azonal	133	112	85
forêtazonale	826	525	64
habitat azonal perturbé	421	347	83
forêt de transition de type azonal	438	97	22
forêt de transition	1051	246	23
forêt zonale primaire	5892	331	6
forêt zonale dégradée / fortement exploitée	8709	111	1
forêt de bordure de marais	36	0	0
eucalyptus et autres terres boisées / plantations	1593	51	3
végétation forestière secondaire et agroforesterie	66	27	41
bosquets littoraux résiduels	166	29	18
<i>sous-total – forêt</i>	<i>19 329</i>	<i>1877</i>	<i>10</i>
Végétation non forestière			
cordon de dune littoral	231	3	1
savanes arbustives et prairies côtières	837	224	27
savane arbustive	105	6	6
couverture herbacée et pâturage	2980	84	3
végétation herbacée de marais	369	32	9
végétation herbacée de marais / rizières	1012	12	1
brûlis non forestier / matrice de tavy	34 321	1864	5
bordure de marais non boisée (perturbée)	195	0	0
rizières	686	66	10
<i>sous-total – végétation non forestière</i>	<i>40 737</i>	<i>2292</i>	<i>6</i>
Milieu aquatique et absence de végétation			
village	514	16	3
voies d'accès (route / chemin de fer)	29	15	52
industrie (bâtiments ou zones d'exploration)	18	0	0
mares temporaires	5	4	87
rivière / cours d'eau	200	0	0
carrière	15	1	7
canal	38	1	2
<i>sous-total – absence de végétation</i>	<i>819</i>	<i>37</i>	<i>5</i>
Total	60 885	4206	7

Note : A cause des arrondissements, il est possible que les totaux et sous-totaux ne correspondent pas exactement aux valeurs attendues.

La conséquence prévue sur l'environnement, en ce qui concerne la forêt zonale dégradée / fortement exploitée, le cordon de dune littoral et la savane arbustive, est de niveau faible, découlant principalement du fait de la petite superficie touchée (1 %, 1 % et 6 % respectivement; tableau 3.1-3) et de la portée restreinte des effets (effets localisés; tableau 3.1-4).

Quant aux effets sur les bosquets littoraux résiduels et les savanes arbustives et prairies côtières, ils sont localisés mais de forte intensité (18 % et 27 % respectivement; tableau 3.1-13). Selon les prévisions, cela occasionnera toutefois une conséquence de faible niveau sur l'environnement, pour les raisons suivantes :

- ces types de végétation ne se retrouvent pas uniquement en zone littorale
- il ne s'agit pas de communautés de plantes natives, ces types de végétation sont plutôt dérivés des écosystèmes de forêt tropicale littorale des basses terres qui existaient autrefois dans la région mais qui ont été dégradés et altérés
- ils sont situés dans la région fortement perturbée de Toamasina, région qui est caractérisée par un mélange d'espèces natives, exotiques et indésirables
- les activités industrielles et l'occupation humaine des terres dans cette région devraient s'accroître avec le temps
- aucune espèce localement endémique n'a été trouvée au sein de ces habitats

La section portant sur l'occupation du sol (volume G, section 4.3) traite des autres classes de végétation importantes pour l'usage humain, à savoir : l'agroforesterie et la forêt secondaire, les plantations et autres terres boisées, ainsi que les rizières.

Les communautés végétales de grande valeur du point de vue de la biodiversité sont caractérisées soit par une forte diversité d'espèces, soit par un assemblage d'espèces unique à l'habitat, ou par ces deux facteurs ensemble. La présente étude s'intéresse tout particulièrement à ces types de communautés, présentes dans les classes de végétation suivantes :

- la végétation azonale
- les mares temporaires
- la forêt de transition de type azonal
- la forêt de transition

- la forêt de bordure de marais
- la forêt zonale primaire
- la végétation herbacée de marais (c.-à-d. les zones humides)

Tableau 3.1-4 Classification des impacts résiduels cumulatifs pour les composantes du projet combinées – communautés végétales

Communauté végétale	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
forêt azonale	négative	forte	locale	long terme	irréversible	moyenne	élevée
fourré azonal	négative	forte	locale	long terme	irréversible	moyenne	élevée
habitat azonal perturbé	négative	forte	locale	long terme	irréversible	moyenne	élevée
mare temporaire	négative	forte	locale	long terme	irréversible	moyenne	élevée
forêt de transition de type azonal	négative	forte	locale	long terme	irréversible	moyenne	élevée
forêt de transition	négative	forte	locale	long terme	irréversible	moyenne	élevée
forêt zonale primaire	négative	faible	locale	long terme	réversible	moyenne	faible
forêt de bordure de marais	neutre	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o
marais de Torotorofotsy	négative	faible	locale	moyen terme	réversible	élevée	faible
autres zones humides	négative	faible	locale	long terme	irréversible	moyenne à élevée	faible
forêt zonale dégradée	négative	faible	locale	moyen terme	réversible	moyenne	faible
bosquets littoraux résiduels	négative	moyenne	locale	long terme	irréversible	moyenne	faible
cordon de dune littoral	négative	faible	locale	long terme	réversible et irréversible	moyenne	faible
savanes arbustives et prairies côtières	négative	moyenne	locale	long terme	réversible et irréversible	moyenne	faible
savane arbustive	négative	faible	locale	long terme	irréversible	moyenne	faible

Végétation azonale et de transition

Les plus grands impacts du défrichement des sites se produiront sur les mares temporaires, la végétation azonale, la végétation de transition de type azonal et la végétation de transition, dans la portion ouest du secteur du projet. Les impacts résiduels de la construction et de l'exploitation de la mine et du pipeline de pulpe seront de forte intensité, selon les prévisions, et se feront sentir à long terme (tableau 3.1-4). Globalement, il est prévu que la conséquence sur l'environnement des composantes du projet combinées sera de niveau élevé, en ce qui concerne la végétation azonale et de transition, et ce tout au cours de la construction, de l'exploitation et de la fermeture.

Les effets de la poussière, du SO₂ et du NO_x ont été évalués pour ce qui est de la végétation azonale et de transition qui ne sera pas directement affectée par les activités minières et la construction du pipeline. Sur la base de l'analyse effectuée il a été prévu que ces émissions devraient engendrer une conséquence de niveau faible sur l'environnement, en ce qui a trait à la santé de la végétation azonale et de transition du site de la mine et de la portion ouest du pipeline de pulpe.

Forêt zonale primaire

L'analyse des données indique qu'après l'application des mesures d'atténuation, les activités reliées au projet sur le site de la mine et le long de la portion ouest du pipeline de pulpe auront une conséquence de faible niveau sur l'environnement pour la forêt zonale primaire. La portée des effets se limitera aux deux secteurs locaux d'étude, mais leur durée s'étendra au-delà de la vie du projet (long terme). Ces effets seront de faible intensité et peuvent être considérés comme irréversibles. Cependant, le fait d'utiliser des espèces natives au moment de la fermeture permettra d'introduire une certaine réversibilité, atteinte au moment où la forêt sera mature.

Les effets de la poussière, du SO₂ et du NO_x ont été évalués pour ce qui est de la végétation zonale qui ne sera pas directement affectée par les activités minières et la construction du pipeline. Sur la base de l'analyse effectuée il est prévu que ces émissions devraient engendrer une conséquence de niveau faible sur l'environnement, en ce qui a trait à la santé de la végétation zonale du site de la mine et de la portion ouest du pipeline de pulpe.

Zones humides

Une analyse des effets directs et indirects du projet sur le marais de Torotorofotsy et les autres zones humides, à proximité des secteurs du projet, a permis de prévoir qu'ils auront une conséquence de niveau faible sur l'environnement. Selon les prévisions, les changements d'ordre hydrologique

auront un effet négligeable sur ces zones humides alors que les modifications à la qualité de l'eau devraient, selon des estimations prudentes, engendrer des effets de niveau faible. Un suivi de la végétation, ainsi que de la qualité de l'eau et des sédiments, sera effectué.

Compensation pour la perte de forêt azonale, de forêt de transition et de forêt primaire zonale

L'engagement pris par le promoteur de conserver ou de réhabiliter les terres forestières à l'intérieur du secteur du projet et ailleurs, viendra atténuer en partie les effets combinés du projet sur la végétation azonale, zonale et de transition. Au site de la mine, la zone tampon de gestion forestière crée un lien (connectivité) entre les deux aires protégées de végétation azonale et entre ces deux aires et le corridor de conservation Mantadia-Zahamena. Les aires protégées de végétation azonale sur le site couvrent une superficie de 305 ha alors que le reste de la zone de gestion constituée de forêt azonale et de transition, ainsi que de forêt primaire, est de 2989 ha (tableau 3.1-5).

Le promoteur travaillera avec le gouvernement, les communautés et les ONG afin d'établir une zone de conservation de végétation azonale hors site à environ 70 km au nord-est du site de la mine, à Ankerana. Une première reconnaissance de terrain indiquait en effet la possibilité que cette zone corresponde à une forêt azonale à toutes fins pratiques non perturbée qui, transformée en aire protégée, pourrait compenser la perte de végétation azonale au site de la mine. Cet affleurement azonale hors site a une superficie d'environ 3 850 ha.

Ces efforts de compensation s'additionnent aux travaux de réhabilitation *in situ* proposés dans le cadre des plans de fermeture de chaque composante du projet.

Tableau 3.1-5 Résumé des engagements relatifs à la création de zones de gestion forestière, de zones réhabilitées et de zones de conservation

Composante du projet	Efforts de conservation ^(a)		Perte de couverture forestière ^(d)	Perte ou gain net (ha)
	Description	Superficie (ha)	Superficie (ha)	
mine	zones de conservation de végétation azonale sur le site	305	1697	5447
	zone de gestion forestière	2989 ^(b)		
	zone de conservation hors site de végétation azonale	Environ 3850 ^(c)		
pipeline de pulpe	réhabilitation de la forêt zonale	60	116	-56
usine de traitement	s/o	0	29	-29
parc à résidus	s/o	0	34	-24
extension portuaire	s/o	0	0	0
Total		7204	1876	5328

^(a) Afin de fournir un estimé prudent, la réhabilitation proposée dans le cadre du projet de compensation par la création de puits de carbone, de même que tous les autres travaux de réhabilitation proposés dans les plans de fermeture de chaque composante du projet, n'ont pas été inclus.

^(b) Comprend seulement la forêt zonale modérément exploitée, la végétation azonale, la végétation de transition et la végétation de transition de type azonal qui se trouvent à l'extérieur de l'empreinte au sol de la mine et des zones de conservation azonales. Toutes les autres zones non forestières ou fortement exploitées qui ne seront pas perturbées par le projet de mine ne sont pas incluses dans la valeur totale présentée.

^(c) Valeur estimée à partir de la reconnaissance de terrain.

^(d) Comprend toute végétation forestière azonale et zonale, ainsi que tous les autres types de végétation forestière dont les forêts dégradées, les terres boisées, etc.

Perte d'espèces végétales

Il existe un risque de pertes d'espèces au sein de la végétation azonale et de transition du site de la mine et de la portion à l'extrême ouest du pipeline de pulpe. Cette question n'est pas préoccupante dans les portions du centre et de l'est du pipeline ni dans le secteur de Toamasina car l'habitat s'y trouve dans un état généralement perturbé. De plus, aucune espèce localement endémique n'a été relevée dans ces régions du centre et de l'est et on ne prévoit pas qu'il s'y en trouve effectivement.

En ce qui concerne la végétation azonale et de transition, un certain nombre de mesures d'atténuation s'attaqueront à la question de la perte d'espèces. Ces mesures ont pour objet d'assurer que des populations viables de toutes les

espèces préoccupantes soient protégées durant la construction, l'exploitation et jusqu'après la fermeture de la mine. Une conséquence neutre sur l'environnement a donc été prévue à cet égard (tableau 3.1-6).

Tableau 3.1-6 Classification des impacts résiduels cumulatifs des composantes du projet combinées – perte d'espèces végétales

Élément	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
espèces de plantes	neutre	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o

Introduction d'espèces exotiques ou indésirables

La question des espèces exotiques ou indésirables se présente pour le site de la mine et la portion du pipeline de pulpe qui traverse le corridor de conservation Mantadia-Zahamena. Cet enjeu ne se pose pas dans les portions du centre et de l'est du pipeline ni dans le secteur de Toamasina car l'habitat y est perturbé et soutient déjà un couvert important d'espèces exotiques ou indésirables. La somme de travail qui serait nécessaire au contrôle ou à l'élimination de ces espèces dans les régions centrales et orientales du projet rend l'objectif d'éradication de la flore exotique non réalisable en vue du maintien de la diversité biologique. Il serait plus avantageux de diriger de tels efforts vers d'autres secteurs (c.-à-d. au site de la mine et dans le corridor de conservation Mantadia-Zahamena) où les résultats auraient un impact positif sur les types de végétation naturelle ou unique.

Considérant l'application des mesures d'atténuation, une conséquence de faible niveau sur l'environnement est prévue (tableau 3.1-7).

Tableau 3.1-7 Classification des impacts résiduels cumulatifs des composantes du projet combinées – introduction d'espèces exotiques ou indésirables

Élément	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
espèces de plantes exotiques ou indésirables	négative	faible	locale	moyen terme	réversible	moyenne	faible

3.1.2 Effets cumulatifs régionaux incluant d'autres projets ou activités

3.1.2.1 Introduction

La présente section de l'EIE a pour but d'établir les effets combinés sur la flore du projet Ambatovy et d'autres sources de perturbations, planifiées ou prévisibles, en relation avec l'activité humaine ou les phénomènes naturels dans la région.

3.1.2.2 Identification d'autres projets et activités contribuant aux effets cumulatifs régionaux

La même secteur régional d'étude des effets cumulatifs a été utilisé pour les questions de la flore, de la faune et de la biodiversité. La définition de la portée géographique s'est basée sur l'aire de distribution connue de *l'Indri Indri* (figure 3.1-1), étant donné que celle-ci recouvre une vaste portion de la zone littorale orientale et de la forêt zonale d'altitude moyenne allant de la rivière Mangoro à la rivière Antainambalana. Cette aire comprend également les parcs nationaux de Mantadia et de Zahamena, ainsi que le corridor forestier Mantadia-Zahamena. Ce secteur d'étude est suffisamment grand pour représenter les principaux types de végétation de la forêt zonale de l'est et de la forêt littorale, ainsi que la diversité des espèces végétales peuplant ces zones. En outre, les limites de ce secteur englobent les effets combinés de toutes les composantes du projet Ambatovy, en plus d'un certain nombre d'autres projets et activités susceptibles de produire des impacts cumulatifs sur les communautés végétales.

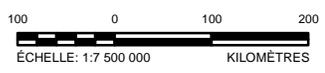
Les projets et les activités futures énumérés ci-dessous se trouvent dans le secteur d'étude et leurs effets risquent de recouper ceux du projet Ambatovy (volume G, section 1) :

- le déforestation due à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy
- quatre mines de graphite (Andasibe, Toamasina, Brickaville et Vatomandry)
- le segment du réseau ferroviaire Madarail exploité dans le secteur d'étude
- les routes, revêtues ou non
- la scierie d'Andasibe
- les villages et les centres urbains
- le projet de terminal pétrolier de Logistique Pétrolière
- l'écotourisme
- la reforestation amenée par le projet de puits de carbone.



LÉGENDE

- GRANDE VILLE
- LIGNES FERROVIAIRES MADARAIL
- SECTEUR D'ÉTUDE DES EFFETS CUMULATIFS SUR LA FLORE, LA FAUNE ET LA BIODIVERSITÉ



RÉFÉRENCE

Référence: WGS 84 Projection: UTM Zone 39S

PROJET		PROJET AMBATOVOY	
TITRE		SECTEUR D'ÉTUDE DES EFFETS CUMULATIFS SUR LA FLORE ET LA FAUNE	
	PROJET No.03-1322-172.6500	ÉCHELLE TELLE QU'ON MONTRÉE	REV. 0
DESSINÉ	GJ	22 août 2005	FIGURE: 3.1-1
SIG.	TN	01 nov. 2005	
VERIF.	GJ	21 fév. 2006	
REV.	DM	21 fév. 2006	



I:\2003\03-1322\03-1322-172\mxd\CEAF\Fig3.1-1_CumulativeEffects_French.mxd

3.1.2.3 Evaluation des effets cumulatifs régionaux

Le défrichement de la forêt tropicale orientale, que ce soit pour le bois de chauffe, les matériaux de construction ou la création de pâturages et de terres agricoles, s'est fait entre 1993 et 2000 à un taux variant entre 1,1 % et 1,6 % par année (Horning 2001; Dufils 2003). Il a été estimé qu'à ce rythme, tout le territoire, à l'exception des endroits les plus escarpés, serait déboisé d'ici 2025 (Green et Sussman 1990). En ce qui concerne la perte de communautés végétales dans le secteur d'étude des effets cumulatifs, ces données indiquent que la déforestation passée, présente et future constituera probablement le plus grand des impacts à se produire pendant toute la durée de vie de la mine Ambatovy. Conséquemment, il est prévu que pour certains types de végétation, l'intensité et la portée géographique des impacts de la déforestation seront supérieures à celles de tous les autres projets ou activités du secteur d'étude, y compris le projet Ambatovy.

Ces activités de défrichement auront principalement un impact sur la forêt zonale primaire puisqu'elle renferme les essences prisées pour la construction de maisons et qu'elle constitue une source de bois de chauffe et de charbon, tous deux très recherchés par les villageois vivant aux alentours de ce type de forêt. Selon les prévisions, la probabilité que l'exploitation forestière ait un impact sur les types de végétation azonale de la région forestière d'altitude moyenne de l'est est négligeable. Les affleurements de forêt azonale sont rares dans la région et le seul endroit intact connu dans le secteur d'étude des effets cumulatifs sera vraisemblablement désigné comme zone de conservation par le projet dans le cadre des mesures de compensation prévues au projet (volume B, section 4.1).

Les zones humides ne seront peut-être pas directement touchées par la déforestation. Toutefois la présence de nouvelles pistes d'exploitation forestière et l'érosion se produisant sur les zones défrichées entraîneront la modification des régimes hydrologiques et l'augmentation des apports solides, ce qui pourrait occasionner des impacts indirects. De plus, la déforestation dans le secteur régional d'étude des effets cumulatifs risque d'entraîner l'extirpation ou l'extinction d'espèces végétales, ce qui, selon les prévisions, ne se produira pas pour le projet en raison de l'ampleur des mesures d'atténuation proposées. La déforestation, par l'altération de l'habitat et la modification de l'occupation du sol, favorisera également l'introduction d'espèces végétales exotiques ou indésirables. En conséquence, il est prévu que l'intensité et la portée géographique des impacts de la déforestation seront supérieures à celles de tous les autres projets ou activités du secteur d'étude, y compris le projet Ambatovy.

Les activités associées aux mines de graphite, à l'urbanisation, à l'établissement de villages et d'infrastructures d'hébergement pour l'écotourisme, ainsi que le

développement des réseaux publics de transport entraîneront eux aussi la perte ou l'altération de communautés végétales au sein du secteur d'étude et ce, de la construction jusqu'à la fermeture du projet Ambatovy. Les effets passés et actuels de ces projets sur les communautés végétales peuvent être comparés à ceux prévus pour le projet Ambatovy et entraîneront des conséquences similaires, tel que mentionné précédemment. Quant à l'intensité des impacts de ces projets sur les communautés végétales, elle n'est pas connue. Il est cependant raisonnable de croire que, puisque la forêt azonale ne devrait pas être affectée, l'intensité des impacts découlant de chacun des autres projets sera moindre que celle du projet Ambatovy.

La protection de la végétation azonale et de transition, par l'instauration de zones de conservation sur le site et hors site, compensera les impacts résiduels du projet. Ces aires compensatrices de végétation azonale représentent 2,4 fois la superficie des habitats azonaux et de transition subissant les impacts du projet (tableau 3.1-5). Globalement, les mesures de conservation de végétation azonale et zonale couvrent une superficie 3,8 fois supérieure aux zones forestières affectées (tableau 3.1-5). De plus, les autres projets dans le secteur régional d'étude ne devraient pas perturber d'habitats azonaux et de transition. Il est donc prévu que les effets cumulatifs régionaux sur ces habitats, au total, seront positifs.

Un certain nombre des mesures de compensation hors site, concernant la biodiversité, auront aussi un effet bénéfique sur les forêts zonales. Ces mesures prévoient une planification de gestion forestière dans la zone tampon et la réhabilitation de la forêt le long du pipeline. En outre, le projet régional de puits de carbone aura une influence positive sur la flore zonale. Tous ces efforts viendront compenser les effets négatifs associés à la perte de forêt zonale primaire dans la région, qui est le fait du projet et d'autres activités. L'exploitation forestière continuera toutefois à exercer son influence sur la région. Ainsi, selon les prévisions, la conséquence sur l'environnement devrait se situer entre une conséquence négative de faible niveau et une conséquence positive. Tel que mentionné plus haut, la réalisation du projet devrait de façon globale favoriser la conservation de la flore à l'échelle régionale, comparativement au statu quo.

Les zones humides seront sujettes à de faibles impacts résultant des effets combinés du projet Ambatovy et des autres projets et activités dans la région. Alors qu'aucune mesure d'atténuation n'est prévue pour les zones humides dans les zones de déforestation, les effets y seront probablement isolés. Il est ainsi prévu que les impacts seront additifs et de faible intensité durant les phases de construction, d'exploitation et de fermeture du projet, entraînant une

conséquence de faible niveau sur l'environnement dans le secteur d'étude des effets cumulatifs.

En raison de l'importante influence des mesures d'atténuation, il est prévu que le projet ne causera aucune perte d'espèces végétales. Néanmoins, à l'échelle régionale, la déforestation associée à d'autres activités continue de présenter un danger à cet égard. Les plans du gouvernement d'accroître le niveau de protection de la forêt tropicale d'altitude moyenne de l'est de l'île viendront peut-être tempérer ce phénomène. Ainsi, selon les prévisions, la conséquence sur l'environnement en fait de perte d'espèces sera de faible niveau dans le secteur régional des effets cumulatifs, c'est-à-dire de même niveau qu'en l'absence du projet Ambatovy.

Il est en outre prévu pour le projet que l'introduction d'espèces exotiques ou indésirables entraînera une conséquence de faible niveau sur l'environnement en raison des mesures d'atténuation prévues, mesures qui visent à contrôler la propagation de ces espèces dans les zones sensibles. A noter que ces méthodes de contrôle ne seront pas mises en oeuvre dans les zones défrichées. Toutefois, comme le type d'occupation du sol change lorsque la forêt disparaît, l'enjeu posé par l'introduction d'espèces exotiques ou indésirables devient moins préoccupant. Il a donc été prévu que la conséquence sur l'environnement de l'introduction de telles espèces sera de faible niveau dans le secteur régional des effets cumulatifs. Cette fois-ci encore la conséquence résiduelle du projet sur l'environnement est éclipsée par les effets autres que ceux du projet, de sorte que cette conséquence serait la même en l'absence du projet Ambatovy.

Tableau 3.1-8 Classification des impacts résiduels cumulatifs pour la région du projet Ambatovy – perte ou altération de communautés végétales, perte d'espèces et introduction d'espèces végétales exotiques ou indésirables

Élément	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Perte ou altération de communautés végétales							
types de végétation azonale et de transition	positive	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o
forêt zonale primaire	négative à positive	faible	régionale	long terme	réversible	moyenne	négative et faible à positive
zones humides	négative	faible	régionale	moyen terme	irréversible et réversible	moyenne à élevée	faible
autres types de forêt de valeur du point de vue biologique	négative	faible	régionale	long terme	réversible	moyenne	faible
Perte d'espèces							
perte d'espèces	négative	faible	régionale	long terme	irréversible	moyenne	faible
Introduction d'espèces exotiques ou indésirables							
espèces exotiques ou indésirables	négative	faible	régionale	moyen terme	réversible	moyenne	faible

3.1.3 Conclusions

Les activités de défrichement sont à la source des impacts les plus importants subis par la végétation azonale et de transition présente au site de la mine et dans la portion la plus à l'ouest du pipeline de pulpe. Toutefois, l'intégration des mesures projetées d'atténuation et de compensation hors site avec les mesures de conservation soutenues par le gouvernement à l'intérieur du corridor forestier Mantadia-Zahamena devraient résulter en un effet cumulatif régional positif sur la flore azonale. Le défrichement aura également un effet sur la forêt zonale primaire du site de la mine et de la portion ouest du pipeline de pulpe. Selon l'analyse réalisée, la conséquence sur l'environnement pour ce type de végétation, et après l'application des mesures d'atténuation, devrait se situer entre une conséquence négative de faible niveau et une conséquence positive.

Il est aussi prévu que les impacts cumulatifs découlant des activités de défrichement auront, en ce qui a trait aux zones humides, une conséquence de faible niveau sur l'environnement.

Les effets cumulatifs du projet sur la végétation zonale, azonale et de transition seront en partie compensés par l'engagement du promoteur à protéger ou à réhabiliter des terres forestières, que ce soit à l'intérieur du secteur du projet ou à

l'extérieur de celui-ci. Un plan de gestion forestière établira une stratégie visant à assurer un lien (connectivité) entre les deux aires créées sur le site pour la protection de la végétation azonale, et entre ces deux aires et le corridor de conservation Mantadia-Zahamena. Les travaux de réhabilitation devant être menés le long du tracé du pipeline de pulpe, immédiatement à l'est de l'empreinte au sol de la mine, ainsi qu'à l'intérieur du corridor de conservation Mantadia-Zahamena permettront de réduire la superficie perturbée le long du tracé du pipeline, en plus d'établir la connectivité entre les îlots de forêt existants déjà sous gestion ou conservation. Le promoteur négociera également avec les parties prenantes les clauses d'une entente établissant une zone de conservation hors site pour compenser la perte de végétation azonale au site de la mine.

Le principal effet combiné du projet Ambatovy et des autres activités se déroulant dans la région est le défrichement de la végétation zonale primaire au sein de la forêt tropicale d'altitude moyenne. L'intensité de l'impact cumulatif n'est pas connue de façon certaine car les taux passés de déforestation ne s'appliqueront peut-être plus à l'avenir; le gouvernement ayant pris plus récemment des mesures de conservation. Considérant à la fois la situation passée et la situation actuelle, il est prévu que le défrichement aura une conséquence sur l'environnement se situant entre une conséquence négative de faible niveau et une conséquence positive.

Aucun effet négatif additif sur la végétation azonale et de transition ne devrait découler de la combinaison du projet Ambatovy et des autres projets et activités de la région. En effet, selon toute attente, le projet minier sera le seul à avoir un impact en particulier sur ces types d'habitats, et il est prévu que l'instauration de zones de conservation sur le site et hors site, entre autres mesures d'atténuation, viendra compenser les impacts du projet. Le succès de ces mesures d'atténuation du projet sera lié aux mesures de conservation entreprises par le gouvernement pour le corridor forestier Mantadia-Zahamena.

3.2 FAUNE

3.2.1 Effets combinés du projet Ambatovy

3.2.1.1 Introduction

Etant donné que le projet s'étend le long d'un gradient naturel d'écozones allant de la forêt d'altitude moyenne à la forêt de basse altitude, les habitats qui composent ce gradient ne se retrouvent pas partout dans le secteur du projet. En conséquence, les effets des diverses composantes du projet sur les populations fauniques ne se recouperont pas, sauf dans les cas où une espèce occupe plus

d'un habitat. Le tableau 3.2-1 fait le résumé des habitats naturels pour lesquels des impacts des diverses composantes du projet sont anticipés. Celles se trouvant dans la région de Toamasina ont été considérées comme un tout; il s'agit de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire. Bien qu'il soit prévu que les composantes du projet auront aussi une influence sur les territoires occupés par les humains (p. ex. les zones de tavy et d'agriculture, les terres boisées et les plantations), les habitats naturels sont ceux qui abritent le plus grand nombre d'espèces, et particulièrement les espèces rares (annexe 4.1 du volume J). L'évaluation des effets cumulatifs s'est donc concentrée sur ces habitats naturels.

Les habitats présents dans le secteur local d'étude du pipeline de pulpe se retrouvent aussi dans les secteurs locaux d'étude de la mine et de Toamasina (tableau 3.2-1). Il existe donc un potentiel de recoupement des effets entre le secteur du pipeline et les deux autres secteurs (tableau 3.2-2). Toutefois, les effets produits par la mine ne recouperont pas ceux du secteur de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire car les deux secteurs ne sont pas assez proches l'un de l'autre pour pouvoir créer un impact physique sur un habitat commun. Leurs effets respectifs n'apporteraient donc pas des changements dans les mêmes populations fauniques. Les effets combinés de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire ont déjà fait l'objet d'une évaluation dans la section 4.2 du volume D, portant sur le secteur local d'étude de la faune de Toamasina. Les sections qui suivent traitent des autres effets combinés, ceux de la mine et du pipeline de pulpe, ainsi que ceux du pipeline de pulpe et de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire.

Tableau 3.2-1 Habitats touchés en fonction des composantes du projet

Type d'habitat	Site de la mine	Pipeline de pulpe	Secteur de Toamasina ^(a)
forêt azonale	O	N	N
forêt de transition	O	O	N
forêt zonale	O	O	N
mares temporaires	O	N	N
bordure de marais	N	N	N
zones humides	N	O	O
cours d'eau	O	O	O
savane arbustive côtière	N	O	O
bosquets littoraux	N	N	O
savane arbustive	N	O	O

^(a) Comprend l'usine de traitement, le parc à résidus et l'extension portuaire.

O = Oui

N = Non

Tableau 3.2-2 Matrice de recoupement des effets du projet concernant la faune ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
Mine		X	-	-	-
pipeline de pulpe			X	X	X
usine de traitement				X	X
parc à résidus					X
extension portuaire					

^(a) X Indique un recoupement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

3.2.1.2 Evaluation des effets combinés du projet

Mine et pipeline de pulpe

La mine et le pipeline de pulpe ont des impacts qui se recoupent dans le temps et dans l'espace, dans les domaines suivants :

- défrichage du site et fragmentation des habitats durant la construction et l'exploitation
- changements dans le débit d'écoulement des eaux durant la construction et l'exploitation
- perturbation sensorielle durant la construction et l'exploitation
- effets de lisière, dont la production de poussière, l'introduction d'espèces non natives et envahissantes et les changements microclimatiques, durant la construction et l'exploitation
- mortalité directe causée par le défrichage, la faune occasionnant des nuisances, les collisions et les activités de chasse et de cueillette
- obstacles au mouvement.

Aucun lien d'impact valide n'a été établi entre les changements dans la qualité de l'air et de l'eau et la composante pipeline de pulpe. En conséquence il n'y a pas d'effets cumulatifs avec la mine dans ces domaines.

Perte directe d'habitat

Défrichage

Le tableau 3.2-3 présente les impacts résiduels combinés et la conséquence sur l'environnement de la perte directe d'habitats fauniques découlant du défrichage effectué pour la construction et l'exploitation de la mine et du

pipeline de pulpe. En ce qui a trait aux habitats azonaux, de transition, les mares temporaires et les cours d'eau, le défrichement dans le secteur de la mine aura selon les prévisions une conséquence de niveau élevé sur l'environnement. Une telle conséquence est anticipée du fait que le secteur local d'étude verra plus de 20 % de ces habitats disparaître et que les effets seront à long terme. De ces habitats, seuls la forêt de transition et les cours d'eau subiront aussi les impacts de la composante pipeline de pulpe. Selon les prévisions, les impacts dus au pipeline seront faibles. Comme il est déjà prévu que l'impact de la mine sur ces habitats sera de niveau élevé, l'ajout des impacts du pipeline ne change pas la conséquence prévue sur l'environnement.

La forêt zonale est le seul autre habitat qui subira, selon les prévisions, à la fois les impacts de la mine et ceux du pipeline. Il est prévu que les impacts sur la forêt zonale seront de niveau faible pour ces deux composantes du projet. Comme les effets seront localisés, il est aussi prévu que la conséquence résultante sur l'environnement sera de faible niveau dans le cas des habitats zonaux. La mine n'aura pas d'impact sur l'habitat de bordure de marais; aucun effet cumulatif n'y est donc prévu.

Tableau 3.2-3 Classification des impacts résiduels combinés pour la mine et le pipeline – perte directe d'habitats

Elément	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : défrichement							
habitats de transition	négative	forte	locale	long terme	irréversible	faible	élevée
habitats zonaux	négative	faible	locale	long terme	réversible	faible	faible
zones humides	neutre	négligeable	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o
cours d'eau	négative	forte	locale	long terme	réversible	faible	élevée
espèces localement endémiques	négative	moyenne	locale	long terme	réversible	faible	moyenne
espèces se trouvant uniquement dans les habitats forestiers azonaux et de transition	négative	moyenne	locale	long terme	réversible	faible	moyenne
autres espèces	négative	faible	locale	long terme	réversible	faible	faible
Enjeu : changement dans les débits d'écoulement							
habitats	neutre à négative	faible à forte	régionale	long terme	réversible	moyenne	moyenne à élevée

s/o : sans objet

Les trois espèces fauniques localement endémiques ont été trouvées dans les forêts azonale, de transition et zonale du secteur de la mine. Il est prévu que la conséquence sur l'environnement, dans le cas des populations de ces espèces, sera de niveau moyen. L'évaluation des effets cumulatifs n'est pertinente que pour les forêts zonale et de transition, étant donné que le pipeline n'aura pas d'impact sur les habitats azonaux. Si les mesures d'atténuation réussissent bien, incluant la préservation de zones de conservation sur le site et la réhabilitation de secteurs de forêt zonale, la conséquence sur l'environnement découlant des impacts combinés du projet restera de niveau moyen pour les espèces concernées.

Il est ainsi prévu que les effets combinés du défrichement des sites de la mine et du pipeline de pulpe ne modifieront pas le niveau de conséquence sur l'environnement.

Changements dans l'hydrologie

Selon les prévisions, les impacts résiduels des changements hydrologiques sur les habitats seront de niveau moyen à élevé dans le secteur de la mine et négligeables à faibles en ce qui concerne la composante pipeline. Il est aussi prévu que les communautés végétales à l'intérieur des bassins versants du secteur local d'étude de la mine subiront des impacts négatifs durant l'exploitation de la mine en raison de l'accroissement (moyen à élevé) des débits moyens d'écoulement en saison des pluies. Étant donné que les impacts associés au pipeline devraient avoir une portée locale, une durée de court terme, être réversibles et se produire uniquement au moment de la construction, il n'est pas prévu qu'ils s'additionnent aux effets potentiels sur les habitats prévus pour le secteur de la mine. Ainsi, la conséquence sur l'environnement des changements dans le régime hydrologique, qui découlent des effets combinés des composantes du projet de la mine et du pipeline, demeurera selon les prévisions d'un niveau moyen à élevé pour ce qui concerne l'habitat faunique.

Perte indirecte d'habitat

Le tableau 3.2-4 présente les impacts résiduels combinés sur la faune et les conséquences sur l'environnement en ce qui a trait à la perte indirecte d'habitats, perte causée par la construction et l'exploitation de la mine et du pipeline de pulpe.

Tableau 3.2-4 Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour la mine et le pipeline – perte indirecte d'habitats

Taxon	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : perturbation sensorielle durant la phase de construction - bruit							
espèces utilisant la vocalisation pour la reproduction	négative	faible à moyenne	locale	court terme	réversible	élevée	faible
espèces craintives	négative	faible à moyenne	locale	court terme	réversible	élevée	faible
autres espèces	négative	négligeable	locale	court terme	réversible	élevée	négligeable
Enjeu : effets de lisière							
espèces de faune	négative	faible à moyenne	locale	moyen à long terme	réversible	élevée	faible à moyenne

Perturbation sensorielle

Bruit

Le bruit des activités liées au projet produit des impacts résiduels sur la faune. Il est prévu pour la composante mine que ces impacts seront négatifs et de niveau négligeable à faible, durant la construction et l'exploitation (section 4.2, volume B). Les mêmes prévisions, soit des effets négligeables à faibles, s'appliquent à la composante pipeline, mais uniquement durant la phase de construction (section 4.2, volume C). Les effets cumulatifs du bruit occasionné par les deux composantes du projet ne se produiront donc que durant la construction et ils seront très localisés. Il est ainsi prévu que les effets combinés du bruit sur la faune durant cette période resteront d'un niveau négligeable à faible.

Lumière

Aucun lien d'impact valide n'a été établi entre la présence de lumière et la composante pipeline puisque la construction aura lieu durant le jour. Il n'y a donc aucun effet cumulatif prévu sur la faune à cet égard.

Effets de lisière

La conséquence sur l'environnement des effets de lisière est négative et de niveau moyen en ce qui a trait aux habitats azonaux et de transition du secteur de la mine. En effet, la perte d'habitat est considérée moyenne, de long terme et les effets se feront ressentir de manière continue. Selon les prévisions, la conséquence sur l'environnement de la composante pipeline sera de niveau

moyen pour ce qui est de la forêt zonale, plus particulièrement la forêt zonale dégradée.

Il est prévu que les effets sur les autres habitats auront une conséquence de faible niveau sur l'environnement, et ce dans les deux secteurs locaux d'étude, car la portée géographique de l'impact est faible. Les impacts combinés des effets de lisière sur les habitats se recourent ainsi pour produire une conséquence de niveau moyen sur l'environnement, touchant les habitats zonaux, azonaux et de transition.

Les impacts sur les populations fauniques découlant des effets de lisière devraient selon les prévisions se produire de façon continue à l'échelle locale, et pendant une période s'étalant du moyen au long terme, selon l'habitat. Les effets subis par les populations fauniques ne sont pas connus. Cependant, tel que mentionné dans l'EIE de la mine, ces effets seront plus importants au sein des espèces dont l'habitat préférentiel est constitué d'habitats azonaux et de transition résiduels. Il est prévu que les impacts seront de niveau faible pour les espèces occupant les habitats zonaux, mieux représentés. Même chose pour les mares temporaires et les zones humides, qui seront moins exposées aux effets de lisière et ne subiront en conséquence que des impacts faibles.

Mortalité directe

Il est prévu que les impacts combinés de la mortalité directe causée ou induite par le projet auront une conséquence de niveau faible à moyen sur l'environnement, en ce qui a trait aux populations fauniques (tableau 3.2-5). Le défrichement au site de la mine produira les impacts les plus forts en intensité. Le potentiel de collisions entre véhicules et animaux, de même que l'introduction d'activités de chasse et de cueillette amenée par la création de voies d'accès pour le pipeline, constituent quant à eux les impacts de plus longue durée, quoique d'intensité faible. Des effets cumulatifs, issus des diverses composantes du projet, ne se produiront qu'aux endroits où les populations fauniques se recourent. Ainsi les impacts combinés seront les plus élevés en ce qui concerne les espèces à plus vaste aire de distribution, particulièrement si leurs populations se répartissent au-delà des limites des secteurs d'étude.

Fragmentation et obstacles au mouvement

Il est prévu que la fragmentation des habitats découlant de la construction et de l'exploitation de la mine aura une influence allant de faible à moyenne. Des effets de niveau moyen sont prévus pour les espèces à vaste aire de distribution car, bien que l'intensité des impacts soit faible, ils seront de portée régionale (dans le cas des espèces dont les populations se répartissent au-delà des limites du secteur local d'étude). Les impacts de la fragmentation associée au pipeline

devraient selon les prévisions s'avérer négligeable, puisque celui-ci sera construit principalement sur des terrains déjà dégradés. Au sein des deux composantes du projet, des mesures d'atténuation comme des structures de passage et la réhabilitation (particulièrement dans le corridor Mantadia-Zahamena) permettront le maintien de la connectivité entre les habitats et la réduction de plusieurs des impacts associés à la fragmentation. Il est ainsi prévu que les impacts combinés de la fragmentation sur la faune demeureront faibles, sauf dans le cas des espèces à vaste aire de distribution qui sont affectées de manière négative par la fragmentation de l'habitat (tableau 3.2-6). Les prévisions n'indiquent donc aucun changement dans la conséquence sur l'environnement des impacts combinés de la mine et du pipeline de pulpe.

Tableau 3.2-5 Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour la mine et le pipeline – mortalité directe

Taxon	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : mortalité directe							
espèces sédentaires ou peu mobiles	Négative	faible	locale	de court à long terme	réversible	moyenne	faible
espèces rares	Négative	faible	locale	de court à long terme	réversible	moyenne	faible
espèces à vaste aire de distribution	Négative	faible	régionale	de court à long terme	réversible	moyenne	moyenne
autres espèces	Négative	faible	locale	de court à long terme	réversible	moyenne	faible

L'impact sur les mouvements de la faune s'accroîtra en raison des effets combinés des composantes de la mine et du pipeline à l'endroit où les composantes du projet se recoupent dans le secteur local d'étude de la mine. Il est ainsi prévu que durant les phases de construction et d'exploitation les impacts s'additionneront, quoiqu'ils demeurent de faible intensité. Les impacts totaux relatifs à la construction se produiront au cours de la brève période de construction du pipeline, lorsque les activités humaines et le bruit se superposeront de manière temporaire et localisée. En ce qui a trait à l'opération, la route d'inspection qui sera construite et entretenue le long du pipeline constituera un obstacle de plus pour la faune réticente à traverser. Cette route toutefois ne sera empruntée qu'occasionnellement par un véhicule d'inspection, ainsi l'intensité des impacts sur le mouvement de la faune devrait demeurer faible. Grâce à la mise en place de mesures d'atténuation comme les structures de passage, l'enfouissement des conduites et la reforestation, la connectivité entre

les îlots d'habitat et les corridors régionaux devrait être maintenue. Il est donc prévu que l'addition des impacts ne modifiera pas les conséquences sur l'environnement établies dans chacune des évaluations environnementales (tableau 3.2-6). Selon les prévisions, les impacts combinés de la mine et du pipeline, en ce qui a trait aux obstacles au mouvement, seront les plus grands (de niveau moyen) pour les espèces à vaste aire de distribution, aux endroits où ces populations se recoupent et lorsqu'il s'agit d'espèces se répartissant au-delà des limites du secteur local d'étude. Ces impacts seront faibles pour les autres espèces.

Tableau 3.2-6 Classification des impacts résiduels combinés sur la faune – fragmentation et obstacles au mouvement

Taxon	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : fragmentation							
espèces à vaste aire de distribution	négative	faible	régionale	long terme	réversible	élevée	moyenne
autres espèces	négative	faible	locale	long terme	réversible	élevée	faible
Enjeu : obstacles au mouvement							
espèces à vaste aire de distribution	négative	faible	régionale	long terme	réversible	élevée	moyenne
espèces craintives	négative	faible	locale	long terme	réversible	élevée	faible
autres espèces	négative	faible	locale	long terme	réversible	élevée	faible

Pipeline de pulpe, parcs à résidus, usine de traitement et extension portuaire

Le pipeline de pulpe et les composantes du projet situées dans le secteur local d'étude de Toamasina (le parc à résidus, l'usine de traitement et l'extension portuaire) produisent des impacts qui se recoupent dans le temps et dans l'espace, dans les domaines suivants :

- défrichage du site et fragmentation des habitats durant la construction et l'exploitation
- changements dans le débit d'écoulement des eaux durant la construction et l'exploitation
- perturbations sensorielles durant la construction et l'exploitation

- effets de lisière, dont la production de poussière et des changements microclimatiques, durant la construction et l'exploitation
- mortalité directe causée par le défrichement et les collisions, durant la construction et l'exploitation
- obstacles au mouvement durant la construction et l'exploitation.

Aucun lien d'impact valide n'a été établi entre les changements dans la qualité de l'air et de l'eau et la composante du pipeline de pulpe. Il en va de même pour les composantes du projet de Toamasina, en ce qui concerne l'introduction d'espèces non indigènes et envahissantes et l'accroissement de la mortalité causé par la chasse et la cueillette. En conséquence, aucun effet cumulatif n'est prévu en ce qui a trait à ces impacts potentiels.

Perte directe d'habitat

Défrichement

Le tableau 3.2-7 présente les impacts résiduels combinés et la conséquence sur l'environnement de la perte directe d'habitats fauniques découlant de la construction et de l'exploitation du pipeline de pulpe, de l'usine de traitement, du parc à résidus et du port. Selon les prévisions, les impacts combinés sur la faune ne se produiront que dans les secteurs où les populations se recourent.

Tel que mentionné à la section 4.2 du volume D, les habitats fauniques du secteur de Toamasina, à l'exception peut-être des zones humides, ne sont pas de haute qualité. Il avait été prévu que la conséquence sur l'environnement, en ce qui concerne les espèces fauniques, serait de faible niveau. Cette prévision est aussi valide lorsque les composantes du projet sont considérées séparément.

Les zones humides des secteurs de l'usine de traitement et du parc à résidus abritent deux espèces rares. Il est prévu que la conséquence sur l'environnement, pour ce qui concerne ces espèces, sera de faible niveau. Quant aux impacts cumulés, ils resteront probablement faibles étant donné que seule une petite portion des zones humides faisant partie d'un même système côtier subira des impacts le long du pipeline.

Changements dans l'hydrologie

Selon les prévisions, les impacts résiduels des changements hydrologiques sur les habitats seront négligeables à faibles en ce qui concerne la composante pipeline et de niveau moyen à élevé dans le secteur de Toamasina. Il est aussi prévu que les communautés végétales à l'intérieur des bassins versants du secteur local d'étude de Toamasina subiront des impacts négatifs durant l'exploitation de la mine en raison de changements dans les niveaux d'eau. De plus, ces impacts s'étendront à l'extérieur du secteur local d'étude dans le cas de deux des trois

bassins. Etant donné que les impacts associés au pipeline devraient avoir une portée locale, une durée de court terme, être réversibles et se produire uniquement au moment de la construction, il n'est pas prévu qu'ils s'additionnent aux effets potentiels sur les habitats prévus pour le secteur de Toamasina.

Tableau 3.2-7 Classification des impacts résiduels combinés pour le pipeline et le secteur de Toamasina – perte directe d'habitats

Élément	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : défrichement							
espèces fauniques	négative	faible	locale	long terme	réversible	faible	faible
Enjeu : changement dans les débits d'écoulement							
habitats	neutre à négative	faible à forte	régionale	long terme	réversible	moyenne	moyenne à élevée

Perte indirecte d'habitats

Le tableau 3.2-8 présente les impacts résiduels combinés sur la faune ainsi que les conséquences sur l'environnement en ce qui a trait à la perte indirecte d'habitats, perte causée par la construction et l'exploitation du pipeline de pulpe, de l'usine de traitement, du parc à résidus et du port.

Table 3.2-8 Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour le pipeline et le secteur de Toamasina – perte indirecte d'habitats

Taxon	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : perturbation sensorielle – bruit							
espèces utilisant la vocalisation pour la reproduction	négative	faible à moyenne	locale	moyen terme	réversible	élevée	faible
espèces craintives	négative	faible à moyenne	locale	moyen terme	réversible	élevée	faible
autres espèces	négative	faible	locale	moyen terme	réversible	élevée	faible
Enjeu : effets de lisière							
espèces fauniques	négative	faible	locale	moyen à long terme	réversible	élevée	faible

Perturbation sensorielle

Bruit

Les effets cumulatifs du bruit sur la faune ne se produiront qu'au cours de la phase de construction du projet, le long du tracé du pipeline. Il est prévu qu'une fois le pipeline terminé, il n'y aura plus d'effets cumulatifs dus au bruit. Selon les prévisions s'appliquant à la composante pipeline, les effets du bruit sur la faune seront de niveau faible, se produisant principalement durant la construction (volume C, section 4.2). Quant aux résultats pour le secteur de Tomasina, ils prévoient que les habitats des zones humides, de végétation arbustive et savanes arbustives côtières seront dérangés par le bruit, au-delà des valeurs maximales prescrites par la Banque Mondiale. Toutefois, comme les niveaux de référence excèdent souvent ces normes et que la richesse en espèces, particulièrement en espèces rares, y est relativement peu élevée, il est prévu que les impacts sur la faune du secteur de Toamasina seront de niveau faible. Il est donc prévu que les effets combinés du bruit sur la faune du secteur de Toamasina seront également faibles. En conséquence, comme les effets du bruit de la composante pipeline sur la faune auront une portée locale et ne se produiront que de façon temporaire, il est peu probable que les effets des deux composantes du projet s'additionnent. Ainsi, les effets cumulatifs du bruit sur la faune devraient être faibles.

Lumière

La présence de lumière n'a pas été considérée comme une voie d'exposition valable en ce qui concerne la composante pipeline puisque la construction aura lieu durant le jour. Il n'y a donc aucun effet cumulatif prévu sur la faune à cet égard.

Effets de lisière

La conséquence sur l'environnement des effets de lisière varie d'un niveau négligeable à faible en ce qui concerne la faune du secteur de Toamasina, principalement en raison du niveau actuellement élevé des perturbations d'origine anthropique. Il est prévu que les impacts résiduels sur la faune découlant des effets de lisière le long du pipeline seront aussi de niveau négligeable à faible. En effet, le pipeline sera construit en grande partie dans des zones déjà perturbées et à cause de la réhabilitation des habitats après la construction.

Les impacts combinés des effets de lisière sur les populations fauniques devraient selon les prévisions être de niveau faible car les impacts sont locaux, se produisent en continu et pour une durée du moyen au long terme selon l'habitat.

Mortalité directe

Il est prévu que les impacts combinés sur les populations fauniques de la mortalité directe causée ou induite par le projet auront une conséquence de niveau faible à moyen sur l'environnement (tableau 3.2-9); cela du fait que la plus grande partie de la superficie à défricher dans les deux secteurs est déjà perturbée. Les effets combinés des diverses composantes du projet ne se produiront qu'aux endroits où les populations fauniques se recourent. Les impacts combinés seront de plus forte intensité en ce qui concerne les espèces à vaste aire de distribution, particulièrement si leurs populations se répartissent au-delà des limites des secteurs d'étude. L'impact se fera ressentir à long terme aux endroits où les routes ne seront pas mises hors service, et ce pour toutes les espèces touchées. Les effets seront toutefois réversibles si les populations restantes peuvent compenser leurs pertes.

Tableau 3.2-9 Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour le pipeline et le secteur de Toamasina – mortalité directe

Taxon	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : mortalité directe							
espèces sédentaires ou peu mobiles	Négative	négligeable à faible	locale	de moyen à long terme	réversible	moyenne	négligeable à faible
espèces rares	Négative	négligeable à faible	locale	de moyen à long terme	réversible	moyenne	négligeable à faible
espèces à vaste aire de répartition	Négative	faible	régionale	de moyen à long terme	réversible	moyenne	faible à moyenne
autres espèces	Négative	faible	locale	de court à long terme	réversible	moyenne	négligeable à faible

Fragmentation et obstacles au mouvement

Il est prévu que les impacts de la fragmentation, à la fois dans le secteur local d'étude du pipeline et celui de Toamasina, seront négligeables car les composantes du projet seront érigées principalement sur des terrains déjà dégradés (tableau 3.2-10). Dans les deux cas des mesures d'atténuation, comme les structures de passage au moyen de ponceaux et la réhabilitation, permettront de maintenir ou de restaurer la connectivité entre les habitats et d'ainsi réduire les impacts.

Les impacts résultant des effets combinés des obstacles au mouvement du pipeline, de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire, devraient selon les prévisions être de plus importants (de niveau moyen) pour les espèces à vaste aire de distribution, aux endroits où les populations se recoupent et dans les cas où leur répartition dépasse les limites des secteurs d'étude (tableau 3.2-10). Il est prévu que les impacts résiduels combinés sur les autres espèces seront faibles. Les obstacles seront présents à long terme, surtout dans le cas des routes laissées en place, et se produiront de façon continue jusqu'à ce que les zones forestières soient rétablies après la fermeture. Toutefois, lorsque des obstacles potentiels se trouveront dans un habitat primaire, des mesures d'atténuation (structures de passage, enfouissement des conduites et reforestation, notamment) seront mises en place pour maintenir la connectivité entre les îlots d'habitat.

Tableau 3.2-10 Classification des impacts résiduels combinés sur la faune pour le pipeline et le secteur de Toamasina – fragmentation et obstacles au mouvement

Taxon	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : fragmentation							
espèces à vaste aire de distribution	négative	négligeable	régionale	long terme	réversible	élevée	négligeable
autres espèces	négative	négligeable	locale	long terme	réversible	élevée	négligeable
Enjeu : obstacles au mouvement							
espèces à vaste aire de distribution	négative	faible	régionale	long terme	réversible	élevée	moyenne
espèces craintives	négative	faible	locale	long terme	réversible	élevée	faible
autres espèces	négative	faible	locale	long terme	réversible	élevée	faible

Aucun changement dans la conséquence sur l'environnement n'est prévu en regard des impacts combinés des composantes du pipeline de pulpe et du secteur de Toamasina. Aucune mesure d'atténuation additionnelle n'est recommandée.

3.2.2 Effets cumulatifs régionaux incluant d'autres projets ou activités

3.2.2.1 Introduction

La présente section de l'EIE a pour but d'établir les effets combinés sur la faune du projet Ambatovy et d'autres projets ou sources de perturbations prévisibles.

3.2.2.2 Identification d'autres projets et activités contribuant aux effets cumulatifs régionaux

La présente évaluation se concentre sur la détermination des effets résiduels cumulatifs (c.-à-d. les effets toujours présents après atténuation) des projets et activités susceptibles de se réaliser à l'intérieur de limites spatiales et temporelles données.

Le temps considéré s'échelonne de la période de construction jusqu'à la fermeture du projet.

Quant aux limites géographiques de l'évaluation des effets cumulatifs, elles se basent sur les aires occupées par une espèce à vaste aire de distribution possiblement sujette aux impacts du projet. Des espèces observées ou susceptibles de se trouver dans le secteur du projet, l'*Indri Indri* présente l'une des plus grandes aires de distribution. De plus, il utilise plusieurs types d'habitats présents dans l'ensemble du secteur du projet. La distribution de l'*Indri Indri* recouvre une vaste portion (environ 50 %) de la zone littorale orientale et de la forêt zonale d'altitude moyenne allant de la rivière Mangoro à la rivière Antainambalana (volume G, section 3.1, figure 3.1-1). Cette aire comprend également les parcs nationaux de Mantadia et de Zahamena, ainsi que le corridor forestier Mantadia-Zahamena. Ce secteur d'étude est suffisamment grand pour représenter les habitats naturels primaires de la forêt zonale de l'est et de la forêt littorale, ainsi que la diversité des espèces fauniques peuplant ces zones. En outre, les limites de ce secteur englobent les effets combinés de toutes les composantes du projet Ambatovy, en plus d'un certain nombre d'autres projets et activités pouvant produire des impacts cumulatifs sur la faune.

Les projets et les activités futures énumérés ci-dessous se trouvent dans le secteur d'étude et leurs effets risquent de recouper ceux du projet Ambatovy (volume G, section 3.1, figure 3.1-1) :

- la déforestation due à la coupe forestière et à l'agriculture sur tavy

- quatre mines de graphite (Andasibe, Toamasina, Brickaville et Vatomandry)
- une mine de chrome (Andriamena)
- activités d'exploration pour le cuivre et le nickel (Bemanevika)
- un nouveau terminal pétrolier (terminal de Logistique Pétrolière)
- le segment du réseau ferroviaire Madarail exploité dans le secteur d'étude
- les routes, revêtues ou non
- la scierie d'Andasibe
- les villages et les centres urbains
- l'écotourisme
- la reforestation amenée par le projet de puits de carbone.

3.2.2.3 Evaluation des effets cumulatifs régionaux

La déforestation constitue le plus grand impact existant et prévu pour la faune et l'habitat faunique du secteur d'étude des effets cumulatifs du projet Ambatovy (section 3.1, volume G).

Des initiatives du gouvernement pour la région (par ex. le projet de puits de carbone et le corridor de conservation Mantadia-Zahemena) vont compenser une partie de la déforestation qui se poursuivra dans le secteur régional d'étude. Le défrichage, ainsi que la fragmentation et la dégradation résultant de l'exploration et de l'exploitation minière, de la foresterie, de l'urbanisation, de l'établissement de villages et d'hébergement pour l'écotourisme, de même que le développement des réseaux de transport publics, ont déjà affecté la faune et l'habitat faunique du secteur d'étude et continueront de le faire, de la phase de construction du projet jusqu'à sa fermeture. Selon les prévisions, les impacts de tous ces projets seront similaires par leur nature à ceux du projet Ambatovy, quoique probablement de plus faible intensité. Le défrichage supprimera des habitats, entraînant directement la mort d'animaux. Il rendra en outre l'accès plus facile et aura des effets sur les conditions microclimatiques. Ces impacts risquent d'amener des changements en matière de distribution et d'abondance de la faune.

Les modifications dans la répartition de la population humaine et dans ses effectifs, ainsi que la demande de services qui y est associée, peuvent avoir à la fois des effets positifs et négatifs sur la faune. L'expansion des centres urbains peut occasionner un plus grand déplacement et une plus forte mortalité de la

faune, que ce soit par des effets directs ou indirects. Il est toutefois possible que le développement du tourisme dans les aires protégées s'avère positif pour la conservation des habitats (section 3.5 du présent volume). A noter qu'il faut dans un tel cas gérer le tourisme de manière très prudente, afin que les activités des touristes n'aient pas d'effet nuisible sur la faune. Il est prévu que l'effet additionnel des changements apportés par le projet dans les schèmes d'activité humaine, par rapport à ceux des autres projets de la région, sera de niveau faible. Selon les prévisions, donc, les impacts cumulatifs sur la faune seront aussi faibles.

En vue des autres projets et activités du secteur régional d'étude (figure 3.1-1), les impacts additionnels des composantes combinées du projet Ambatovy sur la faune et les habitats fauniques devraient être d'intensité faible à moyenne, et ce de la construction à la fermeture. Considérant la reforestation qui sera faite dans le cadre du projet de puits de carbone, la participation de Dynatec au Plan de gestion forestière, la reforestation de sections clés du corridor du pipeline de pulpe et la conservation d'habitats azonaux hors site, il est prévu que l'impact du projet Ambatovy sur les forêts zonales et les espèces fauniques qui s'y trouvent variera entre un impact négatif faible et un impact positif. Ainsi, selon les prévisions, la conservation d'habitats azonaux et de transition sur le site du projet et hors site, y compris des mares temporaires, compensera certains des impacts du projet Ambatovy sur ces habitats. Comme les autres projets considérés dans le secteur régional d'étude ne devraient pas perturber d'habitats azonaux et de transition, il est également prévu que les effets cumulatifs globaux pour la région se situent entre des effets négatifs faibles et des effets positifs.

La portée géographique des impacts cumulatifs sur les populations fauniques devrait se limiter au secteur régional d'étude, la plupart des effets se faisant ressentir à l'intérieur ou à proximité de l'empreinte au sol de la mine, du pipeline de pulpe, de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire (tableau 3.2-11). Les effets seront de longue durée, s'étendant de la construction à la fermeture, et leur fréquence moyenne (les activités de construction et de réhabilitation auront lieu périodiquement au cours de la vie de la mine).

Tableau 3.2-11 Classification des impacts résiduels cumulatifs sur la faune pour toute la région du projet Ambatovy

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : impacts sur les habitats azonaux et de transition ainsi que sur les mares temporaires							
de la construction à la fermeture	négative à positive	négligeable à faible	locale	long terme	irréversible	moyenne	négative faible à positive
Enjeu : impacts sur les autres habitats							
de la construction à la fermeture	négative à positive	négligeable à faible	locale	long terme	irréversible	moyenne	négative faible à positive

3.2.3 Conclusions

Les principaux effets cumulatifs issus des composantes du projet sont les suivants : d'abord les effets combinés de la mine et du pipeline de pulpe sur les espèces occupant des habitats rares (dont des espèces localement endémiques) ou des habitats ripicoles et des zones humides potentiellement affectés par les changements dans la qualité et la quantité des eaux; ensuite les impacts combinés du pipeline, de l'usine de traitement et du parc à résidus sur les espèces vivant dans les zones humides. Durant la phase de fermeture, la réhabilitation continue viendra réduire les impacts, sauf dans le cas des habitats azonaux et de transition, des mares temporaires et des zones humides naturelles.

Les initiatives comme le projet de puits de carbone ou les programmes publics de sensibilisation sur les avantages, du point de vue écologique, de pratiquer l'exploitation des terres loin des zones de conservation et des zones réhabilitées, devraient apporter des bienfaits à la faune et aux habitats fauniques. Considérant avec cela la participation du promoteur à un Plan de gestion forestière de la zone tampon, la distribution et l'abondance fauniques devraient connaître une amélioration dans les habitats du secteur régional d'étude qui étaient auparavant dégradés.

3.3 POISSONS ET RESSOURCES AQUATIQUES

3.3.1 Effets combinés du projet Ambatovy

3.3.1.1 Introduction

Le tableau 3.3-1 illustre comment les composantes principales du projet se recoupent pour produire des effets combinés. L'extension portuaire n'aura pas d'effets sur les ressources aquatiques d'eau douce; par conséquent cet aspect ne sera pas traité davantage dans la présente évaluation.

Tableau 3.3-1 Matrice de recoupement des effets du projet concernant les poissons et les ressources aquatiques ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus
mine		X	-	-
pipeline de pulpe			X	-
usine de traitement				X
parc à résidus				
extension portuaire				

^(a) X Indique un recoupement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées: ne s'applique pas.

Les effets de la mine ne peuvent se combiner à ceux de l'usine de traitement ou du parc à résidus puisque ces effets ne sont pas suffisamment rapprochés pour avoir un impact sur les mêmes éléments de la ressource aquatique. Les effets du parc à résidus et de l'usine de traitement se recoupent dans quelques cas. De même, l'usine de traitement peut avoir un impact sur certains habitats aquatiques également affectés par le pipeline de pulpe.

Ces effets combinés font l'objet du texte qui suit.

3.3.1.2 Evaluation des effets combinés du projet

Mine et pipeline de pulpe

Dans la portion du réseau hydrographique de la rivière Torotorofotsy s'écoulant vers l'est et dans le marais de Torotorofotsy, la mine et le pipeline de pulpe ont

des impacts qui se chevauchent dans l'espace et le temps. Ces impacts sont reliés :

- à la perturbation de l'habitat aquatique en aval (modifications physiques et qualité de l'eau) et des communautés de poissons (espèces et santé du poisson) dans le bassin versant de la rivière Torotorofotsy durant la construction et l'exploitation
- à la pêche artisanale durant l'exploitation.

La mine et le pipeline de pulpe auront tous deux des effets sur les ressources aquatiques de cinq cours d'eau de 1^{er} ordre et d'un cours d'eau de 3^e ordre du sous-bassin hydrographique de la rivière Torotorofotsy. Le principal effet sera la perturbation de l'habitat aquatique et des communautés de poissons, en particulier du fait de la sédimentation dans les eaux de la rivière Torotorofotsy, de ses affluents et du marais de Torotorofotsy; et ce malgré les mesures d'atténuation qui seront mises en place pour réduire ces impacts.

Les communautés de poissons dans ce réseau hydrographique comprennent deux espèces régionalement endémiques qui semblent trouver refuge dans les cours supérieurs des cours d'eau, mais qu'on retrouve également dans les affluents du marais de Torotorofotsy. Des impacts sur ces espèces et leur santé sont susceptibles de se produire durant la construction et l'exploitation de la mine et du pipeline. Ces impacts ont été jugés de portée locale pour ces deux composantes du projet. Quant aux cours d'eau directement touchés par les seules activités de la mine, il a été estimé que les effets sur les espèces et la santé du poisson y seront de forte intensité. Toutefois, l'intensité des effets sur les communautés en aval a été jugée faible. Les effets du pipeline sur les communautés (espèces) et la santé du poisson ont été classés faibles en intensité après la mise en œuvre des mesures d'atténuation. Cependant les conséquences sur l'environnement ne sont pas connues en raison des incertitudes relatives à l'impact des changements dans la qualité de l'eau (matières en suspension [MES]).

Les effets cumulatifs combinés du pipeline et de la mine ont été classés d'intensité moyenne, et leur conséquence globale sur l'environnement est aussi de niveau moyen (tableau 3.3-2), notamment pour les raisons suivantes :

- la possibilité qu'existent des populations non perturbées de poissons endémiques
- l'insuffisance de données disponibles sur les habitats critiques pour les espèces, et l'utilisation apparente d'habitats non perturbés dans les cours d'eau de 1^{er} ordre des forêts primaires

- la nature fragmentée des populations de ces espèces régionalement endémiques
- la possibilité d'altérations supplémentaires de l'habitat du marais de Torotorofotsy

Les routes d'accès des secteurs du pipeline et de la mine modifieront l'accessibilité aux cours d'eau durant les phases de construction et d'exploitation, ce qui peut avoir un effet sur la pêche artisanale. Comme l'accès au site de la mine sera vraisemblablement contrôlé, l'effet de la mine est classé comme ayant une faible conséquence sur l'environnement. L'effet de l'accessibilité accrue offerte par le pipeline de pulpe et les routes d'inspection ou de construction associées a été classé comme un effet de forte intensité pendant la construction, et comme un effet de moyenne intensité durant la phase d'exploitation, ce pour l'ensemble du tracé du pipeline. Par conséquent, l'impact du pipeline sur la pêche artisanale dans la région du marais de Torotorofotsy risque d'être plus marqué en termes d'intensité que dans le cas de la mine. La conséquence combinée sur l'environnement s'est donc vu attribuer un classement de niveau moyen (tableau 3.3-2).

Tableau 3.3-2 Classification des impacts résiduels combinés de la mine et du pipeline – poissons et les ressources aquatiques

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : habitat, perturbation des communautés de poissons et de leur santé							
construction/exploitation	négative	faible / forte	locale	moyen terme	non	moyenne	moyenne
Enjeu : pêche artisanale							
construction/exploitation	négative	faible / forte	locale	long terme	oui/non	moyenne/ élevée	moyenne

Pipeline de pulpe et usine de traitement

Le pipeline de pulpe et l'usine de traitement présentent des impacts se recoupant sur la rivière Ivondro et l'un de ses affluents traversé à la fois par le pipeline de pulpe et la route d'accès à la conduite d'approvisionnement en eau du site de l'usine.

Pris individuellement, les effets perturbants sur l'habitat de la construction et de l'opération du pipeline de pulpe, ceux de la prise d'eau et de la station de pompage de la rivière Ivondro, de même que ceux des franchissements de la

conduite d'eau, sont considérés comme locaux et faibles en intensité. Il est prévu que les changements à court terme dans la qualité de l'eau (MES) auront des effets de forte intensité durant la construction du pipeline mais de faible intensité durant l'exploitation. Les conséquences sur l'environnement demeurent toutefois inconnues, en ce qui a trait aux communautés de poissons et à leur santé, en raison du manque d'information sur les cycles de vie et la sensibilité du biote aquatique. Les mesures d'atténuation devraient réduire ces impacts. L'effet de la prise d'eau sur les communautés et les espèces sera également atténué par l'installation de grillages. L'impact potentiel sur la pêche artisanale a été jugé faible pour la station de pompage (activités reliées au site de l'usine) et le franchissement du pipeline de pulpe. Ainsi, la conséquence globale sur l'environnement des effets combinés du projet demeure faible (tableau 3.3-3).

Tableau 3.3-3 Classification des impacts résiduels combinés du pipeline et de l'usine - poissons et les ressources aquatiques

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : habitat, perturbation des communautés de poissons et santé des poissons							
construction/exploitation	négative	faible / forte	locale	moyen terme	oui / non	faible / moyenne	faible
Enjeu : pêche artisanale							
construction/exploitation	négative	faible	locale	moyen terme	non	faible / moyenne	faible

Parc à résidus et usine de traitement

Le parc à résidus et l'usine ont été traités séparément au volume D (section 4.3) et au volume E (section 4.3) respectivement, bien qu'en raison de leur proximité il est prévu que plusieurs de leurs effets physiques se recouperont.

Des recouvrements additionnels sont prévus en ce qui a trait à la pêche artisanale à cause de l'accessibilité offerte par les couloirs d'inspection, et de la probabilité que les pêcheurs se déplacent ou utilisent divers cours d'eau (la rivière Ivondro, les affluents du parc à résidus, le canal des Pangalanes) dans toute la région de Toamasina. A l'extérieur de la zone recouverte par les résidus, les effets pris individuellement ont été classés de portée locale et faibles en intensité.

Tableau 3.3-4 Classification des impacts résiduels combinés du parc à résidus et de l'usine - poissons et ressources aquatiques

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : habitat, perturbation des communautés de poissons et santé des poissons							
construction/exploitation	négative	faible / forte	locale	moyen terme	oui / non	faible /moyenne	faible
Enjeu : pêche artisanale							
construction/exploitation	négative	faible	locale	moyen terme	non	faible / moyenne	faible

Il est possible aussi que se produisent le recoupement d'effets de la qualité de l'eau provenant du parc à résidus (rejets du parc à résidus, infiltration, MES durant la construction et l'exploitation) et d'effets originaires du site de l'usine (émissions atmosphériques). Ces effets, qui modifient la qualité de l'eau à l'échelle locale et régionale, peuvent aussi affecter indirectement la santé du biote aquatique, la structure des communautés et la qualité du poisson prélevé par les pêcheurs artisanaux. Des mesures d'atténuation et de suivi (volume D, sections 3.2, 3.7 et 3.8) seront toutefois mises en place pour réduire les impacts. Les conséquences sur l'environnement des effets combinés du projet ont ainsi été classées comme faibles (tableau 3.3-4).

3.3.2 Effets cumulatifs incluant d'autres projets ou activités

3.3.2.1 Introduction

Le secteur d'étude défini pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels du projet Ambatovy et d'autres projets ou activités, en ce qui a trait aux poissons et aux ressources aquatiques, inclut tout le secteur régional d'étude et les cours d'eau ou le réseau hydrographique qui le recourent ou lui sont adjacents.

Un recoupement peut s'établir entre le projet et les phénomènes actuels suivants, et avoir un impact sur les poissons et les ressources aquatiques :

- La déforestation résultant de l'exploitation forestière et de l'agriculture sur tavy recouperont les effets dus à la mine, au pipeline de pulpe, au parc à résidus et aux installations connexes (routes d'accès) en ce qui concerne les habitats aquatiques, la qualité de l'eau et le biote des cours d'eau situés à l'intérieur des limites du projet.
- L'accessibilité offerte par les routes menant à la mine de graphite d'Andasibe, à la scierie d'Andasibe et à d'autres endroits, recoupera les

effets des autres routes d'inspection et du couloir d'accès au pipeline de pulpe.

- Les effets de la mine de graphite d'Andasibe sur la qualité des eaux (surtout les MES) d'aval, et touchant les affluents de la rivière Sahatandra, recouperont les effets du tracé du pipeline de pulpe et ceux des franchissements de ces cours d'eau par le pipeline.
- L'accroissement de la population des centres urbains tels que Moramanga et Toamasina, qui découlera des effets combinés de la mine, de l'usine de traitement, du parc à résidus, de l'extension portuaire et des autres projets ou activités, pourrait faire augmenter la demande et influencer la récolte de poisson et de biote aquatique par la pêche artisanale.

3.3.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

La déforestation causée par l'exploitation forestière et le tavy sur les pentes abruptes et dans les habitats ripicoles le long des cours d'eau, se traduisant par une perte de canopée et une importante sédimentation, a provoqué des impacts négatifs importants sur l'écosystème aquatique. Il constitue d'ailleurs l'un des principaux facteurs de la diminution des poissons endémiques à Madagascar (Benstead *et al.* 2000). Plusieurs des espèces de poissons endémiques de l'île présentent une distribution très localisée et, par conséquent, sont particulièrement vulnérables à la dégradation des habitats aquatiques ayant des empreintes réduites ou se trouvant dans de petites zones géographiques.

Dans le secteur de la mine et du pipeline de pulpe, la déforestation se fait au rythme d'environ 1 % par année, aussi bien sur le site Ramsar de Torotorofotsy que dans la zone de conservation proposée dans le corridor de Mantadia-Zahamena. Toutefois, les mesures d'atténuation qui accompagneront la réalisation du projet (la gestion forestière, la protection de zones de végétation azonales spécifiques, la réhabilitation de la forêt le long du tracé du pipeline et la mise en oeuvre du projet de puits de carbone), feront en sorte que la déforestation due à l'exploitation forestière et au tavy ne causent pas d'impact additionnel sur cette portion initiale du pipeline, selon toute attente. La déforestation liée aux mines de graphites et à la scierie dans la région d'Andasibe devrait par contre se poursuivre. Si la déforestation s'effectue sur les pentes des rives, des effets cumulatifs négatifs s'ajouteront aux franchissements des cours d'eau le long du tracé du pipeline.

La pratique du tavy continuera sur une base annuelle sur le reste du parcours du pipeline, le long des routes d'accès et d'inspection et dans le secteur du parc à résidus. Il est probable que des voies d'accès supplémentaires ou améliorées contribueront à l'expansion de l'agriculture, incluant la déforestation ou le tavy

dans plusieurs bassins versants sur toute l'étendue du projet. Bien que les mesures d'atténuation impliquant la revégétalisation et la plantation d'arbres le long du tracé du pipeline et des routes d'inspection réduiront les effets potentiels, un effet cumulatif négatif est prévu dans les bassins versants touchés par le pipeline ou les activités connexes.

La zone des effets combinés sera d'envergure régionale, car elle est susceptible d'englober tous les cours d'eau et bassins versants allant du port à la mine dans les endroits proches des installations du projet où se pratiquent la culture sur tavy ou l'exploitation forestière. Il a été estimé que cet effet cumulatif aura une intensité moyenne. L'impact se produira à moyen terme, de façon réversible, et à une fréquence moyenne (tableau 3.3-5). Il est prévu que la conséquence globale sur l'environnement, en ce qui a trait aux ressources aquatiques, sera de niveau moyen.

La mine de graphite d'Andasibe a des impacts sur la qualité des eaux d'aval (surtout les MES), touchant les affluents de la rivière Sahatandra. Ces impacts recourent les effets du pipeline de pulpe et des franchissements de ces cours d'eau par le pipeline. Cette exploitation créera un impact négatif additionnel sur les espèces de poissons, leur santé et l'habitat aquatique, s'ajoutant aux effets des franchissements de cours d'eau du pipeline et des routes d'accès. La zone d'effets combinés sera probablement de faible étendue, bien que les impacts en aval puissent contribuer à l'agrandir. L'intensité de ces impacts sera vraisemblablement forte durant la construction, et de moyenne à faible durant l'opération du pipeline. Les effets se produiront à l'échelle régionale, à moyen terme et ils auront une conséquence de faible niveau sur l'environnement (tableau 3.3-5).

Les effets des routes menant à la mine de graphite d'Andasibe, à la scierie d'Andasibe et en d'autres endroits recourent les effets découlant des autres routes d'inspection et du couloir du pipeline de pulpe. Si d'autres franchissements de cours d'eau sont aménagés, il y aura des effets négatifs additionnels. Toute amélioration à la voie ferrée (par exemple, le remplacement de rails et l'entretien de la voie; le remplacement des ponceaux ou des ponts) visant à appuyer la réalisation du projet produira également des effets négatifs additionnels sur les ressources aquatiques. Il est estimé que la superficie touchée par les effets combinés sera petite, mais elle dépendra en fait de l'importance des travaux de construction ou d'amélioration des routes et de la voie ferrée. L'intensité des effets sera probablement forte durant la construction et faible durant l'exploitation. Les effets se produiront à l'échelle régionale, à court terme et ils auront une conséquence de faible niveau sur l'environnement (tableau 3.3-5).

Il est difficile de prévoir, pour la durée de vie du projet, l'importance de l'accroissement de la population découlant d'autres activités dans les régions de Moramanga et de Toamasina. Considérant les projets prévus en ce moment, il est prévu que cet accroissement sera relativement faible. Une population accrue durant la construction et l'exploitation pourrait mettre davantage de pression sur les ressources aquatiques disponibles. Toutefois, dans l'ensemble, seuls des effets additifs négligeables sont attendus des autres projets en raison de l'accroissement de la population (tableau 3.3-5).

Tableau 3.3-5 Classification des impacts résiduels cumulatifs sur les poissons et les ressources aquatiques

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Effets de la déforestation et de l'agriculture sur tavy							
construction / exploitation	négative	moyenne	régionale	moyen terme	oui	moyenne	moyenne
Qualité de l'eau – mine de graphite							
construction/ exploitation	négative	forte / faible	régionale	moyen terme	oui	moyenne	faible
Routes, voie ferrée, amélioration et extension							
construction/ exploitation	négative	forte / faible	régionale	moyen terme	oui	moyenne	faible
Changements dans le niveau de population							
construction/ exploitation	négative	faible	régionale	long terme	non	moyenne	négligeable

3.3.3 Conclusions

Les effets des composantes du projet se recoupent dans les combinaisons suivantes : 1) la mine et le pipeline de pulpe, 2) le pipeline de pulpe et l'usine de traitement ainsi que 3) le parc à résidus et l'usine de traitement. L'effet combiné sur les affluents de la rivière Torotorofotsy et le marais est négatif et la conséquence sur l'environnement est moyenne, en ce qui a trait à l'habitat et aux ressources aquatiques et à la pêche artisanale. Les effets combinés du pipeline de pulpe et de l'usine de traitement sur les ressources aquatiques et la pêche artisanale sont négatifs, mais de faible conséquence sur l'environnement. De même, les effets combinés du parc à résidus et de l'usine sur les ressources aquatiques et la pêche artisanale sont négatifs, mais ils auront une conséquence de faible niveau sur l'environnement.

Les principaux effets cumulatifs du projet Ambatovy et des autres activités de la région sont les suivants : la déforestation et la culture sur tavy dans le secteur de la mine, du pipeline de pulpe, de l'usine de traitement et d'autres petits projets; une baisse de qualité de l'eau causée par la mine de graphite; et les impacts du développement du réseau routier et de l'amélioration de la voie ferrée sur la qualité de l'eau et sur les habitats à l'endroit des franchissements. Les effets de la déforestation sont classés comme négatifs et ayant une conséquence de niveau moyen sur l'environnement. Toutefois, les effets combinés des autres activités sur les poissons et les ressources aquatiques devraient avoir une conséquence de niveau faible à négligeable sur l'environnement, en autant que les mesures d'atténuation soient adéquates et efficaces.

3.4 HABITATS NATURELS ET BIODIVERSITE

3.4.1 Effets combinés du projet Ambatovy

3.4.1.1 Introduction

Cette section de l'Etude d'impact environnemental fournit une évaluation des effets cumulatifs potentiels résultant de l'influence combinée des composantes du projet sur les habitats naturels et la biodiversité. Elle est un préalable nécessaire à l'évaluation des effets cumulatifs découlant de l'ensemble du projet Ambatovy et d'autres projets prévus ou prévisibles.

Tout comme pour les effets propres à chaque composante du projet, l'analyse se concentre sur les influences directes de la perte d'habitat et de la fragmentation sur les habitats naturels et la biodiversité. D'autres changements cumulatifs liés au projet tels que ceux relatifs au bruit, à la lumière, aux obstacles matériels, à l'accès, à la qualité de l'air, à l'hydrologie et à la qualité de l'eau affectant la flore, la faune et les poissons sont évalués aux sections 3.1, 3.2 et 3.3 du présent volume.

3.4.1.2 Identification des effets combinés des composantes du projet

La première étape de l'évaluation des effets combinés de toutes les composantes individuelles du projet consiste à déterminer lesquelles ont le potentiel de se superposer et de produire des impacts additifs ou synergiques. Les composantes individuelles du projet s'échelonnent le long d'un gradient naturel d'écozone allant de la forêt d'altitude moyenne à la forêt de basse altitude. Parallèlement à ces gradients naturels de la nature des sols, de l'humidité et des régimes de nutriments, on retrouve des changements sur le plan de la composition et de la

structure des communautés végétales (volume G, section 3.1), en lien direct avec les différents habitats naturels et s'étendant du site de la mine jusqu'au littoral de Toamasina. De plus, l'étendue de la dégradation naturelle et anthropique du paysage varie entre 96 %, dans le secteur d'étude de Toamasina, 94 % le long du tracé du pipeline et 89 % dans le secteur d'étude de la mine.

Le tableau 3.4-1 fait le résumé des habitats naturels qui subiront selon toute attente des impacts des diverses composantes du projet. Les composantes du secteur de Toamasina comprennent l'usine de traitement, le parc à résidus et l'extension portuaire. Bien qu'il soit également prévu que les diverses composantes du projet influenceront sur les zones d'occupation humaine du sol (par ex. l'agriculture sur tavy, les terres boisées et les plantations), les habitats naturels sont liés au potentiel de biodiversité le plus élevé (volume J, section 4.1); l'évaluation a donc porté essentiellement sur ces écotypes. Les composantes du projet n'auront pas toutes des effets qui se recoupent, puisque la composition des habitats dans chacun de ces secteurs est fonction du gradient naturel de l'écozone. Par exemple, les habitats naturels primaires subissant un impact du site de la mine (par ex. les habitats azonaux, de transition, ainsi que les mares temporaires) ne sont pas influencés par les composantes du projet du secteur de Toamasina (tableau 3.4-1). En conséquence, il n'y a aucune possibilité que les habitats naturels et la biodiversité subissent les effets cumulatifs de la mine combinés aux effets de l'usine de traitement, du parc à résidus ou de l'extension portuaire (tableau 3.4-2).

Tableau 3.4-1 Habitats naturels touchés en fonction de la composante du projet

Type d'habitat naturel	Site de la mine	Pipeline de pulpe	Secteur de Toamasina ^(a)
forêt azonale	OUI	OUI	NON
forêt de transition	OUI	OUI	NON
forêt zonale	OUI	OUI	NON
mares temporaires	OUI	NON	NON
zones humides	NON	OUI	OUI
savane arbustive côtière	NON	OUI	OUI
savane arbustive	NON	OUI	OUI

^(a) Comprend l'usine de traitement, le parc à résidus et l'extension portuaire.

Tableau 3.4-2 Matrice de recouplement des effets du projet concernant les habitats naturels et la biodiversité ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	-	-	-
pipeline de pulpe			X	X	X
usine de traitement				X	X
parc à résidus					X
extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

En revanche, certains habitats touchés par le site de la mine sont aussi influencés par l'extrémité ouest du pipeline de pulpe, ce qui entraîne un recouplement des effets (tableaux 3.4-1 et 3.4-2). De la même façon, les habitats naturels retrouvés dans le secteur de Toamasina subissent aussi des impacts de l'extrémité est du pipeline de pulpe et de l'infrastructure associée à l'usine de traitement, au parc à résidus et à l'extension portuaire. Les effets cumulatifs du site de la mine et du pipeline de pulpe, ainsi que du pipeline de pulpe et des composantes du projet du secteur de Toamasina, sont évalués à la section suivante.

3.4.1.3 Evaluation des effets combinés des composantes du projet

Les effets combinés du site de la mine et du pipeline de pulpe ont déjà été analysés dans le volume B, section 4.4. De la même manière, les effets combinés du pipeline de pulpe et des composantes du projet du secteur de Toamasina ont été évalués dans le volume D, section 4.4. Dans les cas du secteur d'étude de la mine et de celui de Toamasina, les analyses portant sur la fragmentation tenaient également compte du segment du pipeline de pulpe influençant les habitats naturels et la biodiversité à l'intérieur de ces secteurs d'étude. Il convient de souligner que les mesures de compensation hors site relatives à la biodiversité ne sont considérées que dans l'analyse des effets cumulatifs, en présence de tous les autres projets prévisibles (section 3.4.2). Un résumé de l'évaluation des effets combinés du projet sur la biodiversité est présenté au tableau 3.4-3.

Tableau 3.4-3 Classification des impacts résiduels cumulatifs des composantes du projet combinées – habitats naturels et biodiversité

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Composantes du projet : mine et pipeline							
construction / exploitation	négative	élevée	régionale	long terme	irréversible	moyenne	élevée
fermeture	négative	moyenne	régionale	moyen terme	réversible	moyenne	moyenne
Composantes du projet : Toamasina et pipeline							
construction / exploitation	négative	moyenne à élevée	locale	long terme	irréversible	moyenne	moyenne à élevée
fermeture	négative	moyenne	locale	moyen terme	réversible	moyenne	faible

3.4.2 Effets cumulatifs régionaux incluant d'autres projets et activités

3.4.2.1 Introduction

La présente section de l'EIE a pour but d'établir les effets additifs sur les habitats naturels et la biodiversité du projet Ambatovy (tels qu'établis à la section 3.4.1.3) et d'autres sources de perturbations, planifiées ou prévisibles, en relation avec l'activité humaine ou les phénomènes naturels dans la région. Les mesures de compensation pour la protection de la biodiversité (« biodiversity offsets ») prévues au projet Ambatovy font aussi partie de l'évaluation.

3.4.2.2 Identification d'autres projets et activités contribuant aux effets cumulatifs régionaux

La première étape de l'évaluation des effets additionnels du projet sur les habitats naturels et la biodiversité consiste à définir les limites temporelles et spatiales de l'évaluation, puis à déterminer quels projets et activités doivent en faire l'objet.

Le temps considéré s'échelonne de la période de construction jusqu'à la fermeture du projet. Il est plus compliqué de définir les limites spatiales, c.-à-d. le secteur régional d'étude. La taille du secteur doit être suffisamment grande pour tenir compte des perturbations d'origine humaine et naturelle pertinentes, qui influent sur la biodiversité en combinaison avec le projet, mais pas trop grande car cela diluerait les effets additionnels du projet (Agence canadienne d'évaluation environnementale, 1999). Par exemple, les limites spatiales servant à l'évaluation des effets cumulatifs régionaux peuvent être déterminées par un

réseau hydrographique, un bassin versant, une écozone, l'aire de distribution d'une espèce ou le domaine vital annuel des individus d'une population locale.

Après considération de ces paramètres physiques et biologiques, la portée géographique servant à l'évaluation des impacts cumulatifs rattachés au projet a été fondée sur la distribution connue du lémurien *Indri Indri* (volume G, section 3.1, figure 3.1-1). Cette distribution couvre une grande portion (environ 50%) du littoral oriental et de la forêt zonale d'altitude moyenne allant de la rivière Mangoro jusqu'à la rivière Antainambalana. Elle s'étend aussi aux parcs nationaux de Mantadia et de Zahamena, de même qu'au corridor Mantadia-Zahamena. Le secteur d'étude est suffisamment grand pour inclure les habitats naturels primaires de la forêt zonale de l'est et de la forêt littorale et la diversité des espèces de flore et faune qui peuplent ces habitats. En outre, les limites de ce secteur englobent les effets combinés de toutes les composantes du projet Ambatovy (section 3.5.1), en plus d'un certain nombre d'autres projets et activités susceptibles de produire des impacts cumulatifs sur les habitats naturels et la biodiversité.

Les projets et les activités énumérés ci-dessous se trouvent dans le secteur d'étude et leurs effets risquent de recouper ceux du projet Ambatovy (volume G, section 3.1, figure 3.1-1) :

- la déforestation due à la coupe forestière et à l'agriculture sur tavy
- quatre mines de graphite (Andasibe, Toamasina, Brickaville et Vatomandry)
- le segment du réseau ferroviaire Madarail exploité dans le secteur d'étude
- les routes, revêtues ou non
- la scierie d'Andasibe
- les villages et les centres urbains
- l'écotourisme
- la reforestation amenée par le projet de puits de carbone

3.4.2.3 Evaluation des effets cumulatifs régionaux

Il a été estimé qu'à ce rythme, tout le territoire, à l'exception des endroits les plus escarpés, serait déboisé d'ici 2025 (Green et Sussman 1990). Les taux de déforestation à Madagascar sont décrits à la section 1 du présent volume. Ces données indiquent que la déforestation antérieure, actuelle et future représentent probablement, pour la durée de vie de la mine Ambatovy, l'impact additionnel le

plus important (par perte directe d'habitat et fragmentation) pour les habitats naturels et la biodiversité du secteur d'étude. Il est ainsi prévu que l'intensité et la portée géographique des impacts découlant des activités de déforestation (non reliées au projet Ambatovy), en tant que facteur contribuant aux effets cumulatifs, soient plus élevées que celles de tous les autres projets et activités du secteur d'étude, dont le projet Ambatovy.

L'altération et la fragmentation des habitats associés au tavy, aux mines de graphite, à l'urbanisation, à l'établissement de villages et la construction d'hébergement pour l'écotourisme, ainsi que l'aménagement de réseaux de transport public ont eu une influence sur la biodiversité du secteur d'étude, en continueront d'en avoir, de la construction jusqu'à la fermeture du projet. Les effets passés et présents de ces activités sur le paysage et les espèces seraient similaires aux effets prévus pour le projet. Parmi ces effets notons une réduction globale de la capacité du secteur d'étude à abriter la flore et la faune, ainsi que des changements négatifs en ce qui a trait aux îlots forestiers, aux lisières et à la connectivité, facteurs qui influencent les conditions physiques et chimiques du microclimat, ainsi que la dynamique des populations et de des communautés (voir le volume B, section 4.4.4.2). Bien que l'intensité des impacts sur les habitats naturels et la biodiversité découlant de ces activités soit inconnue, car celles-ci n'ont eu que peu d'effets sur la forêt azonale, il est prévu que l'intensité de chacune de ces activités soit moindre que celle imputable au projet.

Par rapport aux autres projets et activités du secteur régional d'étude, il est prévu que les impacts additionnels combinés des divers éléments de la mine Ambatovy sur les habitats naturels et la biodiversité seront d'intensité moyenne, et ce de la construction jusqu'à la fermeture (tableau 3.4-3). Des mesures d'atténuation devraient contribuer à renverser les impacts sur le secteur régional d'étude; par exemple un projet de conservation local (projet de puits de carbone) et des programmes de sensibilisation du public, menés de la construction jusqu'à la fermeture, qui porteront sur les avantages, du point de vue écologique, d'utiliser les terres à l'écart des zones de conservation et de réhabilitation. En plus, la participation du promoteur à un Plan de gestion forestière du secteur de la mine peut accroître la somme des terres protégées et soutenir ainsi le potentiel de biodiversité d'un secteur actuellement perturbé sur environ 64% de sa surface, selon les données du secteur local d'étude de la mine (volume J, section 1.1).

Dans le secteur régional d'étude, la portée géographique des impacts sur les populations de flore et de faune devrait demeurer locale, se limitant aux secteurs de la mine, du pipeline de pulpe, de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire et leurs environs. Les impacts se produiront à long terme, de la construction jusqu'à la fermeture, selon une fréquence moyenne

(des activités de construction et de réhabilitation ont lieu périodiquement au cours de la vie de la mine).

L'exploitation des gisements va retirer la cuirasse ferrallitique qui forme le substrat de la forêt azonale. La perte d'habitats de cet écotype (et des mares temporaires qui lui sont associées) sera irréversible (volume B, section 4.4). De la même manière, la perte de zones humides dans le secteur de Toamasina sera vraisemblablement irréversible (volume D, section 4.4). Toutefois, compte tenu du fait que le substrat pisolitique associé à la forêt de transition présente des fissurations naturelles, une certaine réhabilitation de cet écotype pourrait être possible, rendant les impacts partiellement réversibles. On peut s'attendre à ce que les premiers stades de régénération de la forêt zonale et de la forêt dégradée s'établissent relativement rapidement dans les secteurs de réhabilitation (volumes B, C et D, section 4.4).

Les impacts sur la dynamique des populations et communautés associés au projet durant la construction et l'exploitation devraient commencer à diminuer avec l'augmentation correspondante de la stabilité de l'écosystème survenant au cours de la fermeture progressive des secteurs de la mine. Il est important de reconnaître que les habitats et l'écosystème compris dans le secteur du projet et ses environs ne retourneront probablement pas à leur état actuel. Les populations, les communautés et les écosystèmes répondent en permanence aux perturbations environnementales d'origine naturelle et anthropique, et elles sont dans un état d'équilibre dynamique (Holling 1973; Matthews *et al.*, 1996). L'état d'un écosystème après le développement peut s'avérer tout aussi fonctionnel, avec la structure et la composition désirées, mais il ne sera pas le même qu'avant la réalisation du projet (Landis et McLaughlin, 2000).

Plusieurs mesures de compensation hors site pour la protection de la biodiversité à l'échelle régionale, ont été mentionnées précédemment. Elles comprennent :

- la gestion de la zone forestière tampon au site de la mine
- la participation à la gestion locale et régionale du site Ramsar de Torotorofotsy
- la réhabilitation de la forêt primaire dans le corridor Mantadia-Zahamena le long de la servitude du pipeline dans le cadre du projet régional de puits de carbone
- la conservation d'une zone d'habitat azonal hors site

Les zones destinées à être protégées ou réhabilitées ont été comparées dans le volume G, section 3.1 aux parties de l'empreinte au sol du projet affectant de la

flore native moins perturbée. Globalement, les initiatives de compensation vont promouvoir une augmentation nette de la biodiversité par un facteur de trois, comparativement au scénario de projet non réalisé. Tel que discuté lors de la consultation de septembre 2005 (volume A, section 6), les mesures de conservation hors site sont toutes liées directement à un éventail de mesures d'atténuation sur le site même. Un tel lien et l'étroite proximité géographique au site d'un projet sont en général considérés comme bénéfiques pour les mesures de compensation (Kate *et al.*, 2004). A l'échelle régionale, donc, plusieurs initiatives de conservation menées par le gouvernement et le projet Ambatovy contribueront de façon globale à une tendance positive nette en matière de biodiversité.

Compte tenu de tous les faits disponibles, il est prévu que la conséquence sur l'environnement des impacts cumulatifs directs du projet sur les habitats naturels et la biodiversité se situera entre une conséquence négative de faible niveau et une conséquence positive (tableau 3.4-4).

Tableau 3.4-4 Classification des impacts résiduels combinés sur les habitats naturels et la biodiversité pour toute la région du projet Ambatovy

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
construction - fermeture	négative à positive	faible	locale	long terme	irréversible	moyenne	faible et négative à positive

3.4.2.4 Conclusions

Les plus grands impacts combinés des composantes du projet vont découler de perturbations de la forêt azonale, de la forêt de transition et des mares temporaires du secteur mine/pipeline de pulpe et de perturbations des zones humides dans le secteur pipeline/Toamasina. La portée géographique des impacts sera régionale dans le secteur mine/pipeline de pulpe puisque des habitats associés au corridor Mantadia-Zahamena subiront des effets partiels. Toutefois, dans le secteur pipeline de pulpe/Toamasina, les effets devraient se limiter aux espèces et aux habitats locaux.

Il est prévu que les impacts résiduels durant la construction et l'exploitation soient d'intensité moyenne à élevée et qu'ils se poursuivent à long terme. Durant la fermeture, il est prévu que la réhabilitation et la protection continues des zones de conservation renversent les impacts résiduels (sauf en ce qui concerne la perte d'habitat azonale, de mares temporaires et de zones humides) pour les ramener à une intensité faible ou moyenne. Globalement, il est prévu que la conséquence sur l'environnement des impacts combinés des composantes du projet sur les

habitats naturels et la biodiversité sera de niveau moyen à élevé durant la construction et l'exploitation, et de niveau faible à moyen durant la fermeture.

Bien que le projet doive influencer les habitats endémiques azonaux et ceux des mares temporaires, ainsi que les espèces qui y sont présentes, l'impact négatif devrait être localisé et avoir une intensité moyenne par rapport aux effets passés, actuels et futurs des activités régionales de déforestation (agriculture sur tavy et exploitation forestière). En fait, compte tenu de toutes les initiatives de compensation en matière de protection de la biodiversité, les prévisions indiquent une augmentation nette de la biodiversité (par un facteur de trois) par rapport au scénario de projet non réalisé. De surcroît, plusieurs initiatives gouvernementales vont aussi contribuer à une tendance positive globale en matière de biodiversité à l'échelle régionale. Il est estimé qualitativement que d'autres activités humaines, telles que les centres urbains, les mines de graphite et les réseaux de transport qui n'ont pas affecté l'habitat azonal, représentent de plus faibles effets additionnels sur les habitats naturels et la biodiversité dans le secteur régional d'étude.

Des mesures d'atténuation devraient contribuer à renverser les impacts sur le secteur régional d'étude; par exemple un projet de conservation local (projet de puits de carbone) et des programmes de sensibilisation du public menés de la construction jusqu'à la fermeture, qui porteront sur les avantages, du point de vue écologique, d'utiliser les terres à l'écart des zones de conservation et de réhabilitation. En plus, la participation du promoteur à un Plan de gestion forestière peut accroître le potentiel de biodiversité dans le corridor forestier oriental. Compte tenu de tous les faits disponibles, il est prévu que la classification des impacts résiduels combinés du projet sur la biodiversité variera entre un impact négatif faible et un impact positif.

Afin d'assurer qu'un gain positif net soit réalisé en matière de préservation de la biodiversité dans ces zones, un suivi sera exercé, question de contrôler la réussite des projets de conservation. Le programme de suivi se concentrera sur des indicateurs qui réagissent rapidement aux perturbations liées au projet ou aux mesures d'atténuation, au besoin. Des détails sont fournis dans les volumes correspondants et dans les sections touchant aux diverses disciplines biologiques.

3.4.3 Evaluation économique des habitats et de la biodiversité

3.4.3.1 Introduction

Cette évaluation économique (aussi appelée étude de valorisation environnementale) concerne les impacts environnementaux et sociaux du projet

sur les habitats et la biodiversité. Ils englobent les effets sur les aspects biologiques, hydrologiques et socio-économiques, ainsi que les effets sur l'air découlant de la construction, de l'exploitation et de la fermeture de la mine, du pipeline de pulpe, de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire, selon le cas. Beaucoup de ces impacts potentiels provoquent des externalités (ou effets externes) négatives (voir plus bas), dont des pertes de ressources naturelles, desquelles beaucoup n'entrent pas sur le marché. Des outils d'évaluation économique ont été mis au point pour vérifier certaines de ces valeurs. Ces dernières sont utilisées dans la présente étude pour estimer la valeur économique de l'impact potentiel du projet sur les ressources naturelles. Dans la mesure du possible, nous avons considéré des approches qui ont été récemment appliquées à ce domaine à Madagascar. Il convient toutefois de préciser que la méthodologie appliquée à l'estimation de la valeur de la biodiversité pour des projets individuels est encore un domaine en évolution. Cette section a été placée dans le présent volume, puisque l'analyse en question porte sur les effets combinés de tous les sites du projet sur la biodiversité.

Objectifs

La présente section évalue les coûts externes ou les bénéfices du projet afférents aux habitats ou à la biodiversité, tel que l'exigent les Termes de référence. Cette étude de valorisation environnementale est effectuée en reconnaissant que de nombreux problèmes conceptuels et empiriques sont inhérents à la production d'une estimation quantitative des externalités environnementales.

Selon d'autres sections de la présente EIE, plusieurs mesures de compensation, y compris des programmes de compensation hors site, doivent être mis en oeuvre dans le cadre du projet (voir l'évaluation de l'impact sur la flore, les plans de gestion environnementale et le Plan de réinstallation). La compensation hors site pour la perte d'habitat (habitats de compensation hors site) est utilisée pour compenser les forts impacts résiduels sur la biodiversité, qui sont inévitables sur le site même. L'évaluation économique tient compte de ces mesures de compensation afin de mieux comparer les scénarios de projet réalisé et non réalisé.

3.4.3.2 Méthodologie

La méthode d'évaluation économique comprend quatre étapes : i) la définition des ressources naturelles en tant que biens et services écosystémiques à considérer, ii) la catégorisation et le choix des biens et services écosystémiques à évaluer, iii) la revue de littérature et la collecte de données, et iv) l'analyse de données. Les deuxième et troisième étapes aident à cerner les biens et services clés tels qu'établis dans les évaluations des impacts environnementaux et socio-

économiques. Les quatre étapes de l'évaluation économique sont décrites ci-dessous.

Ressources naturelles en tant que biens et services

Les ressources naturelles peuvent être considérées comme un stock de capital, composé de matières ou d'information, existant à un moment donné (Costanza *et al.*, 1997). Chaque forme de stock de capital naturel produit un flux de services qui peut améliorer directement ou indirectement le bien-être de l'être humain.

Les services écosystémiques consistent en un flux de matières, d'énergie et d'information provenant des stocks de capital naturel qui se combinent avec le capital d'origine humaine et le capital humain pour assurer le bien-être de l'être humain (Costanza *et al.*, 1997). Pour les besoins de cette évaluation, les biens et services écosystémiques sont ici appelés collectivement les services écosystémiques.

Le tableau 3.4-5 dresse la liste de la gamme de services écosystémiques faisant l'objet de l'évaluation. Cette liste a été élaborée à l'origine pour une étude portant sur les services écosystémiques et le capital naturel du monde (Costanza *et al.*, 1997). Les auteurs essaient d'éviter le risque de comptabiliser deux fois les services en distinguant différents aspects du même service. Les auteurs soulignent que bien qu'il soit important de reconnaître qu'un niveau minimal d'infrastructure écosystémique soit nécessaire, cette valeur de base n'est pas considérée dans l'analyse.

Catégories de l'évaluation économique

Il est reconnu que beaucoup des avantages économiques des services écosystémiques sont liés à la valeur qu'ils représentent pour des services autres que la consommation directe. L'évaluation des services écosystémiques qui ne sont pas consommés directement nécessite divers degrés d'estimation. Cette estimation tient donc compte des valeurs d'usage et de non-usage, divisées en sous-catégories, tel que présenté au tableau 3.4-6 et défini ci-dessous. Il y a une tendance à la hausse dans l'estimation des valeurs, partant de la gauche vers la droite du tableau. L'évaluation économique totale des impacts du projet, par conséquent, fait usage de l'analyse quantitative et qualitative.

Voici les définitions des sous-catégories des valeurs d'usage et de non-usage :

Valeur d'usage direct – cette valeur se rapporte à la consommation réelle de produits des écosystèmes. La consommation n'a pas à épuiser la ressource et elle peut comprendre des fonctions telles que le tourisme.

Valeur d'usage indirect – cette valeur se rapporte à la présence de l'écosystème et elles n'impliquent pas la consommation d'une partie de l'écosystème en soi, mais des services produits par l'écosystème, y compris les bénéfices hydrologiques.

Valeur d'option – ce type de valeur est fondé sur la valeur potentielle de l'écosystème pour certains usages futurs directs ou indirects. Bien que le bénéfice puisse ne pas être présent pour le moment, il y a une valeur qui provient du fait de savoir que cette valeur pourra être utilisée dans l'avenir.

Valeur de legs – cette valeur est similaire à la valeur d'option, mais la valeur perçue se rapporte au fait de savoir que les générations futures (y compris sa propre descendance) pourront utiliser l'écosystème (tout type de valeur).

Valeur d'existence – cette valeur provient de la satisfaction (ou de l'utilité) retirée simplement du fait de savoir que l'écosystème existe. Par exemple, bien qu'une personne ne soit jamais allée dans la forêt tropicale humide d'Amazonie ou de Madagascar, elle peut tout de même tirer de la valeur de savoir qu'elle existe (et qu'elle contient une grande diversité, des chutes pittoresques, etc.).

Tableau 3.4-5 Biens, services et fonctions écosystémiques considérés dans la présente évaluation

Numéro	Bien ou service écosystémique	Fonctions écosystémiques	Exemples
1	régulation des gaz	régulation de la composition chimique de l'atmosphère	équilibre CO ₂ /O ₂ ; O ₃ pour la protection contre les UVB ; concentrations de SO _x
2	régulation du climat	régulation de la température du globe, des précipitations et d'autres processus climatiques à médiation biologique à l'échelle mondiale ou locale	régulation des gaz à effet de serre, production de sulfure de diméthyle affectant la formation des nuages
3	régulation des perturbations	capacitance, amortissement et intégrité de la réponse de l'écosystème aux fluctuations environnementales	protection contre les tempêtes, contrôle des crues, rétablissement après sécheresse et autres aspects de la réponse de l'habitat à la variabilité environnementale, principalement contrôlée par la structure végétale
4	régulation hydrique	régulation des débits hydrologiques	approvisionnement en eau pour les processus agricoles (tels que l'irrigation) ou industriels (tels que le traitement de minerai) ou le transport
5	approvisionnement en eau	stockage retenue d'eau	approvisionnement en eau par les bassins versants, les réservoirs et les aquifères
6	lutte contre l'érosion et rétention des sédiments	rétention des sols dans un écosystème	prévention de la perte de sol par le vent, le ruissellement ou d'autres processus d'enlèvement, stockage de silt dans les lacs et les zones humides
7	pédogénèse	processus de pédogénèse	altération des roches et accumulation de matière organique
8	cycle des nutriments	stockage, cycle interne, transformation et acquisition des nutriments	fixation de l'azote, cycles de l'azote, du phosphore et d'autres éléments ou nutriments

Tableau 3.4-5 Biens, services et fonctions écosystémiques considérés dans la présente évaluation (continué)

Numéro	Bien ou service écosystémique	Fonctions écosystémiques	Exemples
9	traitement des déchets	récupération des nutriments mobiles et retrait ou décomposition des nutriments et composés excédentaires ou artificiels	traitement des déchets, lutte contre la pollution, détoxification
10	pollinisation	mouvement des gamètes floraux	fourniture de pollinisateurs pour la reproduction des populations végétales
11	lutte biologique	régulation par le fonctionnement trophodynamique des populations	contrôle par prédateur principal des espèces proies, réduction de l'herbivorisme par l'action des prédateurs dominants
12	refuge	habitat pour les populations résidentes et de passage	aires de nidification, habitat pour les espèces migratrices, habitats régionaux pour les espèces récoltées localement ou zones d'hivernage
13	production alimentaire	portion de la production primaire brute extractible comme aliment	production de poissons, gibier, plantes cultivées, noix et fruits par la chasse, la cueillette, l'agriculture de subsistance ou la pêche
14	matières premières	portion de la production primaire brute extractible comme matière première	production de bois d'œuvre, de carburant ou de fourrage
15	ressources génétiques	sources de matières et produits biologiques uniques	médicaments, produits pour la science des matériaux, gènes de résistance à des agents pathogènes des plantes et de ravageurs des cultures, espèces ornementales (animaux de compagnie et variétés de plantes horticoles)
16	récréatif	offre des possibilités d'activités récréatives	écotourisme, pêche sportive et autres activités récréatives de plein air
17	culturel	offre des possibilités d'utilisations non commerciales	valeurs esthétique, artistique, éducative, spirituelle et scientifique des écosystèmes

Source : Costanza *et al.*, 1997.

Tableau 3.4-6 Catégories des valeurs utilisées dans l'évaluation économique

Valeur	Valeurs d'usage			Valeurs autres que d'usage	
	Valeurs d'usage direct	Valeurs d'usage indirect	Valeurs d'option	Valeurs de legs	Valeurs d'existence
description	extraits directement consommables	bénéfices fonctionnels	valeurs futures directes et indirectes	valeur d'usage et de non-usage du legs environnemental	valeur de connaissances tirées grâce à la pérennité du système
exemples	aliment, bois, produits forestiers non ligneux, pâturage, loisir, santé	contrôle des inondations, protection contre les tempêtes, cycles des nutriments	biodiversité, conservation des habitats	habitats, prévention de changements irréversibles	habitats, espèces, génétique, écosystème

Source : Pearce et Moran, 1994.

3.4.3.3 Choix des biens et services écosystémiques pour les besoins de l'évaluation

Les études environnementales et socio-économiques de référence et les évaluations des impacts préparées pour le projet ont fait l'objet d'un examen visant à choisir aux fins d'analyse les services écosystémiques clés parmi ceux qui figurent au tableau 3.4-5. Lors de la détermination de la portée des services écosystémiques clés on n'a pas retenu pour l'évaluation les enjeux sociaux ou ceux liés au marché, gardant l'étude centrée sur les services écosystémiques.

Les enjeux clés qui ont été identifiés à partir des études environnementales sont les suivants : les impacts potentiels sur la qualité de l'air, la qualité de l'eau, l'hydrologie, la flore, la faune, les poissons, les sols et l'occupation du sol. Il est prévu que la protection environnementale, les mesures d'atténuation et de réhabilitation ainsi que les mesures compensatoires proposées par le promoteur pour la réalisation du projet, dans bien des cas, entraîneront des impacts négatifs résiduels sur ces ressources dont la conséquence sur l'environnement devrait être négligeable.

Nous sommes en mesure de quantifier approximativement les valeurs des perturbations selon les catégories du biome présentées par Costanza *et al.* (1997), à partir des liens établis avec les types d'occupation du sol présentés dans l'EIE (voir la section de l'EIE sur l'occupation du sol). Les liens entre les types d'occupation du sol (ou la catégorie de biome) susceptibles d'être affectés par le projet et les services écosystémiques sont présentés au tableau 3.4-7. Ces liens sont fondés sur ceux présentés par Costanza *et al.* (1997) et ceux du document de travail sur l'environnement produit par la Banque mondiale (*World Bank Environmental Paper 101*) et intitulé *Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation* (Pagiola, von Ritter et Bishop; 2004).

Le tableau 3.4-8 dresse la liste de chacun des services écosystémiques lié au projet et l'évaluation de leur pertinence au niveau local, national et mondial. Les services écosystémiques jugés très pertinents pour le projet ont été analysés et évalués, tandis que ceux jugés avoir une pertinence moyenne ont été évalués de façon qualitative. Selon les prévisions, les autres sont peu pertinents; ils auront un impact nul ou des impacts adéquatement atténués. Par conséquent, aucune évaluation n'en n'a été faite. Cela correspond à l'approche employée dans l'ensemble de l'EIE, dans laquelle la conséquence sur l'environnement des impacts potentiels sur les aspects environnementaux est évaluée (volume A, section 7).

Tableau 3.4-7 Lien Entre Le Biome ou la Catégorie D'occupation du Sol et les Biens et Services Écosystémiques

Biome	1 ^(a)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
estuaires côtiers	-	-	√	x	x	x	x	√	-	x	√	√	√	√	-	√	√
herbiers/lits d'algues	-	-	-	x	x	x	x	√	-	x	-	-	-	√	-	-	-
récif coralliens	-	-	√	x	x	x	x	-	√	x	√	√	√	√	-	√	√
forêt tropicale	-	√	√	√	√	√	x	√	√	-	-	-	√	√	√	√	√
prairies / pâturages	√	√	-	√	-	√	√	-	√	√	√	-	√	-	√	√	-
marais littoraux / mangrove	√	-	√	√	√	√	-	-	√	-	-	√	√	√	-	√	√
marécage / plaine inondable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
lacs / rivières	-	-	-	√	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	√	-
roche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
terres cultivées	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	-	√	-	-	-	-
urbain	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-

Légende : √ Indique un lien clair entre le biome et les services écosystémiques.

x indique qu'il n'y a pas de lien entre le biome et les services écosystémiques ou que le lien est reconnu comme négligeable.

- indique un manque d'information disponible.

Les numéros des services écosystémiques font référence aux numéros figurant aux tableaux 3.4-5 et 3.4-8.

Les liens entre le biome/l'occupation du sol et les services écosystémiques, ainsi que la considération susmentionnée du degré de pertinence, indiquent que les services écosystémiques suivants sont pertinents pour l'évaluation économique de ce projet : (1) régulation des gaz, (3) régulation des perturbations, (4) régulation hydrique, (5) approvisionnement en eau, (6) lutte contre l'érosion et rétention des sédiments, (9) traitement des déchets et (13) production alimentaire.

Tableau 3.4-8 Pertinence des effets potentiels sur les biens et services écosystémiques clés

Numéro	Biens et services clés écosystémiques	Mondial	National	Local
1	régulation des gaz	élevée	moyenne	-
2	régulation du climat	faible	-	-
3	régulation des perturbations	-	moyenne	élevée
4	régulation hydrique	-	faible	élevée
5	approvisionnement en eau	-	faible	élevée
6	lutte contre l'érosion et rétention des sédiments	-	faible	élevée
7	pédogénèse	-	-	faible
8	cycle des nutriments	-	-	faible
9	traitement des déchets	-	-	élevée
10	pollinisation	-	-	faible
11	lutte biologique			faible
12	refuge	-	faible	-
13	production alimentaire	-	-	élevée
14	matières premières	-	-	faible
15	ressources génétiques	faible	faible	-
16	récréatif	-	-	-
17	culturel	faible	faible	faible

Légende: élevée = méritant d'y porter attention, quantifiable et analysée dans cette section.
 moyenne = potentiellement significative mais non quantifiable.
 Faible = effets minimes.
 - = soit sans effet ou un effet adéquatement atténué, de sorte qu'il n'y a pas d'effet économique négatif.

Revue de littérature et collecte des données

Les valeurs des ressources naturelles assignées dans le cadre de l'étude socio-économique du projet ont été utilisées dans l'évaluation, lorsqu'il y avait lieu. D'autres sources sont: les rapports portant sur l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre (GES) et la protection des bassins versants de Madagascar; une série d'études préparées par le Programme d'évaluation économique des ressources naturelles, qui comprend des évaluations de la qualité de l'eau, de la conservation des sols, des effets de l'érosion des sols sur la production rizicole, des produits forestiers non ligneux et des parcs nationaux de Madagascar; ainsi que les valeurs moyennes mondiales des biens et services écosystémiques présentées par Costanza *et al.* (1997).

3.4.3.4 Mesures d'atténuation à grande échelle et de compensation en matière de conservation

La présente EIE examine un grand éventail de mesures d'atténuation et certaines mesures de compensation conçues pour réduire l'impact du projet. Pour ce qui est des impacts potentiels sur la biodiversité et les environnements naturels, les mesures d'atténuation les plus importantes sont les suivantes: 1) zones de conservation sur le site de la mine, 2) zone tampon de gestion forestière dans le secteur entourant la mine, 3) efforts de réhabilitation forestière et 4) zone de conservation hors site prévue comme mesure de « compensation pour la conservation de la biodiversité », visant à compenser les effets irréversibles de la suppression de la végétation azonale. Ainsi, les effets combinés du projet sur les types de végétation azonale, de transition et zonale seront en partie atténués et compensés par l'engagement du promoteur à conserver ou à réhabiliter les terrains forestiers du secteur ciblé pour le projet et ailleurs. Les zones de protection de végétation azonale sur le site représentent 305 ha, tandis que le reste de la zone de gestion composée par de la végétation azonale, de transition et de forêt primaire représentent 2989 ha (volume G-3.1 Flore, tableau 3.1-5). Au site de la mine, la zone tampon de gestion forestière procure une connectivité entre les deux zones de protection de la végétation azonale et entre ces zones et le corridor de conservation Mantadia-Zahamena.

De plus, les travaux de réhabilitation forestière devant être réalisés le long du couloir du pipeline de pulpe situé immédiatement à l'est de l'empreinte au sol de la mine (points kilométriques R0+000 à R2+000), et dans le corridor de conservation Mantadia-Zahamena (points kilométriques R16+000 à R26+000), couvriront 60 ha. Ce travail de réhabilitation combiné aux efforts du projet régional de puits de carbone, réduira la quantité de terrains perturbés le long du tracé du pipeline en plus de procurer une connectivité entre les îlots existants de zones forestières sous gestion ou conservation.

Le promoteur négociera avec le gouvernement, les communautés et les ONG pour les dispositions d'une entente portant sur l'établissement d'une zone de conservation de végétation azonale hors site à environ 70 km au nord du site de la mine, à Ankerana. Une étude initiale de reconnaissance sur le terrain a indiqué que cette zone a le potentiel nécessaire pour constituer une zone de protection de forêt azonale quasi non perturbée, pour compenser la perte de végétation azonale au site de la mine. Cet affleurement azonale hors site s'étend sur une superficie d'environ 3850 ha (volume G-3.1 sur la flore, tableau 3.1-5). Ce projet va bien au-delà de tous les autres efforts de réhabilitation sur le site, qui ont été proposés dans le cadre des plans de fermeture de chacune des composantes du projet.

L'impact de ces mesures de compensation et de conservation sur la valorisation environnementale des impacts résiduels du projet est pris en considération dans l'analyse présentée plus bas.

Analyse des données

L'évaluation des services écosystémiques affectés par le projet est quantifiée en fonction des résultats de l'évaluation environnementale. Ceux-ci indiquent l'importance globale des effets potentiels en tenant compte de leur intensité, de leur portée géographique, de leur durée, de leur réversibilité et de leur fréquence. Il est important de prendre note que les compensations environnementales contribuent à la valeur des services écosystémiques. Par conséquent, ces compensations sont calculées comme des valeurs négatives, réduisant le « coût » global des effets négatifs.

3.4.3.5 Régulation des gaz

Le projet Ambatovy générera d'importantes quantités de gaz à effet de serre (GES), approximativement 2 millions de tonnes d'équivalent dioxyde de carbone (ECO₂) pour chaque année d'exploitation. Or, il n'existe actuellement aucun règlement à Madagascar concernant le contrôle des émissions de GES. Il est possible qu'une réglementation soit adoptée ultérieurement, en vertu d'un Protocole de Kyoto étendu ou d'une entente internationale similaire au sujet de la réduction des émissions de GES. Une telle entente fait actuellement l'objet de discussion sur le plan mondial, mais il n'y a aucune certitude à l'effet que ces discussions, ou d'autres, mèneront à l'adoption d'une réglementation ayant force obligatoire en matière de contrôle et de réduction des émissions de GES à Madagascar. Toutefois, dans le cadre du projet, les alternatives possibles, aux niveaux technique et financier, pour la réduction des émissions de GES seront évaluées sur une base continue. De plus, les mesures d'atténuation et de compensation hors site pour la protection de la biodiversité contribueront à compenser les effets directs et indirects de l'émission des GES.

Les changements à l'occupation du sol entraînés par la réalisation du projet pourraient causer indirectement des émissions de GES. Ces dernières seraient associées à une modification de la structure de l'écosystème. Environ 1 877 ha de forêt seront défrichés, y compris la forêt zonale dégradée ou fortement exploitée et les bosquets littoraux résiduels (volume G, section 3.1 sur la flore, tableau 3.1-3). Ces terrains ne seront toutefois pas déboisés d'un seul coup, puisque le défrichement et la réhabilitation se feront de façon progressive.

Le stockage total du carbone dans les arbres de Madagascar varie de 80 tonnes par hectare (t/ha) à 450 t/ha en altitude moyenne (Rarivoarivelomanana, 2001).

Considérant une rétention typique de carbone de 200 t/ha, le défrichement de la forêt lié au projet entraîne par conséquent un rejet unique de 375 200 tonnes de carbone. En raison de la nature des opérations liées au projet, il est prévu qu'une grande partie de la végétation défrichée ne se rétablira qu'après la fermeture. Il est prévu que des impacts irréversibles se produisent sur des types précis de forêt azonale (c.-à-d. que la repousse de végétation ne devrait pas correspondre exactement à la biodiversité ou à l'assemblage d'espèces de la végétation perturbée). La végétation devrait éventuellement se régénérer pour former une forêt mature correspondant au type zonal. Cependant, en raison de la valeur temporelle de l'argent, la perte de carbone de 2006 à 2009 coûte davantage que le carbone qui sera récupéré par la croissance future.

Dans un effort visant à compenser les effets néfastes, le promoteur réhabilitera ou conservera environ 7000 ha de terres forestières considéré équivalent, en fait de biodiversité, à la zone à défricher. Cette zone de conservation comprendra certaines prairies et zones humides, qui possèdent aussi une faible capacité de séquestration du carbone.) On suppose qu'une forêt réhabilitée ou conservée a une capacité de rétention du carbone de 200 t/ha et est assujettie aux coûts directs typiques de gestion forestière, aux coûts d'opportunité indirects, aux feux (10% de la forêt aux trois ans) et à la déforestation (20% sur 10 ans) (Rarivoarivelomanana, 2001). Cette estimation permet de conclure que le promoteur contribue au stockage d'environ 1,4 millions de tonnes de carbone par an.

3.4.3.6 Régulation des perturbations

L'estimation de la valeur de la régulation des perturbations en ce qui concerne le projet comprend une analyse des effets potentiels sur les estuaires côtiers, les récifs coralliens, la forêt tropicale et les marécages/plaines inondables. Selon l'EIE, il est prévu que les impacts négatifs sur les estuaires côtiers et les récifs coralliens découlant du projet aient une conséquence faible sur l'environnement (volume F, section 3.3). Les impacts négatifs prévus sur l'hydrologie (changement des débits d'écoulement et des niveaux d'eau des plans d'eau récepteurs et changement dans la quantité de sédiments des plans d'eau récepteurs) des biomes de la forêt et du marécage sont moyens durant la construction du pipeline mais à très court terme, et de moyens à élevés durant la construction du parc à résidus. Il est prévu que les changements dans les quantités de sédiments durant l'exploitation de la mine auront une conséquence de niveau moyen sur l'environnement s'il survient des phénomènes météorologiques extrêmes. Des études supplémentaires sont toutefois en cours de réalisation afin de mieux prévoir les effets des cyclones violents. Il est prévu que ces impacts négatifs seront locaux (c.-à-d. restreints au secteur local d'étude) et qu'ils se produiront pendant moins de 30 ans.

Kramer *et al.* (1997) ont trouvé que la valeur actuelle nette (VAN) de la protection du bassin versant de la rivière Vohitra à l'est de Madagascar était de 126 700 \$ US, en se basant sur les bénéfices de l'établissement du Parc national de Mantadia, qui atténue les dommages causés par les inondations. Kramer *et al.* admettent que la valeur de ce bénéfice semble modeste. Elle est toutefois considérablement influencée par le faible PNB par habitant de Madagascar et elle ne tient pas compte du coût d'autres services écosystémiques tels que la lutte contre l'érosion des sols.

3.4.3.7 Régulation hydrique

Costanza *et al.* (1997) ont estimé la valeur des services de régulation hydrique procurés globalement par tout un éventail d'habitats. Les valeurs suivantes ont été déterminées pour la régulation hydrique, par biome : 6 \$ US/ha/an pour la forêt tropicale, 3 \$ US/ha/an pour les prairies/pâturages, 30 \$ US/ha/an pour les marécages et les plaines inondables et 5445 \$ US/ha/an pour les lacs et rivières.

Les coûts de la perte de régulation hydrique associée au projet sont liés à la perte de forêt (1877 ha, y compris la forêt zonale dégradée/fortement exploitée et les bosquets littoraux résiduels dégradés), de prairies/pâturages (224 ha), de marécages et de plaines inondables (307 ha), et de cours d'eau (1 ha) (volume G-3.1 sur la flore, tableau 3.1-3). Ces estimations indiquent que la valeur de la régulation hydrique fournie par les biomes qui seront perturbés par le projet s'élève à 26 589 \$ US/année ce qui, pour la vie entière du projet, représente 805 130 \$ US. Cette estimation est prudente car elle n'inclut pas les zones qui seront réhabilitées et revégétalisées durant l'exploitation et la fermeture.

3.4.3.8 Approvisionnement en eau

L'approvisionnement en eau est un service environnemental procuré par les forêts, les zones humides et les rivières. Les zones humides, particulièrement les marais et les plaines inondables, produisent une valeur importante à cet égard. Les estimations de la valeur de ce service procuré par les différents biomes, selon Costanza *et al.* (1997), sont : 8 \$ US/ha/an pour la forêt tropicale, 7600 \$ US/ha/an pour les marécages et les plaines inondables et 2117 \$ US/ha/an pour les lacs et rivières. Les principales zones où le projet risque d'avoir un impact élevé sur ce service environnemental sont : le marais de Torotorofotsy et ses rivières sources et la zone en aval des bassins de résidus miniers. Etant donné que ce service est extrêmement localisé, la zone de conservation compensatoire hors site aura un impact nul sur la perte locale de service. Aucun cours d'eau majeur ne subira d'impact; cependant, 41 ha de marais seront perturbés, particulièrement au parc à résidus où les marais seront perdus.

Bien que des barrages et des systèmes d'évacuation d'eau spécialement conçus vont considérablement atténuer l'impact de cette perte d'habitat pour l'approvisionnement en eau, la population passera d'un service fourni par la nature à un service qui nécessite une gestion par l'être humain, durant le projet et après. Considérant les mesures d'atténuation prévues au projet, les seuls impacts résiduels sur l'approvisionnement en eau seront les impacts directs en aval des bassins de résidus et le risque de perturbation du marais de Torotorofotsy. L'évaluation a déterminé que le risque pour le marais de Torotorofotsy sera atténué de façon adéquate et peut alors être considéré comme un risque faible. Nous évaluons ainsi que l'impact économique total du projet sur l'approvisionnement en eau sera faible et localisé. Par conséquent, aucune estimation n'en a été faite.

3.4.3.9 Lutte contre l'érosion et rétention des sédiments

La rétention des sédiments et la lutte contre l'érosion sont des services écosystémiques fournis principalement par les biomes de forêt et de prairie. Ces biomes représentent environ 2051 ha de la zone perturbée par le projet (volume G-3.1 sur la flore, tableau 3.1-3), qui consiste en 1737 ha de terres forestières (comprenant la forêt secondaire et les terres boisées, mais pas la forêt dégradée) et 314 ha de prairie et de savane arbustive (à l'exclusion des marais et tavy).

L'EIE a déterminé que les impacts résiduels sur les sols sont principalement imputables à la perte de sol découlant des opérations liées au projet, plutôt qu'à l'érosion des sols, qui sera grandement atténuée. Une érosion des sols peut toutefois se produire en raison des perturbations de la végétation durant la construction et l'exploitation. Il est prévu que la fermeture du projet ramènera les sites à leurs taux d'érosion naturels.

La valeur de la rétention des sédiments et de la lutte contre l'érosion peut être estimée en regard des effets de l'érosion des sols sur l'agriculture, particulièrement sur la production rizicole. Il n'est pas prévu qu'une érosion des terres arables se produise sur le site même (c.-à-d. la perte de sol et l'enlèvement de sels biogéniques et des engrais organiques naturels). Des conséquences hors site de l'érosion, (c.-à-d. la sédimentation dans l'eau de surface et les impacts potentiels sur la végétation et la qualité de l'eau) sont plus susceptibles de découler du projet. Les effets potentiels de la sédimentation sur la flore et les poissons sont évalués dans l'EIE et il a été trouvé qu'ils n'ont que des impacts locaux ayant une conséquence globalement faible sur l'environnement en raison des mesures d'atténuation (les effets potentiels sur les poissons en tant que source de nourriture font l'objet d'une discussion plus bas concernant le service écosystémique de production alimentaire). Il est prévu que la conservation des

forêts dans les aires protégées atténuera davantage les effets potentiels en aval ou en contrebas des zones perturbées par le projet. Il n'est toutefois pas prévu que ces avantages soient importants et ils ne peuvent pas être quantifiés avec exactitude.

3.4.3.10 Traitement des déchets

Les milieux naturels fournissent un service environnemental de traitement des déchets. Les valeurs économiques estimées de ce service par biome (Costanza *et al.* 1997) sont de 87 \$ US/ha/an pour la forêt tropicale, de 87 \$ US/ha/an pour les prairies/pâturages, de 6696 \$ US/ha/an pour les marais littoraux et la mangrove, de 1659 \$ US/ha/an pour les marécages et les plaines inondables, de 665 \$ US/ha/an pour les lacs et rivières et de 5445 \$ US/ha/an pour les récifs coralliens. Les activités liées au projet peuvent faire diminuer la capacité de traitement des déchets par les forêts, les zones humides, les rivières et les milieux marins exposés aux impacts du projet. Cela est particulièrement vrai pour le marais de Torotorofotsy qui risque de connaître un afflux d'eau plus important durant les opérations minières de même qu'une augmentation de la sédimentation durant les cyclones extrêmes, qui excéderaient la capacité nominale des bassins de rétention. Les détails techniques des impacts du projet sur la capacité de traitement des déchets des zones humides dépassent grandement la portée de la présente EIE et nécessiteraient des années d'étude et de surveillance. Les promoteurs s'engagent à aider les groupes de gestion responsables du site Ramsar de Torotorofotsy.

3.4.3.11 Production alimentaire

Le projet peut provoquer des effets sur la production alimentaire découlant du projet par la perte de l'occupation actuelle du sol pour l'agriculture, la cueillette et la chasse, par la perte indirecte de sol potentiellement utilisé pour le tavy ou d'autres modifications des terres destinées à l'alimentation. Le projet va perturber environ 78 ha de sol occupé présentement par des plantations et l'agroforesterie et 66 ha de rizières. Une zone supplémentaire de 1 864 ha de brûlis (tavy) sera perturbée.

Le rendement rizicole local moyen est de 1,5 t/ha et le riz se vend au prix annuel moyen de 600 fmg/kg, chiffre qui tient compte des variations saisonnières (volume K, annexe 1.1, tableau 1.1-7 sur les prix de la production agricole de la région de Mangoro). La perte de production rizicole atteint donc en moyenne 59 400 000 fmg (6 527 \$ US) chaque année. Bien que cette valeur puisse sembler petite, elle est significative parce que le riz représente actuellement 26% du revenu total et qu'il est important sur le plan culturel. L'emploi salarié a toutefois entraîné une diminution de l'activité agricole familiale et a réduit la dépendance envers l'agriculture de subsistance.

Bien que le tavy ait été frappé d'interdiction et que des enquêtes menées pour l'analyse des impacts socio-économiques aient indiqué que peu de gens pratiquent le tavy (13% près du site de la mine), il a été observé que le café et la banane sont souvent cultivés dans des parcelles de tavy. La banane représente l'une des récoltes ayant la plus grande valeur, avec un prix moyen de 2000 fmg/kg, bien que la production bananière locale et de cultures autres que de riz soit inconnue. Le bétail constitue également une valeur agricole élevée, les produits de viande représentant jusqu'à 20 000 fmg/an tout au long de l'année, bien que l'occupation du sol pour la production locale de produits de viande de bétail et de viande de gibier sauvage soit inconnue. Du miel et des champignons sauvages sont aussi ramassés dans les forêts près du site du projet (volume K, annexe 1.1) pour la consommation et la vente. Aucune étude officielle n'a été effectuée sur l'économie de chasse et de cueillette, mais il est reconnu que ces activités représentent des sources de subsistance et de revenu significatives (volume K, annexe 1.1).

Il est prévu qu'en général les impacts potentiels sur les poissons d'eau douce, qui sont importants dans le régime alimentaire local, ainsi que sur les crevettes, les écrevisses et les anguilles d'eau douce, soient faibles. Toutefois, l'élimination de zones riveraines et de cours d'eau au site de la mine et au parc à résidus peuvent avoir des effets sur le poisson en tant que source locale de nourriture. La superficie de cette eau poissonneuse subissant un impact, y compris les cours d'eau et canaux, est de 1 ha (volume G-3.1 sur la flore, tableau 3.1-3). D'autres plans d'eau tels que les marais (44 ha) et les rizières (66 ha) peuvent aussi abriter des poissons.

Bien que les impacts du projet sur la production alimentaire soient difficiles à évaluer, la production rizicole représente un indicateur mesurable. Une perte d'environ 6 527 \$ US chaque année entraîne une VAN de perte de production rizicole de 203 270 \$ US durant le projet, en plus de la perte de revenu et de moyens de subsistance provenant d'autres activités agricoles et de la chasse, de la pêche et de la cueillette.

3.4.3.12 Matières premières

Le bois est la principale matière première récoltée sur les terrains à proximité du site du projet. Il est en grande partie coupé par de la main-d'œuvre salariée, travaillant pour le compte de commerçants de bois d'œuvre de l'extérieur de la région qui détiennent des permis (volume K, annexe 1.1). Le bois est aussi coupé comme bois de chauffage ou pour fabriquer du charbon, tant pour usage personnel que pour le travail salarié. Parmi les autres matières premières récoltées se trouvent les matières végétales utilisées pour la vannerie, la cire d'abeille et les plantes médicinales. Bien que les terres forestières et non

forestières subissant un impact du projet soient reconnus comme soutenant la récolte de ces diverses matières premières, les volumes et les valeurs des matières sont inconnus. Le projet en soi, à savoir l'extraction et la production de minerai du site de la mine, représente l'utilisation de matières premières la plus viable sur le plan commercial. Il est toutefois reconnu que l'activité économique entourant l'extraction et la production actuelles de matières premières représente en moyenne 45 % du revenu dans le secteur d'étude (volume K, annexe 1.1). Cela représente 481 500 fmg par personne chaque année, basé sur un revenu annuel par habitant de 1 070 000 fmg (118 \$ US) pour le secteur (volume K, annexe 1.1). Par exemple, la population de la commune d'Andasibe est d'approximativement 7 884; ainsi, cette perte de matière premières pourrait être évaluée à plus de 418 900 \$ US par année, ou 12,5 millions \$ US pour la durée entière du projet.

3.4.3.13 Conclusions – Evaluation économique de la biodiversité

L'évaluation économique de la biodiversité est un domaine en évolution, particulièrement lorsqu'il s'agit de tenir compte des impacts d'un seul projet, comparativement aux analyses de l'écorégion. Cependant, l'évaluation économique aide à considérer d'un autre point de vue tout un éventail d'impacts qui seraient autrement très difficiles à apprécier et à comparer. Les impacts sur la biodiversité ont été évalués en tenant compte des services écosystémiques qu'elle fournit, et pour lesquels l'EIA a montré qu'ils seraient affectés jusqu'à un certain point par le projet. De plus, les avantages du projet découlant des mesures de compensation en matière de biodiversité ont été définis selon la séquestration du carbone.

Les services écologiques suivants ont fait l'objet d'une évaluation du point de vue local : la régulation des perturbations de l'habitat, la régulation et le maintien des débits d'eau, la rétention des sédiments et la lutte contre l'érosion, le traitement des déchets, la production alimentaire et l'approvisionnement en matières premières. Des estimés en dollars des impacts du projet sur ces services (après application des mesures d'atténuation) ont été calculés. La somme des valeurs obtenues, telles qu'elles apparaissent dans la présente section, s'élève à 13 635 100 \$ US pour toute la durée de vie du projet.

Quant à la question de la gestion des gaz à effet de serre (GES), elle a été examinée selon des perspectives régionale et mondiale. Il est prévu dans le cadre du projet de continuer à évaluer des solutions techniquement et économiquement faisables pour améliorer l'efficacité globale et réduire ainsi les émissions. En outre, le plan d'atténuation et de compensation des impacts sur la biodiversité, qui porte sur 7 000 ha, contribuera au stockage de carbone. Le stockage annuel prévu correspond à 1,4 millions de tonnes d'équivalent CO₂, ce qui représente

environ 70 % des émissions annuelles en cours d'exploitation (2,0 millions de tonnes d'équivalent CO₂). Quant aux autres aspects touchant au succès du projet des zones de conservation hors site, il faut noter que la concrétisation de tels avantages en matière de séquestration du carbone à l'échelle régionale est étroitement liée à une intégration harmonieuse du projet avec les plans de conservation du gouvernement pour le corridor forestier Mantadia-Zahamena.

Il importe d'insister sur le fait que les estimés individuels sur lesquels repose le coût total présenté ici sont fondés sur de nombreuses hypothèses, telles qu'exposées précédemment dans la section. Il est quand même possible de comparer ces coûts aux retombées économiques locales du projet qui sont beaucoup plus imposantes. Selon les prévisions, en effet, 3,2 milliards de dollars US seront dépensés à Madagascar tout au long de la durée de vie du projet (section 4.1 du présent volume).

3.5 AIRES PROTEGEES

3.5.1 Effets combinés du projet Ambatovy

3.5.1.1 Introduction

Les cinq composantes majeures du projet se recoupent pour produire des effets combinés, tel qu'indiqué au tableau 3.5-1.

Les effets de la mine ne se recouperont pas avec ceux de l'usine de traitement, du parc à résidus ni de l'extension portuaire puisqu'ils ne sont pas suffisamment rapprochés pour avoir un impact physique sur les mêmes aires protégées et qu'ils ne vont pas entraîner des changements dans les mêmes collectivités. L'usine de traitement, le parc à résidus et l'extension portuaire ne recourent physiquement aucune des aires protégées affectées par le pipeline de pulpe.

Tableau 3.5-1 Matrice de recouplement des effets du projet concernant les aires protégées^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
mine		X	-	-	-
pipeline de pulpe			-	-	-
usine de traitement				X	X
parc à résidus					X
extension portuaire					

^{a)} X Indique un recouplement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effet cumulatif.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

Les effets qui se recoupent entre l'usine de traitement, l'extension portuaire et le parc à résidus sont déjà traités ensemble dans le volume D, section 4.5. Les autres effets qui se recoupent, entre la mine et le pipeline de pulpe, sont traités ci-après.

3.5.1.2 Evaluation des effets combinés du projet

La mine et le pipeline de pulpe ont des impacts qui se recoupent sur les plans spatial et temporel dans les domaines suivants :

- le défrichement ou la fragmentation dans le site Ramsar de Torotorofotsy durant la construction et l'exploitation
- les effets sur la qualité de l'eau (sédimentation) dans le site Ramsar de Torotorofotsy durant la construction

La mine aura un impact sur 300 ha du site Ramsar de Torotorofotsy et le pipeline de pulpe aura un impact sur 70 ha du site Ramsar de Torotorofotsy. La mine et le pipeline combinés entraîneront le défrichement de la végétation de 370 ha dans cette zone de 9300 ha (4%). Ces impacts seront atténués tel que décrit dans les sections portant sur les sols et la flore de la mine (volume B, sections 3.3 et 4.1) et du pipeline de pulpe (volume C, sections 3.2 et 4.1). Cet impact a une intensité moyenne, une portée géographique régionale parce qu'il s'étend au-delà d'un secteur local d'étude, a une durée à moyen terme et est réversible. La fréquence des perturbations durant l'ensemble de la construction et de l'exploitation sera moyenne (tableau 3.5-2). Etant donné que les impacts ont été classés comme ayant une étendue locale dans les évaluations individuelles de la mine et du pipeline, ils ont été considérés comme étant de faible intensité dans les deux évaluations individuelles.

La mine et le pipeline ont tous deux le potentiel de contribuer aux apports solides dans les eaux du marais de Torotorofotsy, bien que des mesures d'atténuation (volume B, section 3.9 et volume C, section 3.7) permettront de contrôler ces impacts. Dans les sections individuelles sur la mine et le pipeline de pulpe, ces impacts ont été classés comme étant de faible conséquence sur l'environnement. Cet impact combiné est de faible intensité et a une portée géographique locale parce que même en incluant les effets du pipeline de pulpe, les impacts sont limités au secteur local d'étude de la mine. Les impacts ont une durée à moyen terme et sont réversibles. La fréquence des effets de sédimentation durant l'ensemble de la construction et de l'exploitation sera moyenne (tableau 3.5-2). Par conséquent, la conséquence sur l'environnement du projet combiné demeure faible.

L'évaluation des effets combinés du projet en ce qui concerne l'hydrologie (volume G, section 2.8.1.2) discute des effets sur les volumes d'eau dans le marais de Torotorofotsy. Les effets combinés du projet sont négligeables sur les volumes d'eau.

Tableau 3.5-2 Classification des impacts résiduels combinés sur les aires protégées

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : Mine – Pipeline : Défrichement ou fragmentation du marais de Torotorofotsy							
Construction / exploitation	négative	moyenne	régionale	moyen terme	oui	moyenne	moyenne
Enjeu : Mine – Pipeline : Changements de la qualité de l'eau							
Construction / exploitation	négative	faible	locale	moyen terme	oui	moyenne	faible

3.5.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

3.5.2.1 Introduction

Le secteur d'étude des aires protégées pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels du projet avec d'autres activités et projets prévus comprennent toutes les zones comprises dans les 100 km des sites du projet.

Le projet a le potentiel de se recouper avec les activités et les projets suivants pour avoir un impact sur les aires protégées :

- La déforestation due à l'exploitation forestière et l'agriculture sur tavy se recoupe avec les effets de la mine et du pipeline de pulpe sur le marais de Torotorofotsy.
- La déforestation promue par l'accès existant à la forêt que permettent les chemins menant jusqu'à la mine de graphite, la scierie Andasibe et d'autres zones se recoupe avec les effets du pipeline de pulpe dans la zone du corridor de conservation proposée de Mantadia-Zahamena.
- L'accroissement de la population à Moramanga due à d'autres projets se recoupe avec les effets de la mine, faisant en sorte qu'un plus grand nombre de personnes sont susceptibles de faire des visites touristiques dans les aires protégées avoisinantes.
- L'accroissement de la population à Toamasina due à des projets industriels en cours se recoupe avec les effets de l'usine de traitement,

du parc à résidus miniers et de l'extension portuaire, faisant en sorte qu'un plus grand nombre de personnes sont susceptibles de faire des visites touristiques dans les aires protégées avoisinantes.

- La reforestation amenée par le projet régional de puits de carbone.

3.5.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

La déforestation dans le secteur de la mine et du pipeline de pulpe, tant dans le site Ramsar de Torotorofotsy que dans la zone du corridor de conservation proposée de Mantadia-Zahamena se produit actuellement à raison d'environ 1% par année. Toutefois, grâce à la mise en oeuvre du projet, y compris les mesures d'atténuation proposées par la gestion forestière, la protection de zones de végétation azonale spécifiques et de réhabilitation de la forêt le long du pipeline, de même que la mise en oeuvre du projet régional de puits de carbone, il n'est pas prévu que la déforestation imputable à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy provoque un impact cumulatif additionnel à ceux du projet. Par conséquent, la déforestation des aires protégées ne contribue pas aux effets cumulatifs du projet.

Il est prévu que la déforestation de la zone d'Andasibe due à l'exploitation minière du graphite et aux exploitations de scierie se poursuive durant le projet. Ces activités vont créer un petit effet négatif additionnel dans la zone du corridor de conservation proposée de Mantadia-Zahamena ou dans ses environs. Cet effet se cumulera aux effets du pipeline de pulpe dans la zone du corridor de conservation proposée de Mantadia-Zahamena. Il est prévu que l'effet combiné sur la zone soit petit et l'intensité cumulative de cet effet est considéré comme étant faible. L'impact aura une portée régionale, aura une durée à moyen terme, sera réversible et aura une fréquence moyenne (tableau 3.5-3). La conséquence globale sur l'environnement est moyenne.

La croissance de la population des zones de Moramanga et de Toamasina due à d'autres activités est difficile à prévoir sur la durée de vie du projet, mais il est prévu qu'elle soit relativement faible si l'on tient compte des autres projets prévus connus jusqu'à maintenant. Il est prévu que l'accroissement des populations ait des effets positifs sur parce que le nombre plus élevé de touristes augmentera les revenus du réseau des aires protégées de Madagascar et la sensibilisation envers celui-ci, dans le contexte d'un pays qui promeut de plus en plus le tourisme écologique pour ses retombées économiques et ses bénéfices environnementaux. L'accroissement des populations de Moramanga et Toamasina résultera en augmentation de l'affluence de touristes dans les aires protégées telles que la Réserve spéciale d'Analamazaotra, le Parc national de Mantadia, le Parc national et la Réserve naturelle de Zahamena dans la zone du

corridor de conservation proposée de Mantadia-Zahamena, la Réserve naturelle de Betampona et la Réserve spéciale de Mangerivola (tableau 3.5-3).

Tableau 3.5-3 Classification des impacts cumulatifs résiduels sur les aires protégées

Phase	Orientation	Intensité	Portée géographique	Durée	Réversibilité	Fréquence	Conséquence sur l'environnement
Enjeu : Pipeline et autres développements : Défrichement ou fragmentation du corridor Mantadia-Zahamena							
Construction / exploitation	négative	faible	régionale	moyen terme	oui	moyenne	moyenne
Enjeu : Mine et autres développements : Changement de la population de Moramanga							
Construction / exploitation	positive ^(a)	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o
Enjeu : Usine de traitement, parc à résidus, port et autres développements : Changement de la population de Toamasina							
Construction / exploitation	positive ^(a)	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o

^(a) Les classements positifs ne sont pas évalués.

s/o Sans objet

3.5.3 Conclusions

Les principaux effets combinés entre les composantes du projet sont les effets combinés de la mine et du pipeline de pulpe rattachés aux impacts du défrichement et les impacts sur la qualité de l'eau dans le site Ramsar de Torotorofotsy, tel que décrit ci-dessus, ainsi que les effets combinés de l'usine de traitement, du parc à résidus et de l'extension portuaire sur la population, tel que décrit au volume D, section 4.5. Les effets combinés sur le marais de Torotorofotsy ont une conséquence négative et de niveau moyen sur l'environnement en ce qui concerne le défrichement (alors que cette conséquence est de niveau faible pour la mine et le pipeline considérés séparément) et une conséquence négative et faible sur l'environnement pour les impacts concernant l'eau (puisque les effets combinés sur la population de Toamasina sont positifs dans le contexte d'un potentiel de tourisme accru dans les aires protégées ; ceux-ci ont aussi été évalués comme étant positifs pour chacune des composantes individuelles du projet).

Les principaux effets cumulatifs entre le projet et d'autres activités prévisibles sont : une certaine déforestation dans la zone du corridor de conservation proposée de Mantadia-Zahamena et ses environs, en raison du pipeline de pulpe et de plusieurs autres petits projets et l'accroissement des populations de Moramanga et Toamasina, en raison de plusieurs des composantes du projet et d'autres projets en instance entraînant une croissance industrielle de ces secteurs. Les effets de la déforestation ont une conséquence négative de niveau moyen sur

l'environnement (alors qu'une conséquence sur l'environnement de niveau faible a été attribuée au pipeline seul). Les effets cumulatifs sur les populations de Moramanga et de Toamasina sont positifs dans le contexte du potentiel de tourisme accru dans les aires protégées.

4 EFFETS CUMULATIFS ET COMBINES POUR LES ASPECTS SOCIAUX

4.1 ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES

4.1.1 Description du projet

Les analyses des impacts socio-économiques présentées dans les autres volumes de cette EIE ont pris en compte les conditions actuelles à Madagascar et, lorsque requis (par exemple pour le secteur de Toamasina), ont analysé les effets combinés des composantes adjacentes du projet. Dans le présent volume (volume G), un aperçu macroéconomique est donné dans le but d'explorer les impacts cumulatifs à l'échelle nationale. Cet aperçu a été préparé par SNC Lavalin pour les promoteurs du projet.

Le projet Ambatovy est un programme d'Investissement étranger direct (IED) destiné à exploiter les gisements de minerai de nickel latéritique d'Ambatovy et d'Analamay situés dans une zone de 1300 hectares près de Moramanga, dans la région d'Alaotro-Mangoro de Madagascar.

Le plan de développement comprend une mine à ciel ouvert et une unité de préparation de minerai situées près des gisements, ainsi qu'un pipeline de 195 kilomètres pour transporter le minerai, sous forme de pulpe, vers une nouvelle usine de traitement située à 10 km au sud du port de Toamasina. Ces installations convertiront la matière première en un produit semi-affiné, un sulfure mixte, convenant à l'affinage final du nickel (et du cobalt). On envisage actuellement que le processus de raffinage final soit effectué dans une usine située à l'extérieur de Madagascar.

Considérant les réserves de minerai prévues, le projet est conçu pour traiter 125 millions de tonnes de minerai à haute teneur, extrait sur une période de 20 ans. De plus, une opération d'importance économique sera réalisée en traitant les matériaux à plus faible teneur qui seront mis en piles de stockage au cours des opérations minières. Ceci étendrait la durée de vie utile totale de l'usine de traitement à 27 ans.

Le projet devrait être largement autosuffisant. Le projet pourrait éventuellement fournir sa production excédentaire d'énergie électrique au réseau malgache. De plus, le projet construira d'autres infrastructures, notamment des usines d'acide sulfurique, d'hydrogène, de sulfure d'hydrogène, d'azote et de chaux, une extension au port et un parc à résidus miniers. Le projet comprend aussi des

améliorations aux systèmes routiers et ferroviaires régionaux et des stations de pompage pour fournir de l'eau aux chantiers.

La construction du site minier, du pipeline, de l'usine de traitement et des infrastructures prendra approximativement trois ans. Le cycle de vie prévu du projet est de 30 ans. Toutefois, l'infrastructure mise en place au cours de cette période, ainsi que les compétences acquises par les travailleurs malgaches, assureront des avantages économiques sur une période beaucoup plus longue.

4.1.1.1 Propriété du projet

Le projet Ambatovy est un joint venture entre Dynatec Corporation, une société minière canadienne et fournisseur de pointe en technologie de traitement hydrométallurgique, et Sumitomo Corporation, une société intégrée de commerce et d'investissement.

4.1.1.2 Coût du projet

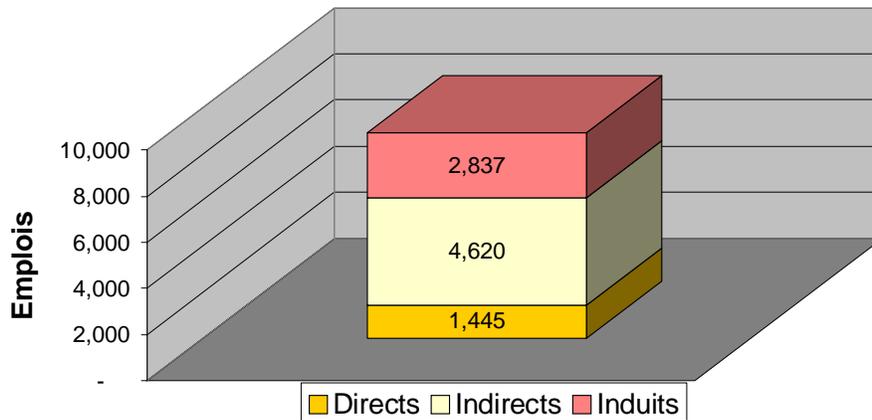
Le coût-cible en investissement du projet, excluant le raffinage, est estimé à environ 2,15 milliards \$ US répartis sur la période de construction de trois ans.

Les coûts totaux d'exploitation sont estimés à 4,65 milliards \$ US sur la période d'exploitation de 27 ans, soit approximativement 172 millions \$ US par an.

4.1.2 Benefices Prevus pour Madagascar

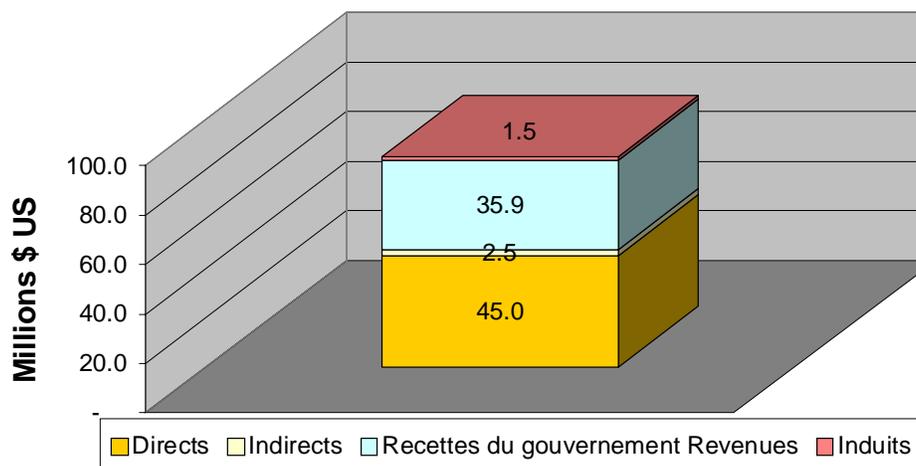
Des évaluations économiques préliminaires de l'impact du projet sur l'économie de Madagascar montrent qu'il y aura des avantages directs et indirects importants résultant du projet. Parmi ces conclusions, la plus importante est peut-être l'impact attendu sur l'emploi et, par conséquent, l'incidence potentielle positive sur l'un des objectifs du pays qui est de réduire la pauvreté. Environ 9000 emplois directs, indirects et induits devraient être créés par suite du projet, sans compter ceux résultant de la réintroduction dans l'économie des recettes du gouvernement.

**Moyenne des emplois créés annuellement (par le projet)
sur une période de 30 ans**



Pendant son cycle de vie de 30 ans, 3,2 milliards \$US (plus de 100 millions \$US par an) seront investis à Madagascar, et le projet devrait contribuer à raison de plus de 2,5 milliards \$US (80 millions \$ US par an) au produit intérieur brut (PIB) de Madagascar. Ceci représente approximativement 2% du PIB de 2004.

**Contribution annuelle moyenne
au PIB sur 30 ans**



Les avantages économiques proviendront de trois domaines majeurs d'activités :

- les investissements directs du projet
- une consommation accrue de la part des personnes directement et indirectement en rapport avec le projet
- l'affectation, par le gouvernement, des revenus supplémentaires générés par le projet

On prévoit que le projet Ambatovy :

- Augmente l'investissement local en capital à Madagascar de plus de 1,3 milliards \$ US (sur 30 ans), ou 45 millions \$ US par an, et crée 1400 à 2000 emplois directs pour la main-d'oeuvre locale, au cours de la durée de vie du projet.
- Génère plus de 80 millions \$US sur 30 ans, or approximativement 2,8 millions \$US de revenus annuels et 4600 emplois indirects, dans d'autres secteurs, par l'intermédiaire de dépenses locales relatives au projet.
- Entraîne la création d'environ 2800 emplois dans d'autres secteurs pour satisfaire les demandes connexes aux dépenses accrues de la part des consommateurs.
- Contribue, approximativement, pour 25 millions \$ US aux recettes du gouvernement, dont quelque 50% pourrait être utilisé pour créer des emplois indirects supplémentaires.

4.1.2.1 Période de construction

Du coût en investissement du projet (approximativement 2,15 milliards \$ US), près de 500 millions \$ US devraient être dépensés à Madagascar en commandes de matériel et de matériaux, de contrats de services fournis par des entreprises locales, et en paiements à l'Etat sous forme de droits et d'impôts. Ces sommes seront dépensées au cours des trois ans constituant la période de construction du projet. Les principaux achats de matériaux locaux, au cours de cette même période, seront notamment le sable et les granulats utilisés pour la construction.

On prévoit qu'une partie importante de l'argent dépensé à Madagascar serve à des sociétés malgaches locales pour se procurer des articles importés. Des 500 millions US de dépenses en capital, plus de 300 millions \$ US devraient rester à Madagascar, circuler dans l'économie malgache et créer des emplois dans d'autres secteurs. L'approvisionnement et les diverses demandes découlant des activités du projet généreront des emplois. De plus, les ouvriers expatriés

payeront des impôts à l'état malgache, et de l'argent sera dépensé localement pour l'achat des articles de consommation.

Pendant la période de construction, le projet créera une moyenne d'environ 1700 emplois locaux directs. Approximativement 245 millions \$ US (81,6 millions \$US/an) supplémentaires devraient être introduits directement dans l'économie essentiellement pour l'obtention de services. Les exigences d'approvisionnement du projet entraîneront la création d'autres emplois indirects dans d'autres secteurs de l'économie, constituant un effet de vague économique. On estime à 8900 le nombre d'emplois indirects qui seront créés par les activités connexes à l'approvisionnement.

Le gouvernement malgache aura la possibilité d'utiliser les recettes générées par le paiement des impôts et des droits pour mettre en œuvre ses programmes de développement de l'infrastructure et de réduction de la pauvreté, créant ainsi des emplois supplémentaires.

Les dépenses de consommation, tant celles des employés directs qu'indirects, incluant les personnes occupant les emplois créés par le gouvernement, devraient résulter en la création d'autres emplois afin de répondre à la demande engendrée par cet argent neuf. On estime que la création des emplois induits représente environ 3800 emplois supplémentaires.

4.1.2.2 Période d'exploitation

Le schéma de la croissance économique devrait demeurer à peu près le même pendant les 27 ans d'exploitation, avec plus de 1 milliard \$US (40 millions \$US par an) excluant les recettes de l'Etat, investi directement dans l'économie locale. Même lorsque la construction sera terminée, il demeurera une demande de matériaux locaux, notamment de calcaire et de charbon. Madagascar possède des sources locales d'approvisionnement pour ces matériaux et l'un des objectifs du projet est de favoriser le développement de ces ressources dans le cadre de cycle de vie du projet. L'Etat malgache commencera aussi à percevoir des impôts sur les sociétés et le paiement de redevances sur la vente de produits, une fois que la production commencera.

Environ 1500 emplois directs permanents, représentant 80 % de l'effectif total du site, seront créés pour des ouvriers locaux au cours des 27 années d'exploitation. Une analyse préliminaire indique que pour chaque emploi direct créé par le projet, quatre emplois supplémentaires, indirects ou induits, seront créés dans d'autres secteurs de l'économie.

4.1.2.3 Avantages durables

Le projet investira de façon importante dans des programmes et activités qui devraient fournir des avantages durables au développement économique à long terme du pays, notamment :

- des programmes d'éducation et de formation (éléments clés du succès du projet)
- des programmes en santé et sécurité et autres programmes sociaux pour aider à fournir un environnement de travail amélioré et un niveau de vie plus élevé à la population malgache
- une meilleure infrastructure par l'amélioration des routes et des voies ferrées, une extension portuaire, le traitement des eaux et des résidus, la mise œuvre de systèmes de communication
- le legs d'une infrastructure (centrale électrique et usines de traitement auxiliaires) qui demeurera et bénéficiera à d'autres projets et industries et servira de fondement à un développement et une croissance futurs

Durant la vie du projet, il est anticipé que les activités du projet stimuleront le développement de l'industrie local ainsi que la croissance économique, tel que la contribution faite par les entreprises malgaches augmentera régulièrement pendant cette période de temps.

4.1.2.4 Autres bénéfiques

Evaluation en cours des bénéfiques additionnels potentiels du projet sur l'économie malgache incluant l'évaluation de :

- des gains en devises étrangers
- la contribution à la croissance économique du pays
- l'impact sur le commerce extérieur
- l'impact sur la production brute de l'industrie manufacturière

4.1.3 Education et Formation Locale

Les programmes fournis par le projet qui sont peut-être les plus importants, du point de vue du développement industriel de Madagascar, sont ceux qui concernent l'éducation et la formation données à la main d'œuvre et aux entreprises locales. Ces programmes constituent l'initiative de « développement des ressources locales par le propriétaire » pour promouvoir la participation

locale au projet, conformément à la politique du projet. Cette politique précise que:

La direction du projet Ambatovy s'engage à maximiser les avantages durables pour la communauté en utilisant une stratégie combinée de développement et d'utilisation des produits, services et main-d'œuvre locaux sans compromettre les objectifs du projet.

Huit millions \$ US seront alloués à la formation en construction et deux millions \$ US à la formation en opérations et maintenance. Des centres de formation seront établis dans les secteurs appropriés pour permettre le recrutement local et fournir une formation dans les qualifications nécessaires.

Les diplômés des programmes (tant les individus que les entreprises) recevront un certificat de compétence et ils seront inscrits dans la base de données des ressources qui sera mise à la disposition de tous les employeurs potentiels. Pendant la durée du projet, on prévoit que 3500 travailleurs participeront à ces programmes et formeront un réservoir de ressources ayant de nouvelles compétences applicables à des projets industriels actuels et futurs. Tous les participants au projet recevront une formation d'orientation sur le projet et une formation de base sur les politiques et procédures en santé et sécurité relatives à leur secteur de travail.

4.1.3.1 Education et formation

Une formation sera donnée dans les domaines de compétences techniques, administratives et générales.

La formation dans les compétences techniques pour la construction et les opérations comprendra :

- Génie Civil – Main d'oeuvre générale et spécialisée
- Palification – Main d'oeuvre générale
- Tuyauterie – Main d'oeuvre générale et spécialisée
- Mécanique - Main d'oeuvre générale et spécialisée
- Structure - Main d'oeuvre générale et spécialisée
- Electricité - Main d'oeuvre générale et spécialisée
- Instrumentation - Main d'oeuvre générale et spécialisée
- Mécaniciens d'équipement

- Opérations des équipements et des usines
- Opérations des chaudières
- Informatique

Compétences administratives :

- Gestion en relations industrielles
- Travail de bureau et de secrétariat
- Pointage
- Sécurité

Compétences générales :

- Nettoyage et entretien de la base vie
- Restauration

4.1.3.2 Le programme de renforcement des capacités locales autour du projet Ambatovy

Le programme de renforcement des capacités est conçu pour permettre aux sociétés locales (quelle qu'en soit l'envergure) de participer au projet. On se concentrera essentiellement sur les petites et moyennes entreprises (PME). Ce programme s'inspire d'une expérience extrêmement fructueuse réalisée dans le cadre d'un projet au Mozambique il y a quelques années, mais il sera adapté pour répondre aux besoins particuliers de Madagascar.

Le programme présentera les avantages suivants :

- Il fournira de nouvelles compétences à la main-d'œuvre locale.
- Il promouvra une formation auprès des PME et agira comme conseiller auprès des PME locales pour leur permettre d'être concurrentielles et de réussir.
- Il encouragera activement le recours aux entrepreneurs locaux.
- Il encouragera activement la création de consortiums entre les entrepreneurs internationaux et locaux (avec l'aide des organismes de développement).
- Il allouera des lots de travaux sélectionnés qui devront être exécutés uniquement par des PME locales.

- Il maximisera les dépenses locales de main-d'œuvre, matériaux et services.

Le programme sera élaboré et géré par le propriétaire avec la coopération et la collaboration du bureau d'étude chargé du contrat ingénierie-achats-construction-gestion; le Service de promotion et de développement des investissements en Afrique (APDF) et les organismes gouvernementaux malgaches appropriés.

Les principaux éléments du programme d'habilitation des PME comprennent :

Formation :

- formation sur les soumissions : comment soumissionner
- formation initiale : comment exécuter des contrats (planification, administration d'un contrat, ingénierie, contrôle de la qualité (CQ), santé, sécurité et environnement (SSE), relations industrielles (RI)
- formation sur demande : AQ/CQ, gestion des entreprises, etc.

Les modules de formation seront écrits et présentés en malgache et seront périodiquement mis à jour.

Mentorat :

- plan de mentorat personnalisé pour les PME individuelles
- mentorat en affaire : financier/commercial
- mentorat technique : aide technique sur les chantiers et hors chantiers, notamment en sécurité, AQ/CQ et RI

4.2 BIENS CULTURELS

Aucun effet combiné ou cumulatif sur les biens culturels n'est prévu.

4.3 OCCUPATION DU SOL

4.3.1 Effets combinés du projet Ambatovy

4.3.1.1 Introduction

Les cinq principales composantes du projet se recoupent, produisant ainsi des effets combinés tels que présentés dans le tableau 4.3-1.

Tableau 4.3-1 Matrice de recouplement des effets du projet concernant l'occupation du sol ^(a)

Composantes du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus miniers	Extension portuaire
Mine		X	X	X	X
Pipeline de pulpe			X	X	X
Usine de traitement				X	X
Parc à résidus miniers					X
Extension portuaire					

^(a) X : Indique un recouplement des effets (effets combinés).

Cellules grisées : ne s'applique pas.

Les effets cumulatifs sur l'occupation du sol sont définis de deux façons. Premièrement, ils sont définis par le fait que plusieurs composantes du projet affectent les mêmes types d'occupation du sol. Il y a au moins une forme d'occupation du sol (c.-à.-d. déblaiement de sols et enlèvement de végétation) qui se recoupe pour des composantes du projet, de façon à ce que toutes les composantes se recoupe sur la base de ce critère. Deuxièmement, le recouplement est défini en termes d'effets sur la population (c.-à.-d. augmentation de densité de population) : le fait qu'une population locale donnée soit affectée par les changements au niveau de l'occupation du sol entraînés par plus d'une composante du projet produit également un effet additif. Sur la base de ce critère, l'extension portuaire, le parc à résidus miniers et l'usine de traitement produisent des effets qui se recoupe. L'effet de recouplement du pipeline aux extrémités est et ouest du tracé sur les populations locales est considéré négligeable.

4.3.1.2 Evaluation des effets combinés du projet

Toutes les composantes du projet contribuent à l'altération des secteurs occupés (déblaiement de sols et enlèvement de végétation). L'altération des régimes hydrologiques occasionne des impacts au site de la mine et au parc à résidus miniers, mais ils ne sont pas additifs du fait qu'ils affectent uniquement les bassins versants immédiatement en aval.

L'usine de traitement, le parc à résidus miniers et l'extension portuaire contribueront au changement au niveau des occupants du sol (augmentation de la densité de la population) dans certains secteurs à proximité des composantes du projet, surtout près de l'usine de traitement. Dû à la perte de territoire (agricole) dans la région, et à l'accroissement de la population, la pression sur l'occupation du sol augmentera.

Altération des sols et de la végétation

Les effets combinés de toutes les composantes du projet sur des types d'occupation du sol spécifiques sont quantifiés dans le tableau 4.3-2.

Tableau 4.3-2 Superficies affectées en fonction du type d'occupation du sol, pour tous les secteurs d'étude combinés

Occupation du sol	Zone à l'intérieur du secteur local d'étude (conditions de référence) (ha)	Zone affectée (ha)	Proportion de zone affectée dans le secteur local d'étude (%)
Bosquets littoraux résiduels	166	29	17
Forêt azonale/de transition et broussaille	2833	1303	46
Forêt zonale primaire et bordure de marais	5927	336	6
Forêt zonale primaire dégradée	8018	108	6
Agroforesterie/forêt secondaire	66	27	41
Plantation	2190	47	2
Terre boisée	44	4	10
Cordon de dune littoral	231	3	13
Savanes arbustives et prairies côtières	837	223	27
Rizières	686	65	9
Savane arbustive/couverture herbacée/pâturage	3038	90	3
Matrice de tavy	34 644	1883	5
Zone de village/urbaine	514	15	3
Zones humides	1381	34	2
Couloir d'accès (route/rail)	29	15	50

Tableau 4.3-2 Superficies affectées en fonction du type d'occupation du sol, pour tous les secteurs d'étude combinés (suite)

Occupation du sol	Zone à l'intérieur du secteur local d'étude (conditions de référence) (ha)	Zone affectée (ha)	Proportion de zone affectée dans le secteur local d'étude (%)
Industrie (bâtiments ou zone d'exploration)	21	3	14
Canal	38	0	0
Carrière	15	1	7
Rivière/plan d'eau	200	0	0
Etang saisonnier	5	4	80
total	60 883^(a)	4191^(b)	7

^(a) Petite variation par rapport à l'évaluation environnementale concernant la biologie terrestre du fait de la superficie plus grande de la zone le long du corridor de la conduite de prise d'eau.

^(b) A cause de l'arrondi, il est possible que les totaux ne correspondent pas exactement aux valeurs attendues.

La plus grande superficie d'occupation du sol affectée par le projet est la matrice de tavy, qui est aussi le principal type d'occupation du sol affecté, à la fois par le parc à résidus et par le pipeline de pulpe. Plusieurs des types d'occupation du sol indiqués dans le tableau 4.3-2 ont une importance mineure pour les occupants du sol, mais les plus importants sont:

- 27 ha d'agroforesterie et de forêts secondaires affectées
- 51 ha de plantations et de terres boisées affectées
- 65 ha de rizières affectées
- 15 ha de zones villageoises ou urbaines affectées
- 3 ha de zones industrielles affectées

Considérée sur la base de la superficie totale de ces types d'occupation du sol par rapport à la région élargie occupée par le projet, les effets du projet sont en général peu importants. Cependant, parce que les populations sont généralement pauvres et auront du mal à trouver de nouveaux espaces de qualité à occuper, les effets devraient être considérés sur la base des impacts aux individus, qui peuvent s'avérer élevés dans certains cas. Les effets sociaux sont traités dans les sections de l'EIE relatives aux aspects socio-économiques et dans la section 4.3 du volume G.

Effets des changements au niveau de la population sur l'occupation du sol

Le projet entraînera l'immigration interne d'un nombre considérable de personnes dans le secteur local d'étude et les zones environnantes. De ce fait, il peut y avoir une augmentation de pression sur les zones résidentielles, et les zones destinées à l'agriculture et à la coupe forestière pour le charbon de bois ou le bois d'œuvre. A son tour, cette tendance peut potentiellement avoir des impacts sociaux sur les occupants d'origine et les nouveaux occupants du sol. Ces sujets sont traités dans la section sur les aspects socio-économiques (volume G, section 4.1).

4.3.2 Effets cumulatifs avec d'autres projets et activités

4.3.2.1 Introduction

Le secteur d'étude de l'occupation du sol pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels du projet avec d'autres projets et activités comprend toutes les zones au sein des secteurs locaux d'étude terrestre de tous les sites du projet.

Le projet a le potentiel de se recouper avec les projets et activités suivants pour affecter l'occupation du sol:

- La déforestation due à l'exploitation forestière et le tavy se recoupe avec les effets de la mine et du pipeline de pulpe sur le marais de Torotorofotsy.
- Le projet régional de compensation par la création de puits de carbone a des implications sur l'occupation du sol, qui se recouperont avec les effets du pipeline de pulpe.
- L'accroissement de la population à Moramanga due à d'autres projets se recoupe avec les effets de la mine, faisant en sorte qu'un plus grand nombre de personnes sont susceptibles de faire des visites touristiques dans les aires protégées avoisinantes.
- L'accroissement de la population à Toamasina due à des projets industriels en cours se recoupe avec les effets de l'usine de traitement, du parc à résidus miniers et de l'extension portuaire, faisant en sorte qu'un plus grand nombre de personnes sont susceptibles de faire des visites touristiques dans les aires protégées avoisinantes.
- Les projets industriels en cours à Toamasina, dont le port sec, la route d'accès au port sec, et le terminal de Logistique Pétrolière verront la conversion de l'occupation de certaines terres en un usage industriel.

4.3.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

La déforestation dans le secteur de la mine et du pipeline de pulpe se fait actuellement à un taux d'environ 1% par an. Le projet contribuera à cet effet à court terme, mais grâce aux mesures d'atténuation, y compris les mesures de gestion forestière, la protection de zones de végétation azonale spécifiques, la réhabilitation de la forêt le long du pipeline, ainsi que la mise en œuvre du projet de puits de carbone, le projet ne devrait pas causer des impacts cumulatifs additionnels avec le tavy et les activités d'exploitation forestière existantes. Ainsi, les effets cumulatifs du projet avec la déforestation existante, sur les utilisateurs de la forêt seront négligeables.

Le projet régional de puits de carbone fera la promotion de la reforestation au sein du corridor Mantadia-Zahamena, y compris dans les zones le long du tracé du pipeline proposé. La reforestation, dans le secteur du projet de puits de carbone et le long du tracé du pipeline, favorisera certains types d'occupation du sol (usage de produits forestiers autres que le bois et autres initiatives durables), tout en décourageant d'autres types d'occupation du sol, tels que le tavy. Les effets cumulatifs de ces projets devraient en général être positifs mais peuvent avoir des effets négatifs sur certains occupants du sol.

L'accroissement de la population dans la région de Moramanga et Toamasina dû aux autres projets est difficile à prévoir pour la durée du projet, mais on prévoit néanmoins qu'il sera relativement faible si l'on se réfère aux autres projets connus à ce jour. Ces changements produiront des effets positifs et négatifs au niveau de l'occupation du sol; les pressions s'intensifieront et la valeur des produits agricoles augmentera. Certains occupants du sol peuvent prétendre à des revenus plus élevés dans ces conditions, mais les terres peuvent être dégradées si la pression au niveau de l'occupation du sol s'avérait excessive près de ces centres urbains.

Les projets industriels près de Toamasina, y compris le port sec, la nouvelle route d'accès à Toamasina, et le terminal de Logistique Pétrolière récupéreront des terrains pour de nouvelles utilisations industrielles; cependant, les terres affectées sont déjà désignées à usage industriel et ne sont pas beaucoup utilisées pour d'autres types d'usages. Logistique Pétrolière (2005) prévoit un impact négligeable de son projet sur l'occupation du sol. Les effets cumulatifs du fait de ces aménagements devraient être négligeables.

4.3.3 Conclusions

Il y a deux effets combinés occasionnés par les composantes du projet : les effets combinés sur des types d'occupation du sol spécifiques, et les effets combinés du changement au niveau de la population provoqués par les multiples composantes du projet, affectant un centre urbain principal, Toamasina. Les effets combinés sur l'occupation du sol comprennent 27 ha d'agroforesterie et de forêts secondaires, 51 ha de plantations et de terres boisées, 65 ha de rizières et 15 ha de zones villageoises ou urbaines. Les effets peuvent s'avérer importants au niveau local et sont traités en terme d'impacts résiduels dans les sections de l'EIE portant sur les aspects socioéconomiques. Les effets combinés sur le changement de la population à Toamasina entraîneront des pressions supplémentaires sur l'occupation du sol, mais l'étendue de cet impact est difficile à définir.

Les principaux effets cumulatifs du projet et d'autres activités planifiées et prévisibles sont l'accroissement de la population dans les régions de Moramanga et Toamasina. L'intensité de l'impact cumulatif est prévue d'être faible à en juger par les autres projets connus à ce jour. Ces changements produiront des effets positifs et négatifs pour les occupants du sol.

4.4 SANTE HUMAINE ET ECOLOGIQUE

4.4.1 Effets combinés du projet Ambatovy sur la santé

4.4.1.1 Introduction

Cette section présente les évaluations des effets cumulatifs des composantes individuelles du projet Ambatovy (le projet) sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique en raison des changements associés aux substances chimiques présentes dans l'eau et l'air.

Les effets cumulatifs sur la santé de la faune et de la flore terrestres sont évalués aux sections 3.1 et 3.2 du volume G; les effets cumulatifs sur les poissons et les ressources aquatiques en raison des changements physiques (tels que les changements à l'hydrologie et à la sédimentation des rivières) sont présentés à la section 3.3. du volume G.

Les effets combinés potentiels de la mine, du pipeline de pulpe, de l'usine de traitement et du parc à résidus sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique sont identifiés au tableau 4.4-1.

Tableau 4.4-1 Matrice de recouplement des effets des composantes du projet concernant la santé humaine et/ou la qualité du milieu aquatique ^(a)

Composante du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
Mine		X	-	-	n/e
Pipeline de pulpe			X	X	n/e
Usine de traitement				X	n/e
Parc à résidus					n/e
Extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

n/e Non évalué dans cette section. Une évaluation des effets cumulatifs séparés a été complétée pour le milieu marin au volume G, section 2.10.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

La base de la prévision du recouplement des effets combinés sur la santé dans la matrice ci-dessus est le recouplement dans l'espace et la cooccurrence des changements concernant la qualité de l'environnement. Ainsi, l'emplacement et la distance à laquelle se situe un agent stressant (p. ex. contaminant de l'eau ou de l'air) par rapport à une composante du projet (telle que la mine) forment la base fondamentale de cette matrice. Par exemple, les effets potentiels sur la santé en raison des changements de la qualité de l'air ou de l'eau dans le secteur de la mine ne recouperont pas les effets potentiels sur la santé dans le secteur de l'usine de traitement ou du parc à résidus puisque ces composantes du projet ne sont pas suffisamment près pour avoir des impacts cumulatifs sur la qualité des mêmes ressources atmosphériques et hydriques (volume G, sections 2.4 et 2.9).

La qualité de l'eau et des sédiments des plans d'eau affectés par le pipeline de pulpe pourrait être également touchée par les activités du projet de la mine, de l'usine de traitement ou du parc à résidus (volume G, section 2.9). L'influence des effets cumulatifs de la qualité de l'eau et des sédiments sur la vie humaine et aquatique est discutée à la section 4.4.1.2.

Puisque le pipeline de pulpe n'aura aucun effet sur la qualité de l'air (volume G, section 2.4), les effets cumulatifs sur la santé en raison des activités combinées des composantes du pipeline et des autres composantes du projet ne surviendront probablement pas et ainsi ne seront pas évalués plus en détail.

Les changements de la qualité de l'eau et des sédiments causés par le parc à résidus peuvent se combiner avec le même type de changements occasionnés par

les activités du site de l'usine de traitement (volume G, section 2.9). Ces effets combinés sur la qualité de l'eau peuvent avoir des impacts cumulatifs sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique; ceci est discuté à la section 4.4.1.3.

4.4.1.2 Effets combinés du pipeline de pulpe et de la mine, du parc à résidus ou de l'usine de traitement sur la santé

Bien que les agents stressants inhérents au pipeline de pulpe qui affectent la qualité de l'eau et des sédiments puissent recouper les agents stressants de la mine, de l'usine de traitement ou du parc à résidus, les effets combinés sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique de ces agents stressants cumulatifs seront négligeables, selon les prévisions, en raison de:

- impacts négligeables sur la santé dus aux changements de la qualité de l'eau occasionnés par le pipeline de pulpe (volume C, section 5.4)
- impacts faibles à négligeables sur la santé dus aux changements de la qualité de l'eau de la majorité des nœuds d'évaluation en aval du secteur d'étude de la mine, du parc à résidus et de l'usine de traitement (section 5.4 des volumes B, D et E)
- dilution additionnelle de la concentration des substances prévue en aval des secteurs locaux d'étude de la mine, de l'usine de traitement et du parc à résidus et diminution conséquente des risques sur la santé en aval

4.4.1.3 Effets combinés du parc à résidus et de l'usine de traitement sur la santé

Il est prévu que les effets combinés sur la qualité de l'eau du parc à résidus et de l'usine de traitement auront des effets négligeables sur la santé humaine et du biote aquatique en raison de :

- impacts faibles à négligeables sur la santé dus aux changements de la qualité de l'eau de la majorité des nœuds d'évaluation en aval du secteur du parc à résidus (volume E, section 5.4)
- impacts négligeables sur la santé dus aux changements de la qualité de l'eau dans le secteur de l'usine de traitement (volume D, section 5.4)
- dilution additionnelle de la concentration des substances prévue en aval des secteurs locaux d'étude de l'usine de traitement et du parc à résidus et diminution conséquente des risques sur la santé en aval

4.4.2 Effets cumulatifs sur la santé avec les autres projets et activités

4.4.2.1 Introduction

Le secteur d'étude pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique pour le projet Ambatovy et les autres activités est défini par un rayon de 100 km autour de chacune des composantes du projet. Cela est compatible avec les secteurs utilisés pour évaluer les effets cumulatifs de la qualité de l'eau et de l'air et devrait saisir la portée spatiale des effets cumulatifs potentiels.

Les projets et les futures activités qui pourraient s'ajouter aux agents stressants du projet Amabatovy comprennent :

- les impacts de la mine de graphite d'Andasibe sur les eaux de surface en combinaison avec les activités de la mine et du pipeline de pulpe du projet Ambatovy
- la déforestation due à l'exploitation forestière et à l'agriculture sur tavy dans la zone de Mantadia-Zahamena et les changements conséquents de la qualité de l'eau qui seraient cumulatifs avec ceux des activités de la mine et du pipeline de pulpe
- l'expansion du réseau ferroviaire Madarail et du réseau routier et les changements conséquents de la qualité de l'eau qui seraient cumulatifs avec ceux des activités le long du pipeline de pulpe
- les émissions atmosphériques de la collectivité et des industries de Toamasina qui seraient cumulatives avec les émissions atmosphériques de l'usine de traitement

Les effets cumulatifs potentiels sur la santé entre chacune des activités et projets ci-haut mentionnés et le projet Ambatovy sont évalués dans les sections suivantes.

4.4.2.2 Evaluation des effets cumulatifs sur la santé

Mine de graphite d'Andasibe

Aucun changement cumulatif de la qualité de l'eau ou des sédiments n'est prévu entre la mine de graphite et le secteur de la mine du projet Ambatovy (se référer au volume G, section 2.9); en conséquence, aucun effet cumulatif sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique n'est prévu.

Les effets cumulatifs potentiels sur la qualité de l'eau de la mine de graphite et du pipeline de pulpe sont reliés à l'accroissement de la concentration de matières solides en suspension dans les plans d'eau récepteurs et sont discutés aux sections 2.9 et 3.3 du volume G.

Déforestation, réseau routier et réseau Madarail

Les changements des quantités et de la qualité de l'eau de ruissellement dus à la déforestation dans la zone de Mantadia-Zahamena pourraient recouper les changements de la qualité des sédiments et de l'eau causés par les activités de la mine. Cependant, les changements cumulatifs prévus de la qualité de l'eau et des sédiments sont négligeables (section 2.9, volume G). Ainsi, il est peu probable que des effets cumulatifs sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique ne surviennent en raison des émissions combinées dans les plans d'eau causées par la déforestation et la mine du projet Ambatovy.

La déforestation et les expansions des réseaux ferroviaire et routier pourraient s'ajouter aux changements dans la qualité de l'eau en raison du pipeline de pulpe. Ces changements sont reliés à l'accroissement potentiel de la concentration de matières solides en suspension et sont traités aux sections 2.9 et 3.3 du volume G.

Emissions de la collectivité et des industries de Toamasina

Aucun effet sur la santé humaine n'est prévu dans le secteur d'étude local compte tenu plus spécifiquement des émissions à court ou à moyen terme du site de l'usine de traitement (section 5.4, volume D). Cependant, les émissions atmosphériques de la ville de Toamasina et du dépôt pétrolier projeté de Logistique Pétrolière peuvent avoir des effets cumulatifs avec les émissions atmosphériques de l'usine de traitement sous certaines conditions atmosphériques. Des vapeurs d'hydrocarbures (généralement très faibles associées aux pertes par les événements de respiration des réservoirs) seront libérées des opérations des installations de Logistique Pétrolière (Logistique Pétrolière, 2005). Ces émissions combinées peuvent affecter collectivement la qualité de l'air à laquelle les personnes seront exposées dans le secteur local d'étude de l'usine de traitement. Les émissions atmosphériques de Toamasina n'ont pas été quantifiées (volume G, section 2.4). Un impact cumulatif résiduel sur la santé humaine n'a pas été déterminé. Tel que noté ailleurs, la consultation auprès des parties prenantes sera continue. La surveillance de la qualité de l'air hors site sera effectuée relativement aux opérations de l'usine (volume D, section 3.3).

4.4.3 Conclusions

Un potentiel d'impacts combinés sur la santé et/ou la qualité du milieu aquatique pour les composantes du projet suivantes a été identifié :

- le pipeline de pulpe et la mine, le parc à résidus et l'usine de traitement
- l'usine de traitement et le parc à résidus

L'évaluation des effets combinés potentiels sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique en raison des changements de la qualité de l'eau et des sédiments entre ces composantes du projet indique que les effets cumulatifs seront négligeables.

La mine de graphite d'Andasibe, la déforestation futur, le développement futur du réseau Madarail et l'expansion du réseau routier ont été identifiés comme des sources potentielles de substances chimiques dans les ressources en eau qui peuvent contribuer aux effets cumulatifs sur la santé humaine et la qualité du milieu aquatique du projet Ambatovy. L'analyse qualitative des effets cumulatifs potentiels suggère que ces effets seraient négligeables.

Les émissions de la collectivité et des industries de Toamasina peuvent éventuellement se combiner aux émissions atmosphériques de l'usine de traitement et affecter collectivement la qualité de l'air à laquelle les êtres humains peuvent être exposés. Les émissions atmosphériques de Toamasina n'ont pas été quantifiées; ainsi, les impacts cumulatifs sur la santé humaine n'ont pas été déterminés. La consultation et la surveillance seront continues durant la phase d'exploitation afin de s'assurer que les conditions ambiantes locales rencontrent les critères de la Banque mondiale ou sont meilleures que ceux-ci.

4.5 TRAFIC

4.5.1 Effets combinés du projet Ambatovy

4.5.1.1 Introduction

Les cinq principales composantes du projet se recoupent pour produire des effets combinés tel qu'indiqué au tableau 4.5-1.

Tableau 4.5-1 Matrice du recouplement des effets du projet concernant le trafic ^(a)

Composante du projet	Mine	Pipeline de pulpe	Usine de traitement	Parc à résidus	Extension portuaire
Mine		X	-	-	-
Pipeline de pulpe			X	X	-
Usine de traitement				X	-
Parc à résidus					-
Extension portuaire					

^(a) X Indique un recouplement des effets (effets combinés).

- Indique l'absence d'effets cumulatifs.

Cellules grisées : ne s'applique pas.

Le recouplement des effets en termes de trafic surviendra lorsque plus d'une composante du projet entraînera l'augmentation du trafic sur la même route. L'augmentation des niveaux de trafic sera observée sur la Route Nationale 2 (RN2) entre Toamasina et Moramanga en raison de la construction de la mine et du pipeline de pulpe (phase de construction seulement). Le trafic accru sur la section de la RN 2 immédiatement à la sortie de Toamasina surviendra à la fois en raison de l'usine de traitement et du parc à résidus, en plus du trafic qui se destine vers Moramanga.

Evaluation des effets combinés du projet

Les changements du trafic sur la pleine longueur de la RN 2 entre Toamasina et Moramanga sont résumés au tableau 4.5-2. Le tableau traite de la période de construction de la mine et du pipeline, qui se combine pour créer l'augmentation la plus forte du volume de trafic le long de cette route comparé au reste de la vie du projet (exploitation). Aucun effet combiné important du trafic ne surviendra après la construction. L'augmentation totale prévue du trafic prend essentiellement la forme de camions de transport et totalise environ 3 % des volumes de trafic existant (considérant les véhicules à quatre roues ou plus seulement).

Tableau 4.5-2 Changements du trafic durant la phase de construction : pleine longueur de la Route Nationale 2 (en semaine)

Type de trafic	Conditions de référence ^(a)	Augmentation due au pipeline	Augmentation due à la mine	Augmentation totale (% du niveau de référence)
Voitures particulières	243	0	0	0 %
Autobus/ transports de personnes	212	2	0	1 %
Transports de marchandises	647	10	32	6 %
total	1102	12	32	3 %

Note : Tous les chiffres sont indiqués sur la base du nombre d'allers simples.

^(a) Niveaux de référence des jours de semaine; les chiffres du week-end sont similaires et les impacts ne différeront pas sensiblement entre les week-ends et les jours de semaine.

Les changements dans le trafic sur la RN 2 entre Toamasina et l'accès à l'usine de traitement sont résumés aux tableaux 4.5-3 et 4.5-4. Le tableau 4.5-3 traite de la période de construction du projet et le tableau 4.5-4, de la phase d'exploitation. L'augmentation du trafic (considérant les véhicules à quatre roues ou plus seulement) totalise environ 11% lors de la phase de construction et 7% lors de la phase d'exploitation.

Tableau 4.5-3 Changement dans le trafic, phase de construction : Route Nationale 2 près de Toamasina (en semaine)

Type de trafic	Conditions de référence ^(a)	Augmentation due au pipeline	Augmentation due à la mine	Augmentation due à l'usine et au parc à résidus	Augmentation totale (% du niveau de référence)
Voitures particulières	326	0	0	20	6 %
Autobus/ transports de personnes	204	2	0	32	17 %
Transports de marchandises	319	10	32	0	13 %
total	849	12	32	52	11 %

Note : Tous les chiffres sont indiqués sur la base du nombre d'allers simples.

^(a) Niveaux de référence des jours de semaine; les chiffres du week-end sont similaires et les impacts ne différeront pas sensiblement entre les week-ends et les jours de semaine.

Tableau 4.5-4 Changements dans le trafic, phase d'exploitation : Route Nationale 2 près de Toamasina (en semaine)

Type de trafic	Conditions de référence ^(a)	Augmentation due à la mine	Augmentation due à l'usine et au parc à résidus	Augmentation totale (% du niveau de référence)
Voitures particulières	326	0	20	6 %
Autobus/ transports de personnes	204	0	28	14 %
Transports de marchandises	319	8	0	3 %
Total	849	8	48	7 %

Note : Tous les chiffres sont indiqués sur la base du nombre d'allers simples.

^(a) Niveaux de référence des jours de semaine cotés; les chiffres du week-end sont similaires et les impacts ne différeront pas sensiblement entre les week-ends et les jours de semaine.

Les augmentations des volumes de trafic auront des effets sur la congestion routière, les taux d'accidents, le bruit, la vibration et les émissions des véhicules. Ces phénomènes accrus seront tous approximativement proportionnels au pourcentage d'augmentation des volumes de trafic indiqués au tableau 4.5-4. Les effets un peu plus élevés sur la congestion, les émissions et la vibration peuvent survenir en raison de la taille des véhicules (gros camions et autobus) utilisés dans le cadre du projet qui sont généralement plus gros que la moyenne des véhicules circulant actuellement sur la route. Cependant, les pourcentages d'augmentation des taux d'accidents devraient être maintenus au-dessous des taux d'augmentation du volume de trafic grâce à un programme de formation en conduite automobile et d'entretien des véhicules qui les rendra plus sécuritaires que les véhicules moyens présentement sur la route.

Au total, le long de la RN 2, l'augmentation des accidents a été estimée à moins de un par année en raison du trafic généré par l'usine de traitement; à deux par année en raison du trafic généré par le pipeline (période de construction seulement); et à deux accidents en raison du trafic généré par la mine, pour une augmentation combinée totale d'environ cinq accidents par année sur la pleine longueur de la RN 2 durant la période d'impact maximal (avant les mesures d'atténuation). Des codes de conduite stricts seront établis et des programmes de formation seront offerts aux conducteurs à l'emploi du projet et les véhicules seront maintenus en bon état afin de maximiser la sécurité du trafic du projet et de réduire les taux d'accidents.

4.5.2 Effets cumulatifs avec les autres projets et activités

4.5.2.1 Introduction

Le secteur d'étude du trafic pour l'évaluation des effets cumulatifs potentiels entre le projet et les autres projets et activités comprend la RN 2 entre Antananarivo, Moramanga et Toamasina, la RN 44 entre Moramanga et la route d'accès à la mine, la route d'accès direct entre l'usine de traitement et le port, et les voies ferroviaires entre Antananarivo, Moramanga et Toamasina.

4.5.2.2 Evaluation des effets cumulatifs

Le projet peut provoquer des effets cumulatifs en raison du trafic accru en combinaison avec d'autres projets existants et prévus tels qu'énumérés au tableau 4.5-5. En ce qui concerne les autres projets, le nombre de véhicules n'est pas connu, mais la contribution au volume de trafic de chacun des projets additionnels semble relativement faible.

Tableau 4.5-5 Effets cumulatifs le long des routes de circulation utilisées dans le cadre du projet

Route	Projets contribuant au trafic
RN 2 (Antananarivo – Moramanga)	Projet Ambatovy Projet des pôles intégré de croissance d'Antananarivo et développement général Exploration à Londokomanana (nickel-cobalt)
RN 2 (Moramanga – Toamasina)	Projet Ambatovy Terminal de Logistique Pétrolière Mines de graphite d'Andasibe et de Brickaville Scieries de la région d'Andasibe
RN 44 (Moramanga – route de la mine)	Projet Ambatovy Mines de chrome à Bemanevika et à Andriamena Exploration à Londokomanana (nickel-cobalt) Trafic agricole
Port – route d'accès direct à l'usine	Projet Ambatovy Terminal de Logistique Pétrolière Trafic du port sec Développement de la zone industrielle au sud de Toamasina
Chemin de fer (Antananarivo-Toamasina ou tout segment correspondant)	Projet Ambatovy Terminal de Logistique Pétrolière Terminal Projet de chrome de Morarano Augmentation du volume de marchandises du port de Toamasina Projet de pôle intégré de croissance d'Antananarivo et développement général

Il est prévu que le plus grand effet cumulatif des projets survienne le long de la nouvelle route d'accès direct entre le port et l'usine de traitement. Plusieurs projets présentent une probabilité relativement élevée d'utiliser cette route pour des volumes de trafic substantiels, dont le projet Ambatovy, le terminal de Logistique Pétrolière et le projet de port sec. Cumulativement, ces installations entraîneront une augmentation substantielle du trafic à la fois sur le segment de la route passant par Toamasina (qui est présentement congestionné) et sur celle qui se trouve au sud de Toamasina (qui est actuellement un chemin de terre peu utilisé). Cet impact cumulatif sera atténué principalement par l'amélioration de la route.

De plus, les mesures d'atténuation supplémentaires suivantes seront utilisées :

- limites de vitesse
- procédures pour les véhicules surdimensionnés – véhicule de tête
- feux de circulation, au besoin
- passages à niveau contrôlés au besoin
- coopération avec l'industrie afin de formuler un plan de gestion du trafic

4.5.3 Conclusions

Les composantes du projet produiront des effets combinés le long de la RN 2 entre Moramanga et Toamasina; les effets combinés les plus importants seront observés sur le segment de la RN 2 de Toamasina à la route d'accès à l'usine de traitement durant la phase de construction, lorsque des volumes additionnels proviendront du trafic pour la mine, le pipeline, l'usine de traitement et le parc à résidus. Les impacts combinés entraîneront des augmentations de 6% pour les automobiles, 17% pour le transport de personnes /autobus et 13% pour le trafic de camions le long de ce segment de la route.

Le projet contribuera au trafic le long de la RN 2, de la RN 44, d'une nouvelle route d'accès entre le port et l'usine de traitement, de nouvelles routes d'accès au pipeline et au parc à résidus et des lignes de chemin de fer entre l'usine de traitement et le port. Dans les limites des villes de Moramanga et de Toamasina, le projet contribuera à l'augmentation des niveaux de trafic urbain. Dans chaque cas, les autres projets et le développement général contribueront à la croissance cumulative. L'intensité des impacts cumulatifs est difficile à prévoir sur la durée de vie du projet, mais semble relativement faible selon les autres projets connus à l'heure actuelle, sauf le long de la route d'accès direct entre le port et l'usine. Plusieurs nouveaux projets contribueront au trafic le long de cette route qui est actuellement très peu utilisée, causant ainsi un impact faible à moyen sur le trafic

et des effets sociaux de niveau similaire sur les résidents le long de la route, après la mise en œuvre des mesures d'atténuation.

Les effets sociaux des changements sur les volumes de trafic en ce qui concerne les impacts résiduels directs sur la population sont discutés dans les sections sur les aspects socio-économiques de l'EIE.