NEHO

Nouvelle Energie Hydroélectrique de l'Onive

Madagascar
Aménagement hydroélectrique de Sahofika

Étude d'Impact Environnemental et Social

Date: 14.07.2019

Version: D

TRAÇABILITE

Version	Date	Commentée par	Statut
A	21.04.2019		Revue interne
B	28.04.2019	SPV	1ère version partagée avec l'ONE et les bailleurs
C	03.07.2019	Toutes parties prenantes	Version révisée après consultations publiques, soumise à l'ONE et partagée avec les bailleurs
D	14.07.2019	ONE	Chapitre 9 et 10 restructurés

ABREVIATIONS

ADER	Agence de Développement de l'Electrification Rurale
BAfD	Banque Africaine de Développement
BIF	Birao Ifoton'ny Fananan-tany (Guichet Foncier Communal)
BCC	Bief court-circuité
CF	Certificat Foncier
CLP	Comités Locaux du Parc
CNaPS	Caisse Nationale de Prévoyance Sociale
DREEF	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Écologie et des Forêts
EIES	Etude d'Impact Environnementale et Sociale
FDHMA	Forêt dense humide de moyenne altitude
FTM	Foibe Tao-Tsaritan'i Madagasikara (Institut Géographique et Hydrographique National)
GCF	Gestion Contractualisée des Forêts
GES	Gaz à Effet de Serre
IAR	Indice d'Abondance Relative
INSTAT	Institut National de la STATistique
MEEF	Ministère de l'Environnement, de l'Écologie et des Forêts
MGA	Ariary (monnaie de Madagascar - 1 Euro équivaut à 4000 MGA)
MIT	Moyen Intermédiaire de Transport
MNP	Madagascar National Parks
MST	Maladie Sexuellement Transmissible
NAP	Nouvelle Aire Protégée
NP	Normes de Performance (de la SFI)
PAG	Plan d'Aménagement et de Gestion
PAGOSE	Projet d'Amélioration de la Gouvernance et des Operations dans le Secteur de l'Electricité
PDMC	Plan de Développement de l'Electricité au Moindre Coût
PNM	Parc National de Marolambo
SFI	Société Financière Internationale
SGES	Système de Gestion Environnemental et Social
SL	Sylve à Lichen
TF	Titre Foncier
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
VOI	VOndrona Ifototra (structure locale pour la gestion de la forêt dans le cadre d'une GCF)

ZICO	Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux

LEXIQUE DES TERMES MALGACHES UTILISES

Fady	Interdit ou tabou
Fokontany	Division administrative après la commune (équivalent d'un Quartier)
Koloala	Concept de l'Administration forestière pour les sites de gestion forestière durable dont l'attribution de permis d'exploitation se fait par voie d'adjudication
Lavaka	Profondes excavations ovoïdes aux parois très abruptes, façonnées dans les altérites de roches cristallines et métamorphiques par les eaux de ruissellement et les sous-écoulements
Mangidy	Remède naturel et traditionnel préparé à base de plante médicinale, sous forme de thé
Mofo Gasy	Gâteau préparé à base de farine de riz, spécifique de Madagascar
Savoka	Formation forestière secondaire
Tanety	Terme malgache faisant référence aux collines à sols ferralitiques
Tavy	Culture sur brûlis
Toaka gasy	Rhum local, préparé à base de canne à sucre
Varamba	Sorte de chariot composé d'une plate-forme montée sur un système ingénieux de roulettes qui sert à transporter (sacs de riz, . ..), et poussé à la main.
Voly avotra	Culture de secours (cultures à contre-saison pour les scientifiques)
VOI (Vondron'Olona Ifotony)	Communauté locale de base ou communauté de base (COBA) au niveau d'une ou des circonscriptions administratives (Fokontany)

SOMMAIRE

INTRODUCTION **15**

1 DESCRIPTION DU PROJET **16**

1.1 OBJECTIF DU PROJET **16**
1.2 ORGANISATION DU PROJET **16**
1.2.1 CONCESSIONNAIRE 16
1.2.2 ETUDES DETAILLEES ET CONSTRUCTION 17
1.2.3 TRANSMISSION ET DISTRIBUTION DE L'ELECTRICITE PRODUITE 17
1.2.4 EMPLOI 17
1.3 LOCALISATION ET ACCES **17**
1.4 COMPOSANTES DU PROJET ET PHASAGE **18**
1.4.1 ACTIVITES PREALABLES 18
1.4.2 INFRASTRUCTURES PERMANENTES 19
1.4.3 INFRASTRUCTURES TEMPORAIRES 31
1.4.4 TECHNIQUES DE CONSTRUCTION 35
1.4.5 CALENDRIER DE REALISATION 36
1.5 MISE EN EAU ET MISE EN SERVICE **37**
1.5.1 REMPLISSAGE DU RESERVOIR 37
1.5.2 TESTS 37
1.6 EXPLOITATION **38**
1.6.1 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE L'AMENAGEMENT 38
1.6.2 FONCTIONNEMENT DU RESERVOIR 39
1.6.3 GESTION DES SEDIMENTS 40
1.7 ZONE D'INFLUENCE DU PROJET **40**

2 ANALYSE DES ALTERNATIVES **42**

2.1 CONTEXTE ENERGETIQUE NATIONAL **42**
2.1.1 ACCES A L'ELECTRICITE 42
2.1.2 POLITIQUE ENERGETIQUE DE MADAGASCAR 42
2.1.3 STRATEGIES DES BAILLEURS 43
2.2 ALTERNATIVE "PAS DE PROJET" **43**
2.3 ALTERNATIVES A L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE SAHOFIKA **44**
2.3.1 NATURE DES ALTERNATIVES ENVISAGEES 44
2.3.2 RENOUVELABLE - SOLAIRE 44
2.3.3 RENOUVELABLE - EOLIEN 46
2.3.4 RENOUVELABLE - HYDROELECTRIQUE 47
2.3.5 AUTRES RENOUVELABLES - BIOMASSE, GEOTHERMIE ET OCEANS 51
2.3.6 NON-RENOUVELABLE (THERMIQUE) 51
2.4 COMPARAISON DES ALTERNATIVES **52**
2.5 CONCLUSION DE L'ETUDE DES ALTERNATIVES **53**
2.6 OPTIMISATION DE L'AMENAGEMENT ET MINIMISATION DES IMPACTS **53**
2.6.1 BARRAGE, CHEMINS D'EAU ET USINE HYDROELECTRIQUE 53
2.6.2 IMPLANTATION DES INFRASTRUCTURES LINEAIRES PERMANENTES 54
2.6.3 IMPLANTATION DES INFRASTRUCTURES TEMPORAIRES OU PERMANENTES NON DEFINIES 57
2.6.4 MODE OPERATOIRE ET DEBIT RESERVE 58
2.6.5 MESURES D'ATTENUATION 58

3 CADRE REGLEMENTAIRE ET LEGISLATIF **60**

3.1 CADRE NATIONAL **60**
3.1.1 LEGISLATION ENVIRONNEMENTALE 60
3.1.2 LEGISLATION SOCIALE 61
3.1.3 ACTEURS INSTITUTIONNELS 64
3.1.4 PERMIS ET AUTORISATIONS 65
3.2 CADRE INTERNATIONAL **65**
3.2.1 TRAITES ET CONVENTIONS POUR LA PROTECTION SOCIALE 65
3.2.2 TRAITES ET CONVENTIONS POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT 66

3.3 STANDARDS INTERNATIONAUX ... 67
3.3.1 NORMES DE PERFORMANCE DE LA SFI ... 67
3.3.2 SYSTEME DE SAUVEGARDES INTEGRE DE LA BAD ... 68

4 ÉTAT DES LIEUX ... 69

4.1 CADRE PHYSIQUE ... 69
4.1.1 RELIEF ET GEOGRAPHIE ... 69
4.1.2 GEOLOGIE ET SOLS ... 70
4.1.3 CLIMAT ... 73
4.1.4 COURS D'EAU ET HYDROLOGIE ... 76
4.1.5 QUALITE DES EAUX ET DES SEDIMENTS ... 77
4.1.6 TRANSPORT SOLIDE ... 81
4.1.7 QUALITE DE L'AIR ... 83
4.1.8 BRUIT ... 83
4.2 CADRE SOCIAL ... 86
4.2.1 ZONE D'ETUDE ... 86
4.2.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE ... 89
4.2.3 LES ETHNIES « MERINA » ET « BETSIMISARAKA » ... 92
4.2.4 POPULATION ET DYNAMIQUE DEMOGRAPHIQUE ... 93
4.2.5 MENAGES ET FAMILLES ... 99
4.2.6 ORGANISATION SOCIALE ... 102
4.2.7 LE SYSTEME FONCIER ... 105
4.2.8 OCCUPATION DU SOL ... 107
4.2.9 INFRASTRUCTURES ET SERVICES PUBLICS ... 110
4.2.10 ACTIVITES AGRICOLES ... 117
4.2.11 AUTRES ACTIVITES ECONOMIQUES ... 127
4.2.12 EMPLOI ET CONDITIONS DE TRAVAIL ... 135
4.2.13 REVENUS ET DEPENSES DES MENAGES ... 137
4.2.14 VULNERABILITES ... 140
4.2.15 PRINCIPALES ACTIVITES LIEES A L'EAU ... 141
4.2.16 CONTEXTE SOCIAL DU SITE DU BARRAGE ... 143
4.2.17 PATRIMOINE CULTUREL ET CULTUEL ... 145
4.2.18 ANALYSE DU TRAFIC ROUTIER DANS LA ZONE D'ETUDE ... 153
4.2.19 CONTEXTE SOCIAL - CORRIDOR DE LA LIGNE DE TRANSMISSION DU BARRAGE A ANTANANARIVO ... 161
4.3 AIRES LEGALEMENT PROTEGEES ET INTERNATIONALEMENT RECONNUES ... 168
4.3.1 PARC NATIONAL DE MAROLAMBO ... 169
4.3.2 SITES DE TRANSFERT DE GESTION DE LA ZONE DE PROTECTION DU PN DE MAROLAMBO ... 172
4.3.3 NOUVELLE AIRE PROTEGEE EN CREATION TSINJOARIVO AMBALAOMBY ... 174
4.3.4 ZICO DE LA FORET CLASSEE DE L'ONIVE ... 177
4.3.5 SITE RAMSAR DE NOSIVOLO ... 179
4.4 BIODIVERSITE ... 180
4.4.1 APPROCHE METHODOLOGIQUE ... 180
4.4.2 DEFINITION DES AIRES D'ETUDE ... 183
4.4.3 COLLECTE DES DONNEES POUR LA LIGNE DE TRANSMISSION VERS ANTANANARIVO ... 185
4.4.4 INVENTAIRES DE TERRAIN DE L'EIES ... 186
4.4.5 PRESSIONS EXISTANTES SUR LES ECOSYSTEMES ET LES ESPECES ... 200
4.4.6 CARACTERISATION DES HABITATS ... 204
4.4.7 FLORE TERRESTRE ... 218
4.4.8 FAUNE TERRESTRE ... 230
4.4.9 FLORE AQUATIQUE ... 255
4.4.10 FAUNE AQUATIQUE ... 255
4.4.11 UNITES DE GESTION DISCRETES POUR LES HABITATS CRITIQUES ... 269
4.5 SERVICES ECOSYSTEMIQUES ... 272
4.5.1 TYPES DE SERVICES ECOSYSTEMIQUES ... 272
4.5.2 METHODE D'EVALUATION ... 273
4.5.3 PRINCIPAUX USAGES DES RESSOURCES NATURELLES ... 273
4.5.4 IDENTIFICATION DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES PRIORITAIRES ... 281

5 ANALYSE DES IMPACTS PHYSIQUES ... 287

5.1 EMPRISE DES INFRASTRUCTURES 287
5.2 ZONES DE REMBLAIS, DE DEBLAIS ET SITES TEMPORAIRES 288
5.2.1 RISQUES LIES A L'EROSION DES MATERIAUX MEUBLES 288
5.2.2 DRAINAGE ROCHEUX ACIDE 289
5.2.3 MESURES D'ATTENUATION 289
5.3 IMPACTS HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE AVAL 290
5.3.1 CONSTRUCTION DU BARRAGE ET FERMETURE DE LA RIVIERE 290
5.3.2 DEBIT DANS LE BIEF COURT-CIRCUITE 290
5.3.3 IMPACT HYDRAULIQUE A L'AVAL DE L'USINE HYDROELECTRIQUE 293
5.3.4 DEBIT RESERVE 296
5.3.5 MESURES D'ATTENUATION 299
5.4 IMPACTS SUR LE REGIME SEDIMENTAIRE 300
5.4.1 IMPACTS DANS LA RETENUE 300
5.4.2 IMPACTS A L'AVAL 300
5.4.3 MESURES D'ATTENUATION 301
5.5 ÉMISSIONS ET REJETS POLLUANTS 301
5.5.1 BRUIT, POUSSIERES ET EMISSIONS ATMOSPHERIQUES 301
5.5.2 DECHETS LIQUIDES ET SOLIDES 304
5.5.3 POLLUTIONS ACCIDENTELLES 305
5.6 IMPACTS LIES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE 306
5.6.1 RISQUES ET METHODE D'ANALYSE 306
5.6.2 ANALYSE QUALITATIVE DES RISQUES 307
5.6.3 REGISTRE ET ANALYSE DES RISQUES 312
5.6.4 MESURE DE RESILIENCE ET D'ATTENUATION DU RISQUE CLIMATIQUE 313
5.7 ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE 314
5.7.1 ÉMISSIONS RELATIVES A LA CONSTRUCTION 314
5.7.2 ÉMISSIONS RELATIVES AU RESERVOIR 315
5.7.3 COMPARAISON AVEC D'AUTRES SOURCES D'ENERGIE 321
5.8 IMPACTS SUR LA QUALITE DES EAUX 322
5.8.1 RISQUE D'EUTROPHISATION DU RESERVOIR 322
5.8.2 RISQUE DE POLLUTION DU RESERVOIR 322
5.8.3 QUALITE DES EAUX A L'AVAL 322
5.8.4 MESURES D'ATTENUATION 323
5.9 RUPTURE DE BARRAGE 324
5.9.1 METHODE DE L'ANALYSE 324
5.9.2 DESCRIPTION DU MODELE HYDRAULIQUE 324
5.9.3 RESULTATS ET ANALYSE DE SENSIBILITE 325
5.9.4 MESURES D'ATTENUATION 330
5.9.5 CONTENU DU PLAN D'INTERVENTION EN CAS D'URGENCE 332

6 ÉVALUATION ET ATTENUATION DES IMPACTS SOCIAUX 334

6.1 ZONE D'INFLUENCE SOCIALE DETAILLEE 334
6.2 DESCRIPTION DES SOURCES D'IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN 336
6.2.1 CONSTRUCTION/AMELIORATION DES ROUTES D'ACCES 336
6.2.2 APPROVISIONNEMENT DU CHANTIER 336
6.2.3 PRESENCE DE LA BASE-VIE ET DU CHANTIER 336
6.2.4 CONSTRUCTION DE L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE 336
6.2.5 MISE EN EAU DU RESERVOIR 336
6.2.6 EXPLOITATION DE L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE 336
6.3 ENJEUX, OPPORTUNITES ET RISQUES SOCIAUX 338
6.3.1 ROUTES: DESENCLAVEMENT ET SECURITE DES COMMUNAUTES 338
6.3.2 AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE 338
6.3.3 PRESSION SUR LES AIRES PROTEGEES 338
6.3.4 GESTION DU FONCIER 339
6.3.5 MARCHE DES PRODUITS LOCAUX 339
6.3.6 STABILITE SOCIALE 339
6.3.7 SANTE 339
6.3.8 PRATIQUES LOCALES 340
6.4 ANALYSE CONTEXTUELLE 340
6.5 IMPACTS ET MESURES D'ATTENUATION 342

6.5.1 HIERARCHIE D'ATTENUATION DES IMPACTS ET IMPACTS RESIDUELS 342
6.5.2 IMPORTANCE DES IMPACTS 342
6.6 CONDITIONS DE TRAVAIL 343
6.7 SANTE-SECURITE DES TRAVAILLEURS 344
6.7.1 PHASE DE CONSTRUCTION 344
6.7.2 PHASE D'EXPLOITATION 346
6.8 SECURITE DES COMMUNAUTES 348
6.8.1 PHASE DE CONSTRUCTION 348
6.8.2 PHASE D'EXPLOITATION 349
6.9 SANTE DES COMMUNAUTES 354
6.9.1 PHASE DE CONSTRUCTION 354
6.9.2 PHASE D'EXPLOITATION 354
6.10 EMPLOI LOCAL ET AFFLUX DE POPULATION 356
6.10.1 DESCRIPTION DE LA PROBLEMATIQUE DANS LE CONTEXTE DU PROJET 356
6.10.2 IMPACTS DU PROJET EN TERMES DE FLUX DE PERSONNES 356
6.11 IMPACTS CULTURELS 364
6.12 PLAN DE DEVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE 366
6.12.1 OBJECTIF 366
6.12.2 OPPORTUNITE DE DEVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES 366
6.12.3 POINTS D'ATTENTION 367
6.12.4 REPARTITION ACTUELLE DES POPULATIONS 367
6.12.5 CADRE PROPOSE POUR LES ACTIONS DE DEVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRES 368
6.12.6 PLAN D'ACTIONS DE DEVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE 369
6.13 IMPACTS ET MESURES D'ATTENUATION - CORRIDOR DE LA LIGNE DE TRANSMISSION 369

7 ÉVALUATION ET ATTENUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX 371

7.1 IMPACTS ET MESURE D'ATTENUATION 371
7.1.1 HIERARCHIE D'ATTENUATION DES IMPACTS ET IMPACTS RESIDUELS 371
7.1.2 IMPORTANCE DES IMPACTS 371
7.2 IMPACTS SUR LES HABITATS TERRESTRES 371
7.2.1 NATURE DES IMPACTS 371
7.2.2 IMPACTS SUR LES RECEPTEURS ENVIRONNEMENTAUX 373
7.2.3 MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION DES RISQUES 374
7.2.4 MESURES COMPENSATOIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT VISANT LES MILIEUX TERRESTRES 379
7.2.5 MESURES DE SUIVI ECOLOGIQUE 382
7.2.6 RECAPITULATIF DES MESURES D'ATTENUATION - MILIEUX TERRESTRES 383
7.3 IMPACTS SUR LES MILIEUX AQUATIQUES 389
7.3.1 NATURE DES IMPACTS 389
7.3.2 IMPACTS SUR LES RECEPTEURS ENVIRONNEMENTAUX 389
7.3.3 MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION DES RISQUES 392
7.3.4 MESURES COMPENSATOIRES/D'ACCOMPAGNEMENT POUR MILIEUX AQUATIQUES ET RIVULAIRES 392
7.3.5 RECAPITULATIF DES MESURES D'ATTENUATION - MILIEUX AQUATIQUES 395
7.4 IMPACTS SUR LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES ET MESURES D'ATTENUATION 396
7.5 PLAN D'ACTION POUR LA BIODIVERSITE 402

8 IMPACTS CUMULATIFS 404

8.1 DESCRIPTION DES AUTRES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES ENVISAGEABLES 404
8.1.1 AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE TSINJOARIVO 404
8.1.2 BARRAGE DE REGULATION D'ANDASIROTSAKA 405
8.1.3 AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LOHAVANANA 405
8.1.4 PROBABILITE ET CALENDRIER DE REALISATION DES OUVRAGES 406
8.2 ANALYSE DES IMPACTS CUMULATIFS 407
8.2.1 LIMITES SPATIALES ET TEMPORELLES 407
8.2.2 IDENTIFICATION DES RECEPTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX 407
8.2.3 MODE D'EVALUATION DES IMPACTS CUMULATIFS PROBABLES 408
8.2.4 IMPACTS CUMULATIFS PRIMAIRES 409
8.2.5 IMPACTS CUMULATIFS SECONDAIRES SUR LES RECEPTEURS SOCIAUX 410
8.2.6 IMPACTS CUMULATIFS SECONDAIRES SUR LES RECEPTEURS ENVIRONNEMENTAUX 411
8.3 MESURES D'ATTENUATION DES IMPACTS CUMULATIFS 412

9 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL 414

9.1 PLANS DE NEHO ET DE L'EPC 414
9.2 CHEMINEMENT E3S JUSQU'A LA PHASE DE CONSTRUCTION 414
9.3 PGES-EPC 414
9.3.1 VIE DU DOCUMENT 414
9.3.2 CONTENU DU PGES-EPC 415
9.4 PGES-NEHO 423
9.4.1 MISE EN ŒUVRE DU PGES-NEHO 423
9.4.2 CONTENU DU PGES-NEHO - PHASE CONSTRUCTION 424
9.4.1 CONTENU DU PGES-NEHO - PHASE EXPLOITATION 428

10 PROGRAMMES DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI 434

10.1 ORGANISATION 434
10.2 EXIGENCES ET OBLIGATIONS LEGALES ET REGLEMENTAIRES 434
10.3 MECANISMES ET FREQUENCE D'ENVOI DES RAPPORTS PERIODIQUES 434
10.4 PLAN DE SURVEILLANCE 435
10.4.1 COMPOSANTE AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE - PHASE CONSTRUCTION 435
10.4.2 COMPOSANTE AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE - PHASE EXPLOITATION 459
10.4.3 COMPOSANTE INFRASTRUCTURES LINEAIRES - PHASE CONSTRUCTION 467
10.4.4 COMPOSANTE INFRASTRUCTURES LINEAIRES - PHASE EXPLOITATION 475
10.5 PLAN DE SUIVI 476
10.5.1 COMPOSANTE AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE - PHASE CONSTRUCTION 477
10.5.2 COMPOSANTE AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE - PHASE EXPLOITATION 479
10.5.3 COMPOSANTE INFRASTRUCTURES LINEAIRES - PHASE CONSTRUCTION 481
10.5.4 COMPOSANTE INFRASTRUCTURES LINEAIRES - PHASE EXPLOITATION 481

11 ADDENDUM: INTEGRATION DES RESULTATS DES CONSULTATIONS PUBLIQUES.. 483

TABLEAUX

TABLEAU 1 - COTE DU RESERVOIR EN FIN DE MOIS - ANNEES SECHE, MOYENNE ET HUMIDE (M) 40
TABLEAU 2 - PROJETS HYDROELECTRIQUES POUVANT CONTRIBUER A UNE ALTERNATIVE 48
TABLEAU 3 - COMBINAISONS DE PROJETS HYDROELECTRIQUES POUVANT ETRE UNE ALTERNATIVE AU PROJET .. 49
TABLEAU 4 - COMPARAISON DES IMPACTS DES ALTERNATIVES HYDROELECTRIQUES CONSIDEREES 50
TABLEAU 5 - COUT DE DEVELOPPEMENT DES ALTERNATIVES HYDROELECTRIQUES CONSIDEREES 51
TABLEAU 6 - MESURES D'ATTENUATION "OPTIMISATION DE L'AMENAGEMENT " 59
TABLEAU 7 - TEXTES JURIDIQUES APPLICABLES. 60
TABLEAU 8 - ENTITES CONCERNEES PAR LE PROCESSUS D'APPROBATION D'UNE EIES ET/OU PAR LE PROJET ... 64
TABLEAU 9 - PERMIS ET AUTORISATIONS 65
TABLEAU 10 - CONVENTIONS INTERNATIONALES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT 66
TABLEAU 11 - CONVENTIONS INTERNATIONALES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT 66
TABLEAU 12 - NORMES DE PERFORMANCE DE LA SFI (2012) 67
TABLEAU 13 - SAUVEGARDES OPERATIONNELLES DE LA BAD ET CORRESPONDANCE AVEC LES NP DE LA SFI ... 68
TABLEAU 14 - EVAPOTRANSPIRATION SUR BAC 76
TABLEAU 15 - RESULTATS D'ANALYSE BIOCHIMIQUE DES EAUX 78
TABLEAU 16 - RESULTATS D'ANALYSE BIOCHIMIQUE DES SEDIMENTS 78
TABLEAU 17 - RELEVES PHYSICO-CHIMIQUES IN SITU EN SAISON HUMIDE 79
TABLEAU 18 - RELEVES PHYSICO-CHIMIQUES IN SITU EN SAISON SECHE 79
TABLEAU 19 - MATIERE EN SUSPENSION MESUREES 82
TABLEAU 20 - INTENSITE SONORE MESUREE DANS LA ZONE D'ETUDE 85
TABLEAU 21 - ZONE AFFECTEE PAR LE PROJET 86
TABLEAU 22 - LOCALITES VISITEES DANS LE CADRE DES ENQUETES EIS 87
TABLEAU 23 - ENTITES ADMINISTRATIVES AFFECTEES PAR LE PROJET 89
TABLEAU 24 - EVOLUTION DU NOMBRE DE LA POPULATION ET DENSITE PAR COMMUNE 96
TABLEAU 25 - ANCIENNETE DES MEMBRES DE MENAGES ENQUETES DANS LES COMMUNES 97

TABLEAU 26 - NOMBRE DE MENAGES ENQUETES DANS LA ZONE DU PROJET (ECHANTILLONNAGE) 99
TABLEAU 27 - REPARTITION PAR SEXE DES CHEFS DES MENAGES ENQUETES 100
TABLEAU 28 - SITUATION MATRIMONIALE DES CHEFS DES MENAGES 101
TABLEAU 29 - REPARTITION DE LA POPULATION PAR CLASSE D'AGE 101
TABLEAU 30 - CALENDRIER DE BASE DE LA VIE QUOTIDIENNE 104
TABLEAU 31 - SURFACE MOYENNE DES PARCELLES AGRICOLES DES MENAGES ENQUETES..... 105
TABLEAU 32 - REPARTITION DE L'UTILISATION DU SOL DANS LA ZONE D'INFLUENCE..... 106
TABLEAU 33 - PROPORTION DE MENAGES SELON LE MODE DE VALIDATION DES DROITS DETENUS 107
TABLEAU 34 - STATUTS D'OCCUPATION DES TERRAINS (NOMBRE DE PERSONNES ENQUETEES) 107
TABLEAU 35 - STATISTIQUE D'OCCUPATION DU SOL DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET (SURFACES EN KM²) 108
TABLEAU 36 - STATISTIQUE D'OCCUPATION RELATIVE DU SOL DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET 108
TABLEAU 37 - SURFACE D'OCCUPATION DU SOL (ZONE BOISEE) PAR HABITANT..... 110
TABLEAU 38 - SURFACE D'OCCUPATION DU SOL (ZONE BOISEE) PAR HABITANT HORS AIRES PROTEGEES 110
TABLEAU 39 - LES MOYENS DE DEPLACEMENTS ET DE TRANSPORT UTILISES DANS LA ZONE DU PROJET 113
TABLEAU 40 - NIVEAU D'ETUDE DES CHEFS DE MENAGE ENQUETES 114
TABLEAU 41 - CULTURES VIVRIERES ET CULTURES DE RENTE DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET 118
TABLEAU 42 - LES PRINCIPALES CULTURES DANS LA ZONE D'ETUDE..... 121
TABLEAU 43 - TYPE DE CULTURE VIVRIERE PAR MENAGE ET PAR COMMUNE (NOMBRE DE MENAGES ENQUETES)123
TABLEAU 44 - LES PRINCIPALES ACTIVITES D'ELEVAGE DANS LA ZONE D'ETUDE 125
TABLEAU 45 - LES PRATIQUES DE PECHE DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET 126
TABLEAU 46 - ARTISANS DE LA ZONE DU PROJET 127
TABLEAU 47 - LES PRINCIPAUX PRODUITS MINIERS EXPLOITES DANS LA ZONE D'ETUDE..... 130
TABLEAU 48 - LES JOURS DE MARCHE DANS LA ZONE D'ETUDE 134
TABLEAU 49 - LES PRINCIPAUX SERVICES DISPONIBLES DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET 134
TABLEAU 50 - CATEGORIES SOCIO-PROFESSIONNELLES DES MENAGES ENQUETES..... 136
TABLEAU 51 - TABLEAU DES REVENUS MONETAIRES DES MENAGES 137
TABLEAU 52 - REPARTITION PAR SEXE DES PERSONNES GENERATRICES DE REVENU 138
TABLEAU 53 - REVENU GENERE PAR TYPE D'ACTIVITE ECONOMIQUE 139
TABLEAU 54 - CATEGORISATION DES DEPENSES MOYENNE ANNUELLES D'UN MENAGE 140
TABLEAU 55 - TYPE ET NIVEAU D'UTILISATION DE L'ONIVE 141
TABLEAU 56 - LES FADY OU « INTERDITS » DANS LA ZONE DU PROJET..... 147
TABLEAU 57 - INVENTAIRE DES PATRIMOINES MATERIELLES DANS LA ZONE D'INFLUENCE 148
TABLEAU 58 - COMMUNE TRAVERSEE PAR LE CORRIDOR DE 2KM..... 161
TABLEAU 59 - INVENTAIRE DES OBJETS SOCIO-ECONOMIQUE SENSIBLES DANS LE CORRIDOR DE 2KM..... 163
TABLEAU 60 - STATISTIQUE PRESENTANT LES ZONES DE CULTURES DANS LE CORRIDOR DE 2KM..... 164
TABLEAU 61 - STATISTIQUES DES SURFACES HABITEES PAR COMMUNES DANS LE CORRIDOR DE 2KM 164
TABLEAU 62 - LES ORGANISATION DE LA SOCIETE CIVILE ACTIVES DANS LE CORRIDOR DE 2KM 166
TABLEAU 63 - LES ORGANISMES CONCERNES ET LES PROJETS EXISTANTS DANS LA REGION..... 168
TABLEAU 64 - LES ATTENTES ET LES PERCEPTIONS DES AUTORITES LOCALES A PROPOS DU PROJET..... 168
TABLEAU 65 - ESPECES D'OISEAUX AYANT DECLENCHE LA CREATION DE LA ZICO DE LA FORET DE L'ONIVE..... 178
TABLEAU 66 - SITES D'INVENTAIRES BIOLOGIQUES TERRESTRES..... 186
TABLEAU 67 - INVENTAIRE DE FLORE EN RELEVE RAPIDE : DESCRIPTION DES PARAMETRES RECENSES..... 188
TABLEAU 68 - DEFORESTATION DANS L'ECOREGION HUMIDE DE MADAGASCAR (2005-2013) 200
TABLEAU 69 - CLASSIFICATION ET SYNONYMIE DE LA FORMATION ORIENTALE MALGACHE..... 204
TABLEAU 70 - CARACTERISTIQUES STRUCTURALES DE LA FORET DENSE HUMIDE SEMPERVIRENTE..... 207
TABLEAU 71 - DONNEES STRUCTURALES DES SYLVES A LICHEN 208
TABLEAU 72 - CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS STADES DE FORMATIONS POST-CULTURALES 211
TABLEAU 73 - AFFINITE GEOGRAPHIQUE DES ESPECES DE FLORE..... 219
TABLEAU 74 - LISTE DES ESPECES CLASSEES PAR L'UICN 220
TABLEAU 75 - LISTE DES ESPECES CITES 221
TABLEAU 76 - LISTE DES ESPECES INVASIVES INVENTORIEES 224
TABLEAU 77 - LISTE DES ESPECES CIBLES EN TERMES D'ENJEUX DE CONSERVATION 225
TABLEAU 78 - ESPECES DE FLORE NECESSITANT UNE ANALYSE D'HABITAT CRITIQUE 227
TABLEAU 79 - LISTE DES ESPECES RECENSEES LE LONG DE L'AXE ANTANANARIVO-ANTANIFOTSY-BELANITRA . 229
TABLEAU 80 - LISTE DES DOCUMENTS CONSULTES EN AMONT DES DIFFERENTES MISSIONS. 230
TABLEAU 81 - VERTEBRES TERRESTRES PRESENTS DANS LA ZONE DU PROJET MENACEES SELON UICN..... 233
TABLEAU 82 - REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES ESPECES DE FAUNE TERRESTRE MENACEES SELON UICN ... 234
TABLEAU 83 - LISTE DES ESPECES DE VERTEBRES INSCRITES A LA LISTE CITES..... 235
TABLEAU 84 - LISTE DES ESPECES DE VERTEBRES PROTEGEES PAR LE DECRET 2006-400 236

TABLEAU 85 - ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES D'AMPHIBIENS ET DE REPTILES RECENSEES 238
TABLEAU 86 - ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES D'OISEAUX RECENSEES DANS QUATRE SITES D'ETUDE..... 240
TABLEAU 87 - ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES DE MICROMAMMIFERES DANS LA ZONE D'ETUDE 242
TABLEAU 88 - LONGUEUR DE TRANSECTS PARCOURUS DANS LES SITES D'ETUDE DES LEMURIENS (KM) 243
TABLEAU 89 - ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES DE LEMURIENS (IND/KM) 243
TABLEAU 90 - ESPECES DE VERTEBRES TERRESTRES NECESSITANT UNE ANALYSE D'HABITAT CRITIQUE 245
TABLEAU 91 - MATRICE DE PRESENCE DES ESPECES DE RHOPALOCERA RECENSEES 252
TABLEAU 92 - MATRICE DE PRESENCE DE DEUX ESPECES RECENSEES D'HETEROCERA 253
TABLEAU 93 - ABONDANCE DES INSECTES VOLANTS CAPTURES AU PIEGE MALAISE 253
TABLEAU 94 - ABONDANCE DES INVERTEBRES DU SOL ET DE LA LITIERE DANS LES SITES D'ETUDES..... 254
TABLEAU 95 - RECAPITULATIF DES INVENTAIRES ET ENQUETESDE FAUNE AQUATIQUE..... 258
TABLEAU 96 - RECAPITULATIF DE L'ABONDANCE ET RICHESSE TAXONOMIQUE PAR STATION ECHANTILLONNEE . 260
TABLEAU 97 - LISTE DES ESPECES AQUATIQUES INDIGENES RECENSEES..... 264
TABLEAU 98 - LISTE DES ESPECES DE FAUNE AQUATIQUE NECESSITANT UNE ANALYSE D'HABITAT CRITIQUE..... 268
TABLEAU 99 - LES PRINCIPAUX PRODUITS PRELEVES DANS LA FORET 273
TABLEAU 100 - LISTE DE PLANTES UTILISEES PAR LES POPULATIONS LOCALES..... 277
TABLEAU 101 - ÉVALUATION DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES 281
TABLEAU 102 - MESURES D'ATTENUATION "CONTROLE DE L'EROSION"..... 289
TABLEAU 103 - DEBIT DE L'ONIVE ENTRE LE BARRAGE ET L'USINE, AVEC ET SANS PROJET 291
TABLEAU 104 – MESURES D'ATTENUATION "IMPACT PHYSIQUE A L'AVAL" 299
TABLEAU 105 - DESCRIPTION QUALITATIVE DU TRANSPORT SEDIMENTAIRE AU FIL DE L'ANNEE..... 300
TABLEAU 106 – MESURES D'ATTENUATION " REGIME SEDIMENTAIRE"..... 301
TABLEAU 107 – MESURES D'ATTENUATION ET DE SUIVI "BRUIT, POUSSIERE ET REJETS ATMOSPHERIQUES"..... 303
TABLEAU 108 – MESURES D'ATTENUATION ET DE CONTROLE "DECHETS LIQUIDES ET SOLIDES" 304
TABLEAU 109 – MESURES D'ATTENUATION "POLLUTION ACCIDENTELLE" 306
TABLEAU 110 – MESURES D'ATTENUATION CHANGEMENT CLIMATIQUE..... 313
TABLEAU 111 – EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE LIEES A LA CONSTRUCTION..... 314
TABLEAU 112 - SUPERFICIE ET CONTENU CARBONE DES ZONES NOYEES 315
TABLEAU 113 – TAUX ET TEMPS DE RENOUVELLEMENT DES EAUX DU RESERVOIR (RESERVOIR PLEIN 140 HM^3) 317
TABLEAU 114 - RESULTATS DE MESURE DES EMISSIONS DE GES DE DIFFERENTS RESERVOIRS TROPICAUX..... 319
TABLEAU 115 - HYPOTHESES DE DEGRADATION DE LA BIOMASSE NOYEE 320
TABLEAU 116 - ÉMISSIONS DE GES COMPAREES AVEC D'AUTRES SOURCES D'ENERGIE 321
TABLEAU 117 – MESURES D'ATTENUATION "QUALITE DES EAUX" 323
TABLEAU 118 – DEBIT DE BASE - CRUE CENTENNALE A L'ECHELLE DU BASSIN AMONT 324
TABLEAU 119 – EXPOSITION DES VILLAGES AVAL A UNE CRUE CENTENNALE ET A UNE RUPTURE DU BARRAGE.. 327
TABLEAU 120 – ANALYSE DE SENSIBILITE DU MODELE DE RUPTURE DE BARRAGE 330
TABLEAU 121 – MESURES D'ATTENUATION "RUPTURE DE BARRAGE"..... 331
TABLEAU 122 - CONTENU DU PLAN D'INTERVENTION EN CAS D'URGENCE..... 332
TABLEAU 123 – ZONE D'INFLUENCE DU PROJET ET LES IMPACTS IDENTIFIES..... 334
TABLEAU 124 - LES SOURCES D'IMPACTS POTENTIELLES SUIVANT LES DIFFERENTES PHASES DU PROJET 337
TABLEAU 125 - RISQUES ET MESURES D'ATTENUATION "ENTREE DANS LES TERRAINS"..... 337
TABLEAU 126 – DEFINITION DE L'IMPORTANCE DES IMPACTS SOCIAUX 342
TABLEAU 127 - RISQUES ET MESURES D'ATTENUATION "CONDITIONS DE TRAVAIL"..... 343
TABLEAU 128 - RISQUES ET MESURES D'ATTENUATION "SANTE-SECURITE DES TRAVAILLEURS" 347
TABLEAU 129 - RISQUES ET MESURES D'ATTENUATION "SECURITE DES COMMUNAUTES"..... 351
TABLEAU 130 - RISQUES ET MESURES D'ATTENUATION "SANTE DES COMMUNAUTES"..... 355
TABLEAU 131 - RISQUES ET MESURES D'ATTENUATION "AFFLUX DE POPULATIONS" 362
TABLEAU 132 - RISQUES ET MESURES D'ATTENUATION "IMPACTS CULTURELS"..... 365
TABLEAU 133 - PLAN D'ACTIONS DE DEVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE..... 369
TABLEAU 134 - RISQUES ET MESURES D'ATTENUATION "CONSTRUCTION ET EXPLOITATION DE LA LIGNE" 370
TABLEAU 135 – DEFINITION DE L'IMPORTANCE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX..... 371
TABLEAU 136 – SURFACE IMPACTEE TOTALE ACTUELLE DU PROJET SUR LES DIFFERENTS HABITATS. 372
TABLEAU 137 – MESURES D'ATTENUATION "BIODIVERSITE TERRESTRE"..... 383
TABLEAU 138 – IMPACT DU PROJET SUR LES MILIEUX AQUATIQUES EN PHASE EXPLOITATION..... 389
TABLEAU 139 – MESURES D'ATTENUATION "BIODIVERSITE AQUATIQUE" 395
TABLEAU 140 - IMPACTS SUR LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES PRIORITAIRES ET MESURES D'ATTENUATION.... 396
TABLEAU 141 – MESURES D'ATTENUATION "SERVICES ECOSYSTEMIQUES"..... 402
TABLEAU 142 – MESURES D'ATTENUATION "PLAN D'ACTION BIODIVERSITE"..... 402
TABLEAU 143 - PROBABILITE ET AGENDA DE CONSTRUCTION DES AUTRES BARRAGES DE L'ONIVE..... 406
TABLEAU 144 - IMPACTS CUMULATIFS: RECEPTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX..... 407

TABLEAU 145 - IMPACTS CUMULATIFS PRIMAIRES 409
TABLEAU 146 - IMPACTS CUMULATIFS SECONDAIRES SUR LES RECEPTEURS SOCIAUX 410
TABLEAU 147 - IMPACTS CUMULATIFS SECONDAIRES SUR LES RECEPTEURS ENVIRONNEMENTAUX 411
TABLEAU 148 - MESURES D'ATTENUATION DES IMPACTS CUMULATIFS 412
TABLEAU 149 – MESURES D'ATTENUATION "IMPACTS CUMULATIFS" 413
TABLEAU 150 – STRUCTURE DU SGES DE NEHO 423

FIGURES

FIGURE 1 - LOCALISATION DU PROJET 18
FIGURE 2 - SCHEMA D'IMPLANTATION DE L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE 19
FIGURE 3 - VUE EN PLAN DU BARRAGE 20
FIGURE 4 - VUE DU BARRAGE DE L'AMONT 21
FIGURE 5 - COUPE TYPE DU BARRAGE AU DROIT DU SEUIL DEVERSANT 22
FIGURE 6 - COUPES TYPE DE LA GALERIE D'AMENEE POUR CERTAINS TYPES DE TERRAIN 23
FIGURE 7 - PROFIL EN LONG DE LA VOIE D'EAU 23
FIGURE 8 - VUE EN PLAN DE LA VOIE D'EAU (GALERIE D'AMENEE ET CONDUITE FORCEE) 24
FIGURE 9 - PROFIL EN LONG DES CONDUITES FORCEES 25
FIGURE 10 - TRACE DU CORRIDOR DE LA LIGNE D'EVACUATION DE L'ENERGIE 28
FIGURE 11 - EXEMPLES D'OPTIONS DE ROUTE D'ACCES A L'OUEST DU BARRAGE 30
FIGURE 12 - PONT DE FRANCHISSEMENT DE L'ONIVE EN AVAL DU BARRAGE 30
FIGURE 13 - SITUATION DES DIFFERENTES ZONES DE L'INSTALLATION GENERALE 31
FIGURE 14 - EMPLACEMENT DES CARRIERES ENVISAGEES 34
FIGURE 15 - COTE DU RESERVOIR EN FIN DE MOIS - ANNEES SECHE, MOYENNE ET HUMIDE (M) 39
FIGURE 16 - POTENTIEL SOLAIRE DE MADAGASCAR (SOURCE : MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES) 45
FIGURE 17 - PUISSANCE EOLIENNE MOYENNE DISPONIBLE A 50M 46
FIGURE 18 - AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES CONSIDERES DANS L'ANALYSE DES ALTERNATIVES 49
FIGURE 19 - SCHEMA DE PRINCIPE DE L'IMPLANTATION DES INFRASTRUCTURES LINEAIRES 55
FIGURE 20 - OPTIONS DE TRACES CONSIDEREES ENTRE L'USINE HYDROELECTRIQUE ET LE BARRAGE 56
FIGURE 21 - CARTE PEDOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE 72
FIGURE 22 - DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE LA ZONE SAHOFIKA 74
FIGURE 23 - DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE ANTANIFOTSY 74
FIGURE 24 - PROFIL EN LONG DE L'ONIVE DU SITE DU BARRAGE A L'OCEAN. 77
FIGURE 25 - COMMUNES CONCERNEES DIRECTEMENT PAR L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE 86
FIGURE 26 - CARTE DE LA ZONE D'ETUDE 88
FIGURE 27 - CARTE DES DIVISIONS ADMINISTRATIVES DE LA ZONE DU PROJET 90
FIGURE 28 - CARTE DEMOGRAPHIQUE DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET 94
FIGURE 29 - ÉVOLUTION DU TAUX DE MORTALITE INFANTILE A MADAGASCAR DE 1968 A 2017 95
FIGURE 30 - ÉVOLUTION DU TAUX DE MORTALITE INFANTILE A MADAGASCAR DE 1960 A 2016 96
FIGURE 31 - ÉVOLUTION DU TAUX DE NATALITE POUR 1000 HABITANTS A MADAGASCAR DE 1960 A 2016 97
FIGURE 32 - AGE DES MEMBRES DES MENAGES ENQUETES 101
FIGURE 33 - ETAPES DE LA RESOLUTION DES CONFLITS PAR RAPPORT AUX ACTEURS COMPETENTS 103
FIGURE 34 - CARTE DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET 109
FIGURE 35 - CARTE DE LOCALISATION DES PERMIS MINIERS 129
FIGURE 36 - CARTE DE LOCALISATION DES SITES CULTUELS / PATRIMOINES 150
FIGURE 37 - CARTE DE LOCALISATION DES SITES DE COMPTAGE ROUTIER 155
FIGURE 38 - TRAFIC A ANTANIFOTSY, DE ANTANIFOTSY VERS BELANITRA 156
FIGURE 39 - TRAFIC A ANTANIFOTSY, DE BELANITRA VERS ANTANIFOTSY 157
FIGURE 40 - RECAPITULATIF DU TRAFIC AU PONT DE BELANITRA, DE BELANITRA VERS ANTANIFOTSY 159
FIGURE 41 - RECAPITULATIF DES TRAFICS ALLANT DE BELANITRA A ANTANIFOTSY 159
FIGURE 42 - CARTE DES ZONES SOUS STATUTS DE CONSERVATION/GESTION DE RESSOURCES NATURELLES 172
FIGURE 43 - LOCALISATION DE LA ZICO DE LA FORET CLASSEE DE L'ONIVE 178
FIGURE 44 - AIRE D'ETUDE ELARGIE DE LA ZONE DE L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE 184
FIGURE 45 - AIRE D'ETUDE RAPPROCHEE DE LA ZONE DE L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE 185
FIGURE 46 - CARTE DES HABITATS DU CORRIDOR DE LA LIGNE HAUTE TENSION (HT) JUSQU'A ANTANANARIVO 186

FIGURE 47 - CARTE DES SITES DE BIODIVERSITE TERRESTRE INVENTORIES 187
FIGURE 48 - REPARTITION DES TRANSECTS D'OBSERVATION DANS L'ENSEMBLE DE LA ZONE ETUDIEE 192
FIGURE 49 - LOCALISATION DES STATIONS DE RELEVE HYDROBIOLOGIQUE 194
FIGURE 50 - LOCALISATION DES STATIONS D'INVENTAIRE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES 197
FIGURE 51 - DEFORESTATION DANS LA ZONE DU PROJET ENTRE 1989 ET 2018 201
FIGURE 52 - SUCCESSION VEGETALE DES FORMATIONS POST-CULTURALES DU VERSANT EST 210
FIGURE 53 - CARTE DES HABITATS NATURELS ET MODIFIES IDENTIFIES GRACE AUX DONNEES LANDSAT 214
FIGURE 54 - CARTE DETAILLEE DES HABITATS NATURELS ET MODIFIES 215
FIGURE 55 - REPARTITION DES FACIES D'ECOULEMENT RELEVES EN SAISON HUMIDE 217
FIGURE 56 - REPARTITION DES FACIES D'ECOULEMENT RELEVES EN SAISON SECHE 217
FIGURE 57 - CARTE DES OCCURRENCES OBSERVEES DE TAXA MENACES 224
FIGURE 58 - GRAPHE DE LA RICHESSE SPECIFIQUE EN VERTEBRES TERRESTRES SUR LES SITES ETUDIES 231
FIGURE 59 - COURBES CUMULATIVES DES ESPECES DE CHAQUE GROUPE TAXONOMIQUE 232
FIGURE 60 - REPARTITION DES EFFECTIFS SUR LES 4 STATIONS PAR GRAND GROUPE TAXONOMIQUE 261
FIGURE 61 - REPARTITION DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES - AFFINITE AU COURANT 262
FIGURE 62 - REPARTITION DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES - RESISTANCE AUX POLLUTIONS 262
FIGURE 63 - REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES TAXONS SUR LES 4 STATIONS D'ECHANTILLONNAGE 263
FIGURE 64 - CARTE DE L'UNITE DE GESTION DISCRETE POUR LA CONSERVATION DE RHEOCLES WRIGHTAE. ... 269
FIGURE 65 - UNITE FORESTIERE DU PN DE MAROLAMBO 271
FIGURE 66 - UNITE FORESTIERE DE LA NOUVELLE AIRE PROTEGEE DE TSINJOARIVO - AMBALAOMBY 272
FIGURE 67 - BASSINS AFFLUENTS DE L'ONIVE ENTRE LE BARRAGE ET L'USINE 291
FIGURE 68 - HYDROGRAMME MEDIAN DE L'ONIVE ENTRE LE BARRAGE ET L'USINE, AVEC ET SANS PROJET (M^3/S) 292
FIGURE 69 - HYDROGRAMME DE L'ONIVE ENTRE LE BARRAGE ET L'USINE, ANNEES DECENNALES SECHE ET HUMIDE, AVEC ET SANS PROJET (M^3/S) 292
FIGURE 70 - HYDROGRAMMES DE L'ONIVE A L'AVAL IMMEDIAT DE L'USINE, ANNEE DECENNALE SECHE ET MOYENNE, AVEC ET SANS PROJET (M3/S) 293
FIGURE 71 - VARIATIONS DE DEBIT SUR 24H A L'AVAL DE L'USINE DANS LE CAS LE PLUS IMPACTANT 295
FIGURE 72 - VARIATIONS DE NIVEAU SUR 24H A L'AVAL DE L'USINE DANS LE CAS LE PLUS IMPACTANT 296
FIGURE 73 – BIEFS CALMES ENTRECOUPES DE SEUILS NATURELS A L'AVAL DE L'USINE 299
FIGURE 74 - MOYENNE ET CUMUL DE PRECIPITATIONS EN NOVEMBRE-AVRIL ET MAI-OCTOBRE 1948-2008 (MM) 307
FIGURE 75 - CHANGEMENT CLIMATIQUE : EVOLUTION ATTENDUE DES TEMPERATURES MENSUELLES 308
FIGURE 76 - CHANGEMENT CLIMATIQUE : EVOLUTION ATTENDUE DES PRECIPITATIONS MENSUELLES 309
FIGURE 77 - CHANGEMENT CLIMATIQUE : EVOLUTION ATTENDUE DES PRECIPITATIONS MENSUELLES A L'HORIZON 2099 (RCP8.5) 309
FIGURE 78 - CHANGEMENT CLIMATIQUE : EVOLUTION ATTENDUE DES TEMPERATURES MENSUELLES 309
FIGURE 79 - CHANGEMENT CLIMATIQUE : EVOLUTION ATTENDUE DES PRECIPITATIONS JOURNALIERES DE TEMPS DE RETOUR 25 ANS A L'HORIZON 2099 (RCP8.5) 310
FIGURE 80 – CARTE DES HABITATS NATURELS ET MODIFIES DANS LA ZONE ENNOYEE 315
FIGURE 81 – ZONES PEU PROPICES AU RENOUVELLEMENT ET A LA CIRCULATION DES EAUX 318
FIGURE 82 – EMISSIONS DE GES LIEES A LA DECOMPOSITION DE LA BIOMASSE 321
FIGURE 83 - EXEMPLE DE PROFIL EN TRAVERS AU NIVEAU D'UN VILLAGE RIVERAIN DU MANGORO 325
FIGURE 84 – EXEMPLE DE VILLAGE PROBABLEMENT EXPOSE DES LA CRUE CENTENNALE 326
FIGURE 85 – EXPOSITION DES VILLAGES AVAL A UNE CRUE CENTENNALE ET A UNE RUPTURE DU BARRAGE 329
FIGURE 86 – CARTE DE LA ZONE D'ANALYSE DES IMPACTS SOCIAUX 335
FIGURE 87 – EXEMPLE DE BIRD DIVERTER TRIDIMENSIONNEL 379
FIGURE 88 - LOCALISATION DES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES ENVISAGES DANS LE BASSIN DE L'ONIVE ET DU MANGORO 404
FIGURE 89 – LE SITE ET LA CHUTE DE TSINJOARIVO 405
FIGURE 90 – EMPLACEMENT DU PROJET LOHAVANANA 406

PHOTOS

PHOTO 1 - L'ONIVE AU DROIT DU SITE DU BARRAGE (VUE PRISE DEPUIS LA RIVE GAUCHE) 21
PHOTO 2 - VUE DU PITON ROCHEUX (A DROITE) D'OU EMERGERA LA CHEMINEE D'EQUILIBRE 24
PHOTO 3 - VUE SUR LES PENTES HERBEUSES QUI RECEVRONT LA CONDUITE FORCEE 25

PHOTO 4 - ZONE D'IMPLANTATION DE L'USINE HYDROELECTRIQUE, A L'AVAL DES CHUTES DE L'ONIVE 26
PHOTO 5 - LA PISTE D'ACCES EXISTANTE ENTRE ANTANIFOTSY ET BELANITRA..... 29
PHOTO 6 - ILLUSTRATION DU CHOIX DU TRACE POUR LES INFRASTRUCTURES ENTRE LE BARRAGE ET L'USINE..... 58
PHOTO 7 - PAYSAGE CARACTERISTIQUE DE L'AMONT DU BASSIN VERSANT DU PROJET..... 69
PHOTO 8 - L'ONIVE ET LE PAYSAGE COLLINAIRE CARACTERISTIQUE DE L'EST, VU DEPUIS L'ESCARPEMENT ROCHEUX..... 70
PHOTO 9 - BANC DE SABLE ET AFFLEUREMENTS ROCHEUX DANS LE LIT DE L'ONIVE AU SITE DU BARRAGE 82
PHOTO 10 - PORTEURS..... 98
PHOTO 11 - UNE FAMILLE MIGRANTE VENANT D'AMBOHIMANDROSO APPORTANT SES SAVOIRS FAIRES « MOFO GASY » A AMBOHITOMPOINA..... 99
PHOTO 12 - UNE FEMME CHEF DE MENAGE AVEC QUELQUES ENFANTS DU VILLAGE..... 100
PHOTO 13 - LE TANGALAMENA DE FARAVOHITRA-SAHOFIKA 102
PHOTO 14 - TRANSPORT A DOS D'HOMME ET PAR BICYCLE 112
PHOTO 15 - ECOLES PRIMAIRES ANTENINA ET ECOLE SECONDAIRE TSINJOARIVO 115
PHOTO 16 - UNE SALLE DE CLASSE D'UNE ECOLE COMMUNAUTAIRE OU TOUTES LES CLASSES SE METTENT DANS LA MEME SALLE 115
PHOTO 17 - LE CENTRE DE SOIN PILOTE A BEFOTAKA 116
PHOTO 18 - LE CENTRE HOSPITALIER DE DISTRICT D'ANTANIFOTSY 116
PHOTO 19 - CULTURE DE RIZ SUR TAVY A BEFOTAKA EST (LE RIZ COMMENCE A POUSSER)..... 119
PHOTO 20 - CULTURE DU RIZ IRRIGUE..... 120
PHOTO 21 - PRATIQUES AGRICOLES DANS LA ZONE DU PROJET..... 122
PHOTO 22 - CULTURE DU TARO COMBINE AVEC DU HARICOT A BEFOTAKA 123
PHOTO 23 - ZEBUS ATTELES SERVANT A TIRER LA CHARRETTE POUR LE TRANSPORT ET LE DEPLACEMENT 124
PHOTO 24 - TECHNIQUE DE PECHE UTILISEE DANS L'ONIVE..... 127
PHOTO 25 - ARTISANS DE LA ZONE D'ETUDE..... 128
PHOTO 26 - EXPLOITATION DE L'OR..... 130
PHOTO 27 - SITE TOURISTIQUE DE TSINJOARIVO (LE ROVA ET LA CASCADE) 132
PHOTO 28 - UN MENAGE AGRICULTEUR VENDANT DES PATES DANS LE QUARTIER A ANTAMBOHOMENA 133
PHOTO 29 - UN COMMERÇANT INFORMEL DE « PARAKY GASY » (TABAC) LORS DU JOUR DE MARCHE DE BEFOTAKA 133
PHOTO 30 - LE MARCHE DE FARAVOHITRA-SAHOFIKA 134
PHOTO 31 - TRANSPORT DES MARCHANDISES A PIED VERS LE MARCHE DE FARAVOHITRA-SAHOFIKA 135
PHOTO 32 - ACTIVITES QUOTIDIENNES SUR L'ONIVE 142
PHOTO 33 - UN PUITS NATUREL A COTE DES CHAMPS DE CULTURE 143
PHOTO 34 - MARCHE TEMPORAIRE A PROXIMITE DU CAMPEMENT TEMPORAIRE..... 144
PHOTO 35 - CHERCHEURS D'EMPLOI AU NIVEAU DU MARCHE A PROXIMITE DU CAMPEMENT..... 144
PHOTO 36 - GROUPE DE FEMME FAISANT LA LESSIVE A PROXIMITE DU CAMPEMENT TEMPORAIRE 145
PHOTO 37 - HABITATION AU NIVEAU DU VILLAGE DE FISORONANA..... 146
PHOTO 38 - UNE STELE CULTUELLE AU MILIEU DU VILLAGE DE FARAVOHITRA ET LE DOANY DE FISORONANA.... 149
PHOTO 39 - "AVAN-DRAZANA" 151
PHOTO 40 - UNE CEREMONIE DE FAMADIHANA (EXHUMATION) DANS LA REGION DE VAKINANKARATRA..... 152
PHOTO 41 - UN ENFANT AU MOMENT DE LA CIRCONCISION AVEC L'HABIT TRADITIONNEL MALGACHE : LE MALABARY 152
PHOTO 42 - UN MARIAGE TRADITIONNEL A BELANITRA 153
PHOTO 43 - ECHANGES EN FOCUS GROUP 162
PHOTO 44 - CARTOGRAPHIE PARTICIPATIVE AVEC LES VOI 173
PHOTO 45 - DIFFERENTS AFFLUENTS INVENTORIES 195
PHOTO 46 - DIFFERENTES METHODES D'INVENTAIRE DE FAUNE AQUATIQUE UTILISEES..... 195
PHOTO 47 - DIFFERENTES METHODES D'INVENTAIRE DE FAUNE AQUATIQUE UTILISEES..... 196
PHOTO 48 - INVENTAIRE DE MACROINVERTEBRES..... 198
PHOTO 49 - IDENTIFICATION DES MACROINVERTEBRES 198
PHOTO 50 - VENTOUSE VENTRALE CHEZ SICYOPTERUS PUNCTISSIMUS 203
PHOTO 51 - ESPECES DE POISSONS EXOTIQUES..... 203
PHOTO 52 - MEGAPHILIE ET CONTREFORT DES ESPECES VEGETALES 206
PHOTO 53 - HABITATS RIVULAIRES MODIFIES EN AMONT DU SITE DU BARRAGE 212
PHOTO 54 - HABITATS MODIFIE ET NATUREL DES RIVES..... 212
PHOTO 55 - HABITAT RIVULAIRE MODIFIE DE FARAVOHITRA ET DE SAHOFIKA..... 213
PHOTO 56 - HABITAT RIVULAIRE NATUREL EN AVAL DU BARRAGE..... 213
PHOTO 57 - DE GAUCHE A DROITE L'ONIVE EN AMONT DU BARRAGE, AU NIVEAU DU TCC ET EN AVAL DE L'USINE 216

PHOTO 58 - HABITATS NATURELS ET MODIFIES DES AFFLUENTS DE L'ONIVE 218
PHOTO 59 - DIVERS HABITATS AQUATIQUES MODIFIES 218
PHOTO 60 - HYDROTHELPHUSA AGILIS CAPTURE SUR LE SENTIER LORS DU DEPLACEMENT USINE-BARRAGE ... 256
PHOTO 61 - CAPTURE DE RHEOCLES A LA SENNE DANS LA RIVIERE MAROTENINA..... 259
PHOTO 62 - ASTACOÏDES MADAGASCARIENSIS ET AWAOUS AENEOFUSCUS..... 260
PHOTO 63 - COLEOPTERE GYRINIDAE COLLECTE SUR LES STATIONS 1 ET 2 (TAXON LIMNOPHILE ET RESISTANT AUX POLLUTIONS)..... 261
PHOTO 64 - ESPECES AQUATIQUES MENACEES 265
PHOTO 65 - CHUTE LA PLUS A L'AVAL DE LA ZONE DE RAPIDES FORMANT LE BIEF COURT-CIRCUITE DE L'ONIVE 265
PHOTO 66 - DEUX DES QUATRE ESPECES DE POISSONS MIGRATRICES..... 266
PHOTO 67 - UTILISATIONS DU BOIS POUR LA CONSTRUCTION DANS LA ZONE AMONT 275
PHOTO 68 - BOIS DE CHAUFFE ET BOIS UTILITAIRE (MORTIERS) 276
PHOTO 69 - RAVENEA ET DYPSIS (ALAMBIC POUR LA DISTILLATION DU RHUM) 276
PHOTO 70 - DYPSIS ET RAVENEA (ARECACEAE) UTILISES POUR UNE CONDUITE D'AMENEE D'EAU VERS LES SITES D'ORPAILLAGE 277
PHOTO 71 - BATEE FAITE AVEC DU BOIS DE CONTREFORT OU D'UN GRAND TRONC D'ARBRE 277
PHOTO 72 - UTILISATIONS DU BOIS POUR LA CONSTRUCTION DANS LA ZONE AVAL 278
PHOTO 73 - PIEGE A LEMURIENS FONCTIONNEL A AMBATOTSIPIHINA..... 279

Introduction

Madagascar est l'un des pays les moins bien desservis du monde en termes d'accès à l'électricité. Une partie majoritaire de la population (87%) est dépendante du bois comme source d'énergie principale. La production d'électricité du pays est quant à elle largement dépendante de la production thermique à base de carburants importés. Celle-ci a augmenté au cours des dernières années pour répondre à la croissance de la population, contribuant ainsi directement au réchauffement climatique et à l'augmentation du déficit financier du secteur.

Pour faire face à cette situation, la République de Madagascar a engagé des réformes et a mis en place un programme dénommé « Programme Hydroélectrique Prioritaire » se concentrant sur plusieurs sites. Parmi ces sites, figure celui de Sahofika qui a fait l'objet d'un appel d'offres international restreint (n° 001/15/MEH).

Le 17 juin 2016, le Ministère de l'Eau, de l''Energie et des Hydrocarbures a déclaré le consortium constitué d'Eiffage, Eranove, Themis et HIER attributaire provisoire et a signé le 2 décembre 2016 un Accord de Projet pour le développement du Projet d'aménagement hydroélectrique de Sahofika (« le Projet »). Ce consortium aura la responsabilité de concevoir, financer, construire, exploiter et maintenir l'aménagement hydroélectrique de Sahofika au titre d'un contrat de concession à conclure avec l'Etat, via une société de droit Malgache en cours de constitution et dénommée Nouvelle Energie Hydroélectrique de l'Onive ("NEHO" ou le "Concessionnaire").

Le présent document est l'**étude d'impact environnemental et social** préparée par le Concessionnaire pour permettre la conformité du projet avec la législation nationale et les politiques environnementales et sociales de la Société Financière Internationale et de la Banque Africaine de Développement.

1 Description du Projet

1.1 Objectif du Projet

Le projet d'aménagement hydroélectrique de Sahofika (le "Projet") est situé sur la rivière Onive et disposera au terme de sa construction d'une capacité installée de 192 MW, dont 130 MW seront garantis à 99%.

L'objectif du Projet est de fournir une énergie de base d'origine renouvelable et bon marché au réseau interconnecté d'Antsirabé-Antananarivo. Le productible annuel moyen sera de 1570 GWh.

Du fait de sa dimension, l'aménagement permettra également de contribuer à la stabilité du réseau interconnecté.

Le site se présente sous la forme d'un barrage principal sur l'Onive de 60 m de haut disposant d'une retenue de 140 hm^3 utilisable en soutien d'étiage, d'une galerie souterraine suivie d'une conduite forcée aérienne jusqu'à l'usine hydroélectrique située à 6.5 km à l'aval (13 km en suivant le lit de l'Onive).

Le Projet inclut également les lignes d'évacuation de l'énergie, et l'ensemble des infrastructures nécessaires à sa construction ou à son exploitation : routes d'accès, lignes de services, camps temporaires et bâtiments définitifs, zones d'emprunt et de déblais, etc… L'ensemble de ces éléments est décrit dans la suite du chapitre 1.

1.2 Organisation du Projet

1.2.1 Concessionnaire

Le développeur du Projet est un Consortium constitué de quatre sociétés : Eiffage, Eranove, Themis et HIER. Le consortium a été choisi à l'issue d'un appel d'offres par le Ministre chargé de l'Energie en tant que producteur indépendant, autorisé via une concession conformément à l'article 23 du Code de l'Électricité.

Une brève description des quatre sociétés est fournie ci-dessous :

- **Eiffage** : groupe international dont le siège social est en France et qui exerce dans le monde dans le domaine de la construction, des infrastructures, de l'énergie et des concessions ;
- **Eranove** : groupe industriel de premier plan dans la gestion de services publics et la production d'électricité et d'eau potable en Afrique ;
- **Neo Themis**: développeur de projets d'énergie, société du groupe Denham Capital, leader dans les investissements dans les pays en voie de développement, y compris en Afrique ;
- **HIER** (Hydro Ingénierie Études et Réalisations) : société de droit malgache spécialisée dans les projets d'aménagements hydroélectriques.

Ce consortium a établi une société de droit Malgache, NEHO, qui sera le Concessionnaire du Projet en accord avec les termes de l'article 23 de la loi n°2017-02 en date du 10 avril 2018 portant Code de l'Électricité (le « Code de l'Électricité ») et réformant le secteur de l'électricité à Madagascar.

Le financement du Projet est à la charge de NEHO et ne sera pas issu d'un emprunt de l'état Malgache.

1.2.2 Etudes détaillées et construction

Pour les études détaillées et la construction du Projet, NEHO s'appuiera sur une entreprise de travaux appuyée par un bureau d'étude, sous la forme d'un contrat de type EPC (Engineering + Procurement + Construction).

1.2.3 Transmission et distribution de l'électricité produite

L'exploitation de l'aménagement sera faite directement par NEHO. L'énergie électrique produite par la centrale sera transmise au réseau géré par la JIRAMA, qui assurera la distribution de l'électricité.

1.2.4 Emploi

Lors de la phase de construction, 1200 personnes seront employées en pic:

- Encadrement (Entreprise et maîtrise d'œuvre) : environ 200 personnes.
- Ouvriers : environ 1 000 personnes

Lors de la phase d'exploitation, la structure en charge de l'exploitation et de la maintenance du barrage sera composée de 25 personnes organisées autour de 5 grandes fonctions : la fonction management, la fonction gestion du personnel, la fonction exploitation, la fonction maintenance, la fonction approvisionnement et gestion stock. On peut estimer qu'un nombre équivalent d'emplois permanents locaux seront induits pour les services qui seront fournis à l'équipe d'exploitation-maintenance (gardiens, entretien…)

1.3 Localisation et accès

Le Projet d'aménagement hydroélectrique est situé à la latitude 19.5° Sud :

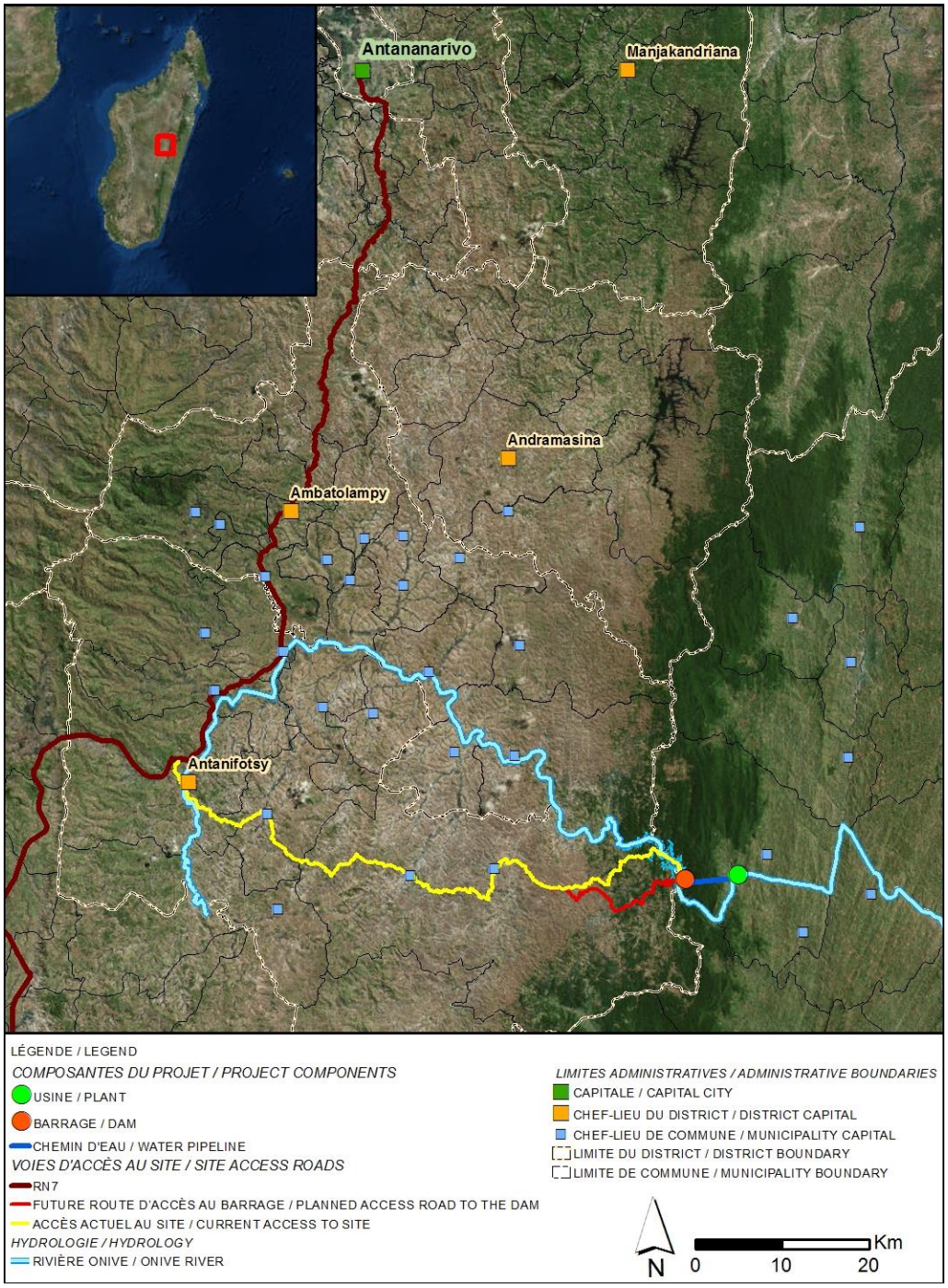
- Sur la rivière Onive ;
- À 100 km à vol d'oiseau au Sud-Sud-Est d'Antananarivo ;
- À 100 km à vol d'oiseau de l'Océan indien.

La ligne de transmission électrique reliera le Projet à Antananarivo, en passant par Antanifotsy.

L'accès à la zone du Projet se fait depuis la capitale Antananarivo par la route goudronnée RN7 (axe Antananarivo-Antsirabe) que l'on suit jusqu'à Antanifotsy. Il faut ensuite, à partir d'Antanifotsy, suivre vers l'Est-Sud-Est sur 60km (à vol d'oiseau) une série de pistes d'abord carrossables puis piétonnes pour atteindre le site du Projet. Sur l'ensemble de ce parcours, la ligne de transmission électrique suivra dans les grandes lignes l'accès routier.

La rivière Onive au site du barrage se traverse en pirogue, et il faut ensuite suivre un chemin qui franchit la montagne pour atteindre le site de l'usine hydroélectrique.

Figure 1 - Localisation du Projet



1.4 Composantes du projet et phasage

1.4.1 Activités préalables

Le Projet a été étudié au niveau faisabilité. De nombreux travaux de reconnaissance de la zone du Projet ont été effectués dans le cadre des études menées à ce jour. Le Projet dispose notamment d'un lidar (topographie effectuée par laser depuis un aéronef) et d'un ensemble d'études géologiques, hydrologiques et géotechniques.

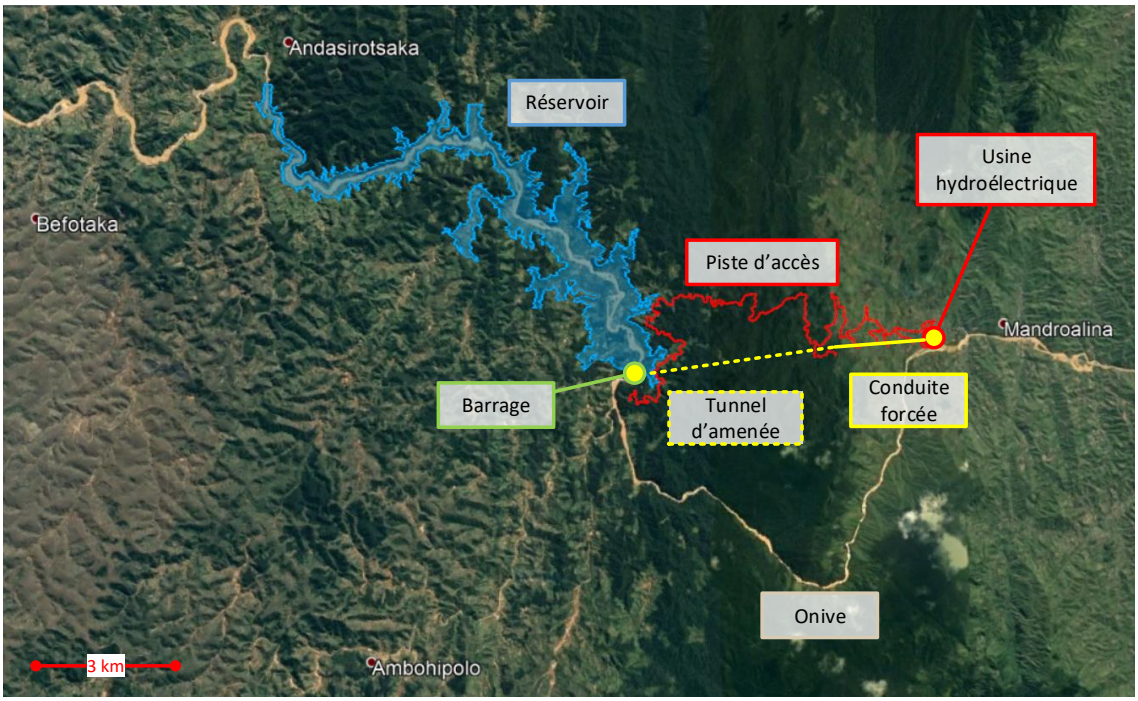
Les études détaillées du Projet restent à effectuer, et par conséquence la construction du Projet sera précédée par un ensemble d'activités préparatoires supplémentaires, dont le but sera d'acquérir des données de terrain fines pour ces études détaillées (topographie, géologie, géotechnique, hydrologie, etc…).

Certaines de ces activités ont eu lieu déjà en 2018, notamment des sondages géotechniques pour la galerie d'amenée d'eau, et un suivi hydrologique de l'Onive.

Les activités préalables sont importantes à prendre en compte, car elles influeront certaines des composantes du Projet, telles que le positionnement exact d'infrastructures permanentes (pistes d'accès ou ligne de transmission) ou temporaires (carrières, zones de dépôt, installations de chantier…).

1.4.2 Infrastructures permanentes

Figure 2 - Schéma d'implantation de l'aménagement hydroélectrique



1.4.2.1 Barrage et réservoir

La conception d'un barrage dépend des conditions de la fondation et de la disponibilité des matériaux, deux points qui ont fait l'objet d'investigations géotechniques menées en 2018. La conception retenue comprend un barrage principal en béton évacuant l'essentiel de la crue par un seuil libre, et comprenant une vanne de fond (voir la Figure 4).

Le barrage est complété par une digue de col, sorte de barrage annexe qui permet de relever le niveau d'un col trop bas pour permettre le remplissage de la retenue. Cet ouvrage en terre présente un profil classique de digue homogène avec un parement amont penté à 3,5H / 1V et un parement aval penté à 2,5H / 1V.

L'emprise du réservoir a été légèrement recalée en août 2018 pour prendre en compte les limites du LIDAR en queue de retenue.

Les principales caractéristiques du barrage principal sont présentées ci-dessous.

- Type de barrage : Barrage poids BCR à évacuation centrale sur parement aval
- Niveau du seuil : 1328 m
- Niveau de crête : 1340 m
- Niveau fondation : 1280 m
- Hauteur max. sur fondation : 60 m
- Longueur : 330 m
- Fondation : Gneiss - Migmatite
- Traitement de fondation : Injections de consolidation + rideau d'injection d'étanchéité + drainage

Les niveaux suivants ont été considérés pour la conception des ouvrages :

- Niveau de retenue normale (Cote R.N) : 1328,00 m
- Cote des Plus Hautes Eaux pour la crue de projet (Cote P.H.E) : 1337,20 m
- Niveau maxi dans la retenue pour la crue de sécurité (Cote P.H.E.E) : 1338,95 m
- Niveau maximum d'exploitation (Q100) : 1335,30 m
- Niveau minimum d'exploitation (critère de submergence) : 1295,00 m
- Pour le niveau de retenue normale (1328) :
  - Volume tranche morte : 11,5 hm^3
  - Volume utile du réservoir : 128,5 hm^3

Figure 3 - Vue en plan du barrage

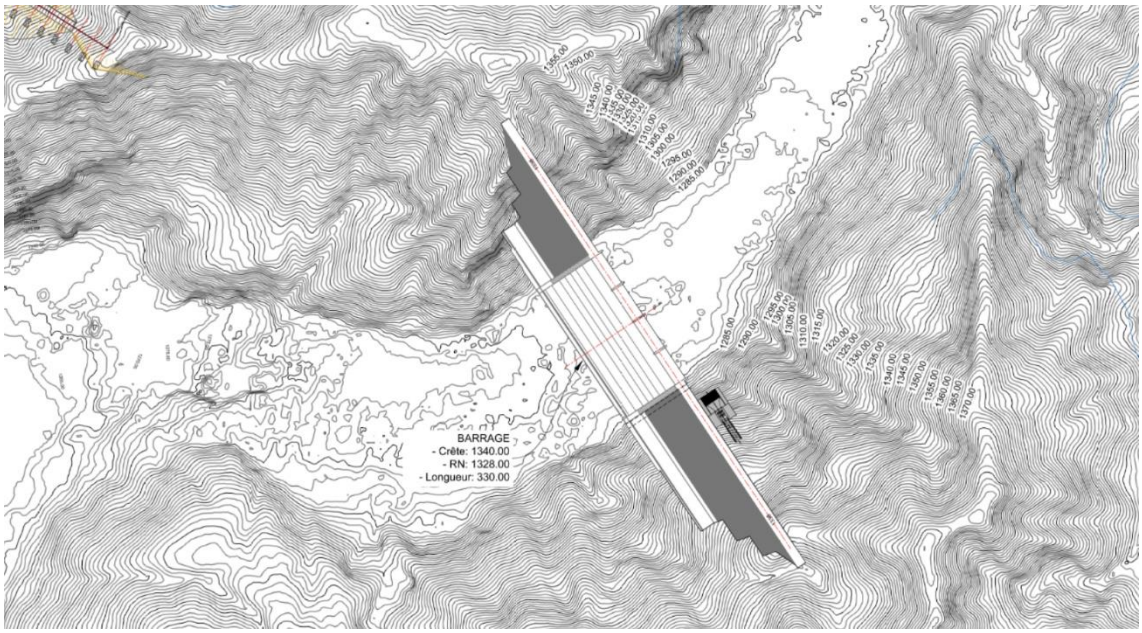


Figure 4 - Vue du barrage de l'amont

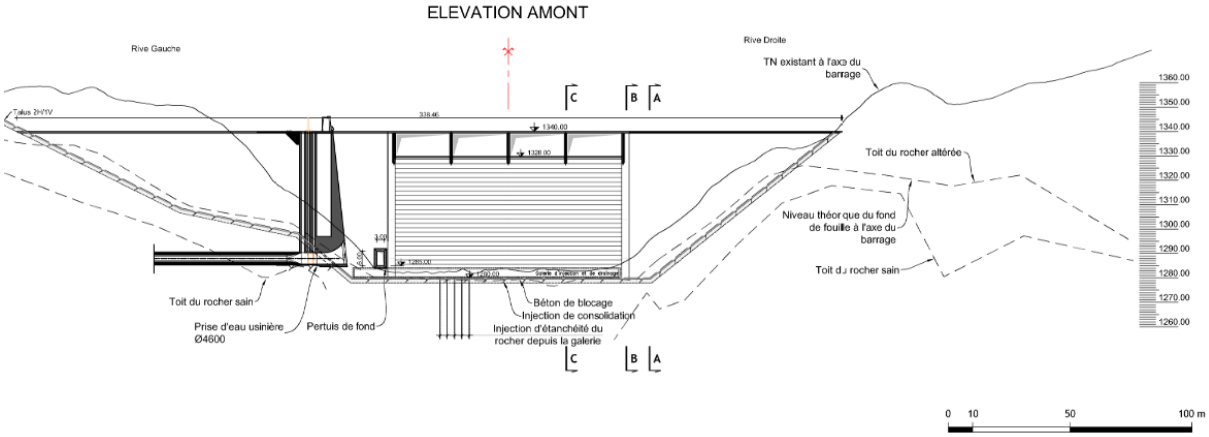
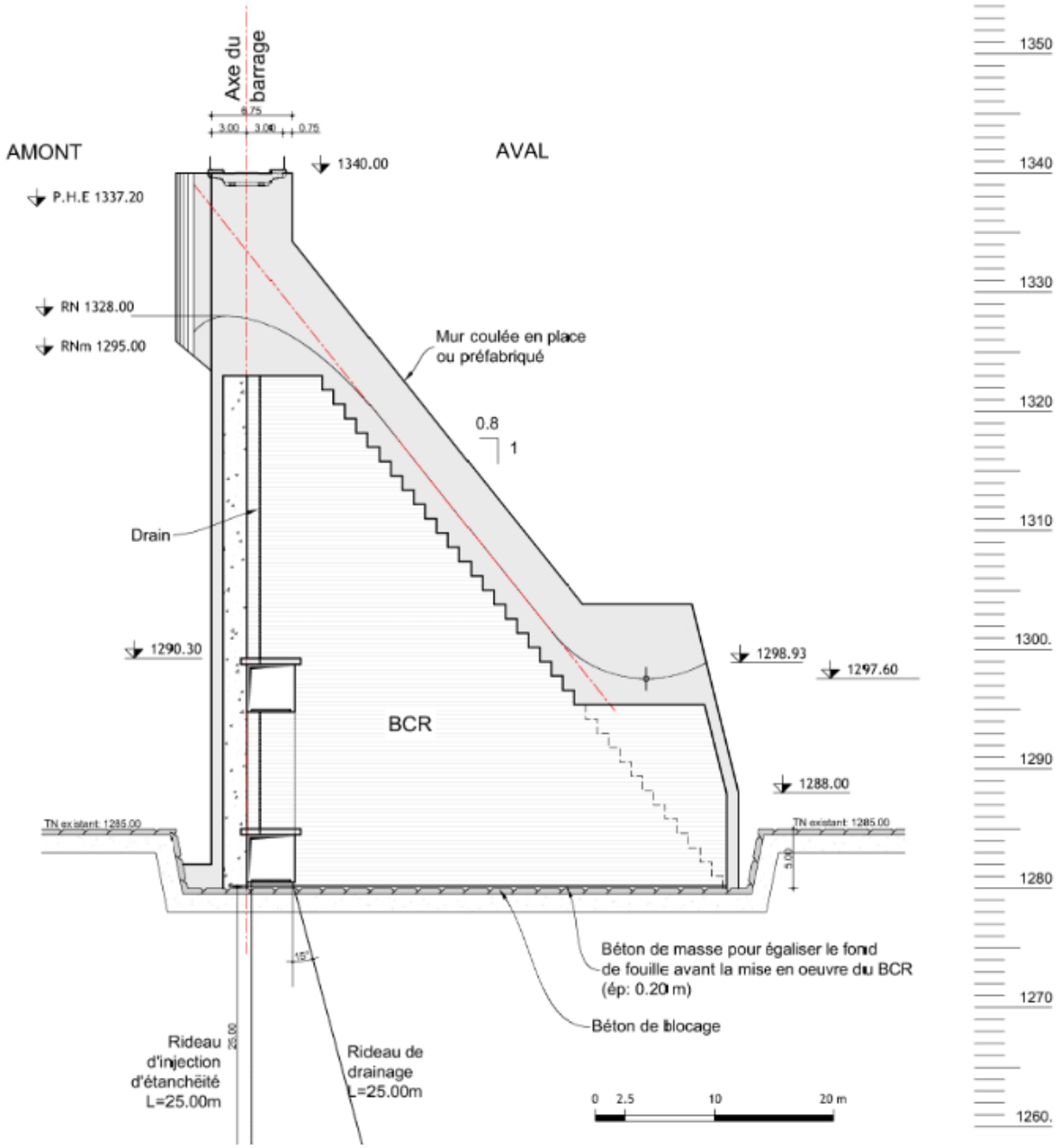


Photo 1 - L'Onive au droit du site du barrage (Vue prise depuis la rive gauche)

Figure 5 - Coupe type du barrage au droit du seuil déversant



1.4.2.2 Galerie d'amenée, cheminée d'équilibre et conduites forcées

Différentes solutions ont été envisagées pour transporter l'eau du réservoir amont vers l'usine hydroélectrique. Les études préalables ont souligné l'importance du risque géotechnique pour le Projet, et le peu d'enjeux environnementaux et sociaux le long des pentes herbeuses (sujettes à brûlis régulier) qui dominent le site de l'usine hydroélectrique. Les réflexions techniques ont donc été orientées vers une solution réduisant l'ampleur de ce risque qui comprend depuis la prise d'eau : une galerie à basse pression en légère pente traversant sous le massif forestier (jusqu'à 300m de profondeur sous celui-ci), une cheminée d'équilibre (puits + ouvrage émergent) et plusieurs conduites forcées.

Les caractéristiques préliminaires de la prise d'eau, qui est accolée au barrage mais dans un ouvrage séparé afin de simplifier les interfaces travaux, sont :

- Niveau du seuil : 1288 m
- Dimensions du pertuis : DN 4,60 m
- Surface des grilles = 70 m²
- Vitesse de l'eau au niveau des grilles à RN : 0,75 m/s

Les principales caractéristiques de la galerie d'amenée sont :

- Longueur : 4 240 m
- Altitude extrémité amont : 1288 m
- Altitude extrémité aval : 1165,50 m
- Pente longitudinale = 3 %
- Méthode d'excavation : explosif, excavateur, brise-roche
- Revêtement : A définir (pas de revêtement, béton ou blindage) en fonction du risque géotechnique et des pressions hydrauliques.
- Diamètre hydraulique : 4,6 m (section de type fer à cheval S≈17,3 m²)

Figure 6 - Coupes type de la galerie d'amenée pour certains types de terrain

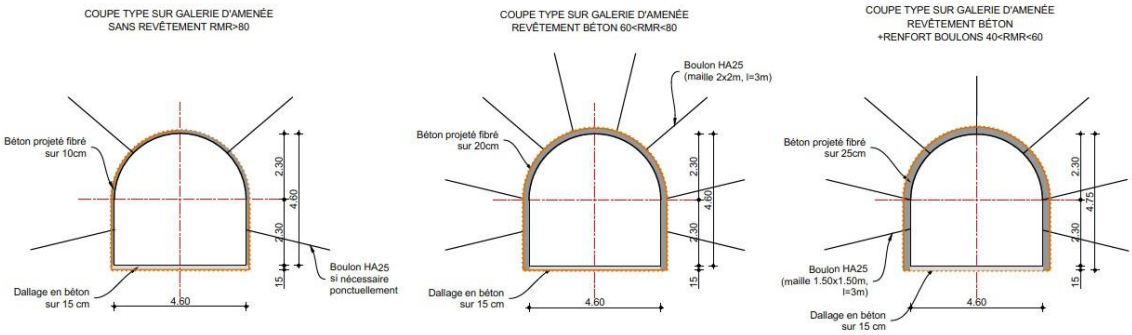


Figure 7 - Profil en long de la voie d'eau

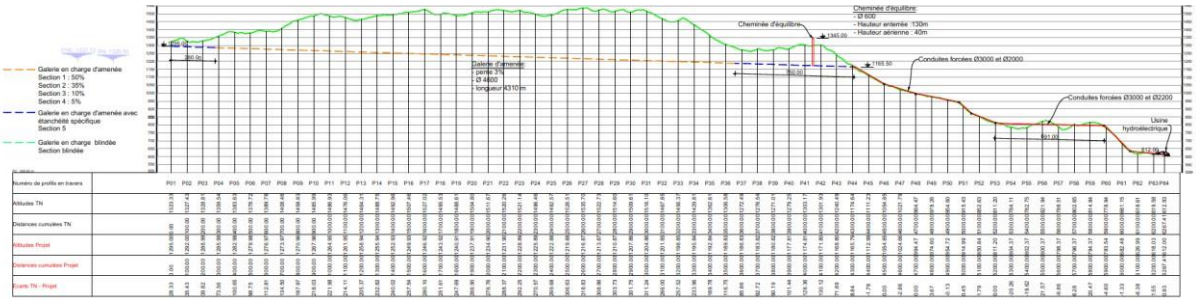
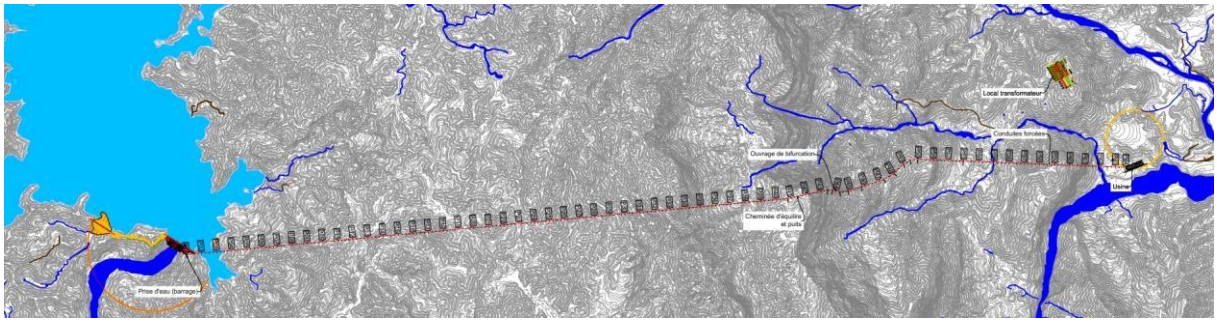


Figure 8 - Vue en plan de la voie d'eau (galerie d'amenée et conduite forcée)

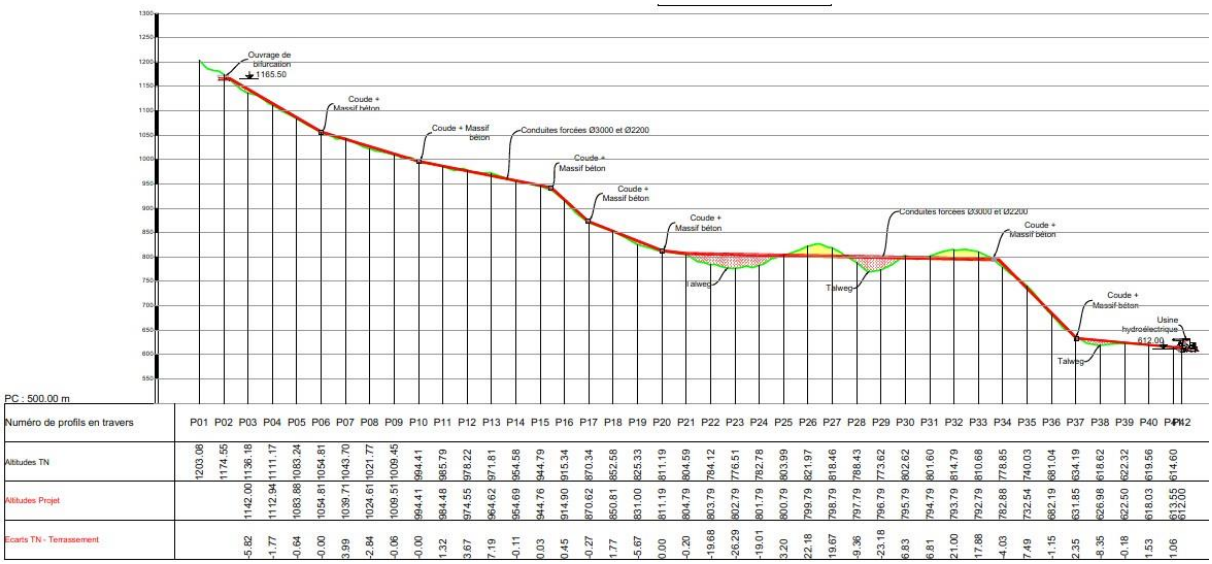


La cheminée d'équilibre est un puits vertical de 172 m de profondeur et de diamètre hydraulique 6 m avec un diaphragme de 1 m entre le tunnel et la cheminée. Elle émergera du sol d'environ 45 m, depuis un piton rocheux caractéristique.

Photo 2 - Vue du piton rocheux (à droite) d'où émergera la cheminée d'équilibre

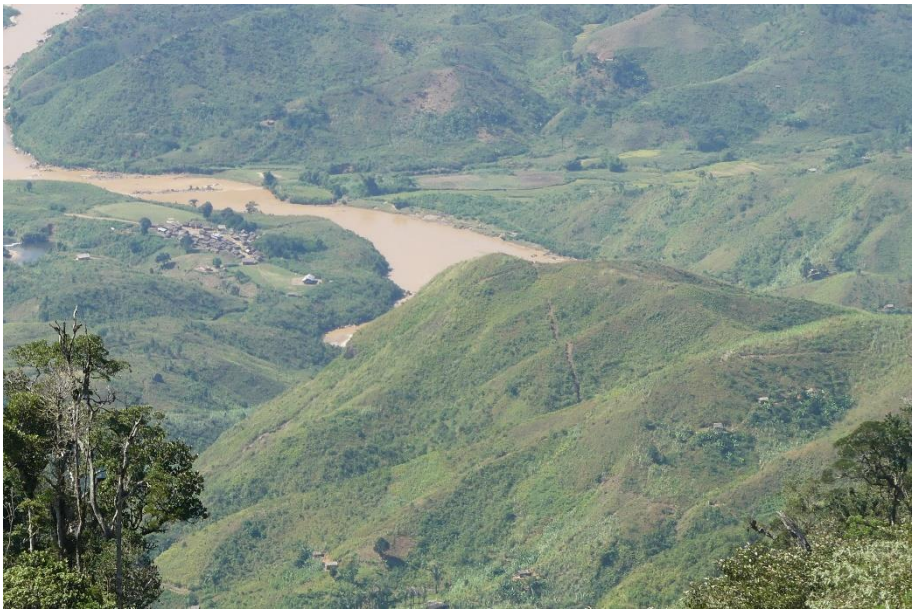
La galerie émergera par un ouvrage de transition abritant des vannes de sécurité. A partir de ce point, deux conduites forcées seront construites, de longueur 2000 m et de diamètre 3000 mm. Des variations de ce diamètre le long des conduites sont possibles à des fins logistiques (transport des conduites l'une dans l'autre) et de construction, le plus petit diamètre étant en aval. Ce point sera confirmé et validé dans le cadre des études détaillées.

Figure 9 - Profil en long des conduites forcées



La Photo 3 montre les pentes herbeuses sur lesquelles les conduites forcées seront construites. On distingue au centre droit de cette photo le layon des études topographiques et géotechniques préalables qui suit l'axe de la future conduite, ainsi que dans le fond, la rivière Onive et le village de Faravohitra qui sera voisin de l'usine hydroélectrique.

Photo 3 - Vue sur les pentes herbeuses qui recevront la conduite forcée



1.4.2.3 Usine hydroélectrique

Les deux conduites forcées alimenteront 4 et 3 groupes, avec deux circuits distincts. Des vannes seront placées devant chacune des turbines.

L'option d'une implantation souterraine de l'usine, considérée au début, a été rapidement abandonnée du fait des risques géotechniques. L'usine sera donc en surface, et construite à proximité du lit de l'Onive.

Initialement envisagée en bas de la falaise située après la dernière chute de l'Onive, l'usine a suite aux études de 2017 été déplacée légèrement vers l'aval.

Photo 4 - Zone d'implantation de l'usine hydroélectrique, à l'aval des chutes de l'Onive

L'usine accueillera 7 turbines, mais est dimensionnée pour pouvoir en accueillir jusqu'à 4 de plus (donc 11 en tout) à long terme. Il s'agit d'une réserve qui ne fait pas partie de la concession mais qui pourrait être utilisée dans le futur pour adapter le Projet, par exemple à des conditions hydrologiques plus favorables qu'anticipé.

Les conditions d'exploitation de l'usine hydroélectrique sont :

- 7 turbines Pelton à axe vertical
- Puissance des turbines : 7 x 28,5 MW = 199.5 MW en sortie des turbines
- Débit nominal : 34.3 m^3/s
- Cos Phi : 0,85
- Niveau amont : 1295 à 1335.30 m
- Niveau Aval : 612 m (exploitation)
- Charge brute : 683 m à 725 m

Les dimensions de l'usine sont :

- Longueur : 97,50 m
- Largeur : 35 m
- Hauteur : 25 m
- Altitude du radier sur rocher : 589,65 m

1.4.2.4 Poste de départ

La localisation du poste 225 kV, en surface et à proximité de l'usine, reste à définir. Sa conception pourrait prévoir, en plus des équipements nécessaires à l'évacuation de l'énergie, une partie à un niveau de tension plus bas pour alimenter les localités proches de la centrale en les reliant au réseau interconnecté.

1.4.2.5 Ligne de transmission

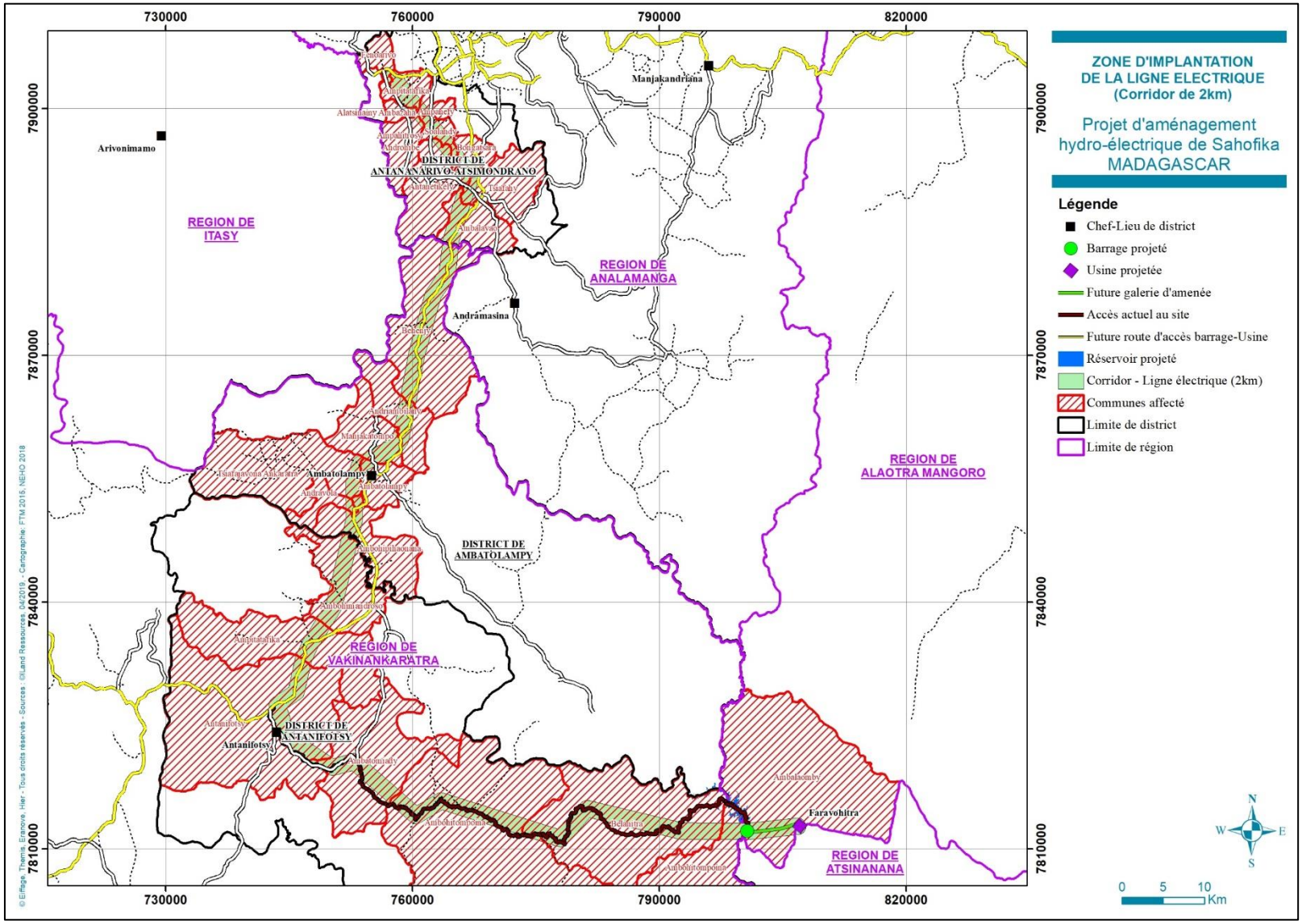
La ligne d'évacuation de l'énergie sera une ligne 225 kV double terne sur simple poteaux.

Elle suivra entre l'usine hydroélectrique et le barrage l'axe de la route d'accès qui sera créée, avec un objectif commun pour ces deux infrastructures d'utiliser au mieux les zones déboisées existantes. Au passage du corridor forestier, la ligne sera enterrée sur une longueur de 1.6 km pour minimiser les impacts sur la continuité écologique du corridor.

A partir du barrage, la ligne poursuivra le long de la voie d'accès créée pour le projet jusqu'à la RN7 à Antanifotsy. Selon la configuration du réseau interconnecté à Antanifotsy, elle y traverse un poste ou part directement vers Antananarivo à proche distance de la RN7, toujours en 225 kV double terne simple poteau, jusqu'au poste d'Ambatolampy. De là elle continue en 225 kV double terne simple poteau vers le poste à créer de "Tana Sud 3". Du barrage à Tana Sud 3, un corridor de 2 km de large (2 x 1km) dans lequel sera située la ligne a été défini en collaboration entre les équipes techniques et environnementales et sociales, dans le but de minimiser les impacts. Ce corridor, au sein duquel l'emplacement exact de la ligne n'est pas encore connu, a été utilisé pour la présente étude d'impact environnemental et social.

Il est par ailleurs possible que le Projet ne construise que la ligne allant de l'usine hydroélectrique à Antanifotsy, où elle se raccorderait à une nouvelle ligne Antananarivo-Antsirabé financée et construite dans le cadre d'un projet séparé. Dans la présente étude, nous avons analysé les impacts comme si le Projet allait construire l'ensemble de la ligne jusqu'à Tana Sud 3.

Figure 10 - Tracé du corridor de la ligne d'évacuation de l'énergie



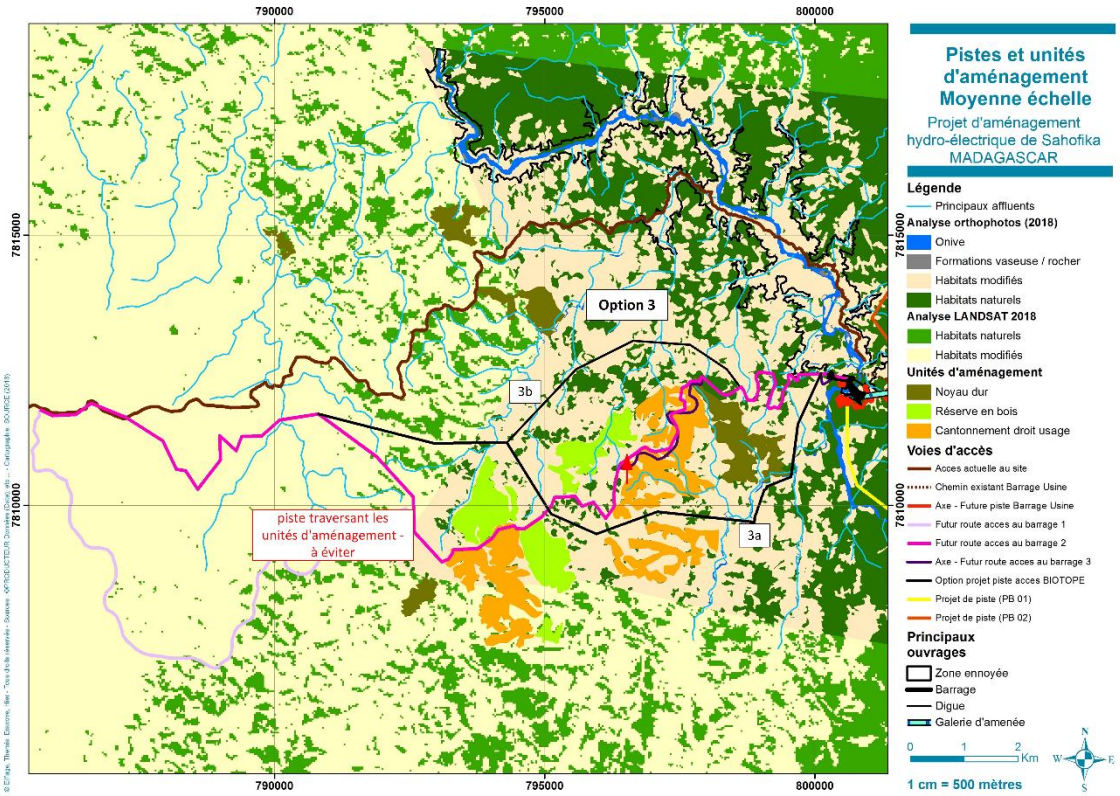
1.4.2.6 Voies d'accès

La stratégie d'accès au site consiste à relier celui-ci à la RN7 à partir d'Antanifotsy, en renforçant et améliorant la piste existante d'Antanifotsy à Belanitra, puis à ouvrir une nouvelle voie d'accès pour accéder à la rive droite du barrage située à 20 km à vol d'oiseau.

Photo 5 - La piste d'accès existante entre Antanifotsy et Belanitra

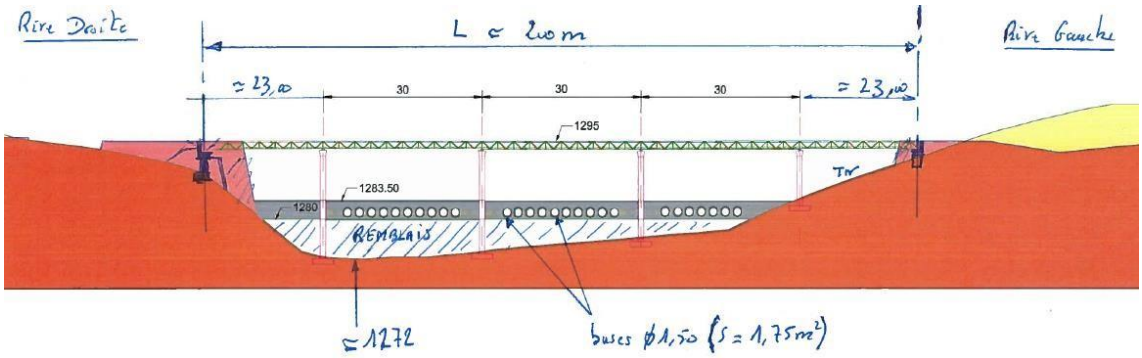
Différentes options de tracé ont été envisagées entre Belanitra et le barrage par les équipes techniques et environnementales et sociales, là aussi dans le but de minimiser les impacts (voir l'analyse des alternatives dans le chapitre 2). Le tracé définitif aura pour but de minimiser les impacts en évitant les zones boisées, notamment celles établies dans un but de conservation de la biodiversité. Cet objectif est atteignable car le paysage dans cette zone est dominé par les herbacées résultant de la pratique régulière du brûlis.

Figure 11 - Exemples d'options de route d'accès à l'Ouest du barrage



Le franchissement de l'Onive au niveau du barrage principal se fera au moyen d'un pont qui sera une infrastructure permanente (la crête du barrage ne sera par contre pas prévue pour servir de voie de circulation).

Figure 12 - Pont de franchissement de l'Onive en aval du barrage



Pour relier le barrage et l'usine, il faut franchir l'escarpement rocheux mais aussi le corridor forestier qui abrite une riche biodiversité. Différentes solutions ont été envisagées et ont fait l'objet d'une analyse multicritère pour éviter ou minimiser les impacts environnementaux et sociaux, tout en restant sur des solutions techniquement faisables. La solution retenue consiste à traverser le corridor forestier en utilisant au maximum les zones déjà déboisées par les populations. Les alternatives qui ont été abandonnées consistaient (i) à aller au plus court de l'usine au barrage - cette option impactait trop d'habitats naturels, ou (ii) à suivre le lit de l'Onive - cette option ouvrait trop d'accès à des milieux pour l'instant protégés par leur éloignement (voir pour plus de détails l'analyse des alternatives dans le chapitre 2).

Ces deux voies seront ouvertes au public, à des conditions qu'il reste toutefois à définir. Les routes qui seront construites pour relier Belanitra au barrage seront permanentes – elles seront conservées après la fin de la construction de l'aménagement hydroélectrique.

1.4.2.7 Autres infrastructures

Les autres infrastructures permanentes comprennent :

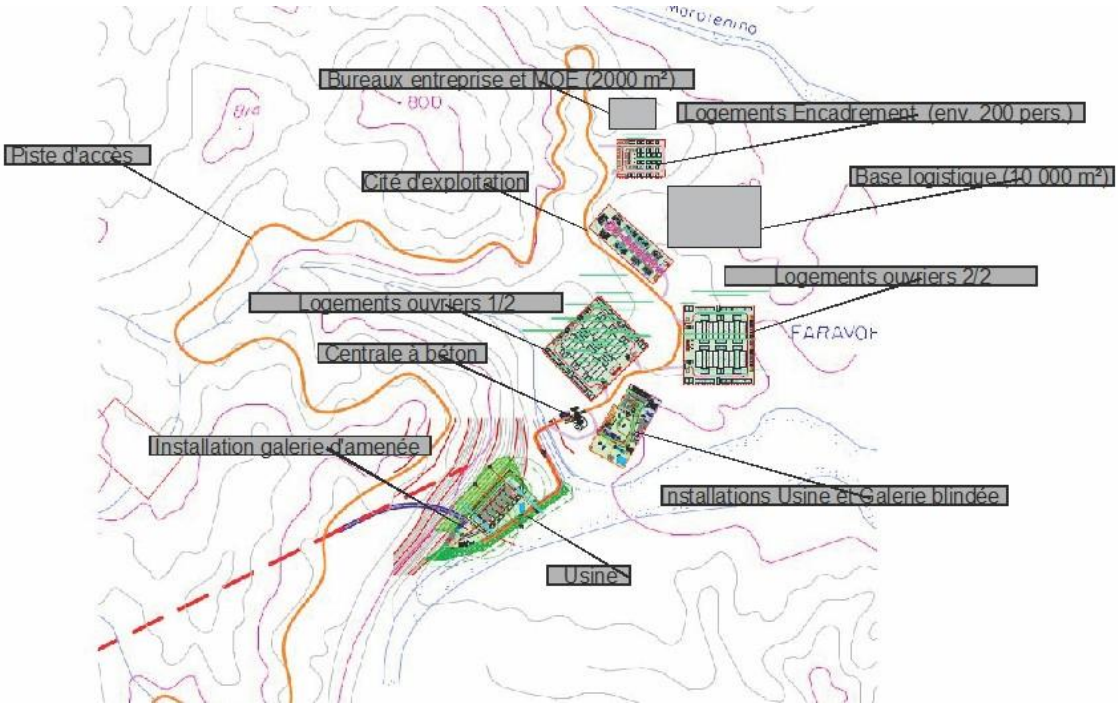
- La cité d'exploitation (potentiellement utilisée en base-vie de chantier en phase de construction). Un emplacement favorable a été reconnu en rive droite, en aval du réservoir, avec une bonne exposition et vue sur le barrage. Cet emplacement présente l'intérêt de permettre en toute situation une liaison par route (pas de franchissement de l'Onive pour rejoindre la RN7).
- Le bâtiment d'exploitation barrage.
- Le bâtiment d'exploitation de l'usine hydroélectrique.
- Ligne de service et réseaux de communication reliant le barrage et l'usine : ces infrastructures linéaires seront construites de façon opportuniste dans le tunnel de la galerie d'amenée.

1.4.3 Infrastructures temporaires

1.4.3.1 Installation générale près de l'usine hydroélectrique

Les principales infrastructures sont situées à proximité du village de Faravohitra, très proche du site de l'usine en surplomb de la rivière Onive.

Figure 13 - Situation des différentes zones de l'installation générale



Les installations seront dimensionnées pour les activités de la construction de l'usine et les galeries en charge et galerie blindée ainsi que des puits en charge et cheminée d'équilibre. La construction des installations principales sera réalisée selon le phasage suivant :

- Débroussaillage et décapage de la zone

- Terrassements et remblais de la plate-forme des installations
- Installation des différents équipements (ateliers, magasins, centrale d'énergie, centrale à béton, station de décantation des eaux de chantier etc.)

L'accès aux sites des installations principales est assuré à partir de la route d'accès à l'usine qui sera construite pendant la période de préparation du chantier.

1.4.3.2 Bureaux et base-vie

La base-vie et les bureaux de l'entreprise et de la maîtrise d'œuvre seront installés dans la zone d'installations générales proche de l'usine. La base-vie et les bureaux seront connectés à la route d'accès et aux réseaux. Ils seront notamment connectés au réseau de distribution d'eau potable. Une station de potabilisation des eaux sera installée à cet effet. Tous les bureaux et la base-vie seront connectés au réseau d'évacuation et de traitement des eaux mis en place dans la zone d'installation générale.

Les bureaux et la base vie seront reliés à un réseau de distribution Électrique connecté à une centrale de génération électrique installée près de la zone de campement. La zone sera par ailleurs connectée à un relais de télécommunications (téléphone et internet).

Les bases-vie seront composées de différents types de logements préfabriqués :

- Encadrement (Entreprise et maîtrise d'œuvre) : environ 200 personnes.
- Ouvriers : environ 1 000 personnes

1.4.3.3 Plate-forme d'approvisionnement

L'espace disponible au niveau des zones de travaux du barrage et du chemin d'eau, ainsi que la nature du terrain très accidenté ne permettent pas d'organiser un stockage suffisant pour les besoins du chantier.

L'approvisionnement d'un chantier de cette nature provient de plusieurs fournisseurs différents. Il n'est pas envisageable que chacun des fournisseurs vienne livrer ses matériaux directement sur le chantier en raison des contraintes d'accès.

Le concessionnaire mettra en place pour la durée du chantier une plate-forme logistique de 10 000 m² qui sera située près de l'usine hydroélectrique (voir Figure 13).

Cette plate-forme logistique comprendra :

- Un parc de stockage sécurisé d'une surface totale de 6 000 m².
- Un entrepôt de stockage couvert de 2 000 m².
- Une zone dédiée au façonnage des armatures de 2 000 m².

Des chariots élévateurs permettront le déchargement des camions, le stockage des matériaux et la préparation des colis. Une flotte de camions sera dédiée à l'approvisionnement des différentes zones de travaux du chantier.

Fonctionnement

Une équipe sur place assurera la réception, le classement, et l'inventaire des commandes. L'ensemble des fournitures sera délivré sur la base logistique et reconditionné sur place.

Le chantier sera ensuite approvisionné quotidiennement depuis la base logistique sous la forme de kits permettant la production pour une journée. Un suivi informatique des stocks à la base logistique permettra de déclencher les commandes de matériaux pour éviter les

ruptures de stock. La base logistique sera l'unique adresse du chantier pour les fournisseurs.

Avantages

Le fonctionnement avec une plate-forme logistique présente plusieurs avantages :

- Limitation du stockage sur chantier au stock d'urgence.
- Minimisation des emprises de chantier.
- Maîtrise du volume de camions circulant sur le chantier.
- Optimisation du conditionnement des matériaux.

1.4.3.4 Installation près du barrage

Le site du barrage accueillera une plate-forme temporaire dont la taille sera significativement plus petite que celle près de l'usine. On y trouvera notamment :

- Une centrale de fabrication du BCR de capacité de 200 m^3/h installée à proximité du site de construction du barrage afin d'assurer l'approvisionnement sur chantier de ce matériau à l'aide d'un convoyeur.
- Une centrale à béton dédiée d'une capacité de 60 m^3/h installée à proximité du site de construction du barrage afin d'assurer l'approvisionnement du chantier en BCV. Ce dernier sera acheminé par camions malaxeurs 8m^3.

1.4.3.5 Autres installations

En plus des installations principales et des installations du barrage et de l'usine, des sites d'installation temporaires seront également construites aux emplacements suivants :

- Digue de col.
- Galerie blindée.
- Fenêtre aval et Cheminée d'équilibre.
- Fenêtre amont et Prise d'eau.

1.4.3.6 Accès aux chantiers

Les personnels travaillant à la réalisation du Projet utiliseront les installations mises à leur disposition à proximité de chaque site des travaux.

Des navettes seront mises en place afin d'assurer le transport du personnel depuis la base vie jusqu'au chantier. Les sites seront clôturés et interdits au public. Ils disposeront d'un portail principal pour l'accès des poids lourds et véhicules légers et d'une entrée pour les piétons.

Un système de contrôle des accès sera mis en place afin de connaître à tout moment le nombre de personnes présent sur les sites souterrains et notamment dans les galeries. Ce système sera capable de gérer des entrées/sorties par des accès différents.

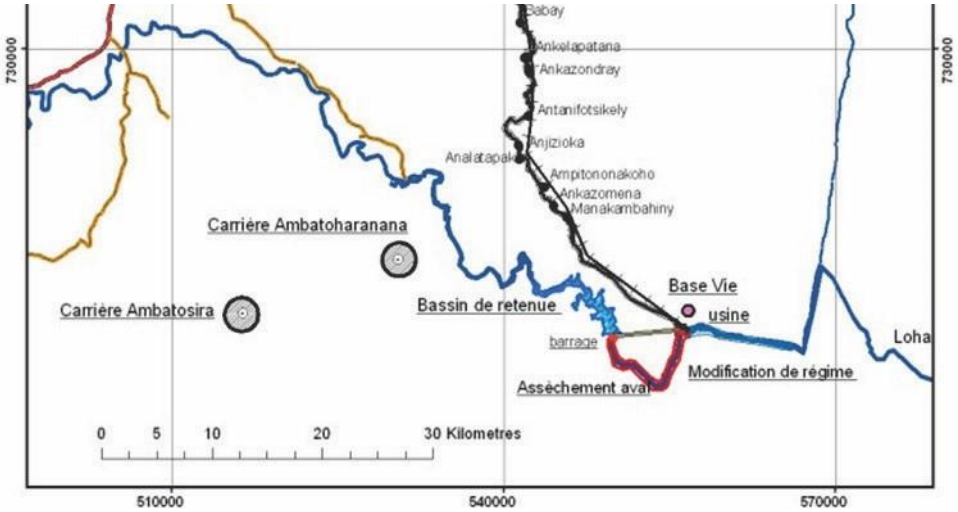
1.4.3.7 Zones d'emprunt et de déblais

Compte tenu de la localisation du barrage, très éloignée des sites d'exploitation de carrières existantes en cours d'exploitation, il est prévu de réaliser une campagne d'investigations afin de déterminer et de quantifier les matériaux disponibles à proximité des ouvrages pour les utilisations suivantes :

- Enrochement,
- Granulat routier
- Couche de forme
- Granulat pour bétons de structure
- Granulat pour BCR
- Sable

A ce jour, deux sites de carrière potentielles ont été recensés, le premier à Ambatosira (19°44 ’43.2" / 47°32’57.5"), à 33km environ à l’ouest du site prévu pour le barrage et le second à Ambatoharanana (19°46’17.5" / 47°39’35.1"), plus proche (20Km).

Figure 14 - Emplacement des carrières envisagées



Les quantités de matériaux élaborés nécessaires pour la réalisation du projet dans son ensemble sont les suivantes :

- Matériaux élaborés pour couche de forme des pistes 0/63 : 248 400 T
- Agrégats pour Béton Compacté au Rouleau
  - 0/63 : 260 000 T
  - Sable 0/5 : 130 000 T
- Agrégats pour Béton Compacté au Rouleau EC :
  - 0/63 : 65 000 T
  - Sable : 32 500 T
- Agrégats pour Béton Conventionnel :
  - 15/25 : 89 420 T
  - 5/15 : 78 900 T
  - Sable 0/5 : 89 420 T
- Agrégats pour Béton projeté :
  - 15/20 : 2 040 T
  - 10/15 : 1 800 T
  - Sable 0/5 : 2 040 T

Soit un tonnage total de 1 050 000 T de matériaux en place et, compte tenu des pertes, un tonnage total à extraire de 1 100 000 T hors enrochements.

Les matériaux issus des déblais de meilleure qualité seront utilisés pour les remblais des plates-formes de chantier ou des pistes. Les matériaux impropres seront évacués sur des sites de mise en dépôt définitifs qui seront implantés à proximité (typiquement dans un rayon d'un kilomètre des zones de production des déblais). Les sites exacts de mise en dépôt définitif des déblais n'ont pas encore été déterminés.

1.4.4 Techniques de construction

Le Projet consiste dans les grandes lignes à effectuer des terrassements puis à y installer des ouvrages essentiellement en béton (barrage, usine, galerie) ou en métal (conduite forcée, pylônes de la ligne). Les techniques principales qui seront utilisées et qui importent pour l'analyse des impacts sont décrites dans ce chapitre.

1.4.4.1 Travaux de terrassement

Les travaux de terrassement concernent :

- Les pistes d'accès,
- Les accès et plates-formes des pylônes de la ligne de transmission,
- Les travaux de terrassement pour l'assise et la fondation du barrage en BCR,
- Les travaux de terrassement pour la prise d'eau,
- Les travaux de terrassement et de confortement des têtes de galerie,
- Les travaux de terrassement pour l'assise et la fondation de la digue de col,
- Les travaux de terrassement de la plate-forme pour l'usine.

Les trois types de terrains suivants associés à des moyens de terrassement distincts :

- Terrain meuble : terrassement à la pelle mécanique,
- Terrain mixte : terrassement au BRH,
- Terrain rocheux : terrassement par minage.

En première approximation, la répartition de ces types de terrain dans le cadre du Projet est le suivant :

- Terrain meuble : 10 %
- Terrain mixte : 25%
- Terrain rocheux : 65%

Les matériaux issus des déblais de meilleure qualité seront utilisés pour les remblais des plates-formes de chantier. Les matériaux impropres seront évacués sur des sites appropriés et à proximité des travaux, soit dans un rayon d'un kilomètre.

1.4.4.2 Utilisation des explosifs

Le Projet nécessite l'utilisation d'explosifs pour les travaux d'excavation dans les milieux rocheux.

Les travaux de minage seront réalisés par un personnel compétent et agréé pour les travaux d'abattage rocheux à l'explosif. Un responsable des travaux à l'explosif sera désigné. Ce dernier établira une note méthodologique précisant :

- Le phasage des travaux.

- La situation et l'orientation des fronts d'attaque.
- Une note technique sur le calcul des plans de tir (foration, type d'explosifs, amorçage…).
- La liste des matériels de foration, de chargement et de transport des explosifs.
- Le plan du dispositif de mesure des vibrations et de surveillance .

Des tirs d'essai seront réalisés. Ils permettront de mettre au point les plans de tir adaptés aux matériaux, à la géométrie des déblais et aux contraintes environnementales (vibrations, etc…).

1.4.4.3 Détournement de la rivière

Pour construire le barrage hors d'eau et à l'abri des crues, il est nécessaire de détourner localement le cours de l'Onive en lui faisant suivre sa rive gauche (pour la construction de la moitié droite du barrage) puis sa rive droite (pour la construction de la moitié gauche du barrage). Ceci sera réalisé sans dérivation totale du lit. Ainsi, une fois l'installation du site et les principales routes d'accès achevées, la réalisation des batardeaux amont et aval sera engagée.

La réalisation de l'ouvrage de dérivation se déroulera selon le phasage suivant:

- Pendant la 1ère phase des travaux, un mur provisoire est construit à 2.50 m de l'axe de l'ouvrage projeté (coté rive droite) pour faciliter la dérivation des eaux.
- Une fois ce mur achevé, les travaux de réalisation des batardeaux amont et aval pourront commencer.
- Les batardeaux sont installés sous la forme de digues, en amont et en aval de la rivière (coté rive droite pendant la 1ère phase des travaux). Il s'agit de digues en remblai recouvertes d'enrochements bétonnés dont l'étanchéité est assurée par un noyau en argile.
- Une fois la 1ère phase achevée, les batardeaux amont et aval sont basculés côté rive gauche afin de permettre la construction de la 2e phase du barrage.

Le détournement du cours d'eau aura lieu en dehors de la saison des pluies.

1.4.4.4 Travaux de béton et superstructures du barrage

Le barrage de Sahofika sera construit en 4 phases : la phase 1 débute après la réalisation de l'ouvrage de dérivation provisoire en rive droite, la phase 2 quant à elle, commence après le basculement de ce dernier coté rive gauche. La phase 3 se déroulera ensuite sur toute la largeur de l'ouvrage. Une fois ces travaux de mise en œuvre des bétons terminés se déroulera la phase 4 de mise en œuvre des superstructures.

1.4.5 Calendrier de réalisation

Le calendrier de réalisation du Projet est basé sur les hypothèses suivantes :

- Une période de développement s'étalant sur 3 ans, démarrant à la signature de l'accord projet et clôturée au closing financier.
- Une période de construction étalée sur 5 ans démarrant au closing financier et prenant fin à la mise en service industriel de l'aménagement.
- Une période d'exploitation de 35 ans (durée de la concession) à partir de la mise en service industriel de l'aménagement.

1.5 Mise en eau et mise en service

1.5.1 Remplissage du réservoir

La mise en eau de la retenue est une activité critique, car elle peut révéler des insuffisances de conception. Elle doit donc être effectuée de manière prudente, selon un mode opératoire précis et défini à l'avance, et faire l'objet d'une surveillance et d'une observation attentives. Les objectifs sont de vérifier le fonctionnement des évacuateurs et notamment du seuil de crête et de repérer :

- Un dysfonctionnement structurel : apparition de fissures, de mouvements.
- Un manque d'étanchéité des ouvrages : fuites par des fissures, par les joints, par les équipements, contournements.
- Un comportement anormal des fondations : mouvement du sol, apparition de contraintes inattendues, mouvements d'eau.
- Des cheminements d'eau inattendus : observation des piézomètres, des alentours (repérage de fuites dans la retenue...), mesure du rythme de montée des eaux.

La retenue pourrait en saison des pluies être entièrement remplie en quelques jours. Toutefois, afin de maîtriser toute difficulté susceptible d'apparaître, la montée des eaux se fera en plusieurs phases successives de hauteur de retenue croissante.

Elles feront l'objet, une fois le niveau stabilisé, des mesures et observations définies ci-dessus. Ces phases seront entrecoupées de phases de descente de la retenue, pour vérifier la capacité de vidange de l'ouvrage et mesurer le comportement du génie civil lors de la mise hors d'eau.

Les tests sous eau devront être de préférence conduits durant des périodes favorables en ce qui concerne la disponibilité des ressources en eau, donc si possible hors étiage.

1.5.2 Tests

Avant la mise en service de l'aménagement hydroélectrique, des tests seront réalisés afin de vérifier son bon fonctionnement, que ses performances correspondent aux spécifications définies lors des études, et qu'elles sont maintenues dans le temps de façon satisfaisante.

Les principaux critères de performance de l'aménagement qu'il conviendra de tester seront :

- La tenue structurelle et l'étanchéité du génie civil (barrage, retenue, usine, galerie).
- Les pertes de charge dans la voie d'eau.
- Le fonctionnement de la vantellerie et des vannes : étanchéité, manœuvre.
- Le fonctionnement des turbines : manœuvre, efficience, systèmes auxiliaires.
- Le fonctionnement des alternateurs : efficience, commande, auxiliaires.
- Le fonctionnement des transformateurs et du système électrique.
- Le fonctionnement des systèmes de commande et de contrôle.
- La mise en œuvre des procédures d'urgence et des systèmes de secours : générateurs, incendie, pompage.
- Les infrastructures et systèmes de support : voies d'accès, communications, cité d'exploitation…

1.6 Exploitation

1.6.1 Fonctionnement hydraulique de l'aménagement

Le débit nominal de la centrale hydroélectrique est de 35 m^3/s et le mode opératoire de l'aménagement a pour objectif de produire le maximum d'énergie (donc de turbiner 35m^3/s le plus souvent possible), en utilisant la réserve d'eau de la retenue en saison sèche lorsque le débit naturel de l'Onive est insuffisant.

L'aménagement comptera sept turbines identiques, et le débit turbiné sera donc réduit de 35 à 30 m^3/s lorsque l'un des groupes (turbine et générateur) sera en maintenance.

Compte tenu de l'analyse de l'hydrologie, l'aménagement produira en dessous de sa capacité uniquement :

- En période de maintenance d'une des turbines.
- En période exceptionnellement sèche, auquel cas il est possible si le réservoir a atteint son niveau minimum en cours de saison sèche que le débit turbiné n'atteigne 35m^3/s qu'une partie de la journée.

En phase d'exploitation, le régime hydraulique de l'Onive sera donc modifié de la façon suivante, en fonction de l'utilisation des turbines et du réservoir :

- En saison des crues, une fois le réservoir plein : l'usine fonctionnera à sa capacité nominale, et donc 35 m^3/s seront en permanence dérivés du réservoir vers l'usine :
  - Les crues seront évacuées par un seuil déversant, donc le niveau du réservoir marnera en fonction des crues, en étant égal ou supérieur à la cote de retenue normale (1328m), mais sans dépasser la cote des plus hautes eaux (1337m).
  - Entre le barrage et l'usine : le débit de la rivière sera égal au débit naturel, diminué de 35 m^3/s.
  - À l'aval de l'usine : le débit de la rivière sera égal au débit naturel.
- En saison sèche :
  - Le niveau du réservoir, égal à la cote de retenue normale (1328m) en début de saison sèche, baissera progressivement sans toutefois pouvoir être inférieur à la cote de retenue minimale d'exploitation (1295 m).
  - Entre le barrage et l'usine : le débit de la rivière sera égal au débit naturel diminué de 35 m^3/s sans toutefois que cette valeur puisse être inférieure au débit réservé (5.7 m^3/s).
  - À l'aval de l'usine : le débit de la rivière sera égal à la somme du débit déversé depuis le barrage (débit réservé ou plus), du débit turbiné et des quelques apports naturels latéraux entre le barrage et l'usine. Le débit turbiné sera la plupart du temps égal à 35m^3/s, sauf en période très sèche ou en période de maintenance comme évoqué ci-dessus. Ce n'est qu'en période très sèche qu'un fonctionnement intermittent sera possible.
- Fin de saison sèche, reprise des crues (remplissage du réservoir) :
  - Le niveau du réservoir remontera progressivement jusqu'à atteindre la cote de retenue normale (1328m). Le remplissage complet chaque année est certain.
  - Entre le barrage et l'usine : le débit de la rivière sera égal au débit réservé (5.7 m^3/s) jusqu'à ce que le réservoir soit rempli.
  - À l'aval de l'usine : le débit turbiné sera égal à 35m^3/s. Le débit de la rivière sera égal à la somme du débit déversé par le barrage, du débit turbiné et des quelques apports naturels latéraux entre le barrage et l'usine.

1.6.2 Fonctionnement du réservoir

Le marnage du réservoir au cours de l'année sera déterminé par le passage des crues en saison des pluies, et par l'utilisation des eaux du réservoir pour assurer le débit garanti en saison sèche.

Le marnage sera variable d'une année sur l'autre.

Lors d'une année moyenne, le niveau du réservoir s'abaissera de quelques mètres sans atteindre le niveau minimal d'exploitation.

Lors d'une année sèche, le niveau minimal d'exploitation pourra être atteint si l'aménagement est exploité à sa pleine capacité. Ainsi, lors d'une année décennale sèche, le niveau minimal d'exploitation, situé 33m sous la cote d'exploitation normale, pourra être atteint durant deux mois consécutifs.

Lors d'une année humide, le réservoir sera moins sollicité et son niveau variera donc beaucoup moins. Ainsi, lors d'une année décennale humide, l'aménagement hydroélectrique pourra fonctionner toute l'année à sa capacité nominale et donc le réservoir ne descendra pas en dessous de sa cote de retenue normale. La vitesse de l'eau dans le réservoir pourra être significative (localement plus d'1m/s) durant les crues extrêmes (plusieurs milliers de m^3/s).

Figure 15 - cote du réservoir en fin de mois - années sèche, moyenne et humide (m)

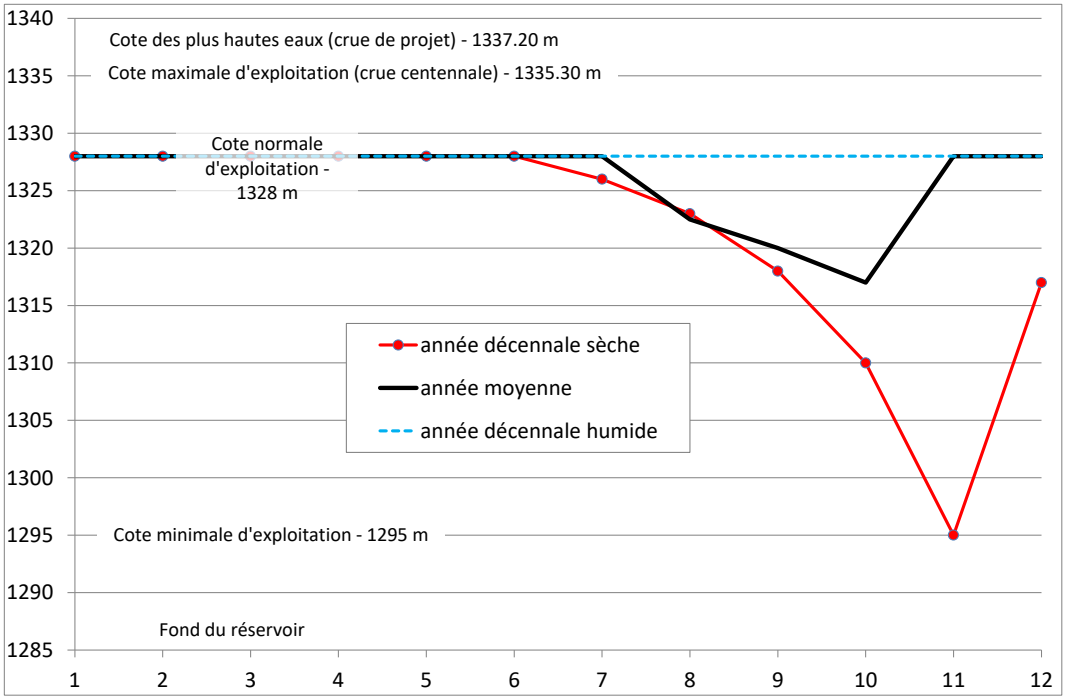


Tableau 1 - Cote du réservoir en fin de mois - années sèche, moyenne et humide (m)

<table>
<tr><th></th><th>J</th><th>F</th><th>M</th><th>A</th><th>M</th><th>J</th><th>J</th><th>A</th><th>S</th><th>O</th><th>N</th><th>D</th></tr>
<tr><td>année décennale sèche</td><td colspan="6">1328 m ou plus lors des passages de crues</td><td>1323</td><td>1318</td><td>1310</td><td colspan="2">1295 niveau minimum d'exploitation</td><td>1317</td></tr>
<tr><td>année moyenne</td><td colspan="8">1328 m ou plus lors des passages de crues</td><td>1322.5</td><td>1320</td><td>1317</td><td colspan="2">1328 m ou plus</td></tr>
<tr><td>année décennale humide</td><td colspan="12">1328 m ou plus lors des passages de crues</td></tr>
</table>

1.6.3 Gestion des sédiments

La gestion des sédiments est prévue de la façon suivante:

- Les sédiments les plus grossiers s'arrêteront en queue de retenue, mais le marnage du réservoir au fil des années permettra la migration d'une partie d'entre eux vers le barrage.
- Des vannes de fonds sont prévues au niveau du barrage et à proximité des prises d'eau pour évacuer les sédiments qui seront amenés à se déposer près du barrage, afin que ceux-ci ne bloquent pas les prises d'eau.
- L'évacuation des sédiments se fera logiquement en début de saison des pluies, lorsque (i) le niveau du réservoir sera suffisamment bas pour générer des vitesses d'entraînement importantes, et (ii) le débit entrant sera suffisant pour garantir la production d'électricité tout en ouvrant les vannes de fonds. Cette façon de procéder reproduira le fonctionnement naturel des crues au cours desquelles le transport solide est toujours le plus important pendant la montrée de crue.

1.7 Zone d'influence du Projet

Au-delà de la zone d'emprise directe du Projet qui a été décrite dans les chapitres précédents, s'étend la zone d'influence du Projet. Ce terme désigne les zones qui seront impactées par le Projet car écologiquement ou socialement connectées à ses infrastructures ou à ses activités.

La zone d'influence physique du Projet inclue:

- Les emprises et les abords des infrastructures qui seront construites ou réhabilitées.
- La zone qui sera noyée par le réservoir.
- Les zones qui seront concernées par les nuisances (bruit, poussières, fumées) du Projet :
  - Sites de construction et leurs environs immédiats.
  - Routes d'accès au barrage depuis Antanifotsy, qu'elles soient existantes (et donc sujettes à réhabilitation) ou bien à créer.
  - Voies d'accès pour la construction de la ligne.
- Les milieux naturels et sociaux voisins de la zone du Projet et qui pourraient être influencés par celui-ci.
- Les zones à statut particulier (par exemple les aires protégées) qui sont proches du Projet et dont la gestion pourrait être impactée par le Projet.

- La zone dont le régime hydrologique sera influencé par l'exploitation de l'aménagement, à savoir le bief s'étendant du barrage jusqu'à la confluence avec le Mangoro.
- La zone concernée en cas de rupture du barrage, à savoir l'ensemble de l'Onive puis du Mangoro jusqu'à l'Océan Indien. Mangoro.
- Les sites de réinstallation des personnes déplacées.

Les centres urbains qui bénéficieront du fait du Projet d'une amélioration de leur approvisionnement en électricité ne sont pas considérés comme faisant partie de la zone d'influence du Projet, d'une part parce que l'impact sur ces populations sera essentiellement positif et d'autre part par ce que la distribution de l'électricité additionnelle produite par le Projet sera assurée par une entreprise tierce, la JIRAMA.

Les zones d'études pour les études sociales sont décrites précisément dans le chapitre 4.2.1. Les zones d'études pour les études de biodiversité sont décrites précisément dans le chapitre 4.4.2.

2 Analyse des alternatives

2.1 Contexte énergétique national

2.1.1 Accès à l'électricité

Madagascar est classé 185ème pays (sur 190) par la Banque Mondiale en 2019 pour ce qui concerne l'accès à l'électricité : seul 15% de la population avait en 2017 accès aux services d'électricité dans le pays et ce taux était inférieur à 6% en milieu rural.

Le système électrique malgache comprend 3 réseaux interconnectés HT exploités par JIRAMA :

- Antananarivo-Antsirabe : réseau le plus important, situé au centre du pays, c'est à ce réseau que sera connecté l'aménagement hydroélectrique de Sahofika.
- Toamasina, à l'Est du pays.
- Fianarantsoa, au Sud.

L'utilisation du bois de chauffe et du charbon de bois représente historiquement plus de 90% de l'énergie consommée et le bois utilisé est en grande majorité issu d'une exploitation illicite et destructive des ressources forestières.

La dépendance aux produits pétroliers pour la production d'électricité a eu pour effet de rendre particulièrement vulnérable le système de production d'énergie électrique Malgache. Ainsi, la facture pétrolière de la JIRAMA a coûté près de 150 millions USD en 2014, soit une augmentation de plus de 100% par rapport à celle de 2009. Pour atténuer les impacts sur les consommateurs des variations erratiques des prix des produits pétroliers, l'Etat a dû recourir à des subventions causant une pression excessive sur les finances publiques.

Depuis les années 1990, le Gouvernement a libéralisé le secteur de l'énergie et encouragé la participation du secteur privé, en faisant appel aux opérateurs privés dans la production d'électricité, et a délégué, dans la mesure du possible, les responsabilités de gestion au niveau local.

2.1.2 Politique énergétique de Madagascar

2.1.2.1 Stratégie énergétique

En 2015, le gouvernement Malgache a adopté une Nouvelle Politique de l'Energie 2015-2030, ainsi qu'un Plan National de Développement 2015-2019. A l'horizon 2030, l'objectif est d'atteindre un taux d'accès à l'électricité ou à une autre source moderne d'éclairage de 70%, ainsi qu'un mix électrique à 85% renouvelable, basé à 75% sur l'hydraulique.

La stratégie de mise en œuvre de la Nouvelle Politique de l'Energie énergétique (NPE) fixe des objectifs au niveau des trois sous-secteurs que sont la biomasse (production et utilisation), l'électricité, et les hydrocarbures, selon les principes suivants :

- La valorisation du capital naturel et la préservation de l'environnement ;
- L'accès à l'Energie durable pour tous ;
- L'assurance d'une sécurité et indépendance énergétique du pays ;
- L'adaptation et le renforcement du cadre réglementaire et institutionnel ;

- Le financement pérenne des besoins énergétiques.

2.1.2.2 Réforme du cadre réglementaire

Une réforme du cadre réglementaire devant permettre la mise en œuvre de la politique énergétique nationale est en cours, et devrait logiquement être favorable aux énergies renouvelables. L'autoproduction est d'ores et déjà permise à Madagascar. Dans ce cadre, l'excédent d'électricité peut être vendu sous réserve qu'au moins 70% de l'électricité produite soit consommée sur place. La Nouvelle Politique de l'Energie prévoit également une refonte du cadre législatif du secteur électrique, qui comprend la mise en place d'une législation spécifique aux énergies renouvelables.

2.1.3 Stratégies des bailleurs

Les stratégies des bailleurs dans le domaine de l'électricité à Madagascar sont orientées vers l'augmentation de la capacité installée sur et hors réseau.

En 2016 la Banque Mondiale a conclu un accord avec le gouvernement afin d'améliorer la planification du secteur électrique et sa viabilité financière et de renforcer la performance opérationnelle de la JIRAMA, ainsi que d'augmenter la fiabilité de la fourniture électrique et de limiter la dégradation des infrastructures existantes. Le programme, assorti d'un financement de 65 M USD, devrait s'achever en 2020.

L'UE et GIZ soutiennent également le renforcement des capacités institutionnelles du secteur de l'énergie malgache. La KfW a offert en juin 2017 une subvention de 14 MEUR pour l'électrification rurale afin de financer la construction de cinq centrales hydrauliques d'une capacité totale de 13.3 MW dans la région de Sava.

2.2 Alternative "pas de projet"

Le projet d'aménagement hydroélectrique de Sahofika est justifié d'une part par la nécessité d'améliorer l'accès à l'électricité afin de répondre à la demande insatisfaite d'électricité à Madagascar, et d'autre part par la stratégie nationale de remplacement de la capacité de production d'électricité à base d'énergies fossiles, par une capacité de production à base d'énergies renouvelables.

Madagascar a deux particularités qu'il est nécessaire de prendre en compte pour l'analyse des alternatives :

- Le pays est totalement tributaire de l'importation pour satisfaire sa demande en hydrocarbures, ce qui affecte lourdement la balance commerciale et le budget national.
- Le pays n'est connecté à aucun autre (du fait de son insularité) et ne peut donc pas importer de l'électricité produite par d'autres pays.

Dans ce contexte, si ni le projet d'aménagement hydroélectrique de Sahofika, ni aucune des alternatives ne devait être mis en œuvre, la situation actuelle serait prolongée, avec pour conséquences :

- Impacts négatifs :
  - Taux d'accès à l'électricité restant très bas, affectant la qualité de vie des populations et le développement économique, avec une augmentation de la dépendance aux ressources naturelles;
  - Continuation des émissions de gaz à effet de serre à hauteur de 1 256 000 tonnes de CO2eq par an (émissions des centrales au fuel/diesel pour fournir les

1570 GWh annuels du Projet, sur la base de 800 gCO2eq/kWh – voir le chapitre 5.7.3 pour l'estimation des émissions de GES évitées par le Projet) ;
- Accroissement de la dette extérieure du pays pour l'achat de carburant ;
- Non-respect des objectifs de la stratégie nationale dans le secteur de l'énergie ainsi que des engagements internationaux (accord de Paris) pris par Madagascar pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre.

- Impact positif :
  - Les impacts négatifs du Projet Sahofika ou de ses alternatives seraient évités.

La solution "pas de projet" éviterait les impacts environnementaux ou sociaux négatifs prévus et décrits dans la présente étude. Mais cela exclurait également les impacts positifs attendus au niveau national et qui justifient le projet. Ceux-ci sont la réduction de la dépendance vis-à-vis des importations de combustibles fossiles nécessaires au fonctionnement des centrales thermiques et la réduction des émissions de gaz à effet de serre du pays. Ils incluent également (i) la contribution à l'attractivité du pays en tant que destination pour l'investissement direct à l'étranger, et (ii) le développement d'un actif stratégique, fournissant une énergie renouvelable bon marché.

Pour l'ensemble des raisons évoquées ci-dessus, l'alternative "Pas de Projet" n'est pas considérée comme une option acceptable et durable dans le contexte malgache.

2.3 Alternatives à l'aménagement hydroélectrique de Sahofika

2.3.1 Nature des alternatives envisagées

L'aménagement hydroélectrique de Sahofika est conçu de façon à produire jusqu'à 192 MW, avec 130 MW garantis à 99%, et un productible annuel de 1570 GWh pour le réseau interconnecté d'Antananarivo-Antsirabe. La durée de construction est d'environ 4 années.

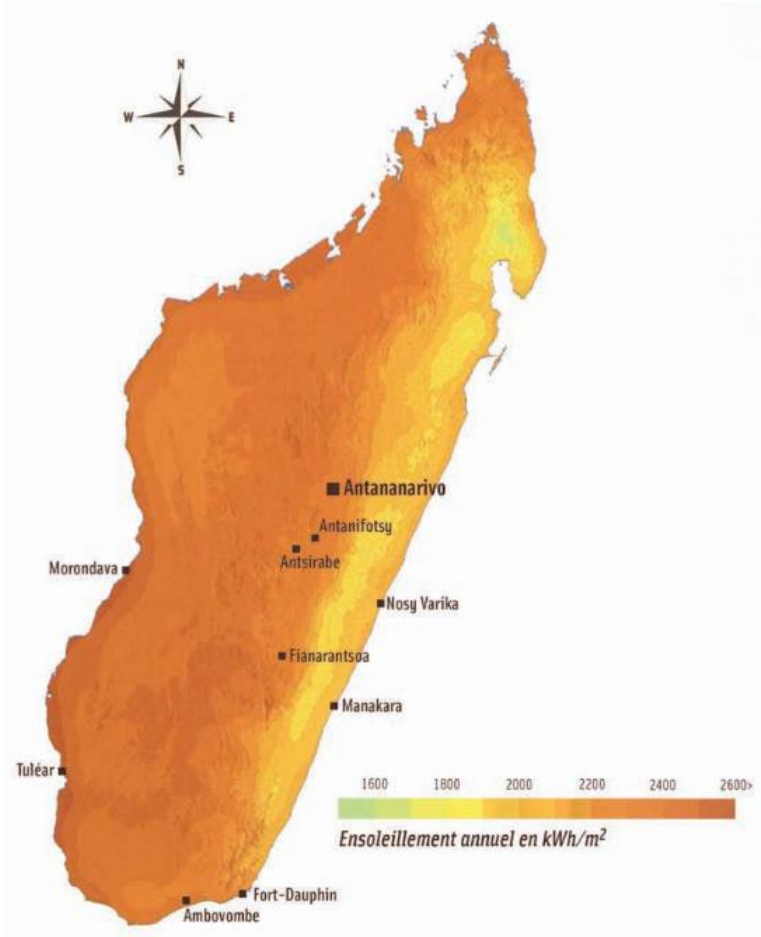
L'aménagement a pour but de permettre de remplacer une part de la production de base thermique actuelle par une production de base renouvelable, et ainsi de réduire la charge que représente pour le pays l'importation du carburant nécessaire aux centrales thermiques.

L'analyse des alternatives techniques a pour objet de comparer le projet de Sahofika avec les autres solutions techniques permettant de jouer le même que le Projet.

2.3.2 Renouvelable - solaire

Madagascar dispose d'un important potentiel solaire, estimé à plus de 2 800 heures d’ensoleillement annuel sur quasiment la totalité du territoire. Le potentiel solaire est particulièrement important dans les régions de l’Ouest et au Sud du pays.

Figure 16 - Potentiel solaire de Madagascar (Source : Ministère de l'énergie et des mines)



Le développement du solaire n'en est cependant qu'à ses débuts : la première centrale solaire de Madagascar a été inaugurée en septembre 2017 par GreenYellow. D'une capacité de 0.13 MWc, elle couvrirait 40% des besoins d'un des principaux centres commerciaux de l'île. GreenYellow a développé une deuxième centrale solaire de 20 MWc (production moyenne attendue : 32 GWh/an, équivalent à un fonctionnement à pleine puissance 18% du temps). Par ailleurs, la première demande de préqualification dans le cadre de l'initiative "Scaling Solar" de la Banque Mondiale, a été lancée en octobre 2017 pour une centrale solaire de 25 MWc.

Si le développement de l'énergie solaire apparaît comme une solution adaptée pour certains sites isolés (électrification rurale), une attention particulière devra être portée à la résistance et stabilité des réseaux interconnectés lors de l'intégration des capacités solaires, du fait de leur intermittence.

Cette intermittence est par ailleurs la raison principale pour laquelle le solaire ne saurait représenter une alternative au Projet de Sahofika : Les 2800 heures d'ensoleillement annuel moyen représentent une disponibilité de la production 30% du temps, très inférieure aux 99% garantis du Projet.

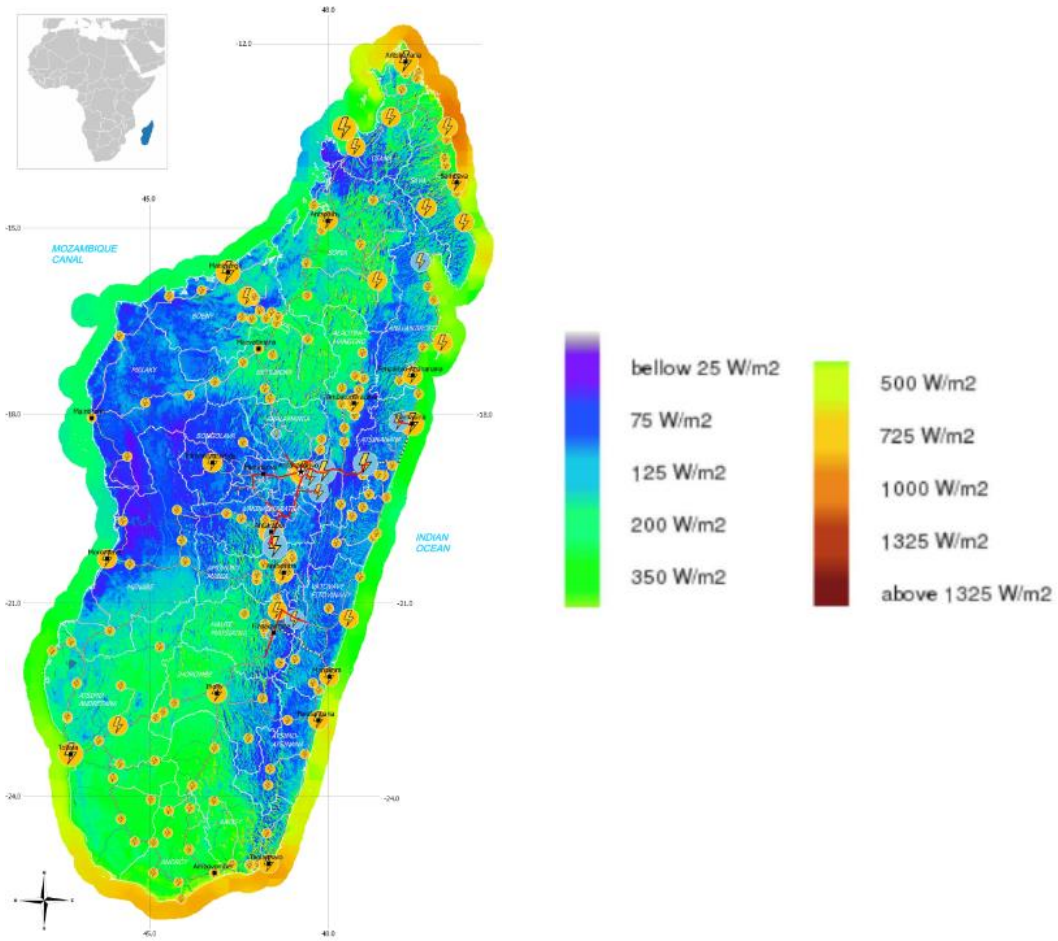
Dans ces conditions, atteindre une production annuelle identique à celle de Sahofika (1570 GWh) avec des panneaux solaires nécessiterait l'installation de fermes photovoltaïques ayant une capacité totale de 560 MW, correspondant à une emprise au sol de l'ordre de 10 km².

2.3.3 Renouvelable - éolien

Madagascar possède un potentiel en matière de production d'énergie éolienne qui est considéré comme important, mais qui n'a pour l'instant jamais été étudié en détail. Il y a 3 sortes de vents dans le pays : les vents des côtes, les vents locaux, et les vents provenant de l'océan dont les alizés et les cyclones.

Les vents des côtes et locaux peuvent avoir une variation d'intensité journalière, et les vents alizés ont des variations saisonnières, mais ce sont les plus fiables et ils constituent l'essentiel du potentiel technique de Madagascar pour la mise en place d'installations éoliennes. Les régions Nord, Sud et la côte Est constituent les zones les plus favorables avec des vitesses de vent estimées entre 7,5 à 9 m/s dans le Nord, contre 6 à 9 m/s dans le Sud. En considérant les zones du Nord au Sud longeant la côte Est, ayant une vitesse de vent aux environs de 6,5 m/s, Madagascar dispose d'un potentiel de 2 000 MW d'énergie éolienne.

Figure 17 - Puissance éolienne moyenne disponible à 50m



Cependant, l'éolien, comme le solaire, ne représente pas en soi une alternative au Projet de Sahofika, du fait de son intermittence : en supposant un facteur de charge optimiste de l'ordre de 50%, atteindre une production annuelle identique à celle de Sahofika (1570 GWh) avec des éoliennes modernes (4 MW de capacité installée par éolienne) nécessiterait l'installation d'environ 90 éoliennes, ayant une capacité totale de 360 MW, correspondant à une emprise au sol de l'ordre de plusieurs km².

Le raccordement des éoliennes (dont le potentiel est sur la côte) au réseau interconnecté d'Antananarivo-Antsirabé nécessiterait un champ éolien installé sur la côte Est, avec de fait

une connexion au réseau (i) plus longue que celle nécessaire pour l'aménagement de Sahofika, et (ii) traversant le corridor forestier, comme pour le Projet.

2.3.4 Renouvelable - hydroélectrique

Madagascar dispose d'un potentiel hydraulique parmi les plus importants d'Afrique. 1500 sites répartis sur tout le pays ont été identifiés et sont à divers stades d'études pour un potentiel total de près de 8 000 MW de capacité installée potentielle. La plupart de ces aménagements sont toutefois de petite taille : il existe un nombre limité d'aménagements hydroélectriques pouvant fournir une production garantie importante.

2.3.4.1 Alternative "petits aménagements hydroélectriques"

Une alternative à la construction d'un grand aménagement tel que le Projet de Sahofika pourrait être de construire de multiples petites centrales hydroélectriques ayant une capacité unitaire de quelques MW.

A la différence du Projet Sahofika, ces aménagements fonctionneraient sans réservoir de régulation saisonnière (centrales hydroélectriques dites au "fil de l'eau"), car la construction d'un barrage permettant de former un réservoir ayant une capacité de régulation saisonnière nécessite un niveau d'investissements qui n'est pas compatible avec le niveau de revenus générés par une petite centrale. En l'absence de régulation, on retrouve avec les petits aménagements hydroélectriques une problématique d'intermittence de la production similaire à celle rencontrée dans le cas de l'éolien et du solaire, mais à un pas de temps cette fois-ci saisonnier.

Dans le cadre Malgache où (i) la saison des pluies et la saison sèche sont très marquées, et (ii) le pays n'est pas interconnecté et ne peut pas exporter un excédent de production, garantir une production de 130 MW 99% du temps avec des petits aménagements hydroélectriques nécessiterait la construction d'un nombre important (plusieurs dizaines, voire une centaine) d'aménagements dimensionnés pour les débits d'étiage d'années sèches, mais capables de résister aux crues en saison des pluies. Sachant que l'on observe par exemple sur l'Onive un rapport de 1 à 500 entre les débits mensuels les plus bas et les plus élevés, on comprend qu'une petite centrale dimensionnée pour un débit garanti de 0.5 m^3/s devrait avoir un évacuateur de crue dimensionné pour plusieurs centaines de m^3/s, ce qui n'est pas financièrement pertinent.

Les petits aménagements hydroélectriques posent par ailleurs une problématique environnementale et sociale forte, liée à :

- La multiplication et la dispersion des sites a un impact cumulé fort sur l'environnement naturel et social (mieux vaut construire un site de 192 MW que 192 sites de 1 MW) lié aux longueurs de piste et de lignes de transmission électriques cumulées.
- Les petites rivières généralement ciblées pour les petits aménagements hydroélectriques sont des milieux fragiles qui jouent souvent un rôle essentiel pour la biodiversité locale (reproduction des amphibiens, populations d'invertébrés qui alimentent les poissons des rivières à l'aval) ou pour les populations (irrigation des rizières).

Considérant l'ensemble des risques environnementaux et sociaux associés à la construction d'une multitude de petits aménagements hydroélectriques, ainsi que le coût sociétal que générerait, via le tarif de l'électricité ou via des subventions, une stratégie

hydroélectrique basée sur une énergie garantie par des petits aménagements au fil de l'eau, cette alternative n'est pas considérée comme étant viable ou acceptable.

2.3.4.2 Alternatives "grands aménagements hydroélectriques"

Plusieurs études ont été réalisées ces dernières années pour évaluer le potentiel des grands aménagements hydroélectriques de Madagascar et planifier leur développement.

Les études les plus récentes et les plus pertinentes pour l'analyse des alternatives sont :

- Le Plan de Développement de l'Electricité au Moindre Coût (PDMC), finalisé en 2018 dans le cadre du Projet d'Amélioration de la Gouvernance et des Operations dans le Secteur de l'Electricité (PAGOSE)
- Le "comparatif des aménagements" réalisé en Décembre 2009 inclus dans l'étude de préfaisabilité d'un grand aménagement hydroélectrique pour les réseaux interconnectés à Madagascar, réalisé dans le cadre du Plan de Restructuration et de Rénovation du Secteur de l'Energie et de l'Electricité (P2RS2E)

Le tableau suivant montre les projets hydroélectriques du réseau interconnecté Antananarivo-Antsirabé identifiés dans le cadre du PDMC, et qui pourraient constituer des alternatives au Projet Sahofika :

Tableau 2 - Projets hydroélectriques pouvant contribuer à une alternative

Projet	Puissance installée (MW)	Productible (GWh)	Puissance garantie (MW)
Mahavola	300	1870	194
Sahofika (pour rappel)	***192***	***1570***	***130***
Antafofo	160	1220	94
Lohavanana	120	915	55.6
Antetezambato	142	908	57.5
Volobe	120	717	40.0
Ranomafana	93	393	15.6
Antetezambato extension	60	376	24.3
Talaviana	21	143	5.25
Andekaleka 4	34	139.9	0
Tsinjoarivo	21	115	3.5
Fanovana	9.2	62	3.8

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

- Seul un projet (Mahavola) permet un productible annuel et une puissance garantie au moins égaux au Projet de Sahofika et pourrait donc constituer une alternative au Projet Sahofika.
- Toute autre alternative nécessiterait la construction combinée de plusieurs aménagements.

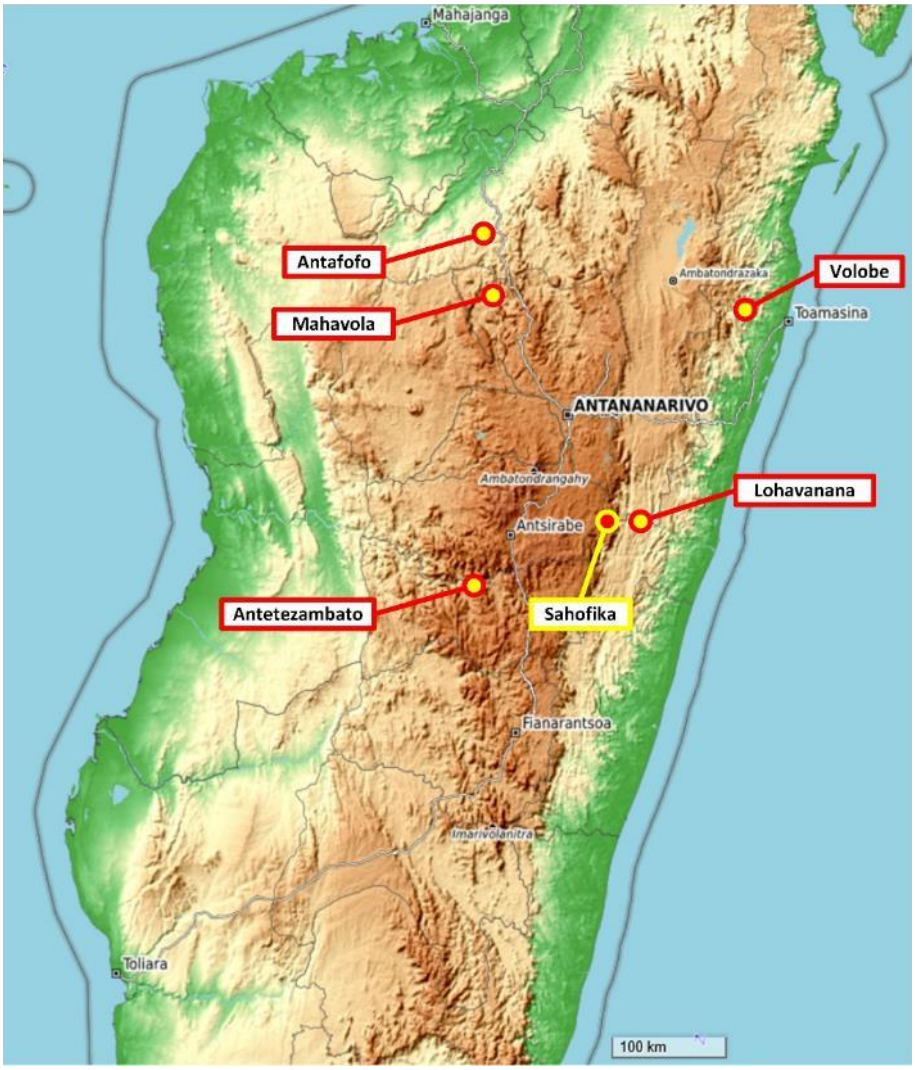
Des combinaisons plusieurs aménagements sont possibles pour atteindre un productible et une puissance garantie équivalant au Projet de Sahofika. Les alternatives jusqu'à trois aménagements sont décrites sont décrites dans le Tableau 3.

Il serait certes possible de combiner plus de trois aménagements, mais on rentre alors dans une problématique similaire à celle des petits aménagement hydroélectriques (voir chapitre 2.3.4.1), à savoir une multiplication d'aménagements disposant d'une faible capacité de régulation et donc d'une faible puissance garantie.

Tableau 3 - Combinaisons de projets hydroélectriques pouvant être une alternative au Projet

Alternative	Projet	Puissance installée (MW)	Productible (GWh)	Puissance garantie (MW)
Solution de base	***Sahofika*** *(pour rappel)*	***192***	***1570***	***130***
1	Mahavola	300	1870	194
2	Antafofo + Volobe	280	1937	134
3	Lohavanana + Antetezambato + Antetezambato extension	322	2199	137.4

Figure 18 - Aménagements hydroélectriques considérés dans l'analyse des alternatives



Les impacts environnementaux et sociaux des différents aménagements considérés dans le Tableau 3 ont été évalué dans le cadre du P2RS2E. Ils sont repris (avec les actualisations possibles) dans le tableau suivant. Pour chacun des critères utilisés, les alternatives et la solution de base sont classées de 1 (le moins impactant) à 4 (le plus impactant).

Tableau 4 - Comparaison des impacts des alternatives hydroélectriques considérées

	Sahofika	**Mahavola**	**Antafofo + Volobe**	**Lohavanana + Antetezambato + extension**
Emprise (hors infrastructures linéaires)	3	4	1	2
	Env. 10 km²	Env. 60 km²	Env. 2 km²	Env. 5 km²
Déplacement physique	2	4	1	2
	Env. 500 foyers	Env. 10 fois supérieur à Sahofika	Quelques familles	Equivalent à Sahofika
Déplacement économique	1	4	3	2
	Quelques foyers (ligne)	Nombreux foyers (réservoir)	Plusieurs foyers (2 lignes)	Légèrement supérieur à Sahofika (2 lignes)
Conflit d'usage de l'eau et impacts à l'aval	1	3	4	2
	Soutien d'étiage et faibles usages de la rivière	Village à l'aval	Villages impactés le long et à l'aval des biefs	Faibles usages de la rivière
Zone protégée ou internationalement reconnue impactée	3	1	4	1
	NAP en cours de création traversée par ligne et route	Aucune	Volobe: NAP existante traversée par ligne et route	Aucune
Habitats naturels terrestres impactés	2	1	4	3
	Ligne 5km	Aucun	Ligne 50 km	Ligne 10 à 20 km
Linéaire de rivière avec un débit réduit	3	1	4	2
	12 km	6 km	14 km	11 km
Habitats naturels aquatiques impactés	1	2	4	3
	Habitat modifié	Habitat possiblement modifié	Habitats naturels sur 11 km	Habitats naturels probables
Fragmentation des milieux aquatiques	1	2	3	3
	Une rivière barrée naturellement fragmentée	Une rivière barrée	Deux rivières barrées	
Impact sur des habitats critiques	2	1	4	2
	Oui (corridor forestier)	Possible	Oui, supérieur à Sahofika (corridor forestier)	Oui, comme Sahofika (corridor forestier)
Classement moyen	**1.90** (1er)	**2.30** (3ème)	**3.20** (4ème)	**2.20** (2ème)
Coût selon PDMC (c€/kWh)	**4.4**	**5.6**	**4.2+7.3**	**6.3+4.7+3.6**

La comparaison présentée dans le Tableau 4 des impacts environnementaux et sociaux des différentes alternatives hydroélectriques étudiées montre que :

- Aucune des alternatives envisagées ne surclasse les autres sur l'ensemble des sujets sociaux et environnementaux : chaque alternative a des points faibles et des points forts.
- L'aménagement de Sahofika apparaît comme une bonne alternative.

Les coûts d'investissement par kWh indiqués dans le PDMC (voir le Tableau 5) indiquent par ailleurs que Sahofika a la capacité de fournir une électricité bon marché, ce qui est important du point de vue de la performance sociétale du Projet, dans la mesure où c'est en fin de compte par le tarif de l'électricité (payé par les consommateurs) que les coûts des investissements devront être couverts.

Tableau 5 - Coût de développement des alternatives hydroélectriques considérées

	Sahofika	Mahavola	Antafofo + Volobe	Lohavanana + Antetezambato + extension
Coût selon PDMC (c€/kWh)	**4.4**	**5.6**	**4.2 + 7.3**	**6.3 + 4.7 + 3.6**

(source : PDMC 2018)

2.3.5 Autres renouvelables - biomasse, géothermie et océans

Madagascar dispose de ressources énergétiques océaniques (courants et usines marémotrices) et géothermiques possibles. Les sous-produits des activités agricoles ou forestières exploitant des ressources végétales pourraient également être utilisées pour alimenter des centrales thermiques à base de biomasse.

L'étendue exacte de ces potentiels reste toutefois à identifier à l'échelle du pays dans le cadre de programmes d'exploration et d'études de faisabilité. Ces sources d'énergie potentielle sont aujourd'hui trop peu connues pour constituer même partiellement une alternative crédible dans des délais raisonnables au projet de Sahofika. Elles ne sont pas considérées plus en détail dans la suite.

2.3.6 Non-renouvelable (thermique)

La réalisation d'usines thermiques pourrait être envisagées pour produire la même quantité d'énergie que le Projet Sahofika.

D'un point de vue purement technique, des centrales thermiques permettraient comme le Projet Sahofika de produire une énergie de base, sans connaître les problèmes d'intermittence décrits pour les énergies éoliennes, solaires et la petite hydroélectricité.

La construction d'unités fonctionnant à base de fuel ou de diesel serait une simple prolongation (ou une extension) de la situation actuelle. Cette alternative aurait les inconvénients suivants :

- Elle irait à l'encontre des engagements internationaux pris par Madagascar pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre et aussi à l'encontre de la politique énergétique nationale de 2015 ;
- Elle contribuerait à accroître la dépendance du pays à des énergies fossiles importées.

La construction d'unités fonctionnant à base de gaz poserait les mêmes problèmes, à la différence près que les émissions de gaz à effet de serre pourraient être inférieures à celles des alternatives à base de fuel ou diesel (mais toujours très largement supérieures à celles des alternatives renouvelables) si des technologies modernes à cycle combiné étaient retenues.

Enfin, une alternative thermique à base de technologie nucléaire serait techniquement possible, mais elle irait à l'encontre de la politique nationale de développement des énergies renouvelables, nécessiterait l'importation des technologies et du savoir-faire et serait particulièrement risquée du fait de l'absence d'expérience du pays dans ce domaine.

2.4 Comparaison des alternatives

	Sahofika	Solaire seul	Eolien seul	Thermique (gaz, diesel, fuel)	Thermique (nucléaire)	Petite hydroélectricité	Grande hydroélectricité (3 alternatives)
Capacité à fournir 130MW garantis à 99%	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui, en multipliant les aménagements	Oui, en combinant des aménagements
Conformité (stratégie énergétique nationale)	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
Acceptabilité (politique E&S du Concessionnaire)	Oui	Oui	Oui	Sous certaines conditions	Non	Non	Oui
Bancabilité (politique E&S des bailleurs)	Oui	Oui	Oui	Sous certaines conditions	Non	Incertaine	Oui
Proximité du réseau Antananarivo-Antsirabé	Oui	Possible	Non	Oui	Oui	Incertaine	Oui
Régulation de fréquence	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui
Capacité black-start	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Emprise au sol (hors infrastructure de transport)	10 km²	10 km²	Qq km²	< 1km²	< 1km²	Qq km²	De 2 à 60 km²
Emissions de gaz à effet de serre	Faibles (réservoir et construction)	Faibles (construction)	Faibles (construction)	Elevées	Faibles (construction)	Faibles (construction)	Faibles (réservoir et construction)
Evitement du corridor forestier	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Incertain	Oui pour 1 alternative sur 3
Impacts sur des habitats critiques	Oui, surtout le corridor forestier	Evitable					Probable à certain
Déplacement de population	Oui. Environ 500 foyers déplacés physiquement	Déplacement économique probable	Déplacement économique probable				De quelques foyers à plusieurs centaines
Coût sociétal	Non - Energie bon marché	Oui (Surcapacité à installer pour produire 1570 GWh)		Oui (Hydrocarbures importés)	Oui (gestion des déchets)	Oui (Energie chère)	Non - Energie bon marché
Conclusion	Solution de base	Non acceptable - puissance non garantie		Non acceptable - contre la stratégie énergétique nationale		Peu réaliste et cher	Comparables au Projet pas moins impactantes

2.5 Conclusion de l'étude des alternatives

L'analyse des alternatives a considéré l'ensemble des solutions techniquement possibles pour fournir le même service que le Projet de Sahofika, à savoir une énergie renouvelable garantie de 130 MW alimentant le réseau interconnecté d'Antananarivo-Antsirabe.

Les alternatives thermiques, incompatibles avec la stratégie énergétique nationale, lourdement émettrices de gaz à effet de serre, et obligeant Madagascar à des importations coûteuses, ne constituent pas des alternatives acceptables.

Les alternatives renouvelables non-hydroélectriques (solaire et éolien) sont pénalisées par leur intermittence et leur incapacité à fournir une énergie garantie. Elles ne représentent pas une alternative possible au Projet Sahofika.

La petite hydroélectricité nécessiterait la construction d'une multitude d'aménagements avec une capacité installée très supérieure à celle du Projet, pour simplement atteindre les objectifs du Projet Sahofika. Ce serait une alternative particulièrement inefficace d'un point de vue économique, et dont la faisabilité (nombre suffisant de sites équipables) n'est pas garantie.

La grande hydroélectricité propose des alternatives au Projet Sahofika qui sont techniquement viables et qui sont cohérentes avec la stratégie énergétique nationale. Ces alternatives ont été comparées au Projet : aucune n'est sans impacts environnementaux ou sociaux, et aucune n'apparaît comme étant singulièrement meilleure que les autres. L'analyse multicritère environnemental et sociale effectuée a montré que le Projet Sahofika est l'une des meilleures alternatives et est donc tout à fait justifié.

2.6 Optimisation de l'aménagement et minimisation des impacts

2.6.1 Barrage, chemins d'eau et usine hydroélectrique

L'implantation et les choix des solutions techniques pour le barrage, les chemins d'eau et l'usine hydroélectrique ont fait l'objet d'études techniques dont l'objectif essentiel, comme pour tout aménagement hydroélectrique, a été de maîtriser les coûts et les risques du Projet. Cette approche a permis dans le cadre du Projet Sahofika de minimiser les risques ou impacts environnementaux, en utilisant au mieux l'espace et les ressources disponibles. Les principaux choix faits sont décrits ci-après.

Type de barrage

L'absence de vaste source de matériaux de construction immédiatement disponible dans la zone du Projet, un barrage de type poids en béton (nettement moins consommateur de matériaux) a été préféré aux solutions de type barrage en enrochement ou barrage en terre. Ce choix réduit les volumes de matériaux qui seront extraits pour la réalisation du chantier et est donc bénéfique pour l'environnement.

Type d'évacuateur de crue

L'évacuateur de crue qui a été retenu est un seuil libre déversant. Ce type d'évacuateur de crue a l'avantage de fonctionner sans intervention humaine : aucune vanne n'a besoin d'être actionnée pour évacuer les crues, qui débordent de façon contrôlée par-dessus la crête du seuil. Le seuil libre offre aussi l'avantage d'évacuer les corps flottants tels que les troncs d'arbres qui sont susceptibles d'être entraînés par les eaux en cas de crue

exceptionnelle accompagnée de glissements de terrain ou d'effondrement de berges à l'amont du barrage. Ce choix est donc le plus d'un point de vue de la sécurité des populations aval et des travailleurs dans le contexte du Projet où des événements météorologiques puissants (cyclones) sont possibles.

Chemin d'eau

Les études géotechniques ont guidé le choix d'un chemin d'eau en surface avec des conduites forcées apparentes. Les principaux impacts de cette option sont sociaux (la zone où les conduites forcées seront implantées est pauvre en biodiversité): il s'agit d'impacts visuels (les conduites forcées seront visibles de loin) et aussi des contraintes de cheminement qui seront imposées par la conduite (des passages devront être aménagés pour le passage des piétons d'un côté à l'autre des conduites, ce qui est facilement gérable).

Position de l'usine

Le positionnement de l'usine hydroélectrique a été ajusté de façon à optimiser l'utilisation de la hauteur de chute disponible tout en tenant compte des contraintes topographiques. Les différentes options envisagées ne présentant pas de différence significative en termes de risques sociaux ou environnementaux, c'est l'implantation techniquement la plus efficace qui a été retenue.

Equilibre des remblais et déblais

La possibilité de réutiliser les volumes de déblais générés par le Projet dans les zones ou des remblais sont nécessaires a été intégrée dans les études techniques à ce jour et sera également pris en compte lors des études détaillées à venir. L'équilibrage des déblais et des remblais est important pour minimiser le nombre de sites d'emprunts à ouvrir et la dimension des sites de dépôt définitif des déblais: la logique technique et économique rejoint ici la logique environnementale qui veut que l'on cherche à minimiser l'empreinte environnementale du Projet.

2.6.2 Implantation des infrastructures linéaires permanentes

L'implantation des tracés de route et de ligne d'évacuation de l'énergie dans les zones les plus sensibles a fait l'objet de nombreux échanges entre les équipes techniques et environnementales et sociales, afin de minimiser les impacts sur les zones sensibles proches du Projet.

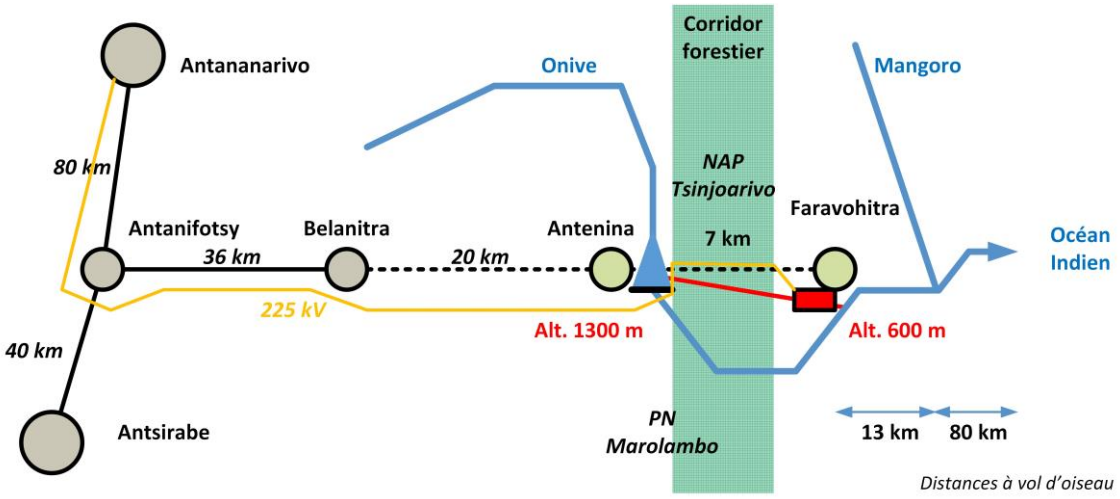
2.6.2.1 Entre Antananarivo et Belanitra

Cette zone ne traverse aucune aire protégée. Elle est par contre plus densément peuplée et donc plus utilisée pour des activités socio-économiques que la zone proche du Projet.

Pour la ligne de transmission électrique, un corridor de 2km de large a été défini, au sein duquel la ligne de transmission sera construite. Ce corridor, initialement prévu le long de la RN7 existante, a été déplacé de façon à éviter les zones les plus habitées, et ainsi minimiser le risque de déplacement physique ou économique. Il reste aujourd'hui à définir et optimiser d'un point de vue technique et social le tracé exact de cette ligne, de façon à minimiser les impacts sociaux et socio-économiques de la ligne.

Concernant les routes, de façon à éviter la création de nouvelles pistes dans cette zone, il a été décidé d'utiliser les pistes existantes en les réhabilitant sur la majeure partie de leur tracé entre Antanifotsy et Belanitra. Les ponts seront également réhabilités si leur état le nécessite. Ces pistes étant publiques, le Projet générera un impact social positif, tout en évitant un impact environnemental négatif.

Figure 19 - Schéma de principe de l'implantation des infrastructures linéaires



2.6.2.2 Entre Belanitra et le barrage

Cette zone traverse la zone de protection (zone tampon) du Parc de Marolambo. Elle est peu densément peuplée mais on y trouve des zones boisées naturelles (leur nombre augmente vers l'Est, à l'approche du corridor forestier) et des zones boisées gérées par les populations (voir le chapitre 4.3.2 pour une description détaillée). Le Projet va dans cette zone construire la ligne de transmission, mais aussi une route d'accès au barrage, car il n'existe pas ici de piste carrossable.

Il reste aujourd'hui à définir et optimiser d'un point de vue technique, environnemental et social le tracé exact de la ligne et de la route d'accès, de façon à minimiser les impacts environnementaux et sociaux.

Le principe qui a été retenu pour cette zone est d'adopter une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées.

2.6.2.3 Entre le barrage et l'usine hydroélectrique

Cette zone traverse le corridor forestier, qui est très riche en termes de biodiversité. Elle n'est presque pas peuplée et est majoritairement couverte de forêts qui abritent des espèces de faune et de flore d'un grand intérêt. Le Projet va dans cette zone construire la ligne de transmission et une route d'accès reliant l'usine hydroélectrique au barrage, car il n'existe pour l'instant que des accès piétons.

La réflexion qui a été menée sur cette zone a suivi le principe hiérarchie d'atténuation visant à éviter ou minimiser les impacts sur les habitats naturels avant de chercher à les compenser. La seule option qui aurait permis d'éviter tout impact sur les habitats naturels est un passage en tunnel de toutes les infrastructures entre l'usine et le barrage. Cette solution a été discutée et n'a pas été développée du fait des surcoûts rédhibitoires pour la route et la ligne de transmission (ordre de grandeur de 100 à 200 millions €). Par contre la

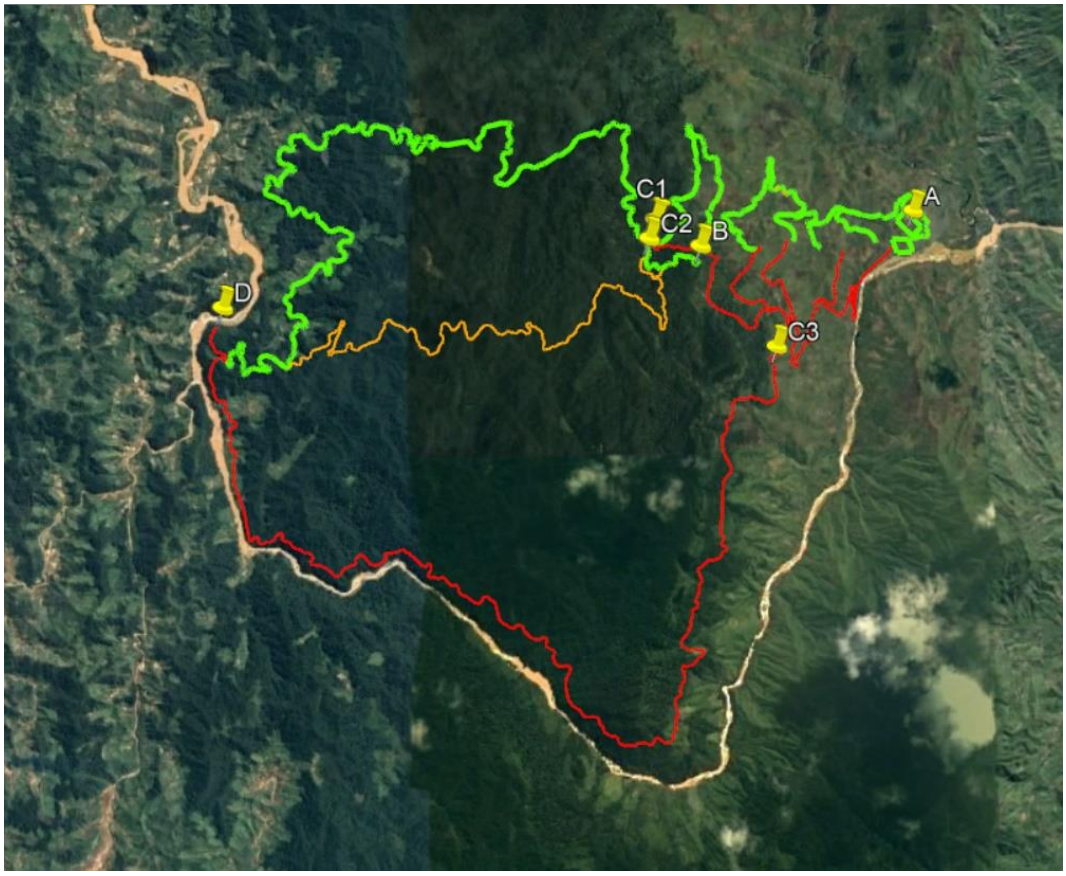
ligne de service et les réseaux de communication pourront eux utiliser la galerie du chemin d'eau et l'on pourra donc pour ces deux infrastructures éviter les impacts.

Plusieurs options permettant de minimiser les impacts de la route et de la ligne de transmission sur les milieux naturels ont ensuite été envisagées (voir la Figure 20 qui illustre le texte) :

- Deux options de piste de l'usine à la cheminée d'équilibre, entre les points A et B. Ces deux options correspondent aux deux possibilités techniques de contourner la falaise qui sépare l'usine de la cheminée d'équilibre.
- Trois options de piste pour rejoindre le barrage, entre les points C1, C2 et C3 d'une part, et D d'autre part. Ces options sont dénommées C1D vert, C2D orange et C3D rouge dans la suite. Ces options ont été définies ainsi:
  - Le tracé rouge C3D cherche à contourner le massif forestier et l'escarpement rocheux qui le soutient en suivant au plus près le cours de l'Onive. Il s'agit du tracé qui avait été initialement envisagé.
  - Le tracé orange C2D vise à relier la cheminée d'équilibre au barrage en allant au plus court (optimum technique).
  - Le tracé vert C1D vise à relier la cheminée d'équilibre au barrage en restant proche du chemin piéton existant, et en utilisant le plus possible les zones déjà déboisées par les brûlis pratiqués par les populations locales.

Les lignes électriques sont dans le cas de ces options implantées au plus près du tracé de route pour minimiser l'emprise des pistes d'accès et le déboisement supplémentaire, avec la possibilité d'avoir une section enterrée de courte distance (la ligne ne pouvant être enterrée sur toute la longueur du tracé).

Figure 20 - Options de tracés considérées entre l'usine hydroélectrique et le barrage



Une analyse multicritère de ces trois options a été effectuée afin de choisir celle qui serait la moins impactante d'un point de vue environnemental et social. L'ONG Sadabe qui porte le projet d'aire protégée dans cette partie du corridor forestier, ainsi que les directions générales et régionales des eaux et forêts ont été consultées lors de la préparation de cette analyse et sur le choix de l'alternative préférée. Les détails de cette analyse multicritère sont présentés en annexe.

Les conclusions sont les suivantes:

- Entre l'usine et le corridor forestier (entre les points A et B):
  - Les deux tracés sont comparables en termes d'impacts environnementaux et sociaux.
  - Les enjeux environnementaux et sociaux sont aisément gérables dans cette zone.
  - Le tracé vert est retenu, essentiellement car il est moins contraint par la topographie (présence de falaises le long du tracé rouge) et offre donc plus de souplesse et d'adaptabilité pour éviter les impacts éventuels lors des études et des travaux.
- Pour le franchissement du corridor forestier
  - Le tracé rouge le long de l'Onive qui avait été initialement envisagé est apparu comme la plus mauvaise option, du fait de la longueur des habitats naturels traversés, et de l'ouverture d'un accès à des écosystèmes terrestres et aquatiques jusqu'ici préservés par leur difficulté d'accès.
  - Le tracé orange, bien que techniquement préféré et meilleur que le tracé rouge, ne répond pas à l'exigence de minimiser les impacts environnementaux. Il a été délaissé.
  - Le tracé vert a été retenu, essentiellement car il permet de minimiser les impacts environnementaux qui sont le risque principal dans cette zone, en utilisant les zones déjà impactées et en évitant ainsi de créer un nouveau corridor en plus du corridor piéton existant. Il est toutefois associé à un enjeu social sur la question de la sécurité routière (comme le tracé orange, du fait de la longue descente du haut de l'escarpement vers l'usine). Dans cette option la ligne de transmission sera enterrée sur 1.6 km, là où le tracé sélectionné traverse la plus grande largeur de forêt.

L'implantation exacte des ouvrages selon les tracés sélectionnés reste à faire dans le cadre des études détaillées, sur la base de reconnaissances de terrain qui devront associer des équipes techniques et environnementales pour effectivement s'assurer que les impacts sont aussi minimisés à ce stade.

2.6.3 Implantation des infrastructures temporaires ou permanentes non définies

Ce chapitre concerne les infrastructures temporaires ou permanentes qui seront nécessaires dans la zone du barrage: carrières, zones de déblais, sites de stockage, camps et zones de chantiers, et la cité d'exploitation.

La position exacte et l'emprise de ces infrastructures n'est pas connue et l'EIES prescrit donc l'approche suivante afin de minimiser les impacts:

- Utiliser autant que possible l'emprise du futur réservoir pour les infrastructures temporaires et les sites d'extraction;
- Au niveau du barrage, hors de la zone du réservoir:
  - Implanter les infrastructures temporaires en rive droite de l'Onive (à l'Ouest) plutôt qu'en rive gauche pour minimiser les risques envers la nouvelle aire protégée;

- Éviter les habitats naturels et les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.

- Au niveau de l'usine :
  - Éviter les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.

Photo 6 - Illustration du choix du tracé pour les infrastructures entre le barrage et l'usine

Zones à éviter: habitats forestiers naturels	Zones à privilégier: aires déjà déboisées par les populations

2.6.4 Mode opératoire et débit réservé

Le mode opératoire de l'aménagement de Sahofika permet un soutien d'étiage et, du fait de l'objectif de produire essentiellement de l'énergie de base est peu impactant. Les risques à l'aval ont été étudiés, et la recherche d'un mode d'exploitation alternatif n'est pas apparu nécessaire.

Le débit réservé initialement retenu pour le Projet lors des études de faisabilité est de 5.7 m^3/s, correspondant à 5 % du module de l'Onive au droit du barrage. La pertinence de cette valeur et les conséquences environnementales et sociales ont été étudiés et discutés lors de la préparation de l'EIES, et sont présentés dans le chapitre 5.3.4. En résumé:

- La législation Malgache n'impose pas de valeur ou de règle pour le débit réservé.
- La pratique actuelle à Madagascar est un débit réservé nul ou parfois égal à 2.5% du module. Le choix d'un débit environnemental à 5% du module pour le Projet va donc au-delà des pratiques actuelles à Madagascar et est donc une bonne pratique.
- Il n'est pas apparu au cours de l'EIES de raison évidente de modifier le choix d'un débit réservé de 5.7 m^3/s. Il serait toutefois possible que le suivi du Projet amène dans le temps à modifier ce choix: pour cette raison, le débit réservé sera ajustable, par exemple de 4 à 8 m^3/s.

2.6.5 Mesures d'atténuation

L'ensemble des mesures d'atténuation liées à l'optimisation de l'aménagement sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 6 - Mesures d'atténuation "optimisation de l'aménagement "

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Opti01	Optimisation de la gestion des déblais et remblais pour minimiser les volumes extraits des zones d'emprunt et les volumes mis en dépôt définitif.	Etudes et construction	EPC
Opti02	Définition et optimisation technique, environnementale et sociale du tracé exact de la ligne et de la route d'accès, en adoptant une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées., sur la base de l'EIES.	Etudes et construction	EPC
Opti03	Implantation de la piste et de la ligne de transmission entre le barrage et l'usine selon les tracés sélectionnés dans l'EIES et en utilisant le plus possible les zones déjà déboisées. L'implantation exacte lors des études détaillées doit être effectuée sur la base de reconnaissances de terrain qui associent des équipes techniques et environnementales pour effectivement s'assurer que les impacts environnementaux sont aussi minimisés à ce stade. La ligne de transmission sera enterrée sur 1.6 km, conformément aux recommendation de l'EIES.	Etudes et construction	EPC
Opti04	Pour l'implantation des infrastructures temporaires ou permanentes non définies à ce jour, sélectionner les sites en associant des experts environnementaux et sociaux. Utiliser autant que possible l'emprise du futur réservoir pour les infrastructures temporaires et les sites d'extraction. Au niveau du barrage, hors de la zone du réservoir: • implanter les infrastructures temporaires en rive droite de l'Onive (à l'Ouest) plutôt qu'en rive gauche pour minimiser les risques envers la nouvelle aire protégée; • éviter les habitats naturels et les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique. Au niveau de l'usine : éviter les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.	Etudes et construction	EPC
Opti05	Supervision environnementale et sociale du Projet, pour contrôler la mise en œuvre des actions Opti01 à Opti04 et valider les choix effectués.	Phase de construction	NEHO
Opti06	Aménager le long de la conduite forcée des passages pour les utilisateurs actuels (piétons, animaux domestiques) en nombre et lieux cohérents par rapport aux passages déjà existants.	Etudes et construction	EPC

3 Cadre réglementaire et législatif

L'ensemble des textes décrits dans ce chapitre forment le cadre réglementaire et législatif auquel le Projet Sahofika doit se conformer.

3.1 Cadre national

3.1.1 Législation environnementale

Les principaux textes juridiques servant de base à cette étude sont mentionnés dans le tableau ci-après.

Tableau 7 - Textes juridiques applicables.

Texte - date d'entrée en vigueur et modifications	Principaux objectifs / contenu	Application à l'étude
Charte de l'Environnement (Loi 2015-003 fixant les règles et principes fondamentaux pour la gestion de l'environnement	Les projets d'investissements publics ou privés, qu'ils soient soumis ou non à autorisation ou à approbation d'une autorité administrative, ou qu'ils soient susceptibles de porter atteinte à l'environnement doivent faire l'objet d'une étude d'impact	Toute personne physique ou morale a le droit de participer aux procédures préalables à la prise des décisions susceptibles d'avoir des effets préjudiciables à l'environnement.
Ordonnance n° 60-126 du 3 octobre 1960 fixant le régime de la chasse, de la pêche et de la protection de la faune	Ce texte fixe les fondations du droit de la protection des espèces de faune sauvage (oiseaux et autres animaux sauvages, réparties en trois catégories : espèces protégées, gibier et espèces nuisibles)	Constitue l'un des critères d'évaluation des espèces biologiques inventoriées.
Arrêté interministériel nº 4355-97 du 13 mai 1997 portant définition et délimitation des zones sensibles	Sont considérées comme zones sensibles les récifs coralliens, les mangroves, les îlots, les forêts tropicales, les zones sujettes à l'érosion, les zones arides ou semi-arides sujettes à la désertification, les zones marécageuses, les zones de conservation naturelle, les périmètres de protection des eaux potables, minérales ou souterraines, les sites paléontologiques, archéologiques, historiques ainsi que leurs périmètres de protection.	Plusieurs zones sensibles concernées dans l'aire d'étude (les îlots, les forêts tropicales, zones sujettes à l'érosion, zones marécageuses).
Décret MECIE (Mise en conformité des investissements avec l'environnement) n°2004-167 du 03 février 2004	Tous projets d'investissements doivent faire l'objet d'une étude d'impact.	Les études d'impact prennent la forme soit d'une étude d'impact environnemental et Social (EIES), soit d'un Programme d'Engagement Environnemental (PREE).
Loi 2015-005 du 22 janvier 2015 portant refonte du Code de gestion des Aires Protégées	Cette loi crée le Système des Aires Protégées de Madagascar, un ensemble structuré et cohérent de toutes les Aires Protégées. Elle précise certaines dispositions, notamment la production électrique dans les Aires protégées à Madagascar.	Modalités de cohabitation du projet hydroélectrique avec la NAP en création de Tsinjoarivo - Ambalaomby
Décret n°2017- 415 du 30 mai 2017 fixant les modalités et les conditions d'application de la LOI n° 2015- 005 du 26 février 2015 portant refonte du Code de Gestion des Aires Protégées	Ce décret fixe les modalités et les conditions d'application de la Loi n°2015 - 005 du 26 février 2015 portant refonte du Code de Gestion des Aires Protégées	Besoins d'avis du Ministère chargé des Aires protégées pour la mise en œuvre du projet. Restauration des sites endommagés et système de compensation

Texte - date d'entrée en vigueur et modifications	Principaux objectifs / contenu	Application à l'étude
Décret n° 2001-122 fixant les conditions de mise en œuvre de la gestion contractualisée des forêts de l'Etat	Le décret a pour objet de fixer les conditions de mise en œuvre de la gestion contractualisée des forêts de l'Etat en vue de la délégation de leur gestion aux communautés de base constituées par les riverains. La Gestion contractualisée des forêts (GCF) est un mode de transfert de gestion des forêts aux communautés de base en vue d'une gestion locale durable et sécurisée des ressources forestières.	Modalités de gestion future des transferts de gestion et de l'accès des populations aux zones de droits d'usage
Décret n° 2005-849 du 13 décembre 2005 portant refonte des conditions générales d'application de la loi n° 97-017 du 08 août 1997 portant révision de la législation forestière.	Ce décret décrit, entre autres, le régime forestier dont les exploitations forestières, les permis de coupe et les droits d'usage, le régime des défrichements et des feux de végétation, du reboisement, de l'organisation et missions du service public forestier, des rapports entre l'administration forestière et les collectivités territoriales décentralisées ainsi que du fonds forestier national et des ristournes.	Modalités de coupe et de défrichement pour la mise en place des infrastructures et les mesures de compensations et d'atténuation (restauration et reboisement)
Décret n° 2006-400 portant classement des espèces de faune sauvage.	Ce décret classe les espèces faunistiques selon 3 catégories : protégées (protection absolue ou peuvent donner lieu à délivrance d'autorisation de chasse ou de capture), nuisibles (chasse, capture et consommation autorisées) et gibiers (chasse et capture seulement autorisées en période d'ouverture de la chasse).	Certaines espèces inventoriées sont classées dans les catégories I, II et III de ce décret.

3.1.2 Législation sociale

3.1.2.1 Droit du travail et protection des travailleurs

Madagascar a des instruments juridiques destinés à réguler le travail et à protéger les travailleurs en matière de santé et de sécurité. Des institutions sont mises en place dont le rôle consiste à la protection ou à la mise en effectivité des mesures de protection prévues par lesdits textes.

Les principaux textes législatifs en vigueur sont décrits ci-après :

Lois relatives à la santé et à la sécurité des travailleurs :

La Loi n° 68-023 du 17 décembre 1968 institue un régime de retraites et crée la Caisse Nationale de Prévoyance Sociale ou la CNaPS. Celle-ci contribue à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs dans la mesure où la CNaPS occupe une place importante dans la réparation des accidents de travail et des maladies professionnelles.

Loi n° 94-026 du 17 novembre 1994 portant le Code de protection sociale :

Ce code institue un système national de protection sociale qui vise, aux termes de l'article 2, « à assurer en faveur de chaque citoyen un minimum de prestation sociale en rapport avec la dignité humaine ».

Loi n°2003-044 du 28 Juillet 2004 portant Code du travail :

Le code du travail, dans l'article IV, reprend les conditions d'hygiène, de sécurité et d'environnement du travail prévus initialement par la loi n° 94-027 du 17 Novembre 1994

qu'il a abrogé. Le Code du Travail Malgache inclut les principes suivants qui sont également requis par les normes de performance de la SFI et le système de sauvegardes intégrés de la BAfD :

- Le droit des travailleurs à adhérer à ou à former des organisations syndicales ;
- L'interdiction du harcèlement, y compris le harcèlement sexuel, et de l'abus d'autorité ;
- L'interdiction de la discrimination liée à une affiliation syndicale, un handicap, ainsi que "toute forme de discrimination fondée sur l'âge, le sexe, la religion, l'origine ou la nationalité."
- "La durée légale du travail des employés ou ouvriers de l'un ou l'autre sexe, de tout âge, travaillant à temps, à la tâche ou aux pièces ne peut excéder cent soixante-treize virgule trente-trois (173,33) heures par mois." (Équivalent à 40 heures par semaine).
- "Les heures effectuées au-delà de la durée légale du travail constituent des heures supplémentaires qui donnent lieu à une majoration."

Les points suivants diffèrent des standards internationaux :

- Travail des enfants : "L'âge minimum légal d'accès à l'emploi est de quinze (15) ans sur toute l'étendue du territoire de Madagascar." Toutefois, "le travail de nuit ainsi que les heures supplémentaires sont interdits aux enfants jusqu'à l'âge de dix-huit (18) ans."
- L'article suivant couvre le secteur de la production d'électricité : "Les femmes, sans distinction d'âge, ne pourront être employées pendant la nuit dans aucun établissement industriel de quelque nature que ce soit, public ou privé, laïc ou religieux, ni dans aucune dépendance d'un de ces établissements même lorsque ces établissements ont un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance, à l'exception des établissements où seuls sont employés les membres d'une même famille."

Certains articles intéressent le Projet Sahofika, notamment :

- Le travail des étrangers est soumis à une autorisation préalable (permis de travail).
- "La mise en place d'une cantine au bénéfice des travailleurs est à la charge de l'employeur pour les établissements éloignés à plus de cinq kilomètres du centre-ville et non desservis par des moyens de transports publics réguliers ou lorsque l'emplacement de l'établissement ou l'organisation de travail ne permet pas aux travailleurs de se restaurer normalement."
- "L'employeur doit tenir également un registre pour chaque catégorie spéciale de travailleur définie dans le présent Code : travailleurs journaliers, engagés à l'essai, en apprentissage, déplacés, intérimaires, à temps partiel et à domicile, saisonniers et travailleurs de moins de dix-huit (18) ans."

3.1.2.2 Droit foncier

Les principales lois gouvernant le domaine foncier à Madagascar sont les suivantes :

- La loi n° 2005-019 du 17 octobre 2005 fixant les principes régissant les statuts des terres, qui, comme son nom l'indique, établit les principes généraux régissant les différents statuts juridiques de l'ensemble des terres sur le territoire national (qu'il s'agisse des terrains des domaines public et privé de l'Etat et des collectivités décentralisées, ou encore des terrains appartenant à des personnes privées).

- La loi n° 2006-031 du 24 novembre 2006 fixant le régime juridique de la propriété foncière privée non titrée, dont l'objectif est de solutionner la problématique de l'existence de terres non immatriculées, non cadastrées, mais occupées, par l'attribution aux occupants de certificats de reconnaissance du droit de propriété privée non titrée (ou certificats fonciers), qui, s'il est opposable aux tiers jusqu'à preuve contraire, a toutefois une valeur juridique moindre qu'un véritable titre foncier.
- La loi n° 2008-014 du 23 juillet 2008 sur le domaine privé de l'Etat, des collectivités décentralisées et des personnes morales de droit public, qui définit plus spécifiquement le régime juridique des terrains du domaine privé des personnes morales de droit public, ainsi que son décret d'application (le décret n° 2010-233 du 20 avril 2010).
- La loi n° 2008-013 du 23 juillet 2008 sur le domaine public, qui définit plus spécifiquement le régime juridique du domaine public de l'Etat et des collectivités décentralisées.
- L'ordonnance n° 60-146 du 3 octobre 1960 relative au régime foncier de l'immatriculation, qui régit les problématiques d'immatriculation foncière.

3.1.2.3 Egalité hommes/femmes à Madagascar

La fin des années 1980 a marqué le début de la prise en compte des droits des femmes à Madagascar.

Après la ratification de la Convention sur l'Élimination de toutes les Formes de Discrimination à l'égard des Femmes (CEDEF) en 1989, le pays a entrepris les premières modifications portant sur les textes régissant le mariage de 1962 et 1967. Les lois n°90-013 et n° 90-014 ont institué la fixation de la résidence commune d'un commun accord par les deux époux, si auparavant, seul le mari avait ce droit. En sus, elles ont institué le régime matrimonial de droit commun ou « *zara mira* » à la place du *« kitay telo an-dalana* » qui donnait un tiers des biens communs à la femme et les deux autres tiers au mari ainsi que la possibilité pour les deux époux de recevoir leur part de la communauté sous forme de somme d'argent.

Madagascar a signé le Protocole de la SADC sur le Genre et Développement (PSG) en 2008.

3.1.2.4 Accès à la justice

La Constitution malgache de 2010 en son article 13 alinéa 5 dispose que « la loi assure à tous le droit de se faire rendre justice, et l'insuffisance des ressources ne saurait y faire obstacle », ou le Code de Procédure Civile (CPC) qui rappelle en son article 1er des dispositions générales que : « Toute personne peut agir en justice pour obtenir la reconnaissance ou, s'il y a lieu, la protection de son droit ». S'il n'y a pas à proprement parler de définition de l'accès au juge dans le système juridique malgache, il ressort néanmoins de ces textes que la notion « d'accès au juge » est considérée comme étant le droit qu'à toute personne.

3.1.2.5 Vulnérabilités

La notion de vulnérabilité ne fait l'objet d'aucune définition dans le système juridique malgache, il n'en demeure pas moins pourtant que l'on retrouve ce terme dans différents textes et plus spécifiquement dans l'exposé des motifs de deux lois particulières : la loi n°2008-030 du 10 décembre 2008 portant protection des droits des personnes âgées qui énonce que les personnes âgées « sont devenues vulnérables à cause de leur âge » et la

loi n°2014-040 du 20 janvier 2015 sur la traite des êtres humains qui dispose que : L'expression « abus d'une situation de vulnérabilité » s'entend de l'abus de toute situation dans laquelle la personne concernée estime qu'elle n'a pas d'autre choix réel ni acceptable que de se soumettre.

Si la notion de vulnérabilité n'est pas expressément prévue par les textes, la notion « d'indigence » prévue par l'arrêté relatif à la mise en œuvre du décret portant réglementation de l'assistance judiciaire pourrait quant à elle être rapprochée de la notion de vulnérabilité « économique » bien que ce terme ne soit pas strictement utilisé par le législateur. En effet, l'article 3 dudit décret dispose que « Pour bénéficier de l'aide totale, le demandeur d'assistance judiciaire doit justifier que ses ressources mensuelles et celles de son conjoint ou que le montant total des ressources des époux est inférieur au Salaire Minimum d'Embauche » et l'article 4 du même décret prévoit que « L'assistance judiciaire est accordée de plein droit aux travailleurs victimes d'un accident de travail privé de ses facultés l'empêchant de reprendre son travail ; à l'un des conjoints sans emploi et sans ressource, abandonné par l'autre, dans le cadre d'une demande de contribution aux charges du ménage ou de pension alimentaire pour lui-même et pour ses enfants laissés à sa charge sans aucune ressource ; aux demandeurs en adoption par la Nation ». Ainsi, le décret n°2009-970 portant réglementation de l'assistance judiciaire dispose en son article 1er que : « Conformément aux dispositions de l'article 32 du Code de Procédure Civile, l'assistance judiciaire peut être accordée en tout état de cause à : toute personne, tous établissements publics ou d'utilité publique, aux associations privées ayant pour objet une œuvre d'assistance et jouissant de la personnalité civile, lorsque à raison de l'insuffisance de leurs ressources, ces personnes, établissements et associations se trouvent dans l'impossibilité d'exercer leurs droits en justice, soit en demandant soit en défendant (…) ».

3.1.3 Acteurs institutionnels

Les principales autorités Malgaches concernées par le processus d'approbation d'une EIES sont décrites dans le tableau ci-dessous, sur la base du décret MECIE.

Tableau 8 - Entités concernées par le processus d'approbation d'une EIES et/ou par le Projet

Nom		Rôle
MEEF	Ministère de l'Environnement, de l'Écologie et des Forêts	Maître d'ouvrage ou autorité environnementale principale, chargé de la supervision de l'ONE et du contrôle dans la mise en œuvre du processus réglementaire national de mise en comptabilité des investissements avec l'environnement (MECIE).
ONE	Office National de l'Environnement	Organe opérationnel, maître d'ouvrage (autorité environnementale) délégué et guichet unique pour la mise en œuvre du MECIE, placé sous la tutelle du Ministère chargé de l'Environnement. L'ONE est ainsi appelé à assurer la coordination des CTE, la direction de l'évaluation des EIE et la délivrance des permis environnementaux, la coordination du suivi de la conformité des plans de gestion environnementale.
CTE	Comité Technique d'Évaluation ad hoc	Comité interministériel qui comprend un représentant de chaque ministère potentiellement concerné par le Projet. Il est chargé de l'évaluation du dossier d'EIE et d'émettre un avis technique (favorable ou défavorable).
MEH	Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures	La cellule environnementale du MEH est chargée de veiller à la prise en compte des préoccupations environnementales et sociales dans les activités relatives à l'Energie. De plus le MEH est directement impliqué dans le processus de concession en lien avec la typologie du projet.

3.1.4 Permis et autorisations

Le tableau suivant présente les principaux types de permis et d'autorisations qui seront nécessaires pour le Projet (sous réserve de revue par le conseil juridique du concessionnaire), et l'entité responsable de leur acquisition:

Tableau 9 - Permis et autorisations

Désignation	A obtenir par
Permis de construire	NEHO
Approbation de l'EIES (incluant le PGES et le PAR)	NEHO
Déclaration d'Utilité Publique (DUP)	NEHO
Attestation permettant d'accéder aux terrains	NEHO
Autorisations de défrichement	EPC ou NEHO
Autorisations d'ouverture de pistes	EPC ou NEHO
Permis de prélèvement d'eau pour la production d'eau potable	EPC
Permis relatifs à la mise en décharge des déchets en phase de construction	EPC
Autorisations industrielles pour la phase de construction (centrale à béton, station de concassage, dépôt de matériaux inertes, etc.)	EPC
Permis de rejet des eaux usées traitées dans l'environnement	EPC
Permis de stockage, de transport et d'utilisation des explosifs	EPC
Permis d'ouvertures de carrières	EPC
Permis d'extraction de roches, sable, terre, pierres	EPC
Autorisations relatives à la revégétalisation et au reboisement des sites temporaires	EPC
Autorisation d'exportation des échantillons de sondage	EPC
Permis de fouilles archéologiques	EPC ou NEHO
Permis relatifs à la mise en décharge des déchets en phase d'exploitation	NEHO
Autorisations industrielles pour la phase d'exploitation (stockage huile, etc.)	NEHO

3.2 Cadre international

3.2.1 Traités et conventions pour la protection sociale

Les principales conventions internationales sociales ratifiées ou non ratifiées par Madagascar et en relation avec le Projet Sahofika sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 - Conventions internationales pour la protection de l'environnement

Texte	Principaux objectifs	Statut
• Convention internationale sur l'élimination de toutes les formes de discrimination raciale • Pacte international relatif aux droits civils et politiques • Pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels • Convention sur l'élimination de toutes les formes de discrimination à l'égard des femmes • Convention contre la torture et autres peines ou traitements cruels, inhumains ou dégradants • Convention relative aux droits de l'enfant	Neufs principaux instruments internationaux relatifs aux droits de l'homme	Ratifiées
• Convention internationale sur la protection des droits de tous les travailleurs migrants et des membres de leur famille • Convention internationale pour la protection de toutes les personnes contre les disparitions forcées • Convention relative aux droits des personnes handicapées		Non ratifiées
Convention de l'UNESCO concernant la Protection du Patrimoine Mondial culturel et naturel, Paris, 1972	Assurer la protection et la conservation aussi efficaces et la mise en valeur aussi active que possible du patrimoine culturel et naturel dans les conditions appropriées à chaque pays	ratifiée
Charte africaine des droits de l'homme et des peuples (Organisation de l'Unité Africaine)	Cette charte s'appuie sur la Charte de l'Organisation de l'Unité Africaine et la Charte des Nations unies ainsi que sur la Déclaration universelle des droits de l'homme.	ratifiée
• Convention (n° 29) sur le travail forcé, 1930 • Convention (n° 87) sur la liberté syndicale et la protection du droit syndical, 1948 • Convention (n° 98) sur le droit d'organisation et de négociation collective, 1949 • Convention (n° 100) sur l'égalité de rémunération, 1951 • Convention (n° 105) sur l'abolition du travail forcé, 1957 • Convention (n° 111) concernant la discrimination (emploi et profession), 1958 • Convention (n° 138) sur l'âge minimum, 1973 • Convention (n° 182) sur les pires formes de travail des enfants, 1999	Huit conventions de l'Organisation internationale du travail (OIT) protégeant une liberté fondamentale pour l'OIT	ratifiées

3.2.2 Traités et conventions pour la protection de l'environnement

Les principales conventions internationales environnementales ratifiées par Madagascar et en relation avec le Projet Sahofika sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11 - Conventions internationales pour la protection de l'environnement

Texte - date d'entrée en vigueur et modifications	Principaux objectifs
Convention sur la Diversité Biologique, Rio de Janeiro 1992	Conservation de la biodiversité ; Utilisation durable de ses éléments ; Partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques.

Texte - date d'entrée en vigueur et modifications	Principaux objectifs
Convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, adoptée à Alger en 1968 et ratifiée à Madagascar en Juin 1970, nouvelle version en 2003	Améliorer la protection de l'environnement ; Promouvoir la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles ; Harmoniser et coordonner les politiques dans ces domaines en vue de mettre en place des politiques et des programmes de qui soient écologiquement rationnels, économiquement sains et socialement acceptables.
Convention concernant la Protection du Patrimoine Mondial culturel et naturel, Paris, 1972	Assurer la protection et la conservation aussi efficaces et la mise en valeur aussi active que possible du patrimoine culturel et naturel dans les conditions appropriées à chaque pays
Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, Kyoto 1992	Appel aux pays à agir en fonction de leurs responsabilités et capacités pour stabiliser la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère
Convention sur le Commerce International des Espèces de faune et de flore Sauvage menacée d'extinction, Washington 1973	Le commerce international des espèces inscrites dans ses annexes, ainsi que des parties et produits qui en sont issus, ne nuit pas à la conservation de la biodiversité et repose sur une utilisation durable des espèces sauvages.
Convention de Ramsar (Iran) en 1971	Garantir la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides d'importance internationale.

3.3 Standards internationaux

Le Concessionnaire exige que le Projet réponde non seulement aux exigences de la législation nationale, mais aussi aux politiques environnementales et sociales de la Société Financière Internationale (SFI) et de la Banque Africaine de Développement (BAfD).

3.3.1 Normes de performance de la SFI

La SFI est une filiale du Groupe de la Banque Mondiale dont le but est de soutenir la croissance du secteur privé dans les pays en développement. Les normes de performance environnementale et sociale de 2012 de la SFI sont le standard environnemental et social international le plus souvent utilisé. Les Normes de Performance (NP) de la SFI sont décrites dans le Tableau 12.

Tableau 12 - Normes de Performance de la SFI (2012)

NP	Intitulé	Champ d'application
1	Evaluation et gestion des risques et des impacts environnementaux et sociaux	Définit les dispositions permettant de garantir une bonne gestion des aspects E&S, l'application des politiques et responsabilités associées, notamment par le biais d'une EIES pour laquelle la NP n°1 définit des exigences.
2	Main d'œuvre et conditions de travail	Définit les exigences en matière de gestion équitable de la main d'œuvre et de conditions de travail sûres et saines.
3	Utilisation rationnelle des ressources et prévention de la pollution	Définit les dispositions visant à assurer un niveau adapté de prévention et de réduction de la pollution.
4	Santé, sécurité et sûreté des communautés	Définit les dispositions visant à s'assurer que les impacts négatifs d'un projet sur la communauté hôte sont gérés et maîtrisés.
5	Acquisition de terres et réinstallation involontaire	Définit les dispositions visant à minimiser les impacts sociaux et économiques négatifs de toute réinstallation involontaire, acquisition de terres, ou restrictions quant à leur utilisation.
6	Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles vivantes	Définit les dispositions visant à s'assurer que les impacts d'un projet sur la nature, les écosystèmes, les habitats et la biodiversité sont dûment gérés.
7	Peuples autochtones (non applicable au Projet)	Définit les dispositions visant à protéger les peuples autochtones.

NP	Intitulé	Champ d'application
8	Patrimoine culturel	Définit les dispositions visant à protéger le patrimoine culturel des impacts négatifs des activités du Projet, contribuer à sa préservation et promouvoir le partage équitable des bénéfices issus de l'utilisation du patrimoine culturel.

Les Normes de Performance de la SFI sont accompagnées d'un certain nombre de documents de référence qui seront également utilisés dans le cadre du Projet:

- Directives ESS générales (2007)
- Directive SFI/BERD pour le logement des travailleurs (2009)
- Guide pour l'application de la NP6 relative à la biodiversité (2012)
- OP 4.12 de la Banque Mondiale, relative à la réinstallation.

Des documents de bonne pratiques spécifiques au secteur de l'hydroélectricité ont également été édités en 2018 par la SFI:

- Guide de bonne pratiques : approches ESS pour les projets hydroélectriques.
- Guide de bonne pratiques : débit environnemental pour les projets hydroélectriques.

3.3.2 Système de sauvegardes intégré de la BAD

En 2013, la Banque Africaine de Développement (BAD) a publié un système de sauvegardes intégré, visant à promouvoir une croissance inclusive et durable.

Ce système de sauvegardes intégré inclue notamment l'identification de cinq sauvegardes opérationnelles, que les clients de la Banque sont tenus de respecter lorsqu'ils traitent des impacts et risques environnementaux et sociaux. Les sauvegardes opérationnelles présentent de nombreuses similitudes avec les NP de la SFI, bien qu'elles soient organisées différemment. Toutes les sauvegardes opérationnelles de la BAD sont applicables au Projet.

Tableau 13 - Sauvegardes opérationnelles de la BAD et correspondance avec les NP de la SFI

#	Nom de la sauvegarde opérationnelle	NP de la SFI correspondante
SO1	Evaluation environnementale et sociale	NP1
SO2	Réinstallation involontaire : Acquisition de terres, déplacements de populations et indemnisation	NP5
SO3	Biodiversité, ressources renouvelables et services écosystémiques	NP6
SO4	Prévention et contrôle de la pollution, matières dangereuses et utilisation efficiente des ressources	NP3
SO5	Conditions de travail, santé et sécurité	NP2

4 État des lieux

4.1 Cadre physique

4.1.1 Relief et géographie

Le bassin de l'Onive, de 4565 km² au site du barrage est situé sur les hauts plateaux de Madagascar, au Sud de Tananarive. De forme assez compacte, il a un relief accidenté surtout dans la région ouest où l'on note des altitudes atteignant 2 325 m et même 2 643 m dans le massif de l'Ankaratra. Le centre et le sud du bassin ont une altitude moyenne de l'ordre de 1 700 à 1 800 m. Le site du barrage projeté est à une altitude de 1300 m: cette altitude est équivalent à celle de la Capitale à laquelle la ligne de transmission du projet viendra se connecter.

Les zones inondables ont une extension faibles dans le bassin, ce qui, joint à de fortes pentes et à une pluviométrie interannuelle de l'ordre de 1 400 mm, implique des crues importantes.

Le bassin est recouvert dans sa majeure partie par la prairie des Hauts-Plateaux avec par endroits des îlots forestiers et des lambeaux de forêt primaire sur le versant oriental. Dans les zones alluvionnaires irriguées se développe la culture du riz.

Photo 7 - Paysage caractéristique de l'amont du bassin versant du Projet

A l'Est du site du barrage se trouve un chaînon de montagnes boisées d'axe Nord-Sud, formant partie du corridor forestier Malgache et dont l'altitude dans la zone du projet est de l'ordre de 1500 à 1600 m. En continuant vers l'Est, le relief s'abaisse brutalement et perd près de mille mètres d'altitudes sur environ deux kilomètres : c'est dans cette zone que sera située l'usine hydroélectrique, qui profitera de cette chute naturelle. L'altitude des fonds de vallée est ici de 600 m : elle s'amenuise progressivement à mesure que l'on se dirige vers l'Océan, situé à 95 km à vol d'oiseau. Le paysage collinaire reste dans toute cette zone toujours très accidenté, mais les altitudes restent très inférieures à celles des hauts plateaux.

Photo 8 - L'Onive et le paysage collinaire caractéristique de l'Est, vu depuis l'escarpement rocheux

4.1.2 Géologie et sols

4.1.2.1 Géologie

On rencontre sur le bassin de l'Onive trois formations géologiques principales :

- le socle cristallin,
- des roches volcaniques,
- des terrains sédimentaires.

Le socle cristallin est constitué par des roches précambriennes (système du graphite) qui sont surtout des migmatites. On note également un ensemble de gneiss et de micaschistes au niveau de l'escarpement et du corridor forestier (groupe d'Ambatolampy). Ces roches qui forment un peu plus du tiers du bassin sont imperméables, mais leur couche d'altération a une capacité de rétention non négligeable.

La bordure ouest du bassin, qui correspond au versant oriental de l'Ankaratra, est constituée de basaltes et de labradorites, roches volcaniques d'âge pléistocène et néogène. Leur décomposition donne des sols rouges ferrallitiques peu perméables, jusqu'à 1 800 m d'altitude environ. Au-dessus de 1 800 m, les sols sont bruns et beaucoup plus perméables.

Les terrains sédimentaires affleurent surtout dans les fonds de vallée de l'Onive et de ses affluents. Ils couvrent une part assez important de la vallée (zone des rizières).

4.1.2.2 Sols

Les sols ferrallitiques forment l'unité pédologique la mieux représentée sur le bassin, soit sur roches acides (migmatites), soit sur roches basiques (basaltes).

Les sols ferralitiques dominent :

- Les sols ferralitiques humifères noirs ou andosols, caractéristiques des régions situées d'altitude et qui se distingue par l'épaisseur de l'horizon supérieur humifère noir, limoneux, très poreux, gorgé d'eau. Ce type de sol couvre une grande partie de la région. Ils sont d'évolutions très diverses, pouvant porter du maïs, du manioc, et peuvent se prêter à la culture de pommes de terre et à l'arboriculture.
- Les sols hydromorphes qui sont constitués de marais actuels et de marais anciens modifiés par le drainage ou sols alluvionnaires issus du bassin versant exclusivement basaltique. Ce type constitue les bas-fonds qui portent en plus du riz des cultures de contre saison.

Pour les communes d'Antanifotsy et de Tsinjoarivo, on trouve majoritairement des sols à dominance ferralitique rouges et jaune/rouge et des sol alluvionnaires dans la vallée de l'Onive.

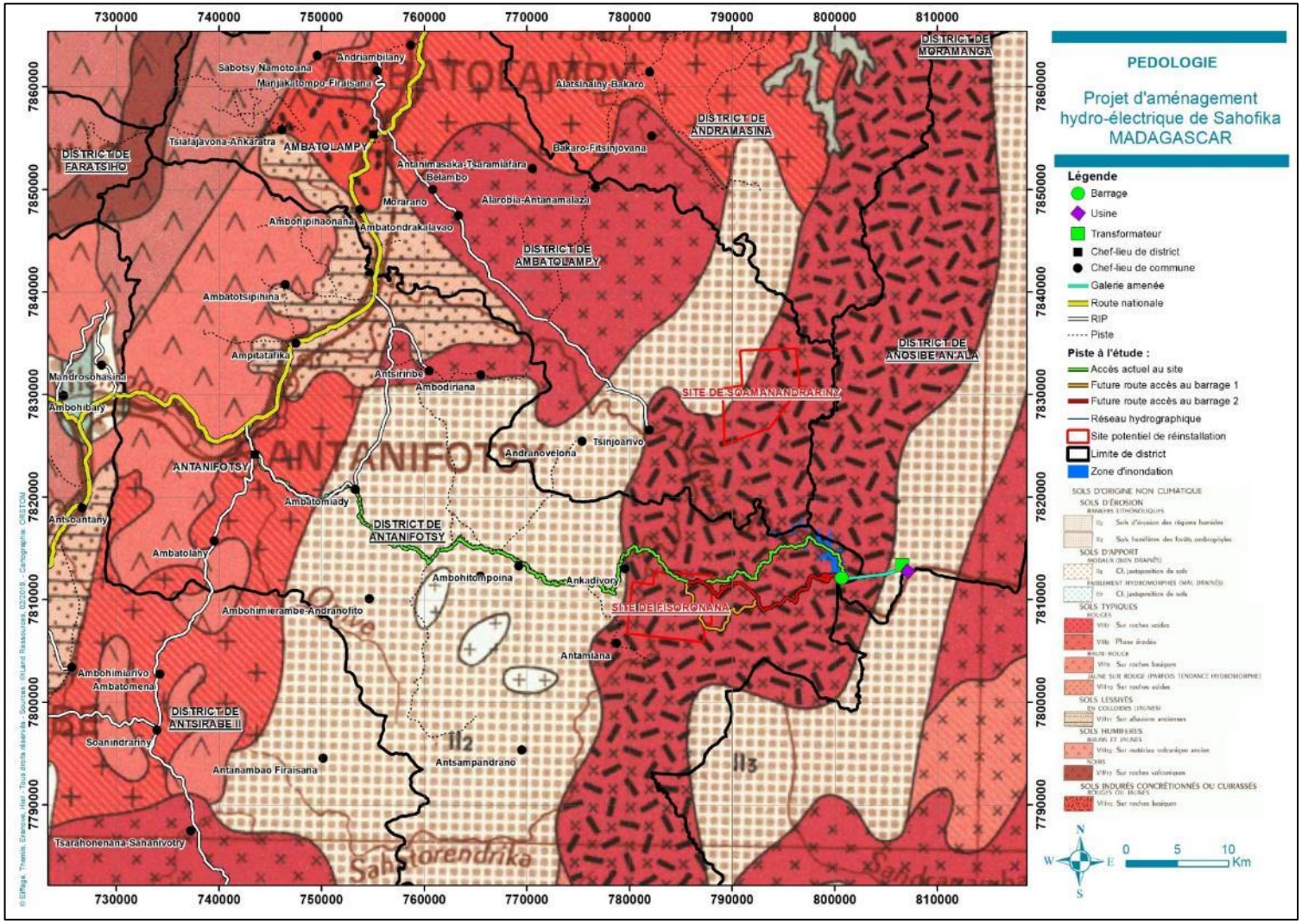
Les observations et études pédologiques des bassins versants de l'Alaotra, montrent que les sols de type ferralitique, caractérisés par une couche superficielle latéritique d'épaisseurs variant de 10 à 50 cm, reposent sur une roche mère en décomposition et sans cohésion. Ce type de sol est particulièrement favorable à l'érosion et à la formation des "lavaka", qui sont de profondes excavations ovoïdes aux parois très abruptes, façonnées dans les altérites de roches cristallines et métamorphiques par les eaux de ruissellement et les sous-écoulements.

Les sols hydromorphes occupent les dépressions. Au niveau des plaines fluvio-lacustres, on distingue deux types de sols hydromorphes :

- Type hydromorphe moyennement organique : ce sont des sols à texture très argileuse fine, aptes à la riziculture ;
- Type hydromorphe tourbeux ayant une aptitude bonne à moyenne pour la riziculture inondée, et moyenne pour l'agriculture de contre-saison sans irrigation.

La carte suivante présente la pédologie de la zone du Projet.

Figure 21 - Carte pédologique de la zone d'étude



4.1.3 Climat

4.1.3.1 Caractéristiques générales du climat

Par sa position géographique, Madagascar est soumise à l'influence de deux grands centres d'action climatiques qui règlent les conditions générales de circulation atmosphérique dans le sud-ouest de l'Océan Indien : la zone des basses pressions intertropicales au nord et la cellule océanique de hautes pressions centrée en quasi permanence au sud des Mascareignes.

Un autre facteur important du climat de Madagascar est son orographie. Le relief est constitué par une masse montagneuse continue dont les sommets dépassent 2 500 m et dont l'altitude moyenne est comprise entre 1 000 et 1 500 m. Les versants orientaux sont, à l'instar de l'escarpement rocheux de la zone du Projet, très abrupts et les plaines côtières étroites. Les alizés doivent franchir ou contourner cet obstacle et il en résulte un soulèvement général de l'air humide. Il y a donc formation de nuages orographiques au vent et de précipitations plus ou moins abondantes, en fonction du régime des vents et de l'humidité de l'air.

4.1.3.2 Saisonnalité

Madagascar connaît une saison des pluies de novembre à mars et une saison sèche d'avril à octobre.

La période fraîche, de mi-mai à septembre, coïncide avec la saison sèche : à cette période, sur la côte Est, les alizés du Sud-Est dominent, qui sont frais et secs partout, sauf le long de la côte, où ils relâchent l'humidité accumulée au-dessus de l'océan. Par conséquent, sur la côte est et sur le versant oriental des montagnes il peut pleuvoir toute l'année, ce qui favorise le développement de la forêt tropicale.

Dans les zones intérieures l'altitude adoucit le climat, au moins aux altitudes intermédiaires. Les températures négatives en période fraîche se produisent généralement au-dessus de 2.000 mètres et ne pourraient donc être qu'exceptionnelles dans la zone du Projet qui culmine à 1550m.

4.1.3.3 Précipitations et températures annuelles et mensuelles

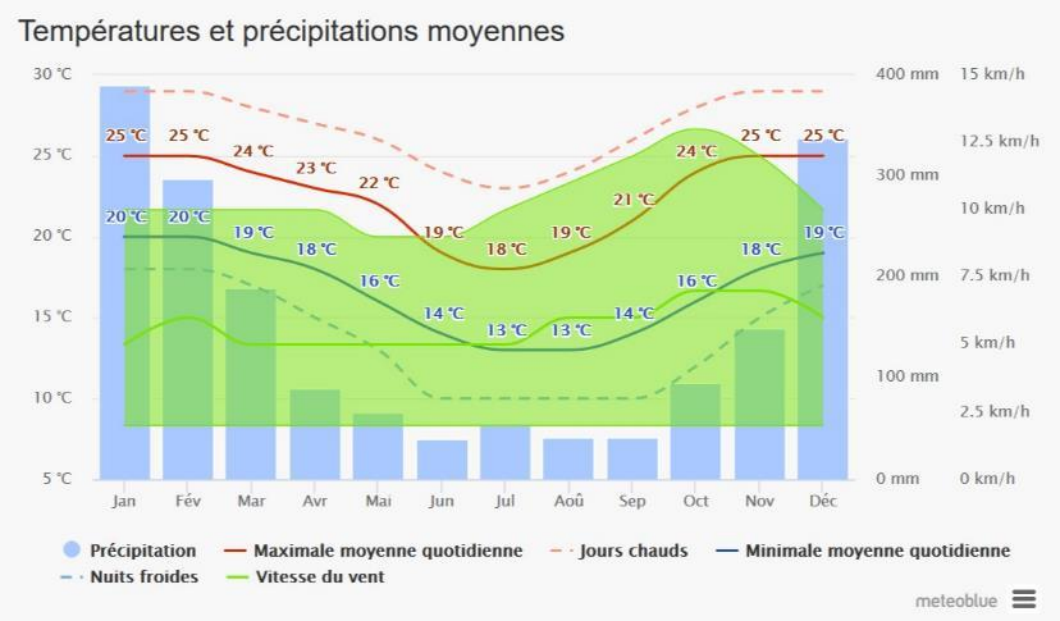
On trouve dans la zone du Projet deux types de climat en fonction de l'altitude. Il n'y a pas dans la zone du Projet de stations météorologiques. La station la plus proche permettant d'obtenir des données récentes est celle de Antsirabé, située à 85 km à l'Ouest-Sud-Ouest du Projet Sahofika sur le plateau, et des données météorologique globales ont donc été utilisées pour décrire dans ce chapitre les caractéristiques typiques du climat local.

Partie orientale de basse altitude

Le Climat dans la zone la plus basse est caractérisé par :

- Bioclimat du type perhumide chaud
- Température moyenne : 23°C ;
- Température minimale : 20°C
- Précipitations annuelles > 2000 mm

Figure 22 - Diagramme ombrothermique de la zone Sahofika

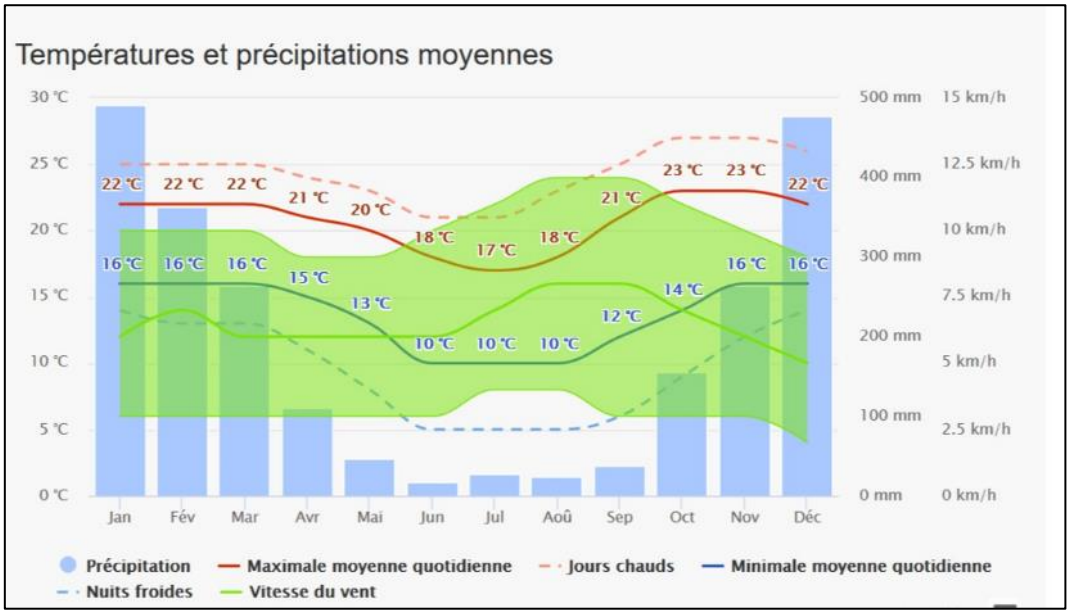


Pour la partie de moyenne altitude

Le Climat dans la zone la plus haute est caractérisé par :

- Bioclimat de type humide tempéré
- Température moyenne : 10 à 15 °C
- 1500 mm < Précipitation < 2000 mm
- La zone du haut plateau est caractérisée par un climat humide en hiver et sec en été avec des précipitations oscillant entre 900 et 1300 mm/an

Figure 23 - Diagramme ombrothermique Antanifotsy



4.1.3.4 Vents

Le régime des vents est dominé par les alizés qui circulent de l'Est vers l'Ouest.

C'est en saison fraîche, par suite de la présence de la cellule de hautes pressions de l'Océan Indien, que la direction générale des vents est la mieux établie. En saison chaude, les vents de secteur est sont moins réguliers et moins actifs qu'en saison fraîche.

Quelle que soit la région et la saison, la vitesse du vent au voisinage du sol est plus grande le jour que la nuit. Cette vitesse augmente au cours de la matinée, atteint son maximum dans l'après-midi et décroît ensuite pendant la nuit.

Les orages qui se produisent généralement en fin d'après-midi, contribuent également à renforcer la vitesse du vent qui souffle alors par rafales pouvant être assez violentes (vitesse supérieure à 50 km/h). Il faut enfin noter que les vents les plus violents sont toujours observés pendant les passages des cyclones.

4.1.3.5 Les cyclones tropicaux

Ce sont des perturbations très importantes et très violentes se présentant sous forme de tempêtes dépressionnaires qui intéressent une plus ou moins grande partie de Madagascar durant la saison chaude et y créent, pendant une période de durée variable (une semaine à quinze jours) un type de temps très particulier caractérisé généralement par l'abondance des précipitations.

A son stade de plein développement, un cyclone tropical est visible sur la carte des pressions ramenée au niveau de la mer, sous la forme d'une profonde dépression à isobares grossièrement circulaires et concentriques dont le diamètre peut varier de quelques dizaines à quelques centaines de kilomètres.

Le passage de ces météores sur une station se traduit par un barogramme caractéristique en V, la pression au centre (œil du cyclone) pouvant être très basse. On a ainsi relevé 940 mb le 03.03.1927 à TOAMASINA (250 km au Nord-Est du site du Projet).

Les vents sont violents et peuvent dépasser 250 km/h en rafales.

Sur Madagascar, les pluies peuvent atteindre durant un épisode cyclonique 500 à 600 mm en 24 heures. Durant le mois de Mars 1959, les précipitations recueillies sur la côte orientale malgache ont dépassé 1 000 mm sur une zone de 500 km de long et une centaine de large (maximum 1 983 mm). Ces pluies persistantes et diluviennes entraînent de graves inondations et causent de très gros dégâts.

Les cyclones se forment sur les mers chaudes, à une certaine distance de 1'Equateur (5 à 7" de latitude). Le déplacement des cyclones de l'Océan Indien se fait, le plus fréquemment, suivant une direction générale Est-Ouest, avec une vitesse moyenne de l'ordre de 20 km/h et parfois des arrêts dans le déplacement qui peuvent durer un ou plusieurs jours.

La violence des vents faiblit rapidement dans un cyclone tropical arrivant sur terre, mais les précipitations deviennent très abondantes.

D'après une étude menée en 1975 sur les six cent quatre-vingt-quatorze cyclones enregistrés de 1849 à 1972 formés sur l'Océan Indien, cent cinquante-cinq (soit 22,3 % de l'ensemble) ont touché les côtes malgaches. La répartition par secteurs côtiers est la suivante :

- 59 cyclones ont abordé entre Antsiranana et le Cap Masoala ;
- 46 entre la baie d'Antongil et Mahanoro ;

- 49 entre Mahanoro et Farafangana ;
- 50 entre Farafangana et Tolanaro.

Il semble donc que la totalité de la côte orientale malgache ait, du nord au sud, une probabilité à peu près égale de recevoir un cyclone venant de l'Océan Indien, même si le contexte actuel de changement climatique est susceptible de modifier ces valeurs.

4.1.3.6 Évaporation

Ces deux paramètres sont relativement mal connus à Madagascar. Pour l'évaporation, nous disposons des mesures sur bac, dans une dizaine de stations, par l'ORSTOM et l'INRA.

Tableau 14 - Evapotranspiration sur bac

	Moyennes journalières des valeurs mensuelles interannuelles (en mm/jour)												Moyenne interannuelle (mm)
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	
Antananarivo (1960-1973)	4.79	4.06	4.38	4.08	3.83	3.73	3.04	2.46	2.53	3.01	4.20	4.89	1368
Ambohidrano (1962-1971)	5.22	4.43	5.06	5.01	4.79	4.31	3.79	3.16	3.21	4.15	5.30	6.60	1673

4.1.4 Cours d'eau et hydrologie

4.1.4.1 L'Onive

Le bassin de l' Onive, en amont de sa confluence avec le Mangoro, couvre 4 860 km².

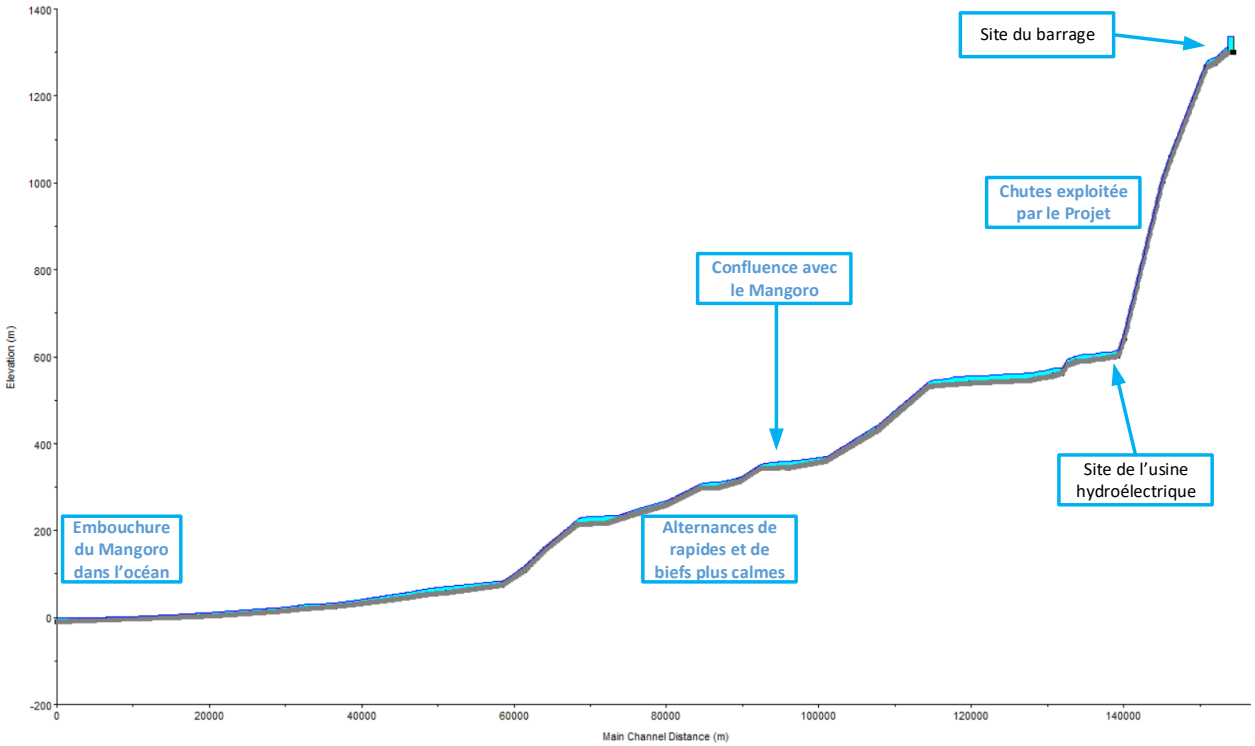
Le cours de l'Onive à l'amont du site du Projet draine un vaste bassin (4565 km²) où il collecte de nombreux affluents. Le cours amont de l'Onive est généralement calme, à l'exception de zones de rapides et de quelques chutes, dont les plus importantes sont celles de Tsinjoarivo (50 m de hauteur).

A partir du site du barrage (1300 m d'altitude), l'Onive s'engage dans une vallée raide et étroite, entrecoupée de nombreuses chutes d'eau: sur une distance de 13 km, l'altitude du lit s'abaisse de 1300 à 600 m d'altitude, ce qui crée la hauteur de chute utilisée par le Projet.

Entre l'usine hydroélectrique et la confluence avec le Mangoro, le cours de l'Onive forme trois sections bien distinctes:

- Sur les cinq premiers kilomètres à l'aval de l'usine hydroélectrique, l'Onive forme une série de biefs larges et calmes entrecoupés de seuils naturels et de courtes zones de rapides. Ces biefs ont une certaine capacité à amortir les variations de débit du fait de leur faible pente et de leur grande largeur, mais cette capacité est limitée par leur courte longueur.
- Les quatre kilomètres suivants sont raides: le lit est plus étroit.
- Les dix derniers kilomètres avant la confluence avec le Mangoro sont très calmes. Le lit est large d'une centaine de mètre.

Figure 24 - Profil en long de l'Onive du site du barrage à l'océan.



4.1.4.2 Le Mangoro

Le Mangoro reçoit les eaux de l'Onive à 200 km de sa source. La longueur totale du Mangoro est de 300 km. Il draine un bassin versant de 17 175 km². Le Mangoro, par la surface de son bassin et les volumes d'eau écoulés, est le plus grand fleuve du versant oriental.

La confluence Mangoro-Onive présente une forme très curieuse : les deux rivières coulent dans la même vallée, exactement en sens inverse, pendant quelques dizaines de kilomètres. Après avoir reçu les eaux de l'Onive, le Mangoro bifurque vers l'est à travers des gorges encaissées avec des pentes de plus de 10 cm/km. A 25 km de l'embouchure, la pente diminue un peu, le lit s'élargit mais reste encore coupé de rapides. Le Nosivolo qui prend naissance à l'est de Fandriana est le second affluent important de la rive droite.

4.1.5 Qualité des eaux et des sédiments

4.1.5.1 Analyses effectuées

Des analyses de qualité des eaux et des sédiments ponctuelles ont été effectuées en saison sèche dans le cadre de l'EIES.

Les analyses d'eau ont ciblé les polluants organiques, les pesticides et les métaux lourds. Les analyses de sédiments ont ciblé les métaux lourds et les pesticides, afin d'identifier des polluants éventuellement absents de l'eau au moment de la mesure, mais piégés dans le sédiment.

Les prélèvements d'eau et de sédiments ont été effectués le 22 Août 2018 dans l'Onive, en deux points : au droit du site du barrage (eau et sédiments) et au droit de l'usine (eau uniquement) projetés. Une glacière a été utilisée pour le convoyage des échantillons et en hélicoptère a été utilisé pour les déplacements, ce qui a permis de réduire le temps de

transport des échantillons du site de l'usine au laboratoire à moins d'une heure et donc d'assurer la bonne qualité du processus.

Les résultats de ces analyses sont présentés dans les deux tableaux suivants.

Tableau 15 - Résultats d'analyse biochimique des eaux

Paramètre	Méthode	Unité	Seuil de détection	Amont : Barrage	Aval : Usine
Température	Electrochimique	°C		16.0	19.80
Matière sèche totale	Gravimétrie	%		0.0010	0.0012
Taux de saturation en Oxygène dissous	Électrochimique (à sonde)	%		60	65
Conductivité à 20°C	Electrochimique	µS/cm à 20°C	0 -3000 µS/cm	126.7	125.80
ph	Électrométrique		0 -14	7.6	7.60
BOD5	Dilutions	mg/l	0 mg/l	4.06	4.45
COD	Bichromate	mg/l	0 mg/l	12.53	13.12
Nitrate	Spectrophotométrique	mgN03/l	0.1 mg/l	10.089	15.124
		mgN/l	0.023 mg/l	2.28	3.42
Phosphate	Spectrophotométrique	mg P04/l	0.02 mg/l	0.28	0.29
		mg P/l	0.007 mg/l	0.090	0.094
Sulfate	Spectrophotométrique	mgS04/l	0.1mg/l	88.42	90.55
Fer	Spectrophotométrique	mg/l	0.1 mgFe/l	1.342	1.528
Arsenic	Spectrophotométrique	µg/l	1µg/l	0.00	0.00
Cadmium	Spectrophotométrique	µg/l	1µg/l	0.00	0.00
Chrome VI	Spectrophotométrique	µg/l	10.0 µg/l	13.05	13.09
Plomb	Spectrophotométrique	µg/l	1µg/l	0.000	0.000
Mercure	Spectrophotométrique	µg/l	1µg/l	0.00	0.00
Pesticides (spectre)	Spectrophotométrique	µg/l par pesticide	0.01 µg/l par pesticide	0.00	0.00
Hydrocarbure total	Chromatographique	mg/l	0.1 mg/l	0.00	0.00
Coliformes fécaux	Comptages des colonies	colonies	nb dans 100 ml	absent	absent
Salmonelle	Comptages des colonies	colonies	nb dans 100 ml	absent	absent

Tableau 16 - Résultats d'analyse biochimique des sédiments

Paramètre	Méthode	Unité	Seuil de détection	Amont: barrage	Aval: usine
Cadmium	Spectrophotométrique	µg/kg	1µg/l	0.00	0.00
Chrome VI	Spectrophotométrique	µg/kg	10.0 µg/ l	25.98	26.06
Plomb	Spectrophotométrique	µg/kg	1µg/ l	0.00	0.00
Mercure	Spectrophotométrique	µg/kg	1µg/ l	0.00	0.00
Pesticides (spectre)	Spectrophotométrique	µg/kg par pesticide	0.01 µg/l par pesticide	0.00	0.00

Des analyses de qualité physico-chimiques simples ont également été menées en saison humide et en saison sèche dans le cadre des études hydrobiologiques. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 17 - Relevés physico-chimiques in situ en saison humide

Tronçons	Amont barrage				Barrage		
Station Amont --> Aval	Ivonta amont chute	Ivonta aval chute	Affluent RG amont Anivorano	Anivorano médian	Affluent ferme Camp barrage	Affluent aval campement RG	Affluent digue col RD
Date et heure mesure	18/04/2018 11:30	18/04/2018 10:20	11/04/2018 10:00	17/04/2018 11:00	11/04/2018 14:25	13/04/2018 08:00	13/04/2018 10:10
Conductivité (µS/cm)	13,6	15	12,4	Non relevé	17,1	17	21,5
pH	6,3	5,45	6,46	Non relevé	6,6	6,45	6,3
O2 dissous (mg/L)	8,35	7,88	9,1	Non relevé	8,6	8,2	7,8
% O2 dissous	100,0%	96,2%	111,8%	Non relevé	109,5%	97,6%	88,4%
Température (°C)	17,7	18	18,4	Non relevé	19,8	17,3	18,5

Tronçons	Tronçon court-circuité				Aval usine				
Station Amont --> Aval	Affluent RG face Befoza	Affluent RG amont rapide	Sahavahotra gué aval	Sahavahotra amont confluence Onive	Samoloetona - forêt	Marotenina amont	Ranomandry, Affluent Marotenina	Marotenina village	Affluent aval Sahofika
Date et heure mesure	12/04/2018 09:30	12/04/2018 12:04	15/04/2018 11:15	15/04/2018 09:50	14/04/2018 11:00	15/04/2018 12:15	15/04/2018 12:15	16/04/2018 11:15	16/04/2018 12:00
Conductivité (µS/cm)	10,7	18,9	14,8	14,5	9	10,5	23	12,5	25,5
pH	5,6	6,7	6,5	6,3	6	6,4	6,3	6,4	6,23
O2 dissous (mg/L)	8,42	7,92	8,5	8,75	9,4	8,66	8,59	8,66	6,9
% O2 dissous	101,2 %	99,0%	100,7%	102,5%	105,0%	100,5%	100,0%	100,5%	88,5%
Température (°C)	17,2	19,2	19,9	19,2	16,2	19,4	22,3	19,7	24,3

Tableau 18 - Relevés physico-chimiques in situ en saison sèche

Tronçons	**Amont barrage**							**Barrage**	
Station Amont --> Aval	Affluent RG amont Anivorano	Anivorano amont confluence	Anivorano amont chute	Affluent RD amont barrage	Onive RD 1,5 km amont barrage	Onive RG 1 km amont barrage	Onive RD 1 km amont barrage	Affluent campement Eiffage	Affluent campement Biotope
Date et heure mesure	17/10/2018 10:00	20/10/2018 09:00	20/10/2018 10:00	17/10/2018 16:00	28/10/2018 14:30	18/10/2018 09:00	18/10/2018 16:00	20/10/2018 12:00	20/10/2018 13:15
Conductivité (µS/cm)	16	14,4	15,5	26,5	31,9	32	31,7	20	20,4
pH	6,25	6,4	5,6	5,52	5,9	7,05	6,4	5,81	6,1
O2 dissous (mg/L)	9	8,84	8,8	7,1	7,5	8,27	7,3	8,2	8,12

Tronçons	Amont barrage							Barrage	
% O2 dissous	109,4%	110,2%	115,4%	95,8	104,5%	85,7%	103,2%	106,3%	101,7%
Température (°C)	17,2	18,8	20,6	23,7	24,2	22,2	24,3	21,1	19,2

Tronçons	Tronçon court-circuité				Aval usine		
Station Amont --> Aval	Onive TCC rapides 500 m aval barrage	Onive TCC 2 km aval barrage	Affluent Sahavahotra confluence Onive	Onive 500 m amont usine	Marotenina confluence Onive	Onive 2km aval usine	Onive 3 km aval usine
Date et heure mesure	19/10/2018 14:00	19/10/2018 09:30	23/10/2018 08:30	23/10/2018 11:00	23/10/2018 14:20	24/10/2018 12:20	24/10/2018 08:30
Conductivité (µS/cm)	31	31	19,8	29,4	16,8	27,3	28,9
pH	6,9	6,89	5,91	6,8	5,3	6,33	6,58
O2 dissous (mg/L)	7,3	7,53	9,15	7,75	8,6	8,39	7,9
% O2 dissous	98,7%	100,3%	104,2%	93,5%	100,0%	98,7%	93,5%
Température (°C)	22,9	22,2	18,7	21,9	22,9	20,7	20,7

4.1.5.1 Résultats

La qualité biochimique des eaux de la zone amont et de la zone aval est comparable, avec une eau aval légèrement plus froide.

Nutriments

Les mesures de nitrate effectuées (2.28 et 3.42 mgNO3-N/l) correspondent à des eaux influencées par les activités humaines (typiquement 1 à 5 mgNO3-N/l selon l'OMS) sans que l'on puisse parler de pollution. Le nitrate est toutefois présent en quantité suffisante pour contribuer au développement de la végétation aquatique.

Le phosphore est habituellement rare dans les eaux de surface, car il est rapidement capté par la flore aquatique. Selon l'OMS, les concentrations naturelles au niveau mondial varient entre 0.005 to 0.020 mg/lPO4-P. Les valeurs mesurées (0.09 mg/lPO4-P) sont supérieures à ces seuils, et proches de la valeur seuil de 0.1 mg/lPO4-P au-delà de laquelle on considère qu'un milieu aquatique est très susceptible de s'eutrophiser. Il est probable que les concentrations mesurées sont influencées par la pratique du brûlis, qui libère dans les cendres (le phosphore n'a pas de phase gazeuse) de grandes quantités de phosphore mobilisables par les eaux de pluie.

La DBO5 marquée (supérieure à 4mgO/l) indique par ailleurs la présence mesurable de matière organique susceptible de se dégrader rapidement et d'augmenter encore les quantités de nutriments disponibles dans la future retenue.

En résumé, les eaux de l'Onive contiennent suffisamment de nutriments pour alimenter des phénomènes d'eutrophisation au moins localisés dans des zones stagnantes. De telles zone n'existent pas pour l'instant, mais pourraient apparaître avec la formation de la retenue.

Microbiologie

Les mesures effectuées sur les salmonelles et les coliformes indiquent une absence de pollution au moment du prélèvement. Il est probable que des mesures effectuées à une

autre période de l'année (par exemple en début de saison des pluies) donnerait des résultats différents, mais l'Onive n'est en tout cas pas une rivière ayant une pollution fécale chronique.

Polluants (métaux lourds et pesticides)

Parmi les métaux lourds, seul le chrome VI a été détecté dans les sédiments et dans les eaux de surface. Vu le contexte du Projet, il est clair que le chrome est d'origine géologique et non industrielle. Il n'est toutefois pas exclu que l'activité d'orpaillage contribue à accroître la présence mesurable de ce métal lourd dans les milieux aquatiques. Les concentrations mesurées sont toutefois très faibles, et l'on ne peut parler de pollution : les concentrations mesurées dans l'eau (13 µg/l) sont par exemple 3.8 fois inférieures au niveau de concentration (50 µg/l) maximal autorisé dans l'Union Européenne pour une eau potable.

La présence de pesticide n'a été détectée ni dans l'eau ni dans les sédiments, ce qui indique que leur usage reste limité dans le bassin versant et n'est à ce jour pas une source de pollution chronique de l'Onive.

Qualité physico-chimique

Concernant la qualité physico-chimique des eaux, le premier élément marquant est la relative homogénéité des paramètres relevés ; le pH est généralement compris entre 6 et 7 (eau acide à neutre) excepté sur certains affluents, ce qui est conforme à la majorité des rivières malgaches. Les pH acides peuvent d'origine naturelle du fait de la présence de zones humides tourbeuses. Les eaux sont toutes correctement oxygénées, excepté sur la station la plus aval échantillonnée en saison humide qui était ressortie comme dégradée au niveau de son habitat. Cette bonne oxygénation est liée à la proportion élevée des faciès lotiques

Le second élément marquant est la faible voire très faible conductivité des eaux. Les valeurs de saison humide sont légèrement inférieures à celles relevées lors de la saison sèche en raison des débits plus élevés. Les valeurs inférieures à 20 µS/cm réduisent fortement l'efficacité de la pêche électrique. En conséquence, sur certaines stations, la pêche électrique n'a pas été réalisée en saison humide.

4.1.6 Transport solide

L'Onive n'a jamais fait l'objet d'un suivi sédimentaire régulier, et le Projet a pour cette raison commencé à effectuer un suivi sédimentaire, dont les premiers résultats sont indiqués ici, accompagnés d'observations qualitatives visuelles.

4.1.6.1 Observations sur site

Les observations suivantes ont été effectuées sur site:

- Les eaux de l'Onive sont très chargées en matière en suspension en toute saison.
- Le lit de l'Onive est essentiellement rocheux, avec de nombreux bancs de sables sur les rives et localement des zones de gravier.

Photo 9 - Banc de sable et affleurements rocheux dans le lit de l'Onive au site du barrage

4.1.6.2 Capacité de transport

La capacité de transport des sédiments varie en fonction de la vitesse de l'eau. Le Projet est toutefois situé clairement dans une zone d'arrachement : le bief raide qui relie le barrage à l'usine à une pente suffisante pour transporter des blocs importants en saison des pluies.

4.1.6.3 Volumes

Les mesures de matière en suspension qui ont été effectuées à ce jour indiquent des valeurs de l'ordre 100 g/m^3 en saison des pluies. Les mesures effectuées historiquement par l'Orstom indiquaient des valeurs de l'ordre de 50 g/m^3 en saison sèche et 500 g/m^3 en saison des pluies (exprimées en ordre de grandeur).

En extrapolant ces valeurs au six mois de saison sèche et six mois de saison des pluies, et en supposant un apport supplémentaire de 30% correspondant au transport solide de fond, l'apport annuel au droit du site du barrage est estimé de l'ordre de 1 500 000 à 2 000 000tonnes par an (soit moins d' un million de m^3).

Tableau 19 - Matière en suspension mesurées

Date	MES (mg/l)	Q (m3/s)
06/12/2017	11	
19/02/2018	119	287.4
07/03/2018	62	240.2
05/08/2018	84	37.2
05/08/2018	79	37.2
05/08/2018	388	37.2
05/08/2018	274	37.2
27/08/2018	73	27.9
27/08/2018	65	27.9
27/08/2018	91	27.9
15/09/2018	30	21.2
15/09/2018	29	21.2
15/09/2018	29	21.2

Date	MES (mg/l)	Q (m3/s)
18/10/2018	32	15.0
26/10/2018	40	14.1
26/10/2018	37	14.1
26/10/2018	33	14.1
26/10/2018	45	14.1
01/11/2018	30	12.4
01/11/2018	39	12.4
01/11/2018	34	12.4
01/11/2018	41	12.4
27/11/2018	214	48.6
27/11/2018	257	48.6
27/11/2018	156	48.6
06/12/2018	87	51.9

Date	MES (mg/l)	Q (m3/s)
15/09/2018	30	21.2
18/10/2018	36	15.0
18/10/2018	41	15.0
18/10/2018	35	15.0

Date	MES (mg/l)	Q (m3/s)
06/12/2018	437	51.9
06/12/2018	552	51.9
06/12/2018	165	51.9

4.1.7 Qualité de l'air

La zone de l'aménagement hydroélectrique est à l'écart de toute pollution industrielle ou liée à la circulation automobile.

La combustion de la végétation est la principale source de dégradation de la qualité de l'air dans la zone du Projet:

- Dans les bâtiments, lorsque le bois est utilisé comme moyen de chauffage ou pour cuisiner. Tous les lieux où du bois est brûlé ne sont pas forcément équipés d'une cheminée permettant l'évacuation des fumées.
- Dans les espaces extérieurs et de façon saisonnière en fin de saison sèche, lorsque le brûlis est pratiqué sur de vastes étendues, générant d'importants volumes de fumée.

Le long de la ligne de transmission, au fur et à mesure que l'on se rapproche des voies de circulation fréquentées puis d'Antananarivo, la qualité de l'air se dégrade progressivement : à l'impact saisonnier des brûlis s'ajoute l'impact quotidien de la circulation automobile sur la teneur de l'air en poussières et gaz de combustion.

Le Projet n'est pas de nature à altérer significativement ou durablement la qualité de l'air, et il n'a donc pas été considéré qu'une campagne de mesure de la qualité de l'air était nécessaire. La pratique du brûlis reste par contre un élément important à considérer, pas tant pour des questions de qualité de l'air, que pour des questions de sécurité des personnes.

4.1.8 Bruit

4.1.8.1 Campagne de mesures

Une campagne de mesure de bruit a été conduite afin d'obtenir un état initial de l'intensité sonore à différents sites qui seront lors des travaux de construction et d'exploitation soumis à une augmentation du trafic et d'activités de tout genre.

C'est le cas notamment i) au niveau des villages et habitations isolées d'Antenina à Faravohitra qui seront exposées aux nuisances causées par les travaux de construction et ii) au niveau des villages situés le long de la route d'approvisionnement du chantier, d'Antanifotsy à Faravohitra.

Les mesures de bruits ont été réalisés sur les sites de comptage routier à Antanifotsy, Belanitra, Faravohitra, et dans le village d'Ambatotsipihina (Antenina) au niveau du barrage.

Les mesures de bruit ont été effectuées sur 48 h continues au niveau de chaque site. Les mesures ont été prise au mois d'Octobre - Novembre 2018, début de la saison de pluie avec un sonomètre intégrateur, enregistreur et à pondération de fréquence de précision (modèle CESVA SC-20C).

4.1.8.2 Résultat des mesures

L'intensité sonore constatée est relativement faible à Belanitra et à Faravohitra. Les mesures au niveau du site du barrage ont été influencées par la présence du camp temporaire.

L'intensité sonore dans la ville d'Antanifotsy est nettement plus élevée, étant donné qu'il s'agit d'un Chef-lieu de district ou les trafics sont beaucoup plus important qu'en milieu rural.

Les principales sources de bruits sont généralement dues aux trafics : passages de voitures (camionnettes 4x4 et quelques camions, taxi brousses) et motos entre Antanifotsy et Belanitra. La zone entre Belanitra, Antenina et Faravohitra est relativement calme. Il n'a été constaté aucun bruit particulier durant la nuit, toute la zone est calme entre 19h30 et 05h du matin, sauf au niveau du barrage où le groupe électrogène du campement temporaire fonctionnait jusqu'à 21h le soir.

En saison des pluies, l'intensité sonore moyenne peut significativement augmenter, du fait des précipitations, du vent et du tonnerre éventuel.

Le tableau ci-après montre l'intensité sonore mesurée sur les différents sites, avec des valeurs moyennes prise en 48h continue.

La définition des différents paramètres de mesure présentés dans le tableau est la suivante :

- LCpk : Plus grande valeur absolue de la pression acoustique instantanée, pondérée C, depuis le commencement de la mesure, en décibels ;
- LE : Niveau d'exposition sonore. C'est le niveau sonore qui maintenu constant pendant 1s a une énergie équivalente constante à l'énergie accumulée pendant la mesure entière, en décibels ;
- LeqT : Niveau continu équivalent de pression acoustique - Moyenne linéaire de la pression acoustique instantanée durant toute la période de temps que la mesure dure, en décibels ; la durée de chaque mesure réalisée est de 5 mn.
- LeqT 1s : Niveau continu équivalent de pression acoustique pendant 1s, en décibels.

Les données les plus intéressantes sont le « LeqT » qui est l'intensité moyenne mesurée sur une période de 5 minutes.

Tableau 20 - Intensité sonore mesurée dans la zone d'étude

Site / Lieu	Date	Durée	Heure début	Type de milieu	Observation	Valeur moyenne en 48h				Source de bruits potentielle
						LCpk	LE	LeqT	Leq1s	
Antanifotsy	15/10/2018 au 16/10/2018	48h	07h	Bord de piste	Site de comptage route à la sortie d'Antanifotsy vers Belanitra	112,9	148,9	**91,3**	82,3	Passage de voiture à 2 ou 4 roues (camions, 4x4, moto, taxi brousse) Bruits provoqués par les piétons et les charrettes
Belanitra	28/10/2018 au 29/10/2018	48h	08h30	Sur un Pont	Site de comptage sur le pont de l'Onive à la sortie de Belanitra vers Antenina	80,5	62,2	**54,4**	56,9	Bruits provoqués par les motos Bruits provoqués par les piétons ou par un passage de zébu (troupeaux)
Antenina (Au niveau du barrage)	05/11/2018 au 06/11/2019	48h	07h30	Campement temporaire du projet	Au niveau du barrage où est installé le campement temporaire du projet	80,3	95,4	**65,8**	43,9	Groupe électrogène Le marché Quelques travaux (coup de marteau, …)
Faravohitra	11/11/2018 au 12/11/2019	48h	08h	Village	Site de comptage routier à Faravohitra	91,1	68,7	**56,5**	47,8	Bruits provoqués par les piétons, notamment les transporteurs de rhums Bruits provoqués par la chute d'eau

En Décibel (dB)	Niveau
< 50	Zone d'intensité sonore très faible
50 à 70	Zone d'intensité sonore faible
>70	Zone d'intensité sonore modérer à fort

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

4.2 Cadre social

4.2.1 Zone d'étude

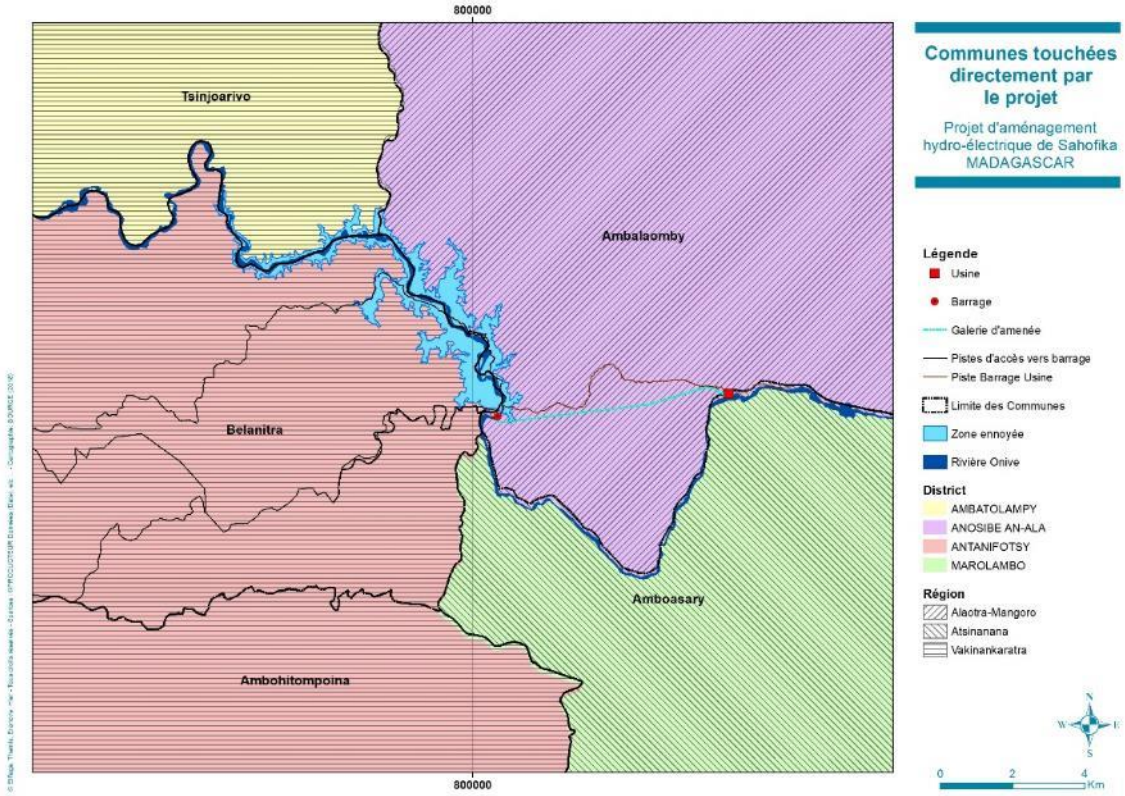
4.2.1.1 Communes de la zone d'étude

Les communes situées dans la zone d'influence du projet sont présentées dans le Tableau 21 et la Figure 26 ci-après. La Figure 25 présente les 4 communes concernées par le seul aménagement hydroélectrique.

Tableau 21 - Zone affectée par le Projet

Composante du projet	Commune	District	Région
Barrage et ses constructions connexes, Zone de retenue	Belanitra	Antanifotsy	Vakinankaratra
	Tsinjoarivo	Ambatolampy	
La Centrale	Ambalaomby	Anosibe An'Ala	Alaotra Mangoro
Route d'accès	Antanifotsy	Antanifotsy	Vakinankaratra
	Ambatomiady		
	Ambohitompoina		
	Belanitra		
	Ambalaomby	Anosibe An'Ala	Alaotra Mangoro
Site de réinstallation potentiels	Belanitra	Antanifotsy	Vakinankaratra
	Tsinjoarivo	Ambatolampy	

Figure 25 - Communes concernées directement par l'aménagement hydroélectrique



4.2.1.2 Les localités visitées

Les enquêtes socio-économiques réalisées en 2018 pour le Projet Sahofika au niveau des ménages se sont déroulées dans vingt (20) localités réparties dans la zone d'étude. Ces enquêtes ont été réalisées par méthode d'échantillonnage dont les critères de sélection sont décrits dans le tableau ci-après.

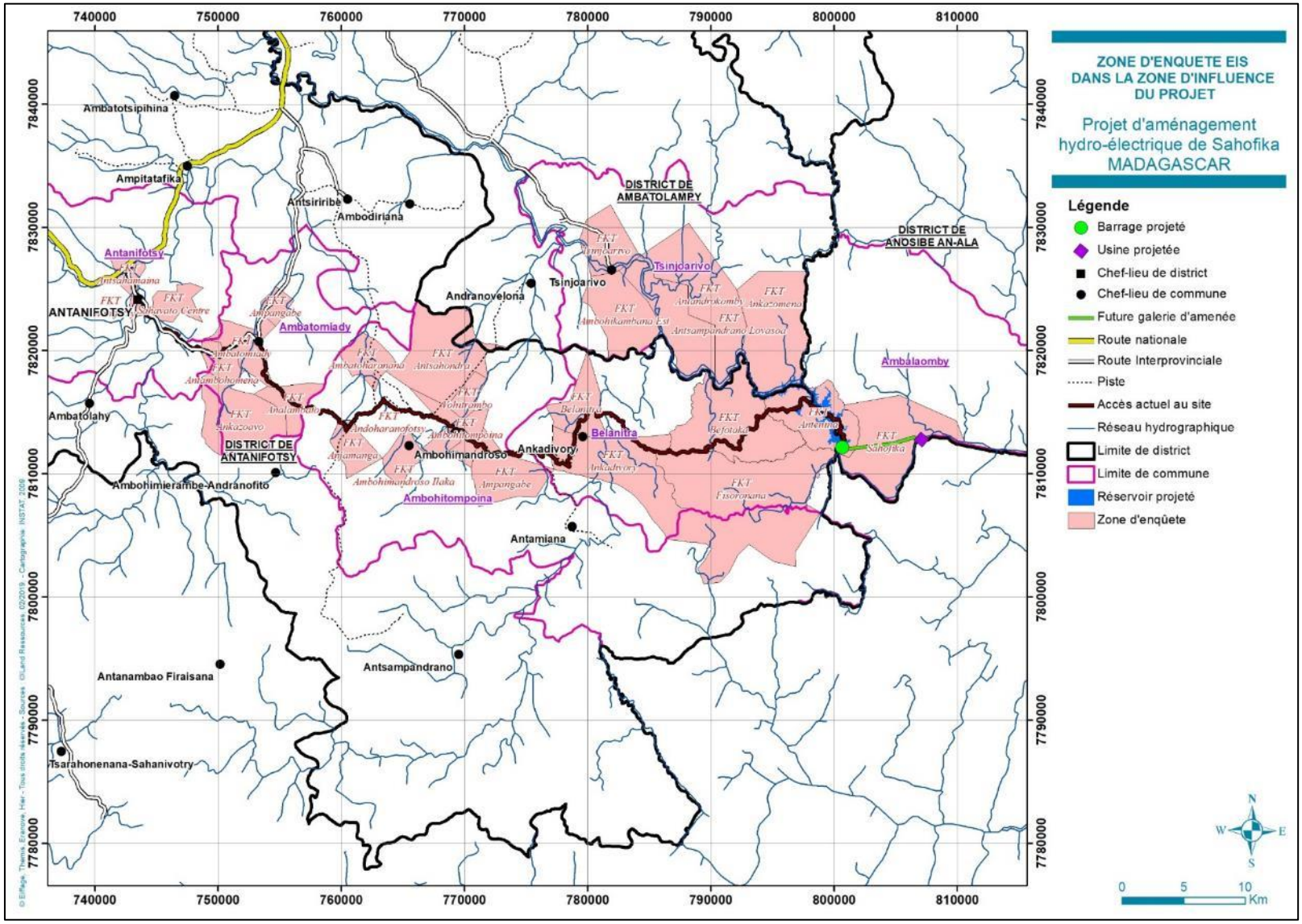
Des focus group se sont déroulés dans neuf (9) localités dont cinq (5) chef-lieu de communes et quatre (4) fokontany. Les enquêtes au niveau des autorités ont été réalisées dans les districts, communes affectées par le projet et au niveau des autorités traditionnelles ainsi que dans la zone d'Antenina et de Faravohitra/Sahofika. Les enquêtes réalisées au niveau de ces localités ont permis de collecter des informations socio-économiques, mais aussi d'apprécier les opinions et les attentes de la population et de l'administration par rapport au Projet Sahofika.

Le tableau suivant présente la liste des localités visitées dans le cadre des enquêtes socio-économiques liées au projet :

Tableau 22 - Localités visitées dans le cadre des enquêtes EIS

Type d'enquête	District / Commune / village visité	Critère de sélection
Enquête ménage (20 localités)	**Fokontany et villages :** Faravohitra, Sahofika Mandroalina, Fisoronana, Ankadivory, Ampangabe, Ambohimandroso Ilaka, Antsahondra, Ambatoharanana, Ampangabe, Antambohomena Antsahamaina, Sahavato centre, Ankaditapaka, Ambatofotsy **Chefs-lieux de commune :** Belanitra, Ambohitompoina, Ambatomiady, Tsinjoarivo, Antanifotsy	• Proximité ou affectation directe par les composantes du Projet • Catégorie socio-professionnelle • Inclusivité des différents types d'habitats présents dans les fokontany sélectionnés
Focus group (9 localités)	**Fokontany :** Faravohitra / Sahofika, Ankadivory, Antsahondra, Fisoronana **Chefs-lieux de commune :** Belanitra, Ambohitompoina, Ambatomiady, Tsinjoarivo, Antanifotsy	• Proximité ou affectation directe par les composantes du Projet • Zones à forte concentration démographique • Villages isolés (très faible densité de population) • Catégorie socio-professionnelle.
Enquête au niveau des autorités locales et traditionnelles	**Communes :** Belanitra, Ambohitampoina, Ambatomiady, Antanifotsy, Tsinjoarivo. Ambalaomby **District :** Antanifotsy, Ambatolampy, **Village :** Antenina, Faravohitra / Sahofika	• Présence des services territoriaux décentralisés et Chef traditionnel. • Affectation directe par les composantes du Projet

Figure 26 - Carte de la zone d'étude



4.2.2 Situation géographique et administrative

La zone d'influence du Projet Sahofika touche les entités administratives suivantes :

- Deux (2) régions : Vakinankaratra et Alaotra Mangoro
- Trois (3) districts : Antanifotsy, Ambatolampy et Anosibe An'Ala
- Six (6) communes : Belanitra, Tsinjoarivo, Ambalaomby, Ambatomiady, Ambohitompoina et Antanifotsy

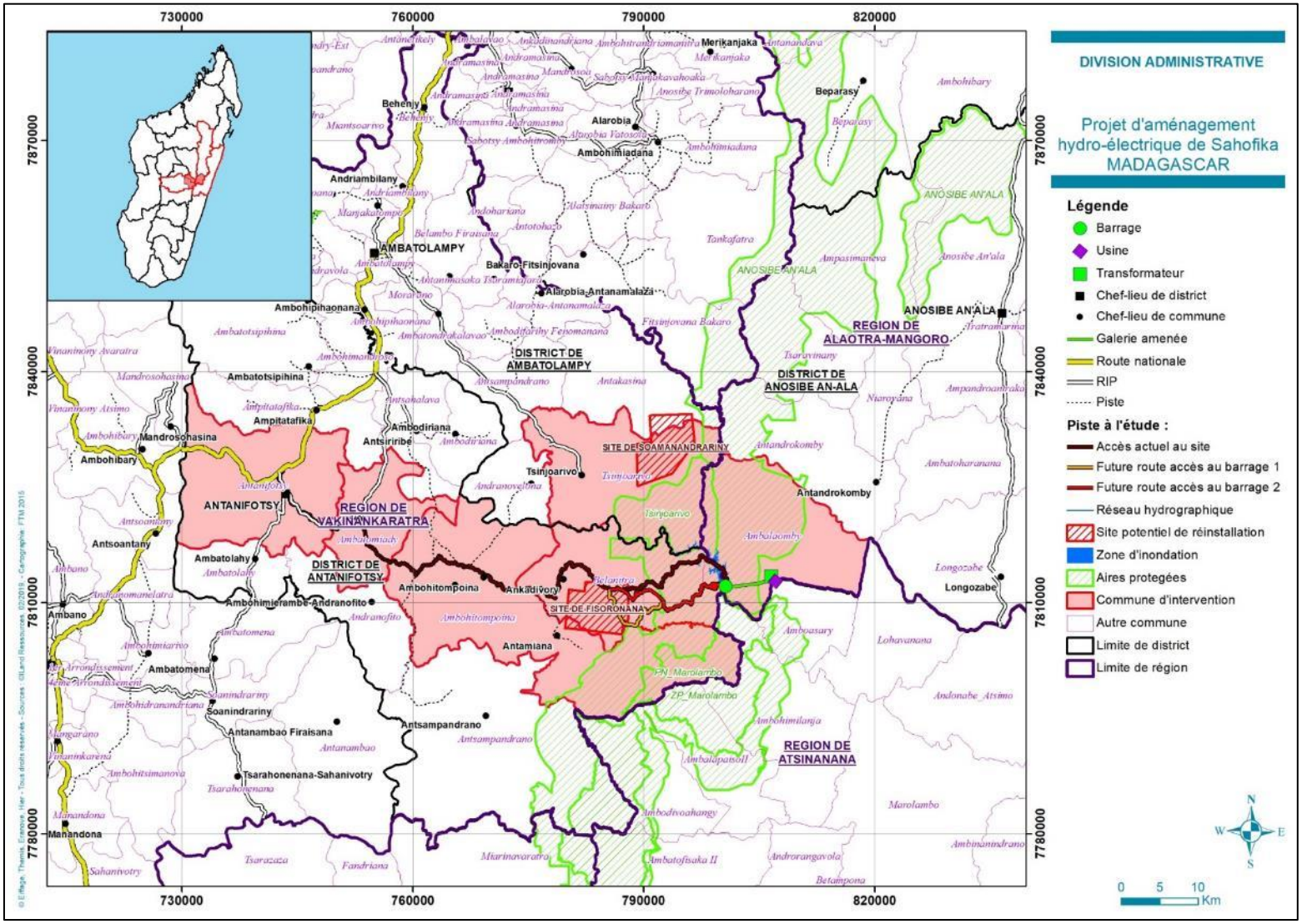
Cette liste n'intègre pas l'installation des lignes électriques

Tableau 23 - Entités administratives affectées par le projet

Composante du projet	Commune	District	Région
Barrage et ses constructions connexes, Zone de retenue	Belanitra	Antanifotsy	Vakinankaratra
	Tsinjoarivo	Ambatolampy	
La Centrale	Ambalaomby	Anosibe An'Ala	Alaotra Mangoro
Route d'accès	Antanifotsy	Antanifotsy	Vakinankaratra
	Ambatomiady		
	Ambohitompoina		
	Belanitra		
	Ambalaomby	Anosibe An'Ala	Alaotra Mangoro
Sites de réinstallation potentiels	Belanitra	Antanifotsy	Vakinankaratra

Source : FTM 2015, enquête socio-économique Octobre 2018

Figure 27 - Carte des divisions administratives de la zone du projet



4.2.2.1 La zone de retenue et du barrage

La zone du barrage et de la retenue est composée de quatre (4) fokontany dont Antenina, Befotaka, Antandrokomby et Ankazomena, à cheval entre les communes de Belanitra et de Tsinjoarivo.

Cette zone est celle où l'emprise du Projet sera la plus importante. Elle abrite actuellement environ 5 760 personnes pour l'ensemble des quatre fokontany (source : INSTAT 2009, actualisé par projection en 2019).

4.2.2.2 La zone de l'usine hydroélectrique

Deux principaux villages se trouvent dans cette zone : Faravohitra et Sahofika. Situé dans la commune d'Ambalaomby, le village de Faravohitra se trouve dans le fokontany de Sahofika, à environ 7km à l'Est du barrage, et à quelques centaines de mètres du lieu où sera installée l'usine hydroélectrique du Projet Sahofika, et ses infrastructures connexes (routes reliant le barrage, poste et ligne de raccordement au réseau). Le village de Sahofika (chef-lieu de fokontany) est relié à Faravohitra par un chemin piéton d'environ 2 km, soit une trentaine de minute de marche.

L'appellation de Faravohitra vient du fait que c'est la dernière montagne dans la partie Sud-Ouest d'Anosibe An'Ala. Le nom « Faravohitra » signifie « la dernière montagne ».

Le fokontany de Sahofika est subdivisé en quatre (4) villages principaux dont Faravohitra, Sahofika I et Sahofika II, Sasa Sud, et abrite environ 550 personnes (source : INSTAT 2009, Projection en 2019).

4.2.2.3 La zone d'accès au Projet

L'accès à la zone du Projet se fait depuis la capitale Antananarivo par la route goudronnée RN7 (axe Antananarivo-Antsirabe) que l'on suit jusqu'à Antanifotsy. Il faut ensuite, à partir d'Antanifotsy, suivre vers l'Est-Sud-Est sur 60km (à vol d'oiseau) une série de pistes d'abord carrossables puis piétonnes pour atteindre le site du Projet.

La route d'accès du projet traversera les communes décrites ci-après en allant d'Antanifotsy vers le barrage.

Antanifotsy

Antanifotsy est un des sept (7) districts de la région Vakinankaratra ; situé le long de la RN7, le chef-lieu de district d'Antanifotsy constitue la ville la plus proche de la zone du barrage et se trouvant à 120 Km d'Antananarivo. L'emblème du district d'Antanifotsy est « Rano sy Vary » traduit en « Eau et Riz » qui indique un symbole de solidarité dans le pays.

La commune d'Antanifotsy est d'une superficie de 251 km², elle est la plus peuplée, étant le Chef-lieu de district et abrite environ 80 815 habitants (source : INSTAT 2009, Projection en 2019), composé de cinquante-neuf (59) fokontany.

Tsinjoarivo

La commune de Tsinjoarivo est la seule commune du district d'Ambatolampy affectée par le Projet. Le Chef-lieu de commune est situé à environ 1h30 d'Ambatolampy, accessible

en voiture par une piste existante en moyen état et à environ 1h de la commune de Belanitra (en moto).

La commune est composée de quatorze (14) fokontany avec une superficie totale de 594 km² et une population totale d'environ 28 108 (source : INSTAT 2009, Projection en 2019)

Ambatomiady

La commune d'Ambatomiady est située entre la commune d'Ambohitompoina et celle d'Antanifotsy. D'une superficie de 278 km², elle abrite actuellement une population totale d'environ 32 992 (source : INSTAT 2009, Projection en 2019) et compte dix-huit (18) fokontany.

Ambohitompoina

La commune d'Ambohitompoina est la commune avant Belanitra en venant d'Antanifotsy. Elle compte vingt-sept (27) fokontany. Cette commune est la mieux équipée en matière d'infrastructures communautaires. Le Chef-lieu de commune est plus animé et équipé que celui de Belanitra, à environ 1h30 en moto de Belanitra et de 4h à 5h du village d'Antenina en saison sèche.

D'une superficie de 422 km², elle est la commune la plus vaste de la zone et compte environ 42 945 habitants (source : INSTAT 2009, Projection en 2019).

Belanitra

La commune de Belanitra est la dernière commune se trouvant à l'Est dans le district d'Antanifotsy. Elle compte dix (10) fokontany. Cette commune est la plus affectée par rapport aux autres communes de la zone car elle abrite la majeure partie de la future zone inondée.

D'une superficie totale de de 343 km² et une population totale de 14 191 (source : INSTAT 2009, Projection en 2019), le chef-lieu de commune est le dernier village accessible en voiture pour rejoindre la zone du barrage.

4.2.3 Les ethnies « merina » et « betsimisaraka »

La zone est habitée principalement par deux ethnies : les « Merina », localisés notamment en rive gauche de l'Onive, du côté de la région de Vakinankaratra ; et les « Betsimisaraka », localisés en rive droite de l'Onive, du côté de la région Alaotra Mangoro (District de Nosibe An'Ala).

4.2.3.1 Ethnie « Merina »

L'ethnie Merina occupe la région haute de Madagascar, notamment localisée dans la région d'Analamanga, de Vakinankaratra, de l'Itasy.

Le nom du royaume Merina fut créé à Antananarivo, par le roi Ralambo. La capitale d'Antananarivo fut baptisée par la suite « Imerina Ambaniandro » ou pays élevé sous le soleil avant de devenir « Antananarivo » ou la ville des milles. Le Merina est considéré comme une ethnie dominante en nombre en comparaison de toutes les autres ethnies établis sur la Grande Île.

L'ethnie Merina pratique le culte des ancêtres et les coutumes comme les circoncisions, le retournement des morts (Exhumation ou Famadihana) ou autres événements d'importance

comme la célébration du nouvel an malgache ou « Asaramanitra » font l'objet de liesse plis ou moins populaire où le « Hira gasy » (musique traditionnelle), « kabary » (allocutions), « Dihy » (danses) et « joro » (sacrifices de zébus) sont effectués.

La langue pratiquée est le dialecte officiel que l'ensemble du pays peut pratiquer et peut comprendre. Toutefois, les Merina ne peuvent pas toujours comprendre les dialectes des autres ethnies.

4.2.3.2 Ethnie « Betsimisaraka »

L'ethnie Betsimisaraka occupe principalement la côte Est de Madagascar, de Mananjary à Antalaha.

Les Betsimisaraka se composent des Antavaratra du Nord, des Antatsimo du Sud et des Varimo du Centre. Ce sont des peuples avec leurs propres langues et cultures qui font aujourd'hui la richesse des Betsimisaraka.

Le peuple Betsimisaraka est un peuple sédentaire dont les principales activités tournent autour de la pêche, de l'agriculture et récemment, de l'artisanat. Historiquement, la capitale était Fénérive Est avant de devenir Tamatave pour des raisons politiques et économiques dues à l'existence de son port.

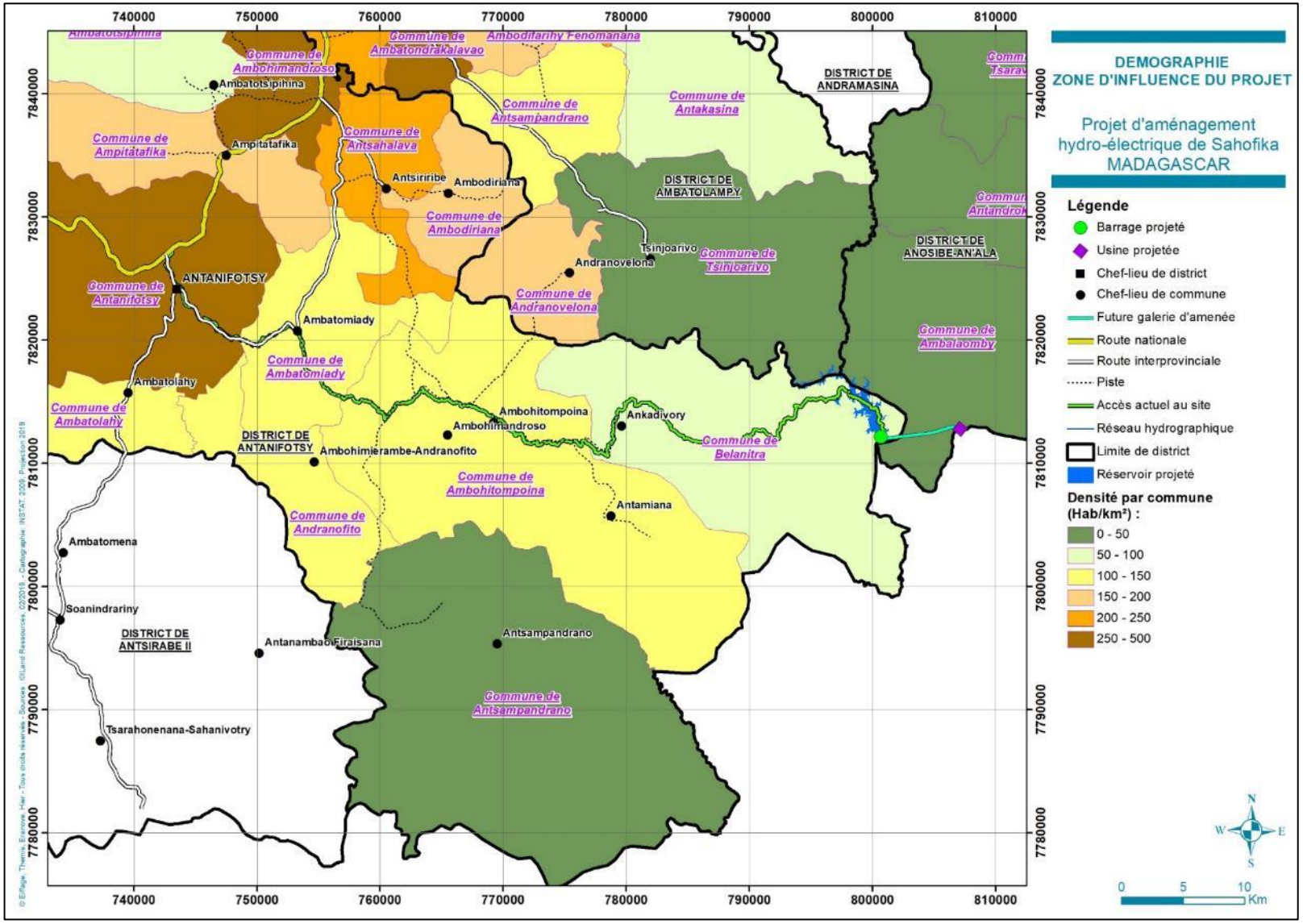
Bien que certains us et coutumes diffèrent dans ce peuple hétérogène, des pratiques communes telles que le retournement des morts existent.

4.2.4 Population et dynamique démographique

4.2.4.1 Répartition démographique dans la zone d'influence

La Figure 28 présente la répartition démographique dans la zone d'influence du Projet. La diminution progressive de la densité de population de l'Ouest (Antanifotsy) vers l'Est (site du barrage et de l'usine projetés) est bien visible.

Figure 28 - Carte démographique dans la zone d'influence du projet



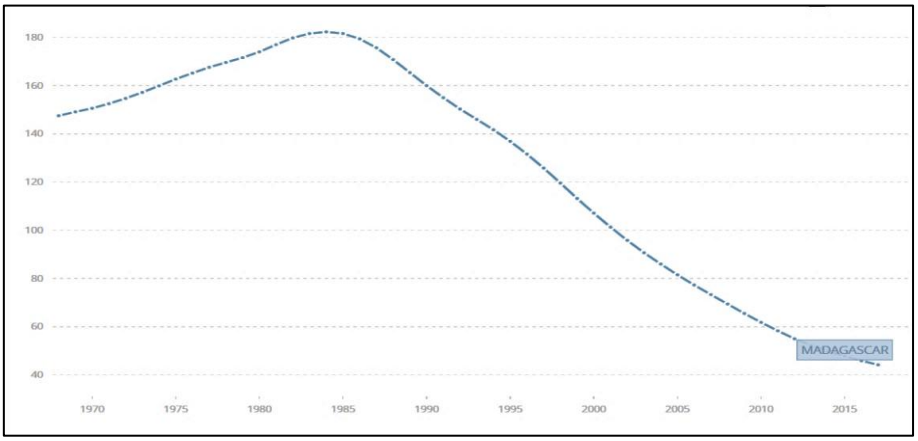
4.2.4.2 Situation démographique

Les chiffres donnés par les autorités locales sur la population dans les localités visitées ont permis de dénombrer 207 500 habitants (contre 212 228 par l'INSTAT, projetée en 2019 à partir des données de 2009 avec un taux de croissance moyenne annuelle de 2.8%) dont 50,3 % de sexe féminin et 49,7 % de sexe masculin.

La population dans son ensemble est relativement jeune, on compte un nombre important d'enfants et de jeunes, et une faible proportion de personnes âgées : les jeunes de moins de 15 ans constituent 45 % de la population totale, dont 15% d'enfants de moins de 5 ans. La personnes âgées (>65 ans) représente seulement 3 % d'après le résultat des enquêtes ménage par échantillonnage dans la zone d'influence du projet.

La population féminine de la catégorie 15-45 ans constitue 22 % de la population totale et 46 % de la population féminine totale.

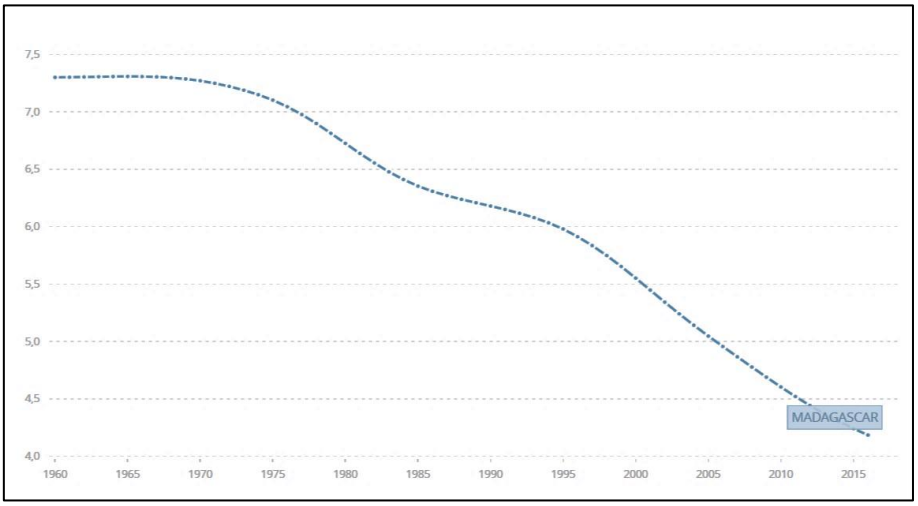
Figure 29 - Évolution du taux de mortalité infantile à Madagascar de 1968 à 2017



Source : https://donnees.banquemondiale.org

Sur le plan national, notamment en milieu rural, la fécondité à Madagascar est en constante diminution et la mortalité à la naissance en baisse. Selon les propos du Médecin chef d'Antanifotsy, cette situation est due à la formation et à l'accompagnement des accoucheuses traditionnelles par les agents communautaires accrédités par le Ministère de la Santé Publique.

Figure 30 - Évolution du taux de mortalité infantile à Madagascar de 1960 à 2016



Source : https://donnees.banquemondiale.org

D'après les figures 4 et 5 ci-dessus, le taux de mortalité infantile à Madagascar a baissé de 7 à 4 en 57 ans, soit une baisse moyenne de 9% du taux de mortalité par décennie.

L'évolution de la population (tableau suivant) a été calculée sur la base des données transmises par les autorités communales dans la zone d'étude, complétées par les données de l'INSTAT. Elle montre un taux de croissance de la population en 10 ans de 23 à 64 % pour une moyenne de 31% dans l'ensemble de la zone d'influence du projet.

Tableau 24 - Evolution du nombre de la population et densité par commune

Commune	Population résidente		Évolution en 10 ans	Surface	Densité projeté 2019
	2009	2019 (projection)	2009-2019	km²	Hab./km²
Tsinjoarivo	21 959	28 108	6 149	594	47
Antanifotsy	63 137	80 815	17 678	252	321
Ambatomiady	24 994	31 992	6 998	278	115
Ambohitompoina	33 551	42 945	9 394	422	102
Belanitra	14 191	23 585	9 394	343	69
Ambalaomby	3 737	4 783	1 046	290	16
Total	**161 569**	**212 228**	**50 659**	**2 179**	**97**

Source : INSTAT 2009 et Enquête Socio-économique, Octobre 2018

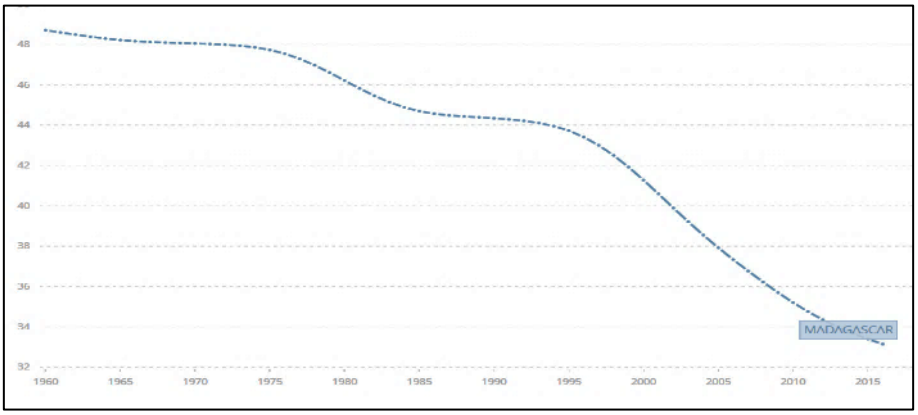
La population d'Antanifotsy augmente de près de 2,8% par an, ce qui correspond au taux de croissance démographique le plus élevé dans la zone d'étude. L'immigration et le taux de natalité élevé dans la région explique cette croissance importante.

La densité de population dans la zone est relativement faible à l'exception d'Antanifotsy. La densité de population en milieu rural est généralement faible à Madagascar comparée aux milieux urbains qui peuvent atteindre, comme la ville d'Antananarivo jusqu'à 25 287 habitants / km² (Rapport de l'OMS, janvier 2019). La densité moyenne nationale est de 43,9 habitants / km² : la zone du Projet, avec une densité moyenne de 97 habitants / km², est donc pratiquement deux fois plus densément peuplée que le reste du pays.

La commune d'Ambalaomby qui couvre le site de l'usine hydroélectrique et comprend les villages de Faravohitra et Sahofika, possède une densité de population très faible, expliquée notamment par l'enclavement et la dominance des zones à forte pente.

D'après le médecin chef à Antanifotsy, le taux de natalité dans la zone du Projet est de l'ordre de 40 naissances/1.000 habitants.

Figure 31 - Évolution du taux de natalité pour 1000 habitants à Madagascar de 1960 à 2016



Source : https://donnees.banquemondiale.org

4.2.4.3 Migrations

La migration n'est pas un phénomène nouveau à Madagascar. Parmi les ethnies les plus mobiles, on retrouve les peuples des Hauts-Plateaux : les Merina et les Betsileo.

Depuis 30 ans, la difficulté croissante pour les paysans de survivre avec des exploitations de petite taille a motivé la recherche de revenus non agricoles. La pluriactivité (association d'une activité agricole et d'emplois non agricoles) devient essentielle pour la survie des familles. L'absence d'opportunités d'emploi en milieu rural pousse les paysans à une plus grande mobilité. Dans la zone du Projet, la ville d'Antsirabe est devenue dans les années 1980 un pôle d'attraction : la présence d'industries (laiteries, brasseries, industries textiles) a attiré des paysans devenus temporairement ouvriers. Bien que travaillant à l'usine, tous n'ont pas délaissé pour autant leurs activités agricoles, les revenus leur permettant d'employer dans leur village des ouvriers agricoles. Antananarivo et les Chef-lieu sont aujourd'hui également des pôles d'attraction des migrants.

La migration temporaire des ruraux concerne principalement des hommes à la recherche d'emploi : rares sont les migrations définitives concernant l'ensemble d'une famille.

Tableau 25 - Ancienneté des membres de ménages enquêtés dans les communes

Communes	< 1 an	1 à 5 ans	5 à 10 ans	10 à 15 ans	<15 ans
Ambatomiady	5	17	16	23	42
Ambohitompoina	6	11	12	21	38
Belanitra	3	15	11	28	34
Antanifotsy	7	11	18	18	48
Ambalaomby	1	2	9	11	24
Tsinjoarivo	2	4	11	12	21
Total	**24**	**60**	**77**	**113**	**207**
%	5%	12%	16%	24%	43%

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

Plus de 40% de le population enquêtée dans la zone d'étude y habite depuis plus de 15 ans. Ces personnes sont pour la plupart des natifs de la région et considèrent leur territoire comme la terre des ancêtres. Cependant, 17% de la population résidente habite dans la région depuis moins de 5 ans. Ces nouveaux arrivants sont constitués pour la plupart d'immigrés (pour l'essentiel des jeunes entre 20 à 40 ans) ou de natifs de la région venant de l'extérieur.

Sur les quelques migrants temporaires que nous avons enquêtés, il a été relevé trois (3) types de relations qui ont joué un rôle dans la décision de départ et de recherche de travail à destination. Il s'agit des (i) relations de voisinage et d'amitié, (ii) des relations d'emploi et (iii) des liens de parenté.

Émigration de la zone d'influence du projet

La motivation principale des individus de la zone d'étude qui quittent leur village est l'espoir ou la possibilité de revenus plus élevés dans des terres productives ou plus attirantes en matière d'opportunités économiques. On trouve dans la liste des villes et villages destination les plus concernées (par ordre d'importance) : Antananarivo, Ambositra, Maevatanana, Marolambo, Tsiroanomandidy, Anjozorobe, Ambatondrazaka et Antsirabe. Les migrants ont généralement entre 16 à 50 ans.

Les travailleurs venant d'Antanifotsy ou de Belanitra qui rejoignent la capitale Antananarivo ou la ville d'Antsirabe sont généralement dans le secteur du travail à domicile (gens de maison), de la vente ambulante (remède naturel ou mangidy, équipement électronique, etc.), du portage (travail de porteur) ou encore de la maçonnerie dans le secteur du bâtiment.

Pour les villages à Faravohitra, les gens sont beaucoup plus enclins à chercher du travail à Anosibe An'ala ou à Moramanga pour des raisons de proximité ethnique et d'accessibilité, mais l'arrivée du projet d'aménagement hydroélectrique de Sahofika pourrait modifier cette tendance.

Photo 10 - Porteurs

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

Immigration dans la zone

En ce qui concerne l'immigration, presque 95% des immigrés dans la zone vient de la région des hautes terres (Antsirabe, Ambatolampy, Ambohimandroso et Antananarivo).

Les autres immigrants sont des Betsimisaraka venant de Marolambo et des Betsileos venant d'Ambositra.

Ces gens sont venus pour le commerce (pièces de rechange, appareils électroniques, produits de première nécessité, médicaments) pour s'établir ensuite dans l'agriculture et l'exploitation de l'or.

Photo 11 - Une famille migrante venant d'Ambohimandroso apportant ses savoirs faires « Mofo Gasy » à Ambohitompoina.

4.2.5 Ménages et familles

4.2.5.1 Ménages enquêtés

Dans le cadre de la préparation de la présente EIES, un échantillon de 150 ménages ont été enquêtés. Leur origine par Fokontany est détaillée dans le tableau suivant :

Tableau 26 - Nombre de ménages enquêtés dans la zone du projet (échantillonnage)

Fokontany	Nombre de ménage	Fokontany	Nombre de ménage
Ambatofotsy	10	Antanifotsy	14
Ambatoharanana	3	Antsahamaina	8
Ambatoharanana Est	4	Antsahondra	10
Ambatomiady	10	Befotaka	8
Ambohimandroso Ilaka	4	Fisoronana	8
Ambohitompoina	8	Mandroalina	4
Ampangabe	6	Sahavato centre	10
Ankaditapaka	10	Sahofika	4
Ankadivory	8	Tsinjoarivo	2
Antambohomena	7	Vohitrambo	6
Antandrokomby	6		
Total			**150**

4.2.5.2 Chef de ménage

D'après l'enquête réalisée au niveau des ménages, le nombre de Chef de ménage masculin est très nettement supérieur au nombre de Chef de ménage féminin avec 89,3%

pour les hommes contre 10,7% pour les femmes. Ces chiffres ne diffèrent pas de la tendance nationale, telle qu'observée dans l'ensemble du pays.

Les femmes qui exercent le rôle de Chef de ménage sont généralement veuves, divorcées ou mères célibataires et quelques fois des femmes dont les conjoints sont partis travailler ailleurs (migration).

Tableau 27 - Répartition par sexe des chefs des ménages enquêtés

Sexe	%
Masculin	85
Féminin	15
Total	**100**

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

Cette proportion des femmes à la tête des ménages dans la zone d'influence du projet est plus faible que la moyenne nationale qui est estimée à 22% (ROR, 2014) et à 28,5% en 2016 (https://donnees.banquemondiale.org). Quel que soit le sexe, la quasi-totalité des chefs de ménage exerce une activité économique.

L'âge moyen des chefs de ménage homme est inférieur à celui des femmes : la différence est de 4,5 ans. Cet écart est lié à la situation matrimoniale des femmes (veuve, séparée ou divorcée et en union libre). Le nombre de femmes séparées ou divorcées est à celui des hommes dans la même situation, ce qui indique que les hommes seuls ont plus de mobilité ou d'opportunités hors de la zone du Projet.

Photo 12 - Une femme chef de ménage avec quelques enfants du village

4.2.5.3 Mariage

Le fait d'être mariée n'empêche pas une femme d'être à la tête de son foyer. Cependant, la proportion est faible (7,2%) et ne concerne que les femmes mariées traditionnellement ou en union libre, dont les conjoints ont migré (généralement pour trouver du travail).

Selon les données recueillies, 100% des ménages enquêtés sont monogames.

La proportion de chefs de ménage célibataires est très faible (0,2%). Cette situation montre qu'une personne devient chef de ménage une fois qu'elle est mariée et qu'elle dispose d'un foyer. Dans la zone d'étude, le mariage est encore au cœur de la culture et du modèle familial, c'est-à-dire que la notion de famille repose généralement sur le mariage.

Presque la totalité (86%) des chefs de ménage enquêtés sont mariés légalement, quelle que soit leur classe d'âge.

Tableau 28 - Situation matrimoniale des chefs des ménages

Situation matrimoniale	%
Marié (e)	86
Divorcé (e) ou mère célibataire	2,7
Veuf(ve)	11,3
Total	**100**

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

Les populations se rendent progressivement compte de l'utilité du mariage civil, comme moyen de sécuriser les droits des individus et d'acquérir un livret familial, car les enfants ne peuvent pas aller à l'école si leur naissance n'a pas fait l'objet d'une déclaration et d'un enregistrement.

4.2.5.4 Structure des ménages

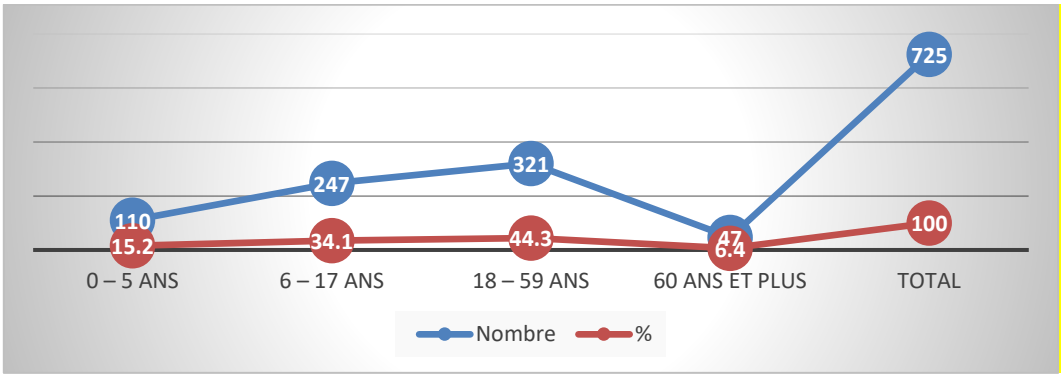
Le type de ménage le plus courant dans la zone d'étude est caractérisé essentiellement par la dominance d'une famille de type « Nucléaire » (père, mère, enfants). La taille moyenne d'un ménage est de 6 personnes par ménage, avec 3 enfants par ménage en moyenne. La commune d'Ambalaomby a cependant quelques ménages avec plus de 10 individus sous le même toit.

Tableau 29 - Répartition de la population par classe d'âge

Classe d'âge des membres des ménages enquêtés	%
0 - 5 ans	15,2
6 - 17 ans	34,1
18 - 59 ans	44,3
60 ans et plus	6,4
Total	**100**

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

Figure 32 - Age des membres des ménages enquêtés



Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

4.2.6 Organisation sociale

4.2.6.1 Rôle des personnes âgées

La société locale dans la zone d'étude étant fondée sur les groupes de générations, la place des aînés sociaux est de ce fait, culturellement définie : c'est le prestige social que les générations inférieures leur accordent, objectivement, au sein de la communauté villageoise. Aussi, il est important de préciser que la société Betsimisaraka repose sur le droit d'aînesse.

Si le statut met l'accent sur la situation légale et sociale, le rôle quant à lui, met l'accent sur des tâches à assumer et des comportements attendus. Leur rôle dans la société traditionnelle est avant tout lié à leur statut de "Notable".

Que ce soit dans la région du Vakinankaratra ou dans la région d'Alaotra Mangoro, les personnes âgées sont ainsi considérées comme des personnes d'expérience, "qui ont vécu, qui ont vu".

A Faravohitra, comme dans tous les villages visités, les personnes âgées jouent plusieurs rôles, à différents niveaux : Au niveau socioculturel, par exemple, elles jouent un rôle capital dans l'initiation des jeunes aux pratiques locales (abatage d'un zébu, demande en mariage, les discours, les rites, etc.). Cette initiation est nécessaire pour toute personne qui veut être associée aux prises de décisions dans le village.

Photo 13 - Le Tangalamena de Faravohitra-Sahofika

4.2.6.2 Les médiateurs de conflits dans la société

La résolution de conflit se fait à 3 niveaux :

- Si le conflit concerne des conflits de voisinage ou domestique, les acteurs en conflit ont recours aux leaders traditionnels (Ray Amand Reny ou Olo be "Notable" dans la partie Merina, Tangalamena à Faravohitra). Cette pratique se fait surtout dans les fokontany.
- Si le conflit n'est pas résolu au niveau des leaders traditionnels, la résolution se fait au niveau du fokontany ou d'une instance plus haute à savoir le maire.
- Si le conflit n'est pas encore résolu à ces niveaux, les parties en conflit peuvent rapporter le cas aux autorités compétentes comme la gendarmerie ou le tribunal.

4.2.6.3 Espaces de dialogue

Les espaces de dialogue existent au sein de la communauté. Les rencontres ne se font pas de manière périodique mais plutôt ponctuelle :

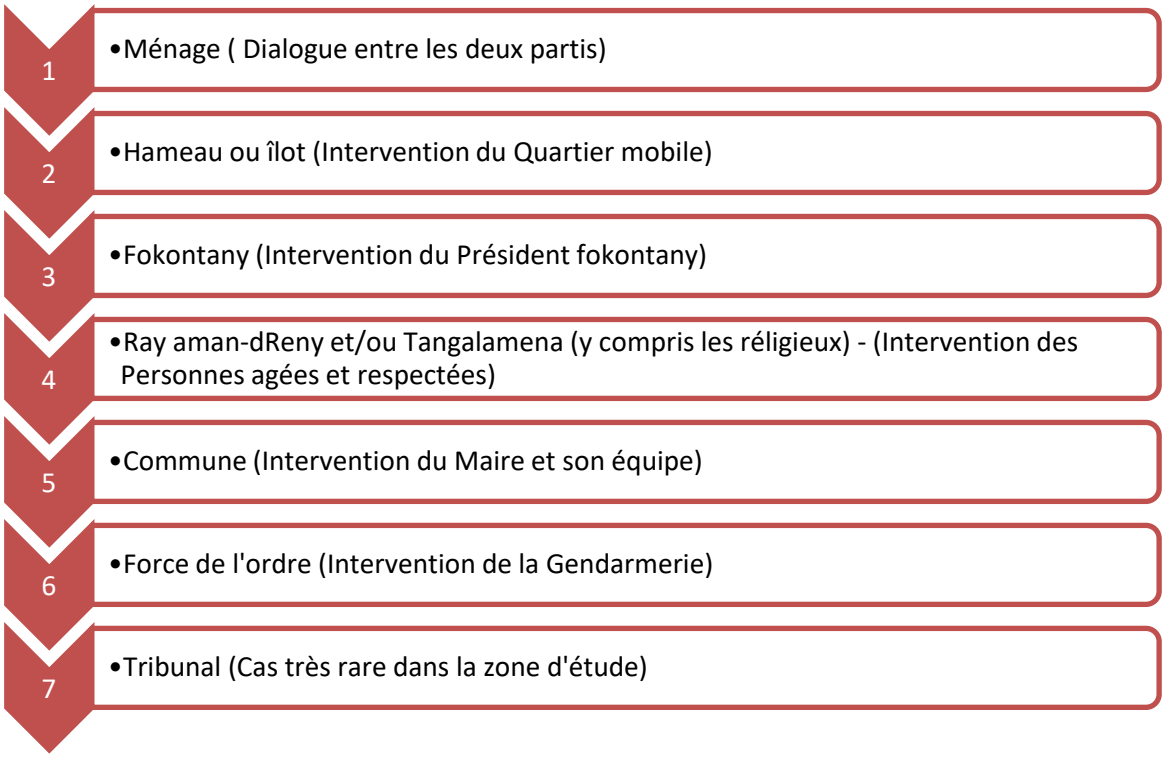
- Réunions de fokonolona (Villageoise) : ce sont des réunions dirigées souvent par les Chef de Quartier ou des Tangalamena pour soulever ou régler un problème social. Ce sont surtout les gens de la communauté de base (hameaux ou quartier dans un fokontany) qui participent à ce type de réunion.
- Réunions de fokontany (communautaires) : dirigées par le chef de fokontany, avec la participation de toutes les forces vives locales, à savoir la population, les autorités traditionnelles, les membres du comité du fokontany, les membres de la sécurité villageoise…
- Conseil communal : structure formelle et décentralisée au niveau de la commune, et où l'on procède au dialogue pour régler certains cas de conflits.

Pour les mécanismes de résolution de conflit relatifs à la sécurité communautaire, nous pouvons énumérer :

- Le "andrimasom-pokonolona" ou "quartier-mobile" (sécurité villageoise);
- Le dina (une sorte d'entente sociale);
- Les forces de l'ordre incluant le quartier mobile et la gendarmerie.

La grande majorité de la population affirme avoir recours au dialogue comme mécanisme de résolution de conflit. Les processus de résolution de conflit dans la communauté se déroulent généralement ainsi :

Figure 33 - Etapes de la résolution des conflits par rapport aux acteurs compétents



Source : Enquête Socio-économique/Sahofika_Octobre 2018

4.2.6.4 Approche genre

La vie quotidienne dans la zone d'étude a comme base l'agriculture. Les tableaux suivants, présentent le calendrier de base de la vie quotidienne de la population locale, en distinguant les activités typiques des hommes et celles des femmes.

Tableau 30 - Calendrier de base de la vie quotidienne

Saison agricole	4h00		8h00	12h00	14h00	16h00	17h00	19h00
	Matin		Dans la journée		Après midi		Soir	
Homme	Réveil		Travail dans les rizières	Repos déjeuner	Travaux dans les rizières		Dîner	Coucher
Femme	Réveil	Préparation petit déjeuner	Travail dans les rizières. Préparation déjeuner	Repos déjeuner	Corvées Ménagères. Travail dans les rizières.	Préparation du dîner	Dîner	Coucher

Hors Saison agricole	4h00		8h00	12h00	14h00	16h00	17h00	19h00
	Matin		Dans la journée		Après midi		Soir	
Homme	Réveil		Exploitation or	Repos déjeuner	Travaux dans les champs des hautes terres/Exploitation or		Dîner	Coucher
Femme	Réveil	Préparation petit déjeuner	Exploitation or	Repos déjeuner	Corvées Ménagères. Exploitation or	Préparation du dîner	Dîner	Coucher

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Dans l'ensemble les hommes et les femmes participent aux activités générant le revenu du ménage, c'est la proportion qui fait la différence, les femmes étant traditionnellement obligées de s'occuper des tâches ménagères ou des enfants.

Dans l'habitat des zones collinaires et montagneuses, des cultures de hautes terres sont également entreprises sur les pentes de janvier à avril. Pour la riziculture, les hommes sont responsables des travaux physiques pénibles tels que le labour, et les femmes des travaux physiques moins exigeants tels que la transplantation. En outre, les femmes s'occupent des cultures des hautes terres, telles que les haricots, les maïs et les légumes. Pour la préparation des repas, les femmes sont responsables de la cuisine, et les enfants et/ou les femmes sont responsables de la collecte du bois de chauffage et de l'eau pour la cuisine.

La fabrication de produits artisanaux en roseaux et herbes de marécages, tels que des tapis ou tsihy, des paniers, des chapeaux, etc. est limitée aux femmes.

Les femmes s'occupent de la gestion du budget familial : le mari remet l'intégralité de ses revenus à la femme.

La décision sur la manière de dépenser l'argent des revenus obtenus est prise en discutant entre époux, et les revenus sont dépensés en commun accord.

Les femmes qui exercent le rôle de Chef de ménage sont généralement les veuves, les divorcées ou les mères célibataires et quelques fois les femmes dont les conjoints sont partis travailler ailleurs (migration).

Néanmoins, parmi les ménages enquêtés, 53% des personnes générant des revenus sont des femmes. Les femmes sont plus actives en termes de contribution financière dans les

ménages. Ceci peut être expliqué par l'importance du nombre de femmes seules (Chef de ménage) ajoutées aux femmes mariées qui elles aussi participent au revenu dans la famille.

4.2.7 Le système foncier

4.2.7.1 Système foncier existant

Il a été constaté la présence de guichets fonciers communaux dans les communes d'Antanifotsy, Ambohitompoina, Ambatomiady, Tsinjoarivo, Belanitra, tous fonctionnels sauf celui de Belanitra. Ces guichets fonciers effectuent une procédure légale qui reconnaît le droit des terres traditionnel en tant que droit légal, cette procédure n'a pas la même valeur qu'un titre foncier mais suffit pour la sécurisation foncière. Les guichets fonciers sont des structures publiques qui assurent la gestion des propriétés privées non–titrées mais occupées. La décentralisation de la gestion foncière consiste en la création d'une nouvelle compétence, celle des Communes et des Maires, par la création des guichets fonciers communaux. Les Guichets fonciers sont tenus de formaliser les droits correspondant aux occupations et emprises sur des espaces qui ne sont pas encore titrés ou cadastrés, par la délivrance d'un certificat foncier. Le guichet foncier permet l'obtention d'un certificat foncier qui facilite la demande d'un titre de propriété ou d'un cadastre. L'obtention d'un certificat foncier pour un propriétaire de terrain est suffisante pour sécuriser son terrain même si la valeur ne peut être la même qu'un titre foncier. Les guichets fonciers sont rattachés au centre de service foncier. Le centre de service foncier dans la zone est centralisé à Ambatolampy.

La majeure partie de la zone est inscrite au domaine de l'état, ce qui signifie que la majorité des personnes n'ont pas de titre foncier. On note néanmoins des terrains titrés ou possédant un certificat foncier notamment dans les zones proches des chefs-lieux. La zone de la retenue, du barrage et de la centrale est un terrain domanial, occupée d'une manière formelle ou non formelle par la population, généralement notifiée entre villageois ou au niveau du fokontany.

D'après les enquêtes réalisées, chaque ménage possède au moins une parcelle de terrain, d'habitation ou parcelle agricole. L'acquisition ou le droit d'utilisation de terrains se font essentiellement par :

- Héritage dans la majorité des cas ;
- Achat : généralement observé au niveau des zones présentant un intérêt économique (rare dans le cas des villages isolés) ;
- Location ;
- Occupation gratuite : cette forme consiste à occuper gratuitement un terrain libre ou appartenant à un voisin.

Tableau 31 - Surface moyenne des parcelles agricoles des ménages enquêtés

Commune	Surface moyenne des parcelles (m²)
Ambatomiady	15 767
Ambohitompoina	4 427
Belanitra	3 701
Antanifotsy	6 789
Ambalaomby	1 964
Tsinjoarivo	1 731

Moyenne	**5 730**

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Il est important de noter qu'il n'existe pas particulièrement de règles foncières applicables dans la zone périphérique (dite "de protection") du Parc de Marolambo en dehors de la gestion communautaire des ressources naturelles géré par les VOI. La population accède à la zone de protection d'une manière à ce que l'utilisation de la zone soit contrôlée par les VOI. Cette pratique n'est pas entièrement respectée pour le cas des aires protégées de la zone d'étude ce qui augmente généralement le taux de déforestation dans la zone.

4.2.7.2 Utilisation du sol

Le tableau suivant présente les caractéristiques du milieu et la répartition de l'utilisation du sol en fonction pour l'ensemble de la zone d'influence.

Tableau 32 - Répartition de l'utilisation du sol dans la zone d'influence

Caractéristique du milieu	Utilisation du sol
Terres agricoles	Cultures et jachères récentes Plantations
Zone de savane	Zone de pâturage et jachère
Zone forestière	Zone généralement occupée par les forêts naturelles (protégée ou non) et plantation, utilisée pour les bois à usage quotidien ou à fins commerciales
Plaine fluviale et bas fond	Rizières et zone de culture
Zones habitée	Construction d'habitation ou d'autres infrastructures
Zones dénudées	Exploitation forestière et culture sur brûlis (sur les chaînes montagneuses et les forêts claires), carrière d'exploitation aurifère
Plans d'eau	Fleuve et affluents (usage quotidien ou commercial, pour l'agriculture, pour l'élevage, pour l'exploitation de l'or, la pêche)

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

4.2.7.3 Statut et sécurisation foncière

Deux tiers des populations enquêtées connaissent l'existence des guichets fonciers (70%) mais seul 30% s'y sont déjà rendus. Ces chiffres apparaissent limités mais ils témoignent d'une amélioration de l'accessibilité des services fonciers : si 17% seulement déclarent avoir déjà fréquenté un bureau de l'administration foncière étatique, la proportion de ceux qui se sont rendus dans un guichet foncier communal (appelés "BIF" abréviation du terme malgache Birao Ifoton'ny Fananan-tany) est de 30% pour les mêmes personnes enquêtées. Les personnes se rendent au guichet principalement pour obtenir des informations et, dans une moindre proportion, déposer une demande de certificat.

En général et avec de fortes variations selon les localités, les ménages s'appuient sur divers modes de validation pour prouver leurs droits : la reconnaissance sociale non documentée, le certificat foncier (CF), le titre foncier (TF) ou les papiers établis au niveau des fokontany ou entre villageois. Ces derniers sont des documents officiels (acte de vente, acte de donation, quittance d'impôt, etc.).

Dans l'ensemble de la zone d'étude, en moyenne 75% des ménages utilisent principalement les petits papiers rédigés entre eux ou au niveau du fokontany pour prouver les droits sur leurs parcelles, 20% des ménages utilise le certificat foncier comme principal mode de sécurisation, 1% le titre foncier et 4% des ménages n'ont aucun document spécifique pour prouver leurs droits.

A Antanifotsy, tous les terrains titrés sont au nom d'une seule personne (nommée Ramanantsoa) depuis le temps de l'après colonisation et aucun morcellement n'a été effectué jusqu'à ce jours, du fait selon les informations obtenues que ses descendants sont dispersés à Madagascar rendant ainsi impossible le partage des biens.

Tableau 33 - Proportion de ménages selon le mode de validation des droits détenus

Aucun document	Petits papiers principalement	Principalement un certificat foncier	Principalement un titre foncier	Total
4%	75%	20%	1%	100%

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

L'accès au foncier devient de plus en plus difficile pour les populations. La croissance démographique, associée aux flux migratoires régionaux, accentue cette situation. Face à cette contrainte, les ménages ruraux adoptent plusieurs stratégies pour améliorer leur revenu :

- Le mode de faire-valoir indirect[1] (FVI): dans l'ensemble, 32% des ménages accède à la terre de cette façon. La grande majorité des pratiquants du FVI est déjà propriétaire d'au moins une parcelle. En moyenne, la superficie des parcelles en FVI représente 48% de la superficie cultivée totale de l'exploitation. Parmi les ménages prenant des terres en FVI, 63% sont engagés dans des contrats de location ou de métayage, 45% bénéficie de prêt ou de délégation de droits. Les dispositifs de solidarité au sein de la famille ou du voisinage jouent un rôle limité mais important pour les ménages bénéficiaires de prêt.
- L'occupation gratuite et le métayage sont les formes d'occupation des terrains le plus répandus dans la zone d'étude. Seul 3% des enquêtés déclarent être propriétaire de leur terrain. Plus des 2/3 de la population utilisent ou occupent les terrains de manière gratuite, c'est-à-dire sans contrepartie.

Tableau 34 - Statuts d'occupation des terrains (nombre de personnes enquêtées)

Commune	Propriétaire	Locataire	Métayage	Occupation gratuite
Ambatomiady	-	3	6	24
Ambohitompoina	2	1	5	20
Belanitra	-	1	5	24
Antanifotsy	2	3	6	21
Ambalaomby		2	1	3
Tsinjoarivo	1	1	5	27
Total (%)	**3%**	**7%**	**17%**	**73%**

Source : Enquête Socio-économique/Sahofika Octobre 2018. Noter qu'un ménage peut répondre à plusieurs critères

4.2.8 Occupation du sol

4.2.8.1 Cartographie de l'occupation du sol

L'analyse de l'état initial de l'occupation du sol est importante étant donné que la population locale dépend essentiellement des ressources naturelles pour vivre. Ceci permet également de comprendre et d'analyser la perte potentielle des ressources disponibles pour la population, d'analyser l'impact lié avec les migrations par rapport au système en

[1] Le mode de faire-valoir indirect consiste pour le propriétaire à confier son exploitation à un tiers en contrepartie d'un partage en nature des produits de la récolte -métayage-, ou moyennant une location monétaire -fermage.

place et la pression sur la ressource existante. L'analyse a été réalisée sur la base des images Landsat de 2015 et 2018.

La zone d'influence est composée d'environ 30% de couverture forestière diversifiée (Forêt naturelle et Plantation). La zone non forestière est composée d'environ 38 % de savanes, 30% de terrains agricoles et de sol nu. Le reste est constitués par d'autres classes comme les plans d'eau. L'occupation des sols est influencée par la présence du Parc National de Marolambo et des zones de transfert de gestion qui se trouvent dans sa zone périphérique dite "de protection" (voir le chapitre 4.3.2 pour plus de détails). Les tableaux suivants donnent les statistiques de surface par type d'occupation de sols

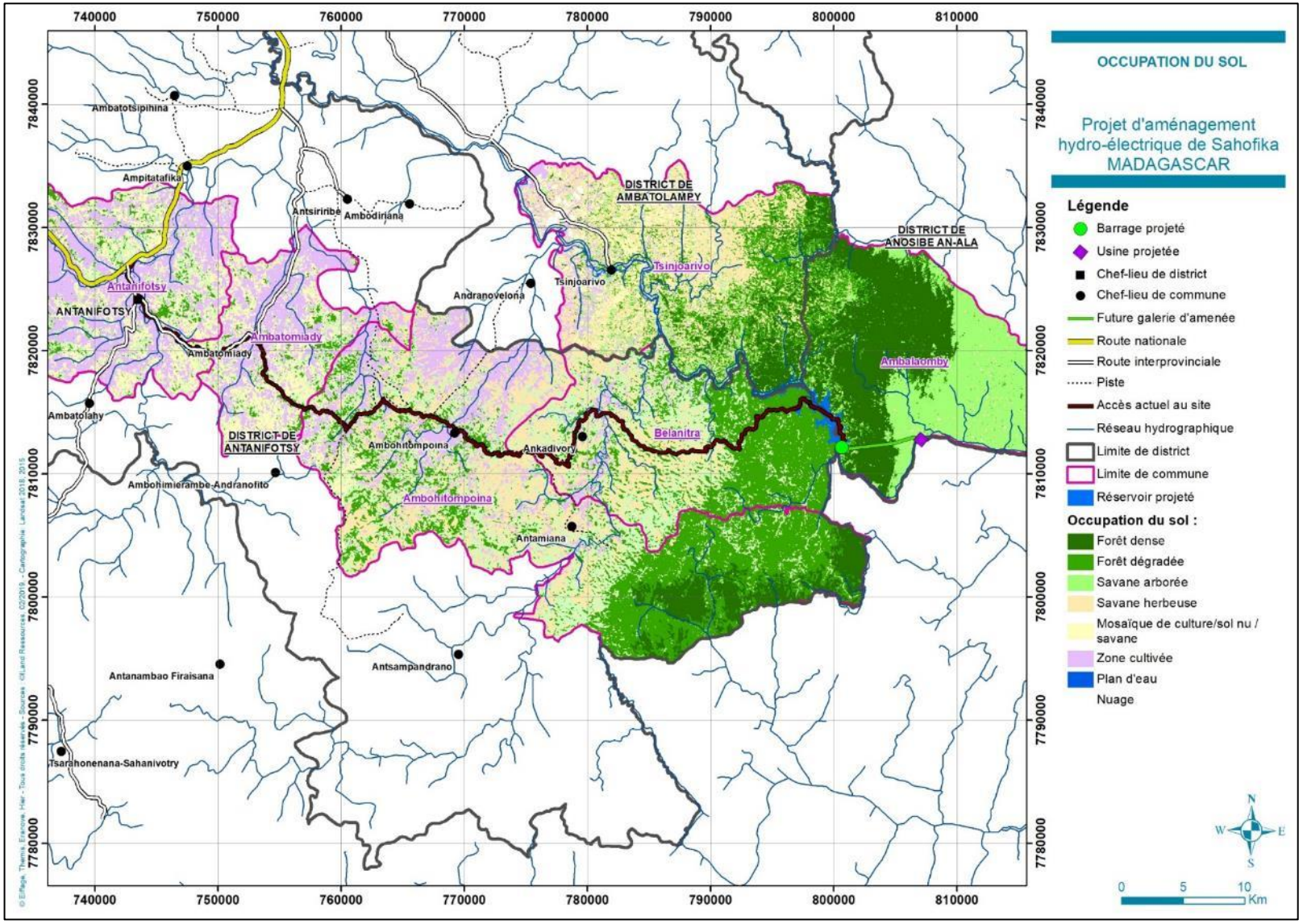
Tableau 35 - Statistique d'occupation du sol dans la zone d'influence du projet (surfaces en km²)

Commune	Forêt dense	Forêt dégradée	Savane arborée	Mosaïque culture / sol nu / savane	Zone cultivée / rizière	Savane herbeuse	Plan d'eau	Non classé	Total
Ambalaomby	123,2	23,7	127,7	4,3	1,0	5,7	0,6	-	**286,2**
Tsinjoarivo	32,1	67,4	25,5	67,4	30,1	93,1	3,6	3,5	**322,7**
Ambatomiady	-	9,4	21,2	49,8	68,4	4,2	0,0	-	**153,1**
Ambohitompoina	46,9	163,2	125,9	9,6	94,9	125,2	0,3	1,1	**567,2**
Antanifotsy	-	20,5	49,5	84,5	153,6	18,8	0,4	-	**327,2**
Belanitra	0,1	106,6	80,3	-	15,8	67,2	1,2	0,5	**272,4**
Total	**202,3**	**390,9**	**430,2**	**215,7**	**363,8**	**314,2**	**6,8**	**5,0**	**1928,8**

Tableau 36 - Statistique d'occupation relative du sol dans la zone d'influence du projet

Commune	Forêt dense	Forêt dégradée	Savane arborée	Mosaïque culture / sol nu / savane	Zone cultivée / rizière	Savane herbeuse	Plan d'eau	Non classé	Total
Ambalaomby	43,0%	8,3%	44,6%	1,5%	0,3%	2,0%	0,2%	0,0%	100%
Tsinjoarivo	9,9%	20,9%	7,9%	20,9%	9,3%	28,8%	1,1%	1,1%	100%
Ambatomiady	0,0%	6,2%	13,9%	32,5%	44,7%	2,7%	0,0%	0,0%	100%
Ambohitompoina	8,3%	28,8%	22,2%	1,7%	16,7%	22,1%	0,1%	0,2%	100%
Antanifotsy	0,0%	6,3%	15,1%	25,8%	46,9%	5,8%	0,1%	0,0%	100%
Belanitra	0,0%	39,1%	29,5%	0,0%	5,8%	24,7%	0,7%	0,2%	100%
Total	**10,5%**	**20,3%**	**22,3%**	**11,2%**	**18,9%**	**16,3%**	**0,4%**	**0,3%**	**100%**

Figure 34 - Carte de l'occupation du sol dans la zone d'influence du projet



4.2.8.2 Disponibilité des ressources forestières

Sur la base de l'évaluation de la population actuelle dans la zone, les surfaces disponibles des ressources forestières et/ou zone boisée, par habitant sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 37 - Surface d'occupation du sol (zone boisée) par habitant

Commune	Population estimée en 2019	Surface par type de végétation en 2018 (km²)			Hectare par habitant en 2019		
		Forêt dense	Forêt dégradée	Savane arborée	Forêt dense	Forêt dégradée	Savane arborée
Ambalaomby	4 783	123,18	23,70	127,73	2,58	0,50	2,67
Tsinjoarivo	28 108	32,10	67,44	25,50	0,11	0,24	0,09
Ambatomiady	31 992	-	9,44	21,25	-	0,03	0,07
Ambohitompoina	42 945	46,92	163,24	125,88	0,11	0,38	0,29
Belanitra	23 585	0,09	106,57	80,30	0,00	0,45	0,34
Antanifotsy	80 815	-	20,46	49,51	-	0,03	0,06

Le tableau suivant présente la même surface (en ha) par habitant de zones boisées, mais en excluant les surfaces situées dans les aires protégées dans chaque commune où l'accès à ces aires est contrôlé. Les écarts importants montrent que la majorité des ressources forestières que les populations pourraient vouloir exploiter sont en fait situées dans des aires protégées.

Tableau 38 - Surface d'occupation du sol (zone boisée) par habitant hors aires protégées

Commune	Population estimée en 2019	Surface par type de végétation en 2018 (km²)			Hectares par habitant en 2019		
		Forêt dense	Forêt dégradée	Savane arborée	Forêt dense	Forêt dégradée	Savane arborée
Ambalaomby	4 783	1,20	0,23	92,24	0,03	0,00	1,93
Tsinjoarivo	28 108	3,37	31,47	14,07	0,01	0,11	0,05
Ambatomiady	31 992		9,44	21,25	-	0,03	0,07
Ambohitompoina	42 945	0,04	55,94	111,47	0,00	0,13	0,26
Belanitra	23 585	0,03	30,37	65,72	0,00	0,13	0,28
Antanifotsy	80 815		20,46	49,51	-	0,03	0,06

4.2.9 Infrastructures et services publics

4.2.9.1 Infrastructures de transport et modes de déplacement

Infrastructures de transport routière

La zone du projet est accessible en empruntant la RN7 (route bitumée) jusqu'à Antanifotsy, Une piste accessible en mauvais état en voiture 4x4 ou un camion relie la ville d'Antanifotsy à la commune de Belanitra. A partir de Belanitra, une piste accessible en moto rejoint la zone du barrage et un chemin existant accessible à pieds relie le barrage à la Centrale de Faravohitra. L'ensemble de ce tracé est difficilement accessible en saison de pluie.

Une piste reliant la ville d'Ambatolampy et la commune de Tsinjoarivo existe également pour environ 1h30 de route. A partir de Tsinjoarivo, une piste accessible en moto permet

de rejoindre la zone du barrage. Ce tracé est plus court et plus ou moins correct (5h de piste) par rapport à l'accès d'Antanifotsy (7h de piste)

La zone du barrage et de l'usine est caractérisée généralement par le mauvais état, voire l'inexistence des pistes carrossables liant les villages aux Chef-lieu. Pour la zone de Faravohitra, Antenina, Befotaka et ses alentours, le mode de déplacement consiste en de longues marches à pied, vers des lieux à partir desquels un déplacement en taxi-moto est possible. Dans ce contexte, le transport fait essentiellement référence à l'action d'acheminer des produits agricoles ou des denrées nécessaires aux besoins domestiques (eau, bois de feu, aliments, etc.).

Transport ferroviaire

La ligne ferroviaire reliant Antananarivo et Antsirabe passe par Antanifotsy, d'où l'appellation Antanifotsy gare. La ligne Micheline « Viko Viko » effectue sur commande des voyages touristiques et des transports de voyageurs sur la ligne Tananarive-Antsirabe. Cette ligne n'est pas actuellement opérationnelle car elle est en réhabilitation .

Typologie des déplacements et des transports

Les moyens de transport utilisés dans la zone du Projet incluent la marche avec portage sur la tête ou sur le dos, les Moyens Intermédiaire de Transport (MIT, il s'agit des moyens de transport autre que les voitures et les porteurs à dos nu, qui concernent dans le cadre du Projet Sahofika : le Vélo, les motos, les chariots, les charrettes).

Ces activités de transport se divisent en trois (3) catégories principales :

- Trajets pour les besoins domestiques : Trajets pour se procurer de l'eau et du bois de feu, ainsi que des produits de première nécessité.
- Transports commercial et activités agricoles : Voyages effectués pour se rendre dans les champs, transporter des produits commerciaux, évacuer et commercialiser.
- Accès aux services et déplacement pour des raisons sociales : Les raisons de ces déplacements sont variées : se rendre au centre de soin ou à l'hôpital, sur les marchés, visite familiale, s'acquitter d'obligations sociales, accompagner les enfants à l'école, ….

Les modes de déplacement et de transport se caractérisent par les traits suivants :

- Trajets fréquents (plusieurs fois par jour) suivant un schéma régulier, au village ou à des lieux spécifiques en dehors du village, en rapport avec des activités d'ordre domestique (approvisionnement en eau et en bois de feu, épicerie du village), mais aussi petits voyages d'agrément ou accompagnement des enfants à l'école.
- Déplacement lié à la production agricole et à sa commercialisation. Il peut s'agir, selon les saisons, de se rendre dans les champs pour labourer ou moissonner, de se procurer des intrants ou de commercialiser l'excédent de production. Ces deux dernières activités dépendent des caractéristiques agricoles de la localité. Cela étant, les produits agricoles sont en règle générale commercialisés localement.
- Voyages périodiques pour se rendre dans les marchés ou pour certains, sur le lieu de leur travail. Ces trajets sont plus fréquents.
- Déplacement irrégulier : généralement pour raison de santé, visite familiale.
- Longs voyages pour se rendre dans les grandes villes (Antananarivo, Antsirabe…), généralement réservés à ceux qui en ont les moyens.

Photo 14 - Transport à dos d'homme et par bicycle

Tableau 39 - Les moyens de déplacements et de transport utilisés dans la zone du Projet

Trajet	Moyens utilisés	Type d'accès	Etat	Coût	Voyageur	Contraintes / problèmes rencontrés
Faravohitra à Antenina	Pieds	Chemin	Mauvais	-	Transporteur de rhum Autres voyageurs : Commerçant, Intervenant projet, population locale	Forte pente, Zone forestière Absence de village ou d'aire de repos (épicerie, petit marché, ...)
Antenina à Belanitra	Pieds, Moto	Piste	Mauvais	30 000 MGA par moto	Transporteur de rhum à pieds Autres voyageurs : Commerçant, Intervenant projet, population locale	Coût de déplacement en moto trop cher pour la majorité de la population. Etat mauvais des mototaxi, prix du carburant (marché noir). Mauvais état de la piste
Belanitra à Antanifotsy	Pieds, Moto Charrette Bicyclette	Piste	Mauvais	50 000 MGA par moto (90 000Ar d'Antenina à Antanifotsy) 30 000 MGA par 50 Kg de marchandises pour les charrettes 20 000 MGA / marchandises pour les bicyclettes	Transporteur de rhum à pieds Commerçant (démarcheur), Population locale, Intervenant projet	Coût de déplacement en moto trop cher pour la majorité de la population. Etat mauvais des mototaxi, prix du carburant (marché noir). Pluie, rythme des animaux de traction (fatigue zébu), Station (parking) des charrettes et aire de repos des zébus dans les agglomérations (Antanifotsy, Ambohitompoina, Ambatomiady). Mauvais état de la piste
Tsinjoarivo à Antenina	Pieds, Moto	Piste	Mauvais (mais plus courte par rapport au trajet d'Antanifotsy)	90 000 MGA par moto	Commerçant (démarcheur), Population locale, Intervenant projet	Coût de déplacement en moto trop cher pour la majorité de la population. Etat mauvais des mototaxi, prix du carburant (marché noir). Mauvais état de la piste
Antanifotsy-Belanitra	Voiture (camion et 4x4)	Piste	Mauvais	1 000 MGA par Kg des marchandises	Commerçants (collecteur des bois, …) et Intervenant projet	Rareté des voitures opérant dans la zone, coût très élevé des frais pour le citoyen.

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

4.2.9.2 Réseaux publics : eau, électricité, téléphone

Dans la zone du Projet, plus de neuf (9) ménages sur dix (10) n'ont pas accès aux principaux services publics (eau, téléphone, électricité). Seul Antanifotsy dispose d'un raccordement au réseau électrique national, d'un réseau d'eau et d'un accès au réseau de téléphonie mobile.

Eau potable

Seul Antanifotsy dispose d'un raccordement au réseau électrique national et d'un réseau d'eau.

Téléphonie mobile

Le réseau de téléphonie mobile est de plus en plus difficile à capter à mesure que l'on s'éloigne d'Antanifotsy. Ainsi, d'Antenina, il faut marcher une heure à pied pour atteindre un point d'où les sms peuvent être captés / envoyés, et où les appels sont parfois possibles.

Electricité

Seule la ville d'Antanifotsy est connectée au réseau électrique de la JIRAMA, qui est l'entreprise publique d'électricité et de distribution d'eau de Madagascar.

D'après les résultats des enquêtes au niveau des ménages sélectionnés, 39% des populations non connectées au réseau électrique accède à l'électricité via un panneau solaire. L'énergie consommée varie en fonction de la capacité du panneau solaire, qui elle-même dépend du prix du panneau. Ces chiffres intègrent l'utilisation d'un petit panneau solaire limité pour recharger les appareils comme les téléphones. L'accès à l'électricité dépend de la capacité économique de chaque ménage.

Assainissement et déchets

En matière d'assainissement et de gestion de déchets, seules les communes d'Antanifotsy et d'Ambohitompoina disposent d'un service de ramassage des déchets.

4.2.9.3 Education

Le niveau d'instruction des populations est relativement faible dans l'ensemble : 9% des populations actives n'ont jamais été scolarisées, 51% ont accédé au niveau primaire, 35% au niveau secondaire et 5% seulement (du côté d'Antanifotsy, Ambohitompoina, Ambatomiady et Tsinjoarivo) ont étudié à l'université.

Tableau 40 - Niveau d'étude des chefs de ménage enquêtés

Niveau d'étude	%
Non scolarisé	9,4
Primaire	50,7
Secondaire niveau 1 (type collège)	21,3
Secondaire niveau 2 (type lycée)	14
Supérieur (Université ou Ecole supérieure)	4,6
Total	**100**

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

Dans la zone d'étude, la distance entre le village et l'école primaire se situe en général à moins de 2 Km. Tous les fokontany ont une école primaire, publique ou privée (catholique pour la plupart) ou une école communautaire. Les écoles de niveau secondaire sont localisées dans les chefs-lieux de commune pour ce qui concerne les collèges d'enseignement général, et des lycées se trouvent à Tsinjoarivo, Antanifotsy et Ambohitompoina.

Photo 15 - Ecoles primaires Antenina et Ecole secondaire Tsinjoarivo

Une grande majorité des enfants fréquente l'école primaire. Le taux de scolarisation en primaire est assez élevé dans la zone, atteignant 86%. Cependant, on constate aussi un taux d'abandon important, en particulier chez les filles (aide parentale pour la garde des enfants et travail prématuré) durant le niveau primaire. Ainsi, seul 67% des enfants scolarisés terminent l'école primaire dans la zone d'étude.

Les parents sont motivés pour la scolarisation de leurs enfants, mais généralement freinés par faute de moyens.

Les infrastructures sont généralement en mauvais état et insuffisantes. Plusieurs classes sont par exemple regroupées dans une seule salle pour la plupart des écoles primaires par manque d'infrastructure.

Photo 16 - Une salle de classe d'une école communautaire où toutes les classes se mettent dans la même salle

4.2.9.4 Santé

Le service public de santé dans la zone du Projet inclut un (1) Centre Hospitalier de District à Antanifotsy, un (1) Centres de Santé de Base (CSB) dans chaque commune et deux (2) centres de soins pilote (tenu par des bénévoles) respectivement à Befotaka et à Antsahondra. Ces infrastructures sont actuellement dans un mauvais état et nettement insuffisantes pour l'ensemble de la zone. Les villages isolés comme Faravohitra et Antenina

souffrent de ce déficit conjugué à l'absence de moyen d'accès rapide pour rejoindre ces centres de soin. Une longue marche d'une demi-journée à une journée est à prévoir en cas de maladie pour rejoindre le centre le plus proche (Befotaka avec un minimum d'équipement), ce qui exclut un accès aux soins en cas d'urgence. A ceci s'ajoute le manque de médecin ou de professionnels du domaine de la santé. Les populations ont tendance à recourir à la médecine traditionnelle pour remédier au manque d'accès aux soins.

Photo 17 - Le centre de soin pilote à Befotaka

Seul Antanifotsy dispose d'une pharmacie, les autres centres se contentent d'un dépôt de médicament avec le strict minimum pour les soins. Certaines boutiques vendent des médicaments, sans aucun contrôle ni conseil. Les services spécialisés (imagerie médicale, analyse…), les plus proches sont à Antsirabe.

Photo 18 - Le centre hospitalier de district d'Antanifotsy

Les maladies courantes observées dans la zone et citées par les populations sont :

- La fièvre et le paludisme
- La toux
- Les maux de dos ou sciatique
- Les maux de ventre

- La grippe
- Les maladies sexuellement transmissibles : aucun chiffre concret n'est disponible au niveau de la zone d'étude.

Concernant les MST, malgré un faible taux de prévalence de l'infection par VIH à Madagascar au niveau de la population adulte de 15 à 49 ans qui est estimée à 0,2% en 2016 (CNLS, ONUSIDA), le risque d'explosion demeure considérable en raison de la prévalence élevée des MST classiques (prévalence de 12 % de la syphilis chez les femmes enceintes selon la même étude) et des comportements sexuels à risque de la population en générale. Suivant les données mises à jour, on estime à 31.000 le nombre de personnes vivant avec le VIH en 2016 dans tout le territoire de Madagascar (CNLS, 2018).

4.2.9.5 Infrastructures socio-culturelles

Les infrastructures socio-culturelles sont concentrées dans les Chefs-lieux de district. Antanifotsy dispose d'un Centre d'Animation et de Promotion des Jeunes (CAPJ). Le "Tranompokonolona", une salle publique destinée aux réunions communautaires ou les fêtes communautaires, existe dans quelques communes (Ambohitompoina, Ambatomiady et Tsinjoarivo) et est utilisé pour quelques rares manifestations artistiques (galas de chants, spectacles, arts martiaux...). Des salles d'œuvres[2] existent parfois, de même que des bibliothèques (Centres d'information, Alliance Française...). Les terrains de sport, surtout de football, sont courants jusqu'au niveau des Communes et des fokontany. De ce fait, les associations sportives sont aussi nombreuses.

4.2.10 Activités agricoles

4.2.10.1 Sources de moyens de subsistance et de revenus

Agriculture et élevage sont de loin les activités principales (et donc les sources de revenus et de moyens de subsistance) des populations de la zone du Projet, suivi de l'orpaillage pratiqué essentiellement 4 à 6 mois par an du côté d'Antenina, Faravohitra jusqu'à Ambohitompoina.

L'orpaillage est essentiellement pratiqué en saison sèche. Néanmoins, quelques exploitants pratiquent l'activité toute l'année même en saison de pluie : ces cas sont minoritaires et dépendants notamment de la zone, du niveau d'eau et des besoins des exploitants.

4.2.10.2 Les systèmes de culture

Les cultures pratiquées dans la zone d'étude sont divisées en deux (2) types de cultures : les cultures de subsistance ou vivrières (cultures principalement autoconsommées : leur marge brute réelle est inférieure à 50% de leur marge brute calculée) et les cultures de rente (leur marge brute réelle est supérieure à 20% de leur marge brute calculée) dont une part importante de la production est destinée à la vente. Pour rappel :

- La marge brute calculée correspond au « produit brut » moins les « consommations intermédiaires » ou charges opérationnelles, qui disparaissent dans l'acte de production.

[2] Construction pour l'usage d'une paroisse, généralement de confession catholique destinée à accueillir des formations, des activités de développement des compétences ou encore des manifestations culturelles et cultuelles. Les salles d'œuvres sont accessibles à tous moyennant accord et paiement des frais au gestionnaire.

- La marge brute réelle se réfère au bénéfice réel perçu par l'exploitant suite à la mise au marché de sa production agricole.

La majorité des paysans rencontrés produisent des cultures vivrières afin d'assurer leur alimentation. Les exploitations agricoles présentent généralement des productions multiples et peuvent être qualifiées d'exploitations agricoles diversifiées.

Parmi les cultures vivrières, on distingue le riz, le maïs, la pomme de terre, la patate douce, le manioc, le taro, etc. Mais ces cultures vivrières peuvent devenir des cultures de rente si leur production (du point de vue commercial) devient importante.

Tableau 41 - Cultures vivrières et cultures de rente dans la zone d'influence du projet

	Culture vivrière	Culture de rente
Riz irrigué	X	X
Riz pluvial	X	X
Maïs	X	X
Patate douce	X	
Manioc	X	
Taro	X	
Haricot	X	
Canne à sucre		X
Café		X
Brèdes	X	X
Pomme de terre	X	X
Tomate		X

Source : Enquête Socio-économique, Octobre 2018

4.2.10.3 Méthodes culturales

Deux (2) modes de culture sont observés dans la zone : Culture sur *Tavy* (culture sur brûlis, sur les pentes ou tanety) et la culture irriguée ou *Horaka*.

La culture sur abattis brûlis

Les cultures sur brûlis est pratiquée les zones tropicales humides et la région forestière à relief accentué, notamment celle de la région Alaotra Mangoro, dans un but d'autosubsistance. Dans la zone de Faravohitra et dans le fokontany de Befotaka, des travaux anciens ou récents ont ainsi été réalisés sur le *Tavy,* terme qui désigne ce système de culture caractéristique des zones forestières de l'est de Madagascar, dans lesquels le riz pluvial tient une place prépondérante.

Le *Tavy* que l'on rencontre sur toute l'étendue du fokontany de Befotaka à Faravohitra est une opération qui consiste à défricher et brûler un secteur de végétation naturelle pour le mettre en culture. Le principe du fonctionnement du système de la culture sur *Tavy* est :

- L'exploitation de la forêt primaire : avec la présence des zones protégée, ce type de forêt existe encore dans la zone, mais, du fait de la présence d'un système de surveillance local (par exemple via les VOI), les personnes tendent à exploiter la forêt mais de façon moins systématique.
- L'exploitation de la forêt secondaire ou *savoka* (peuplement forestier secondaire qui remplace peu à peu la forêt primaire sous l'action d'agents extérieurs). Ce type de forêt est le plus exposé à la pratique du *Tavy.*

- Le tavachage : est l'opération qui consiste à défricher, couper, ou abattre la végétation avant le brûlis.
- Le tamaratsany : dénomme à la fois la parcelle qui a reçu un tavy l'année précédente ainsi que le type de végétation qu'elle supporte et qui est constituée par un tapis graminéen ;
- Le tramatrema : est le stade suivant (2 et 3 ans après le tavy). La végétation est déjà beaucoup plus dense, avec une formation de savane et les repousses d'arbres et arbustes.

A l'échelle de la parcelle, la pratique du tavy se traduit par la succession chronologique suivante :

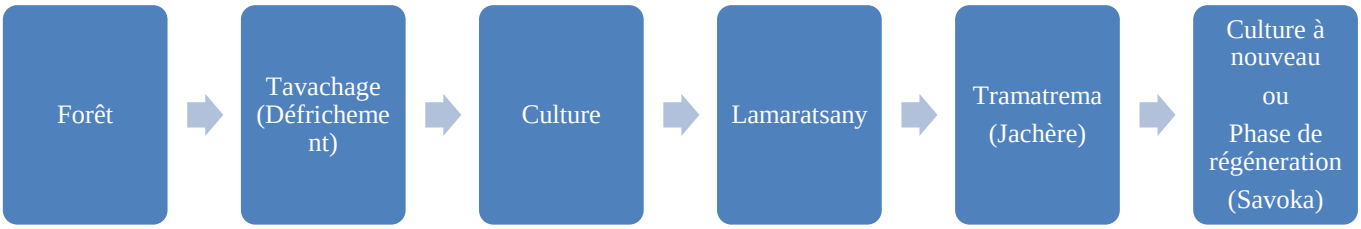


Photo 19 - Culture de riz sur Tavy à Befotaka Est (le riz commence à pousser)

La culture irriguée

La culture irriguée est communément réservée à la culture du riz. Les opérations culturales pour cultiver le riz irrigué sont nombreuses. La préparation du sol se fait en plusieurs étapes : labour dans un premier temps, irrigation de la parcelle, puis passage d'une herse par des zébus pour préparer le repiquage. Le semis du riz se fait préalablement dans une pépinière et le repiquage environ un (1) mois après le semis. Les sarclages sont opérés autour du mois de décembre avec souvent un (1) ou deux (2) passages de sarcleuse suivis d'un désherbage manuel. La récolte a lieu entre le mois de mars et le mois d'avril. Les pailles sont moissonnées puis battues pour obtenir le riz paddy.

Dans la zone d'influence, la grande majorité des vallons, notamment le long de l'Onive pratique la culture irriguée.

Photo 20 - Culture du riz irrigué

Système local d'irrigation des rizières	La rizière à Fisoronana

Tableau 42 - Les principales cultures dans la zone d'étude

Spéculation	Rendement et production	Calendrier	Mode de culture (outils utilisés)	Destination produit	Coût de production	Prix de vente sur le marché	Mode de transformation	Zone de culture	Contraintes
Riz	3 tonnes/ha	Septembre-Octobre (repiquage) Mars (récolte) Semé Avril et récolté en Août	Culture sur abattis brûlis (Tavy) où Culture irriguée, Force humaine, Bêche traditionnelle, Zébu, Sarcleuse, Charrue, Herse.	Autoconsommation pour la majorité (100% de la production pour 85% de la population) ; vente seulement en cas de besoin d'argent. Pour Fisoronana, Tsinjoarivo, Antsahondra et Ankadivory (80% de la production consommée et 20% mise sur le marché aux environs).	200 000 MGA pour 10 ares	1800 MGA à 2700 MGA le Kilo du riz blanc	Paddy décortiqué par la force humaine (78%). Machine décortiqueuse à Antanifotsy, Ambohitompoina, Ambatomiady, Tsinjoarivo et Belanitra.	Chaque village a sa zone de culture que ce soit sur les pentes ou sur des rizières aménagées et irriguées proches ou à plusieurs kilomètres des habitations	Technique traditionnelle Faible rendement, Accès aux semences, engrais et insecticide (trop chères), Aléas climatique (changement du climat), Les insectes ravageurs (légionnaire, poux de riz, etc.).
Manioc	7 tonnes/ha	Semé Mars et récolté Juillet (5 mois) Ou Semis Octobre et récolte Février.	Culture sur abattis brûlis ou sur Tanety dans la partie Merina, Force humaine, Bêche traditionnelle.	Autoconsommation ans la majorité familiale	50 000 MGA pour 10 ares	500 MGA le Kilo	Consommé frais et séché au soleil pour la conservation (70% de la production familiale)	Pente sur les collines, zones herbacées aux alentours du village	Aménagement de la zone de culture, Insectes ravageurs, Vol.
Haricot	670 kg/100 m²	Semé Octobre et récolté Février	Culture pluviale	Autoconsommé et vente des surproductions	100 000 MGA pour 10 ares	2 500 MGA le Kilo	Consommé frais et séché au soleil pour la conservation (85% de la production familiale)	Rizière et zone irriguée	Insectes destructeurs et semences.
Canne à sucre	40 tonnes/ha	Plantation généralement en Octobre mais possible tous les mois de l'année. Récolte après 10 à 12 mois de plantation.	Culture sur Baiboho (sur bas de pente) Broyés et malaxés dans un trou Baril métallique traditionnel (pour la fermentation).	Marché local et régional (fabrication de toaka gasy ou rhum artisanal) Toaka gasy vendu jusqu'à Faratsiho et Ambatolampy par les collecteurs, les courtiers et les revendeurs.	800 MGA/litre	2 000 MGA le Litre	Cannes de bouche (Consommées après récolte : -1%). Distillerie (Cannes à sucre transformées en toaka gasy et destinées à la vente).	Bas de pente de Befotaka à Faravohitra.	Technique culturale archaïque (faible rendement), Transport pour l'évacuation des produits (longue marche, poids du produit).

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

La répartition des tâches entre l'homme et la femme est décrite ainsi :

- Pour les hommes : travaux de préparation du sol (labour, confection des digues et des petits canaux d'irrigation, planage)
- Pour les femmes : travaux de mise en place et d'entretien (semis, pépinières, repiquage, désherbage/sarclage).

Méthode traditionnelle de riziculture

Les paysans dans la zone du Projet ont une tradition rizicole fortement enracinée. Le micro-parcellaire, délimité par des diguettes et de superficie généralement inférieure à 40 ares, est figé par les traditions socioculturelles et communautaires : Les pratiques culturales restent traditionnelles mais sont bien adaptées au type du milieu :

- Un labour à la bêche ou à la charrue suivi un hersage ;
- Un repiquage manuel en foule ou en ligne mais à des densités réglées selon l'appréciation du paysan (âge des plantules, variété, retard de la pluie...) ;
- Des petits aménagements hydro-agricoles (des canaux d'amenée d'eau en terre, des réservoirs, des diguettes de retenue...) ;
- Une gestion de sol par apport de fumure organique (fumier de parc, terreau…) et d'argile ferralitique prélevée sur les bas de pente, sur les sols tourbeux.

Photo 21 - Pratiques agricoles dans la zone du Projet

Engrais organique dans l'enclos des zébus composé des bouses et des feuilles entassées pendant au moins 3 mois	Tabac et haricot à Ankadivory
Rizière de Faravohitra	Les éléments essentiels aux travaux de labour (bœufs, charrue et humain)

Le « Voly avotra » ou culture à contre saison

Traduit par une culture de secours (cultures à contre-saison pour les scientifiques), le *voly avotra* est la mise en culture d'une rizière hors saison de riziculture. Le principe est de continuer à travailler la terre pour avoir une production quasi permanente sur une parcelle. Ce système permet aux paysans de subvenir à leur alimentation quotidienne en période de soudure où les aliments se font rares et leurs prix augmentent (Décembre-Janvier).

Le *voly avotra* est donc une culture de substitution au riz et permet à la terre de reconstituer sa fertilité pour la saison rizicole suivante selon les paysans. Généralement, les paysans mettent des légumineuses ou des graminées.

Photo 22 - Culture du taro combiné avec du haricot à Befotaka

Le tableau suivant présente d'après les enquêtes au niveau des ménages dans la zone d'influence du projet, la répartition des types de culture vivrière par ménage enquêté.

Tableau 43 - Type de culture vivrière par ménage et par commune (nombre de ménages enquêtés)

Commune	Café	Canne à sucre	Haricot	Maïs	Manioc	Patate douce	Pomme de terre	Riz	Taro
Ambatomiady	-	-	14	22	18	-	22	23	
Ambalaomby	1	1	1	2	3			4	-
Ambohitompoina	-	-	24	27	29	-	31	31	7
Antanifotsy	-	-	16	25	14	-	15	23	-
Belanitra	-	-	15	19	13	1	22	23	-
Tsinjoarivo	-	-	9	13	15	-	16	16	2
Total (%)	**0,2%**	**0,2%**	**15%**	**21%**	**18%**	**0,2%**	**21%**	**23%**	**1,6%**

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Le riz et la pomme de terre ainsi que le maïs constituent les principales cultures vivrières des ménages enquêtés, et plus spécifiquement dans la région Vakinankaratra. La commune d'Ambalaomby est connue pour sa production caféière et la culture de cannes à sucre que l'on peut trouver dans le village de Faravohitra-Sahofika.

4.2.10.4 Elevage et pisciculture

L'élevage

L'élevage est couramment pratiqué, mais généralement à très petite échelle.

Les problèmes communs à l'élevage dans la zone d'étude sont : l'insuffisance d'encadrement vétérinaire, de vulgarisation, d'amélioration génétique, d'assistance en santé animale et de mise en place d'infrastructures pour la production et les problèmes d'insécurité (vol de bétail).

Photo 23 - Zébus attelés servant à tirer la charrette pour le transport et le déplacement

La pisciculture

La pisciculture est une activité d'élevage qui commence à se répandre dans la zone. On trouve quelques paysans d'Antanifotsy à Befotaka qui font des bassins sur leurs champs de rizières pour l'élevage des poissons, particulièrement des Tilapias et des Carpes.

Dans la zone d'étude, les gens vendent leurs poissons quand il y a un besoin d'argent. Cependant, ils vendent aussi leurs poissons pour une question de sécurité : après la récolte de riz, le vol devient facile car les poissons sont plus exposés.

D'après les enquêtes, à cette période, les cultures de contre-saison, bien que moins rentables, sont préférées à la pisciculture car elles ne suscitent pas la convoitise. Certains pisciculteurs vendent leurs produits au moment de la période sèche (en avril et juin) car le prix est intéressant, les poissons frais étant rares à cette période.

Tableau 44 - Les principales activités d'élevage dans la zone d'étude

Type de spéculation	Mode d'élevage	Destination produit	production unitaire (MGA)	Prix unitaire à la vente (MGA)	Zone de parcours	Contraintes
Poulet gasy et volaille	Libre et/ou clôturé (Antanifotsy, Ambohitompoina, Tsinjoarivo et Ambatomiady)	Autoconsommation, Marché local, Antananarivo, Antsirabe (poulet d'Antanifotsy et de Tsinjoarivo)	4 000	15 000 à 20 000	Au village, Poulet Gasy d'Antanifotsy envoyé à Antananarivo en raison de 200 têtes par semaine	Maladie (Barika), Vol.
Porc	Libre (Faravohitra), Semi Intensif (utilisation des provendes et de la pâture naturelle) pour zone Befotaka, Intensif (pour zone Ambohitompoina-Tsinjoarivo).	Marché local et Marché d'Antanifotsy pour l'envoi des productions à Antananarivo	5 000/Kg	9 000/Kg	Cloisonné dans la cour du propriétaire, Au village et zone arborée.	Maladies (peste porcine africaine et Ramoletaka), Coût des provendes.
Bœuf	Elevage de basse-cour en liberté associé à l'agriculture, Elevage bovin pour le travail (zébu de trait), la viande et le lait, Un zébu nouveau-né peut être employé après 7 ans.	Marché local principalement Gardé pour les travaux de terre (culture de riz) ou pour tirer la charrette	4 000/Kg	10 000/Kg (Viande) 2 000/L (Lait)	Zone de pâturage naturelle pour 98% d'éleveurs, zone arborée, zone herbacée et dans l'enclos du zébu (pour ceux qui cultivent de fourrages, -2% des éleveurs).	Maladies : distomatose et charbon symptomatique, Insuffisance d'apports alimentaires pour les vaches.
Pisciculture	L'élevage de poissons dans les rizières se déroule pendant et après le cycle rizicole "vary vakiambiaty". Le démarrage de l'élevage dépend du calendrier rizicole et de la disponibilité en alevins. L'empoissonnement de la rizière s'effectue à partir du 8e jour après le repiquage quand les plantules sont bien enracinées et quand l'eau est devenue moins boueuse.	Autoconsommés, Vendus sur le marché local ou transférés dans des petits étangs de stockage pour l'élevage des poissons en contre-saison.	2 000/Alevin	10 000/Kg	Bassin sur les rizières et bassin aménagé sur le champ.	Non maîtrise des techniques d'élevage, Utilisation des produits phytosanitaires dans la rizière, Accessibilité : livraison et transport des alevins et de production, Attaque des prédateurs (oiseau, grenouille, gros insecte aquatique, têtard), Vol.

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

4.2.10.5 Pêche

Tableau 45 - Les pratiques de pêche dans la zone d'influence du projet

Type de spéculation	Mode de pêche	Zone et saison de pêche	Rendement par type de spéculation	Transformation et destination produit	Coût au producteur	Coût au marché
Tilapia	Pratique de la pêche avec des filets divers, à la palangrotte, aux casiers, aux tulles moustiquaires, la récolte à main nue et le harponnage sans plongée en apnée.	Rivière Onive et les affluents. Septembre et Octobre.	3 à 5 tilapias par jour	Consommation familiale ou vente locale du produit frais	½ journée de travail équivalent à 2 500 MGA	11 000 MGA le Kilo 3 tilapias vendu à 7 000 MGA
Carpe	Pratique de la pêche avec des filets divers, à la palangrotte, aux casiers, aux tulles moustiquaires, la récolte à main nue et le harponnage sans plongée en apnée.	Rivière Onive et les affluents Septembre à Décembre	5 carpes par jour	Consommation familiale ou vente locale du produit frais	½ journée de travail équivalent à 2 500 MGA	10 000 MGA le Kilo 5 carpes vendu à 12 500 MGA
Anguille	Pêche artisanale	Rivière Onive et les affluents. Août au Décembre.	1à 3 anguilles par jour	Consommation familiale ou vente locale du produit frais	½ journée de travail équivalent à 2 500 MGA	1 grande anguille vendu à 12 000 MGA
Crustacés (camaron, crabe)	Pêche artisanale	Rivière Onive et les affluents. Septembre au Décembre	1,5 Kg par jour de pêche	Pas de techniques de transformation car toute la production est commercialisée à l'état frais.	Une journée de travail équivalent à 5 000 MGA	14 000 MGA le Kilo

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Concernant la répartition des tâches pour la pratique de la pêche, les hommes s'occupent traditionnellement de la fabrication des matériels de pêche et généralement, ce sont eux qui pratiquent l'activité en soi. Les femmes n'interviennent qu'après la pêche (préparation, cuissons, parfois vente des poissons au niveau local).

Selon une étude de la FAO, les eaux douces malgaches sont pauvres et aucune espèce autochtone ne possède les qualités requises pour servir de poissons d'élevage ou d'exploitation intensive. Pour remédier à cette situation, on a introduit dans les plans d'eau continentaux plusieurs espèces dont la carpe et le tilapia qui dominent actuellement.

Dans la zone d'étude, la rivière Onive est le site de pêche le plus important étant donné que c'est le plus grand cours d'eau dans la zone. Mais selon les scientifiques et les propos des populations locales, cette rivière dispose d'un niveau de turbidité élevé, qui gêne la pêche et empêche les paysans de pratiquer cette activité d'une manière propice. Cette situation a été observée sur le terrain par la manière dont les habitants considèrent cette activité qui généralement pratiqué comme une activité de loisir et parfois occasionnelle. La pêche est donc une source de nourritures occasionnelles et une sorte d'activité récréative pour ceux qui les pratiquent, soit environ 10% de la population résidente dans la zone d'étude.

Aussi, on a appris que les rivières tel que Onive ne sont pas des zones de pêche potentielles à cause de leur turbidité trop élevée.

Des cours d'eau secondaire sont présents un peu partout dans chaque fokontany, une partie de la population à Faravohitra pêche par exemple dans le cours d'eau de Marotenina. Les gens pêchent généralement dans ces cours d'eaux des tilapias, des carpes, des crustacés et des anguilles. L'entrelacs des racines abrite souvent les crabes ou les écrevisses.

Photo 24 - Technique de pêche utilisée dans l'Onive

Anguille péchée dans la rivière de l'Onive	Technique de pêche utilisée

A part les tilapias, les carpes, les anguilles et les crustacés, la population pêche aussi des "vily" ou "patsa" (espèces de crevette d'eau douce), seulement pour l'autoconsommation.

4.2.10.6 La chasse

Lors des discussions en focus group avec la population locale, celle-ci n'a pas évoqué la pratique de chasse dans la zone du Projet Sahofika. Toutefois, les enquêtes de biodiversité menées sur le terrain pour l'EIES ont mis en évidence la présence de pièges dans les forêts. Il est évident que la population locale évite de parler de ce sujet, probablement consciente que cette activité est interdite.

4.2.11 Autres activités économiques

4.2.11.1 Artisanat

Les différentes activités artisanales répertoriées dans la zone du Projet sont décrites dans le tableau suivant.

Tableau 46 - Artisans de la zone du projet

Types d'artisanat	Matière première	Zone de prélèvement	Quantité de produit /an	Coût /produit	Prix unitaire/produit	Destination produit
Forgeron	Fer	Cueilli dans les décharges, acheter aux particuliers	4 tonnes (dans la zone d'étude)	400 MGA	1 000 MGA	Marché local

Types d'artisanat	Matière première	Zone de prélèvement	Quantité de produit /an	Coût /produit	Prix unitaire/produit	Destination produit
Menuisier, charpentier	Bois	Forêts denses (de Befotaka à Faravohitra) et zone de reboisement (d'Antanifotsy à Ankadivory)	800 tonnes (pour un peu plus de 40 menuisiers, charpentiers dans la zone)	40 000 MGA (par rondin de bois)	98 000 MGA (par produit issu d'un rondin)	Marché local et Antananarivo
Tissage, tressage	Dombeya (Hafotra), Autres plantes à fil, Teinture.	Forêts denses	200 Charrettes pour un peu plus de 700 tisseuses professionnelles)	22 000 MGA/Charrette	40 000 MGA (par produit issu d'une charrette)	Marché local
Mouleur de brique	Terre	Aux alentours des rizières	75 000 Unités de brique	20 MGA	60 MGA	Marché local

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Photo 25 - Artisans de la zone d'étude

Forgeron à l'œuvre

Planches de bois produites dans la zone du Projet

Mouleur de brique à Ankadivory

Tissage d'un tapis à Faravohitra

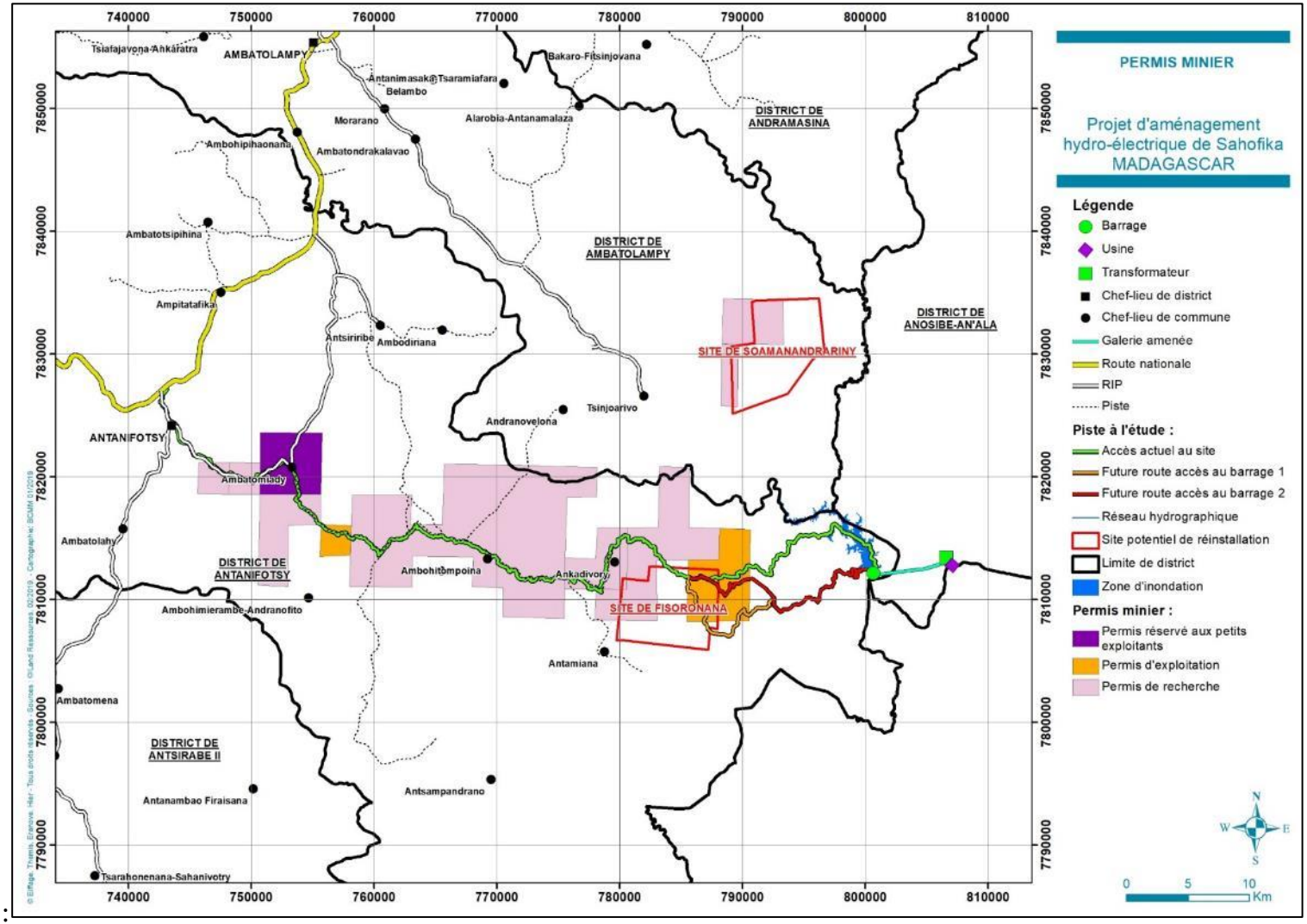
4.2.11.2 Activités minières

Dans la zone du projet, il a été constaté la présence de quelques carreaux minier à différents statuts :

Deux permis d'exploitation, un permis réservé aux petits exploitants et des permis de recherche sont localisés le long de la piste d'accès et sur les zones de site de réinstallation (Sources : BCMM 01/2019).

Ces carreaux miniers sont présentés dans la carte ci-après.

Figure 35 - Carte de localisation des permis miniers



:

Les principaux produits miniers exploités dans la zone sont présentés dans le Tableau 47.

Tableau 47 - Les principaux produits miniers exploités dans la zone d'étude

Types de produits	Zone d'extraction	Quantité de produits/an	Destination du produit
Or	Le long de la rivière Onive Sur les tanety (colline, vaste zone herbacée…) Belanitra, Ankadivory, Fisoronana, Ambohitompoina, Tsinjoarivo, Befotaka, Faravohitra (Mandroalina),	48 kg*	Marché local (Befotaka, Ambohitompoina) et marché extérieur à Antananarivo
Saphir	Dans la zone de Faravohitra jusqu'à Marolambo	Non défini	Collecteur Sri Lankais à Ambohitompoina

(*) Source : Marché local d'or à Ambohitompoina (tous les Vendredi)

Pour l'exploitation artisanale de l'or, les acteurs ont été distingués en fonction de la densité de l'unité de production et la nature de la fonction exercée sur le site. Ainsi, il a été identifié les « grands exploitants », les « petits exploitants » et les « ouvriers ».

Les grands exploitants

Ce terme ici n'indique pas une exploitation de masse ou industrielle, l'exploitation reste artisanale mais avec une production plus importante.

Ce sont des orpailleurs qui possèdent les outils de production et un fond de roulement plutôt élevé. Ce capital leur permet d'engager dans leur unité de production de la main d'œuvre. Il faut en moyenne dix (10) à douze (12) ouvriers au service de ce type d'exploitant. Ils sont payés journellement à la fin de leur service. Les exploitants utilisent souvent leurs enfants en vacances ou sans emploi pour les aider dans leur activité. Selon eux, utiliser les siens pour travailler sur les sites est plus bénéfique en ce sens que dans ces conditions, l'argent reste dans la famille. Nous avons identifié environ quinze (15) grands exploitants réguliers dans la zone d'influence du projet. Seulement un (1) à Ankadivory possède une motopompe qui les alimente en eau pour le lavage de l'or. Ces orpailleurs utilisent en général la méthode du lavage à la batée dans la recherche de l'or, sans utilisation de produits chimiques (tel que le mercure).

Photo 26 - Exploitation de l'or

Installation d'un grand exploitant d'or abandonnée à Ankadivory

Enfants de Mandroalina exploitant l'or sur la rivière Onive à Faravohitra

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Les petits exploitants

Les petits orpailleurs sont les plus nombreux. Leur nombre peut être estimé à plus de 10 000 personnes sur l'ensemble de la zone d'étude, néanmoins, il est difficile d'avoir une idée

exacte de leur effectif. Ils sont plus nombreux sur les zones entre Ambohitompoina et Befotaka.

Le genre féminin est dominant dans cette catégorie d'exploitants. Ce sont des femmes au foyer, veuves, jeunes filles, commerçantes de produits vivriers qui s'adonnent à cette activité. Il n'est cependant pas rare de voir aussi des enfants, des jeunes sans emplois et les hommes dans cette catégorie d'exploitants, parfois la famille entière. La quasi-totalité de ces exploitants n'a pas d'autorisation d'exploitation.

Dans l'incapacité de se procurer les moyens de productions de masse, ils se contentent de creuser la terre à la recherche de pierres ou encore de ramasser celles rejetées par les grands exploitants.

La méthode utilisée est également le lavage simple à l'aide de calebasse dans les petits barrages qu'ils construisent. Les productions restent modestes. Leur rentabilité journalière s'élève à environ 2 dg/jour en moyenne.

Les ouvriers journaliers

Les ouvriers journaliers travaillent pour le compte des « grands exploitants' » à un prix habituellement de 4000 MGA/jour. La journée pour eux commence à 7 h et prend fin à 17 h. Cette activité concerne généralement les jeunes, les chefs de ménage ou parfois la famille entière.

Les tâches des ouvriers sont souvent classifiées en fonction du genre. Les hommes sont affectés aux tâches qui nécessitent beaucoup de forces physiques. Ainsi, ils s'occupent du creusage de la terre et du lavage. Les femmes quant à elles s'occupent du transport de la terre creusée et aussi à servir l'eau pour le lavage. Cependant, l'attribution de ces postes n'est pas figée. Il arrive que des femmes lavent la terre ou encore que des hommes assurent le transport de la terre jusqu'au lavage.

Le travail d'ouvrier journalier dans les unités de production artisanale est prisé par la population. Il représente 15% de la population d'orpailleur sur les différents sites. Ce type de travail leur donne plus d'assurance sur le plan financier, étant donné qu'ils sont payés par jour avec ou sans production, contrairement aux exploitants qui dépendent de la production exploitée par jour.

4.2.11.3 Tourisme

Infrastructures touristiques

Le principal facteur de développement du secteur de tourisme est la disponibilité d'infrastructures d'accueil. En matière d'infrastructures d'accueil, il existe seulement un hôtel de 30 chambres à Antanifotsy, 2 gîtes qui peuvent abriter une quarantaine de personnes à Tsinjoarivo et un hôtel de 20 chambres à Ambohitompoina. La zone d'étude compte au total donc 50 chambres d'hôtel et 2 gîtes.

La restauration est également peu développée, étant donné qu'il n'existe aucun restaurant équipé selon les exigences standard dans la zone. Dans le site de Tsinjoarivo, on note la présence de deux (2) traiteurs équipés capable d'assurer les couverts pour une centaine de personnes et à Antanifotsy, trois (3) traiteurs professionnels qui peuvent assurer des commandes de repas malagasy ou occidental.

Sites touristiques de la zone du Projet

La zone d'influence du projet est riche en sites touristiques potentiels dont la plupart ne sont pas encore exploités ou difficilement exploitable à cause généralement de la difficulté d'accès.

Le parc de Marolambo est géré actuellement par MNP, et la NAP de Tsinjoarivo est en cours de développement par l'ONG Sadabe, mais ces aires protégées dans leur état actuel n'attirent pas beaucoup de touristes pour la raison évoquée ci-dessus. La zone pourra offrir un potentiel considérable une fois les pistes réhabilitées pour le projet, du fait de leur proximité avec la capitale Antananarivo.

Dans la zone de Faravohitra, on note une présence de chutes d'eau et une grotte le long de l'Onive, sites touristiques potentiels non exploités.

Site de Tsinjoarivo

Cette destination, inscrite dans la liste indicative du patrimoine mondial de l'UNESCO, est constituée des chutes d'eau, de cascade, d'une maison royale ou Rova et de circuit pour les randonnées (http://www.macp.gov.mg/blog/patrimoine-tsinjoarivo/).

Cependant, la fréquentation des touristes demeure limitée car seuls quelques touristes étrangers viennent visiter le lieu chaque année, ainsi que les historiens et étudiants malagasy parfois pour une visite de recherche.

Photo 27 - Site touristique de Tsinjoarivo (Le Rova et la cascade)

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Ambohitompoina

« Ambohitompoina » signifie la « montagne de rituel ». Ce site abrite un lieu de rituel (sur la route vers la sortie du village vers Belanitra) où ses fidèles, notamment les descendants de la famille royale, organisent une manifestation cultuelle tous les ans en faisant un sacrifice de zébu. Il existe aussi un lieu à Ambohitompoina (à une heure de marche) qui s'appelle Ambohijatovo : il s'agit d'une colline sacrée, où tout le monde peut faire un sacrifice pour demander un vœu. C'est aussi un lieu d'excursion pour les locaux (pique-nique du lundi de pâque, etc.) car il existe des espaces verdoyantes là-haut et une chute d'eau naturelle.

Ces formes de cultures traditionnelles peuvent attirer des touristes, mais certains des cultes restent isolés et interdits aux personnes de l'extérieur.

4.2.11.4 Commerce et services

Principales activités commerciales

L'économie résidentielle (les services aux particuliers, le commerce de détail, les activités d'entraide agricole, ainsi que les services administrés, éducation, santé, action sociale principalement) est largement dominante dans la zone d'étude. Le secteur éducation-santé-action sociale offre de loin les emplois de service les plus nombreux (6% des emplois, majoritairement des catégories "professions intermédiaires" et "employés"). Dans les différents secteurs de l'industrie viennent d'abord dans la zone d'étude, l'agriculture (74% des emplois, majoritairement d'agriculteurs exploitants), des commerçants de micro-détail, l'administration et la construction.

Photo 28 - Un ménage agriculteur vendant des pâtes dans le quartier à Antambohomena

Dans la zone d'étude, l'agriculture et le secteur tertiaire occupent une place plus importante que le secteur secondaire industriel quasi inexistant, mis à part quelques installations aurifères à Ankadivory (non fonctionnel depuis 2013), à Tsinjoarivo (encore fonctionnel), des unités de transformation des bois (à Ambohitompoina et Antanifotsy) et une laiterie à Antanifotsy.

Photo 29 - Un commerçant informel de « paraky gasy » (tabac) lors du jour de marché de Befotaka

Jours des marchés

Le jour de marché est le seul jour où tous les marchands se réunissent sur un même lieu pour offrir les produits de nécessité essentiel pour la population dans la zone. On y trouve

des vivres (riz, haricot, manioc, poisson séchée), des outils électroniques (radio, téléphone, clé USB pour la music), des vêtements, etc.

Le jour de marché est aussi un moment de rencontre pour les connaissances et un lieu pour faire des échanges.

Le jour de marché de Faravohitra-Sahofika est le Mercredi. Tous les marchands de l'environ (de Befotaka ou encore de Marolambo et même de très loin comme d'Ambatolampy et de Faratsiho) viennent là-bas pour les échanges commerciaux. L'essentiel des marchandises sont composé de Toaka gasy (rhum local), de riz, de viandes de zébu, les PPN et des petits appareils électroniques.

Photo 30 - Le marché de Faravohitra-Sahofika

Tableau 48 - Les jours de marché dans la zone d'étude

Village	Jour
Sahofika / Faravohitra	Mercredi
Befotaka	Jeudi
Belanitra	Lundi
Ambohitompoina	Vendredi
Antanifotsy	Lundi
Tsinjoarivo	Jeudi

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Les commerces et services disponibles

Les services disponibles actuellement dans la zone sont présentés dans le tableau ci-après. Les services modernes tel qu'internet ou l'impression de documents sont inexistants dans la zone du Projet. Les services du multimédia comme la télévision via satellites sont répandus dans toute la zone, même à Antenina.

Tableau 49 - Les principaux services disponibles dans la zone d'influence du projet

Localité	Principaux commerces et services disponibles
Antanifotsy	Photocopie, Gargote et épicerie, Traiteur (cuisine malagasy et européen), Centre de santé (Hôpital), Vétérinaire, Education (primaire, secondaire), Formation professionnelle, Administration publique au niveau communal et district, Microfinance (Otiv et Cecam), Coiffure, Poste, Taxi-moto, Transport des marchandises en Camion, Transport des passagers (taxi-brousse), Menuiserie, Hôtel, Electricité, Sécurité publique (police), Action sociale (Vahatra, ONG), marché.

Localité	Principaux commerces et services disponibles
Ambohitompoina	Gargote et épicerie, Centre de santé (CSB), Vétérinaire, Education (primaire, secondaire), Guichet foncier, Microfinance (Cecam), Coiffure, Poste, Taxi-moto, Menuiserie, Décortiqueuse, Hôtel, marché, Administration publique au niveau communal
Ambatomiady	Gargote et épicerie, Centre de santé (CSB), Vétérinaire, Education (primaire, secondaire), Guichet foncier, Microfinance (Cecam), Coiffure, Poste, Taxi-moto, Administration publique au niveau communal, marché
Tsinjoarivo	Gargote et épicerie, Traiteur (cuisines divers), Centre de santé (CSB), Vétérinaire, Education (primaire, secondaire), Guichet foncier, Microfinance (Cecam), Coiffure, Poste, Taxi-moto, Décortiqueuse, Hôtel, Administration publique au niveau commune, marché
Belanitra	Gargote et épicerie, Traiteur (cuisines divers), Centre de santé (CSB), Education (primaire, secondaire), Guichet foncier, Administration publique au niveau communal, marché
Befotaka	Centre de santé communautaire, Education (primaire), Transport marchandises à pied.
Faravohitra	Education (primaire), Transport marchandises à pied.

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

4.2.12 Emploi et conditions de travail

Il existe une très forte hétérogénéité en matière d'emploi et des conditions de travail dans la zone d'étude. Presque la totalité des activités génératrices de revenus exercées par les ménages sont du ressort du secteur informel. Certains ménages (issus d'une famille de rentier ou disposant d'un monopole) peuvent générer de bons revenus, mais la majorité de la population active a des revenus limités et des moyens de subsistance provenant de l'exploitation des ressources naturelles.

L'emploi local se caractérise par une grande précarité des conditions d'activité.

L'emploi dans la zone est constitué de micro-unité, dont la taille moyenne est de 1,4 emploi par unité. Preuve de l'atomisation des activités des ménages, l'auto-emploi est la forme la plus répandue : sept (7) ménages sur dix (10) comptent un seul employé qui n'est que le chef de ménage lui-même appuyé par sa femme et ses enfants.

Photo 31 - Transport des marchandises à pied vers le marché de Faravohitra-Sahofika

Les emplois exercés dans la zone se caractérisent par une quasi-inexistence de protection sociale, sauf pour les fonctionnaires et les emplois formels intervenant pour les comptes des organisations externes de la zone.

Les gens travaillent en moyenne 36 heures par semaine et le salaire/revenu journalier de référence dans la zone est de 4 000 à 5 000 MGA/jour. C'est le rythme habituel en milieu rural. Les 36 heures par semaine sont calculées à raison d'un travail journalier de 6 à 7 heures du lundi au samedi matin. Les travailleurs se réveillent typiquement à 5 h ou 6 h du

matin pour commencer à travailler vers 7 ou 8h et revenir à la maison à 16 h avec une pause déjeuner de 1 h environ. Cette fonction peut changer néanmoins en fonction des saisons (en saison des pluies, les travailleurs partent plutôt pour éviter la pluie de l'après-midi et en saison sèche, la pause est plus longue à cause de la chaleur).

L'état des routes est clairement un point bloquant pour les activités de transports et donc pour l'ensemble de l'économie. L'enclavement de la zone freine le marché de l'emploi et les longues marches pour les transporteurs à pieds témoignent des conditions de travail difficiles accepter pour une faible rémunération.

4.2.12.1 Marché de l'emploi

Le marché de travail dans la zone d'étude n'a pas une structure unifiée mais segmentée en quatre (4) marchés :

- L'emploi rural traditionnel (agriculture et élevage)
- L'emploi informel
- L'emploi formel (privé et public)
- L'emploi temporaire

Malgré le taux d'occupation de la population active, la qualité de l'emploi reste un problème majeur : 92% des emplois totaux sont des emplois vulnérables, c'est-à-dire des emplois qui ne comportent aucune mesure minimum de sécurité sociale ou de prise en charge de la santé du travailleur.

Les transporteurs de marchandise à pied sont de loin, les plus exposés aux risques de blessure et des maladies tel que la toux sèche, fatigue générale, sciatique... Le taux de mortalité due aux accidents du travail est élevé, et est accentué par le fait que la distance à parcourir pour rejoindre un centre de santé de base ne fait qu'augmenter les risques.

Tableau 50 - Catégories socio-professionnelles des ménages enquêtés

Activité principale	Nombre
Agriculteur	74%
Enseignant	9%
Commerçant	7%
Médecin, Pasteur / Curé / Catéchiste, Artisan, Gendarme / Policier / Militaire, Employé de bureau	4%
Menuisier	3%
Sans activité	2%
Retraité(e)	1%
Total	**100%**

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

La quasi-inexistence des installations industrielles et compagnies de service dans la zone fait que les compétences requises dans des travaux professionnels exigeants n'existent presque pas sur le marché local.

Dans les domaines de compétence des locaux, tels que l'agriculture, le taux de productivité reste faible par rapport à la moyenne nationale. Ceci est dû au faible taux d'instruction et surtout au manque d'accès aux innovations de la part des pratiquants.

Parmi les nouvelles activités en croissance, on note que les multiples interventions des projets sociaux et d'infrastructure dans la région sont une opportunité pour les jeunes

motards locaux qui connaissent une nouvelle source de revenu non négligeable grâce au transport de passagers sur les pistes souvent impraticables pour d'autres véhicules.

Dans l'ensemble, l'instabilité qui caractérise le travail en milieu rural semble pousser les travailleurs à exercer d'autres activités parallèlement à leur travail agricole. En effet, presque 99% des ménages enquêtés affirment qu'ils exercent d'autres activités (hors agriculture).

4.2.13 Revenus et dépenses des ménages

4.2.13.1 Ménages sous le seuil de pauvreté

Les ménages sous le seuil de pauvreté représentent la large majorité.

La moyenne des revenus a été estimée à partir des revenus monétaires de chaque ménage enquêté. Les ménages classés "pauvres" sont les ménages dont les revenus monétaires annuels n'arrivent pas à satisfaire le seuil de 2 dollars PPA[3] par jour (environ 7 000 MGA/j soit 2 520 000 MGA /an). Il est à noter qu'en milieu rural comme c'est le cas de la zone d'influence du projet, la plupart des ménages gagne moins de 10 000 par jour.

Sur la totalité ménages approchés dans la zone d'influence, 84% d'entre eux a des revenus monétaires inférieurs ou égaux à 7 000 MGA / jour (2 dollars PPA), et peuvent donc être classés "pauvres".

Tableau 51 - Tableau des revenus monétaires des ménages

Revenu annuel du ménage	%
Moins de 500 000 MGA	17,3
[500 000 MGA - 1 000 000 MGA]	38,1
[1 000 000 MGA - 4 000 000 MGA]	31,2
[4 000 000 MGA - 8 000 000 MGA]	10,7
[8 000 000 MGA - 12 000 000 MGA]	2,7
+ de 12 000 000 MGA	1,3
TOTAL	**100**

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Le tableau ci-dessus montre que les revenus annuels compris entre 500 000 MGA et 1 000 000MGA représentent plus de 1/3 de la totalité des personnes sélectionnées. Ces personnes sont classées dans la catégorie des ménages qui vivent dans la pauvreté car le seuil normal de la pauvreté est de moins de 2 520 000 MGA/an.

Néanmoins, il a été noté qu'il existe des gens peux nombreux qui peuvent gagner plus de 12 000 000 MGA par an, soit plus de 12 fois le revenu de la majorité.

Les ménages avec un revenu inférieur à 500 000 MGA/an (soit 17% de la population enquêtée) vivent dans l'extrême pauvreté, leurs activités leur permettant uniquement de survivre avec le strict minimum.

[3] Dollar PPA = dollar Parité du Pouvoir d'Achat, Banque Mondiale 2015

4.2.13.2 Revenus des ménages

Parmi les ménages enquêtés, 53% des personnes générant des revenus sont des femmes. Les femmes sont donc plus actives en termes de contribution financière dans les ménages. Ceci peut être expliqué par l'importance du nombre de femmes seules (chef de ménage) ajoutées aux femmes mariées qui elles aussi participent aux revenus des foyers.

Tableau 52 - Répartition par sexe des personnes génératrices de revenu

Commune	Homme	Femme	Total
Ambatomiady	50%	50%	100%
Ambohitompoina	44%	56%	100%
Belanitra	49%	51%	100%
Antanifotsy	45%	55%	100%
Ambalaomby	60%	40%	100%
Tsinjoarivo	44%	56%	100%
Ensemble de la zone	**47%**	**53%**	**100%**

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

Le Tableau 53 fait la synthèse des différentes activités économique et des revenus générés en fonction de la charge de travail.

Tableau 53 - Revenu généré par type d'activité économique

Type de travail	Effort	Revenu brute généré	Dépense liée	Remarques
Agriculture sur Tanety	60 à 70 jours de travail/an	1 700 000 à 2 800 000 MGA/ha	600 000 MGA/ha	Travail sur *tavy* avec des ouvriers
Agriculture irriguée	40 à 50 jours de travail/an	2 800 000 à 3 700 000 MGA/ha	1 300 000 MGA/ha	Méthode traditionnel
Élevage bovin	30 jours de travail/an	900 000 MGA/zébu	100 000 MGA/zébu	Jour de travail calculé sur l'occupation du zébu, soit 2H/J. Revenu équivalent au prix de vente d'un zébu adulte.
Élevage porcin	45 jours de travail/an	630 000 MGA/porc	240 000 MGA/porc	Occupation d'un porc équivalent à 3H/J. Achat des aliments pour un porc équivalent à 1000 MGA/J.
Pisciculture	26 jours de travail/an	2 000 000 à 3 200 000 MGA/bassin	600 000 MGA/bassin	Cette dépense concerne seulement l'achat des alevins et aménagement de bassin. La nourriture est constituée de vers produits par fermentation naturelle.
Porteur	260 jour/an	2 560 000 MGA/an	800 000 MGA/an	Revenu équivalent à 50 000 MGA/semaine. Dépense liée à la nourriture est de 25 000 MGA/semaine
Moto taxi	60 jour/an	5 400 000 MGA/an	2 200 000 MGA/an	Dépense liée au carburant et entretien. Revenu calculé sur la base de 90 000 MGA/jour.
Enseignant	250 jour/an	3 600 000 MGA/an	180 000 MGA/an	Dépense liée à l'achat des fournitures et matériel didactique (5% de revenu)
Médecin	270 jour/an	7 200 000 MGA/an	2 160 000 MGA/an	Un médecin touche 20 000 MGA/jour environ.
Orpailleur	120 jour de travail/an	2 400 000 MGA/an	300 000 MGA/an	Sur la base de 1,5 g d'or trouvé par semaine. (Revenu des petits exploitants)

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018 - 1 EUR = 4000 MGA

4.2.13.3 Gestion des dépenses des ménages

La vente des surplus de productions vivrières permet aux ménages d'acheter des produits de première nécessité pour la vie quotidienne (savon, huile, sel, sucre, café...). Mais souvent, les familles sont contraintes de vendre leurs stocks même si ceux-ci sont insuffisants pour toute une année. En effet, ces ventes servent soit à payer les besoins quotidiens, soit à permettre de payer des frais scolaires, des médicaments etc. Ils devront alors acheter les aliments qui leurs manquent lors de la période de soudure (Novembre à Janvier), période à laquelle les prix du riz sont les plus élevés.

C'est généralement à partir du mois d'Août que la période difficile commence, c'est à dire que les ménages ont épuisé leur stock de production agricole, et élaborent des stratégies économiques de « survie ». Les grands travaux rizicoles commencent également à cette période (labour, émottage, repiquage). C'est une période très difficile pour la majeure partie de la population à Madagascar. Les plus gros exploitants qui disposent de stocks importants en surplus de leur propre consommation peuvent se permettre de vendre leur production durant cette période pour en obtenir un prix très avantageux. L'alimentation est le premier poste de dépense des ménages dans la zone d'étude.

Tableau 54 - Catégorisation des dépenses moyenne annuelles d'un ménage

Poste de dépense	Montant (MGA)	%
Alimentation	1 042 722	38
Transport	244 705	10
Logement	242 118	9
Intrants agricoles (semence, engrais et pesticide)	340 000	12
Santé	134 816	5
Devoirs sociaux	106 198	4
Eau potable	92 975	3
Education	276 883	10
Habillement	87 609	3
Autres	160 000	6
Total	**2 728 026**	**100**

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

L'alimentation et les intrants agricoles constituent les postes de dépenses les plus importants pour les ménages enquêtés dans la zone d'influence du projet. Tout au long de l'année, 12% des dépenses d'un ménage est destiné à l'achat des intrants agricoles tels que engrais chimique ou herbicide.

Les Pesticides utilisés sont à 99% des Politrine, distribués par Solevo Madagascar et par AGRIVET, suivant une chaîne de distribution habituelle (Importateur, Grossiste, Détaillant et kiosque de vente et point de vente local). Leur utilisation est essentiellement en riziculture et en culture maraîchère. Il n'y a pas d'accompagnement ni d'information sur les risques liés à leur emploi.

4.2.14 Vulnérabilités

Le contexte de pauvreté et d'isolement de la zone du Projet nécessite une attention particulière aux personnes et groupes vulnérables afin qu'elles ne subissent pas les impacts d'une manière plus aiguë et afin qu'elles puissent avoir accès à des avantages ou attentions particulières correspondant à leur condition.

La SFI et la BAfD définissent ainsi la vulnérabilité : une personne ou un groupe peut être défavorisé ou vulnérable pour des motifs fondés notamment sur la race, la couleur, le sexe, la langue, la religion, les opinions politiques ou toutes autres opinions, l'origine nationale ou sociale, la fortune, la naissance ou toute autre situation. Il doit être également considéré les facteurs tels que le sexe, l'âge, l'appartenance à un groupe ethnique, la culture, l'alphabétisme, l'état de santé, les incapacités physiques ou mentales, la pauvreté ou les désavantages économiques, ainsi que les dépendances exclusives aux ressources naturelles

Cette définition au sens large par rapport à la zone du projet implique de classer comme vulnérables les personnes suivantes :

- Les personnes souffrantes de maladie chronique et mentale et les handicapés, estimées à moins de 5% dans la zone d'étude.
- Les personnes âgées (>65 ans) représentant seulement 3 % de la population d'après le résultat des enquêtes ménage par échantillonnage dans la zone d'influence du projet.
- Les femmes chefs de ménage, les veuves, les divorcées dont la vulnérabilité est liée à l'absence ou à la faiblesse des appuis dont elles bénéficient ; elles sont estimées à 11% de la population.
- Les familles (ménages) dont le chef est sans ou quasiment sans ressources et vivent à cet effet dans une extrême pauvreté. 38% ont déclaré un revenu annuel de moins de 1 000 000 MGA
- Alphabétisation : 9% de la population active est non scolarisée

4.2.15 Principales activités liées à l'eau

4.2.15.1 Utilisation de l'eau de surface

Les utilisations de l'eau de surface sont similaires en amont et en aval de la zone où sera construit le barrage. Le tableau suivant donne des informations en termes de fréquence d'utilisation de l'Onive

Tableau 55 - Type et niveau d'utilisation de l'Onive

Utilisation	Zone amont	Zone aval
Utilisation domestique (lavage, douche, etc.)	++	++++
Consommation	-	-
Pèche	+	++
Aquaculture	-	+
Irrigation par canaux	-	+++
Arrosage de production agricole	++	++
Exploitation aurifère	++	+++
Abreuvement du bétail	-	+

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

La rivière est un lieu social et convivial important. Lieu de baignades pour certains, lieu d'activités quotidiennes pour les femmes (vaisselle ou lessive), lieu de travail pour les exploitants d'or ou les pêcheurs.

Le pic de fréquentation des points d'eau se situe à la mi-journée ; les enfants s'y précipitent dès la sortie de l'école, les agriculteurs font une pause car il fait trop chaud pour travailler dans les champs. Les femmes y viennent prendre de l'eau pour le repas.

Les principales activités économiques liées directement à la rivière de l'Onive sont l'orpaillage qui est la plus répandue et la pêche. L'agriculture et notamment la culture irriguée dépendent des affluents. Dans le contexte d'une agriculture non irriguée, les cultures maraîchères nécessitent un arrosage régulier, en dehors de la saison des pluies.

Pour l'activité pastorale, les bouviers surveillent et conduisent leurs zébus ou leurs troupeaux vers les points d'eau aux fins d'abreuvage.

Photo 32 - Activités quotidiennes sur l'Onive

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

4.2.15.2 Utilisation des eaux souterraines

Les eaux souterraines sont utilisées au niveau des puits et des sources d'eaux de montagne. Les puits présents dans les villages sont utilisés pour l'eau potable et à l'usage quotidien. Un puits appartient généralement à un ménage mais est utilisé par plusieurs familles.

Le puits peut être sous deux formes : (i) Un puits naturel, localisé dans les vallons, dont les populations se servent pour chercher de l'eau pour usage quotidien et pour boire, et aussi pour arroser les champs de cultures, ou (ii) un puits creusé, localisé généralement au niveau des villages, construits par les villageois en cherchant l'eau souterraine par forage manuel.

Photo 33 - Un puits naturel à côté des champs de culture

4.2.16 Contexte social du site du barrage

Le site projeté du barrage n'est pas habité, mais quelques maisons se trouvent en rive gauche en contre-haut et à l'amont de l'axe du barrage. Durant la période de préparation du Projet, un campement temporaire a été installé près de l'axe projeté du barrage pour permettre le travail des spécialistes engagés par le Projet dans le cadre des études préliminaires (géologie, hydrologie, environnement, social, etc…).

L'installation du campement temporaire (dont la présence a été limitée à la saison sèche 2018) a attiré une part de la population locale à la recherche d'emploi potentiel au niveau du projet ou pour installer un commerce à proximité, et une nouvelle structure sociale temporaire est rapidement apparue. Elle est décrite ici car elle illustre à petite échelle les phénomènes sociaux qui se produiront autour du chantier du Projet Sahofika lors de la phase de construction.

4.2.16.1 Création d'un marché à proximité du Campement

Un marché temporaire est rapidement apparu aux alentours du campement temporaire du Projet. Une vingtaine de stand d'épiceries et de gargotes ont été créés en l'espace d'un (1) mois. Ces lieux étaient généralement tenus par des femmes venant des hameaux à proximité (Antenina et Faravohitra).

Photo 34 - Marché temporaire à proximité du Campement temporaire

4.2.16.2 Concentration des chercheurs d'emploi au niveau du barrage

Des personnes en recherches d'emplois liés aux opportunités des travaux de construction ont été observées au niveau du marché à proximité du campement temporaire. Il s'agissait généralement d'hommes venant des villages à proximité (Faravohitra, Sahofika, Antenina, Ankazomena, …) ou parfois venant de loin (Ambalaomby, Belanitra, Ambohitompoina, …). Ils attendaient les opportunités en vaquant au niveau du marché.

Photo 35 - Chercheurs d'emploi au niveau du marché à proximité du Campement

4.2.16.3 Création d'emploi temporaire

La présence du campement temporaire a généré un nombre limité (du fait de sa petite taille) d'emplois directs et indirects tels que :

- Services pour les personnels et intervenants du projet installés ou de passage au campement temporaire: cuisine, ménage, lessive… Cette activité a été réalisée essentiellement par des femmes venant des hameaux voisins (Antenina et Faravohitra)
- Le commerce : installation du marché peut avoir des impacts négatifs (risques liés à l'alcool, la violence, la prostitution) mais elle génère de l'emploi et une source de revenue du moins temporaire.

- Les travaux temporaires au niveau du campement : ceci concerne généralement les transports (portage) d'objets/matériels, demandés par les intervenants et les personnels du projet

Photo 36 - Groupe de femme faisant la lessive à proximité du campement temporaire

4.2.17 Patrimoine culturel et cultuel

4.2.17.1 Pratiques locales

Généralement, la famille dans la zone d'étude est de type nucléaire, c'est-à-dire, un ménage est composé d'un père, d'une épouse et de leurs enfants. C'est une société traditionnelle, où presque 90% de la population suit et pratique les us et coutumes locaux spécifiques à chaque région. La zone d'influence du Projet est un milieu rural, avec des populations majoritairement des ethnies "Merina" et "Betsimisaraka" qui pratiquent les activités et us rencontrés en milieu rural des zones de hautes terres et du Betsimisaraka.

Les réunions communautaires ou villageoises sont courantes dans chaque fokontany et sont appelées "Fivoriam-pokolona" ou "Fivoriam-pokontany". Durant ces réunions tous les hommes et les femmes de plus de 18 ans doivent participer, et les décisions sont prises à la majorité par des mains levées.

Plusieurs formes de pratiques sociales ont été notées dans la zone d'influence du projet, parmi lesquelles :

- Le "Dina" qui est une convention collective des membres d'une communauté ayant pour finalité de vivre en harmonie. La Dina consiste à mettre en place au niveau d'un village un règlement. Quiconque enfreint ce règlement doit payer une somme déjà prédéfinie en fonction du délit. Néanmoins, cette forme de droit coutumier commence à disparaître actuellement dans la zone à cause des problèmes d'interférence avec les droits légaux et les consensus collectif locaux ;
- La circoncision ;
- Les mariages traditionnels ;
- Les fêtes villageoises ;
- Le deuxième enterrement, "Manala-Voady" (l'offrande de repas lorsqu'une promesse annoncée auparavant est tenue) ;

- Le « Fady » ou les tabous sont des pratiques coutumières courantes observées dans les régions de Vainankaratra et d'Alaotra Mangoro ;
- Le retournement des morts ou "Famadiana" (Exhumation) ;
- Les différentes croyances et pratique traditionnelles comme le "Vatolahy" : Le Vatolahy est une stèle ou pierre sacrée à laquelle les personnes sont attachées par leur croyance. Cette pratique est observée notamment dans la région Alaotra Mangoro. En fonction de la localisation, de la forme et de l'inclinaison, ces pierres érigées transmettent des messages ou revêtent des significations ;
- La couleur bleue : un attachement particulier sur cette couleur a été observé dans la zone. Une grande majorité des maisons d'habitation dans la partie de Fisoronana jusqu'à Ambatomiady comporte la couleur bleue.

Photo 37 - Habitation au niveau du village de Fisoronana

4.2.17.2 Les fady ou tabou

Pour la partie Betsimisaraka, l'aspect le plus notoire concerne les "jours fady" et autres tabous qui peuvent entraver les actions de développement. Par exemple, trois (3) jours de la semaine sont interdits pour travailler la terre, soient le mardi, le jeudi et le dimanche.

Du côté de l'ethnie "Merina", à Antsahondra, il est interdit de se laver la tête sur l'eau d'irrigation dans les rizières. Il s'agit d'un cas particulier mais respecté par les locaux.

A Belanitra, il a été noté qu'il est interdit de ramasser ou de travailler les pierres en période d'éclosion des grains de riz ou "Tera-bary". Il est aussi interdit de faire le "Famamo" ou pêcher les poissons par l'envoi des produits toxiques ou l'utilisation de filet ou "harato". Il est interdit également d'éclairer la rivière sur le pont de Belanitra

Tous les lieux sacrés ont leur "Fady" respecté par la population locale (pratiquant ou non).

Le Tableau 56 présente les fady qui sont pertinents dans le cadre du Projet et devront être respectés par tous.

Tableau 56 - les fady ou « interdits » dans la zone du projet

Axe	Fady (ou « Interdit »)	Remarque
Axe Antanifotsy - Antananarivo	Les porcs sont interdits pour tous les sites sacrés	Important à respecter
	Il est interdit d'apporter de l'ail et de la ciboulette dans les carrières de granite d'Ambohimasimbola (CR Soalandy).	Important à respecter
	Il est interdit d'apporter de l'ail et de la chèvre dans le fokontany d'Antalaho (Androhibe).	Important à respecter
	Profaner les lieux sacrés (doany, vatolampy, arbre sacré)	Important à respecter
	Taillage de pierre en saison de pluie	
Axe Faravohitra - Antanifotsy	Port de Couleur rouge sur la rivière de l'Onive	
	Profaner les lieux sacrés (doany, vatolampy, arbre sacré), valable pour le Merina et le Betsimisaraka (par exemple ne pas uriner aux alentours)	Important à respecter
	Insulter les lieux sacrés, les ancêtres et les « Mpita-hazomanga » (*Raiamandreny* et *Tangalamena*)	Important à respecter
	Apport des oignons blancs et des viandes de porc à côté des sites sacrés Betsimisaraka (Doany, Tsangambato, Tombeau)	Important à respecter
	Travailler la terre le mardi dans la partie Betsimisaraka (Sahofika)	Ceci s'applique normalement au travaux agricoles mais une discussion avec les « notables » du villages suggérée avant commencement des travaux
	Extraction, ramassage et travail des pierres en période d'éclore des grains de riz ou « Tera-bary » (partie Merina)	
	Sortir et se balader dans le village au-delà de 19h00 (Befotaka jusqu'à Sahofika)	Important à respecter
	Eclairer les rivières sur le pont de Belanitra	Important à respecter
	Se laver la tête sur l'eau d'irrigation de la rizière (Ambohitompoina, Antsahondra)	
	Utilisation des filets et des **produits toxiques** dans la capture des **poissons (Merina et Betsimisaraka)**	
	Pointer son doigt sur quelque chose (montagne, tombeau) ou quelqu'un, on doit le recourber avant de le pointer.	
	Placer un enfant (garçon) non circoncis sur les épaules.	
	Piétiner le « *fandambanana* » ou « natte artisanale » réservé à l'emplacement des assiettes lors des repas (il faut la prendre soin surtout dans la partie Betsimisaraka)	Important à respecter si on est invité chez un foyer
	Refuser les invitations au repas lors qu'un foyer le demande	Ceci est un symbole de courtoisie et devrait être respecté autant que possible pour maintenir les bonnes relation avec la population locale
	• Les insultes en public • Draguer les femmes mariées • Les « Jeux » impliquant de l'argent	Ceci est une demande formulée par la population de la zone du barrage et du réservoir

4.2.17.3 Les patrimoines matériels

À l'issue de l'inventaire des patrimoines dans la zone d'influence du projet, il a été observé plus d'une vingtaine de sites cultuels répartis sur différentes zones, et d'importance variable. Parmi les différents sites inventoriés : des "Doany" (lieux de culte traditionnels),

les tombeaux, les lieux de mémoire, sites archéologiques, les patrimoines naturels (zones protégées).

Le tableau ci-dessous résume la valeur patrimoniale et cultuelle de chaque site.

Tableau 57 - Inventaire des patrimoines matérielles dans la zone d'influence

Nom		Localisation	Valeur selon les habitants	Classification
1	Ambodifanto	Antenina	Important	Doany
2	Ankorohoro	Antenina	Important	Doany
3	Vatomasina 01	Antenina Ambony	Moyen	Doany
4	Vatomasina 02	Antenina Ambony	Moyen	Doany
5	Vatomasina 03	Antenina Ambony	Moyen	Doany
6	Ambatofolaka	Faravohitra	Moyen	Doany
7	Faditra / Jiro	Faravohitra	Moyen	Doany
8	Tsangambato	Faravohitra	Important	Lieux de mémoire
9	Tsangambato	Faravohitra	Important	Lieux de mémoire
10	Tombe (à flanc de montage)	Faravohitra	Important	Tombeau
11	Tombe (Vallée)	Faravohitra	Important	Tombeau
12	Tsangambato 01	Faravohitra	Important	Lieux de mémoire
13	Tsangambato 02	Sahofika	Important	Lieux de mémoire
14	Tombe	Sahofika Tsena	Important	Tombeau
15	Ambatotsipihina	Ambatotsipihina	Faible	Doany
16	Ambatotsipihina (Fasana)	Ambatotsipihina	Important	Tombeau
17	Andohasaha	Ambohitompoina	Moyen	Doany
18	Trano Tany / Hazo Mandeha rà	Ambohitompoina	Important	Doany
19	Amboidahy	Befotaka	Faible	Doany
20	Ankoromaka	Befotaka	Faible	Doany
21	Tampon'i Fisoronana	Fisoronana	Important	Doany
22	Vohitrarivo	Vohitrarivo	Important	Site archéologique.
23	Anosimasina	Tsinjoarivo	Important	Site archéologique.
24	Mahalavaolona	Tsinjoarivo	Important	Doany
25	Ampasambazimba	Ankazoambo	Moyen	Doany
26	Vato masina	Analavory	Moyen	Doany
27	Ambatomitsangana	Ambatomitsangana	Important	Doany
28	Aire protégée de Marolambo	Belanitra et Ambohitompoina	Moyen	Patrimoines naturels

Source : Enquête Socioéconomique, Octobre 2018

Les Doany représentent la majorité des sites localisés et inventoriés durant la mission. Les doany sont les sanctuaires des cultes traditionnels à Madagascar. Ces lieux sont très présents en milieu rural, à l'instar de la zone du projet. Il est important de préciser que les Doany ici sont dans leur forme la plus simple : une pierre, une souche d'arbre ou un tumulus.

Des poteaux au crâne de zébu, les « Fisokina », qui sont des monuments pour les ancêtres. Les communautés Betsimisaraka ont de nombreux endroits sacrés où les ancêtres sont honorés.

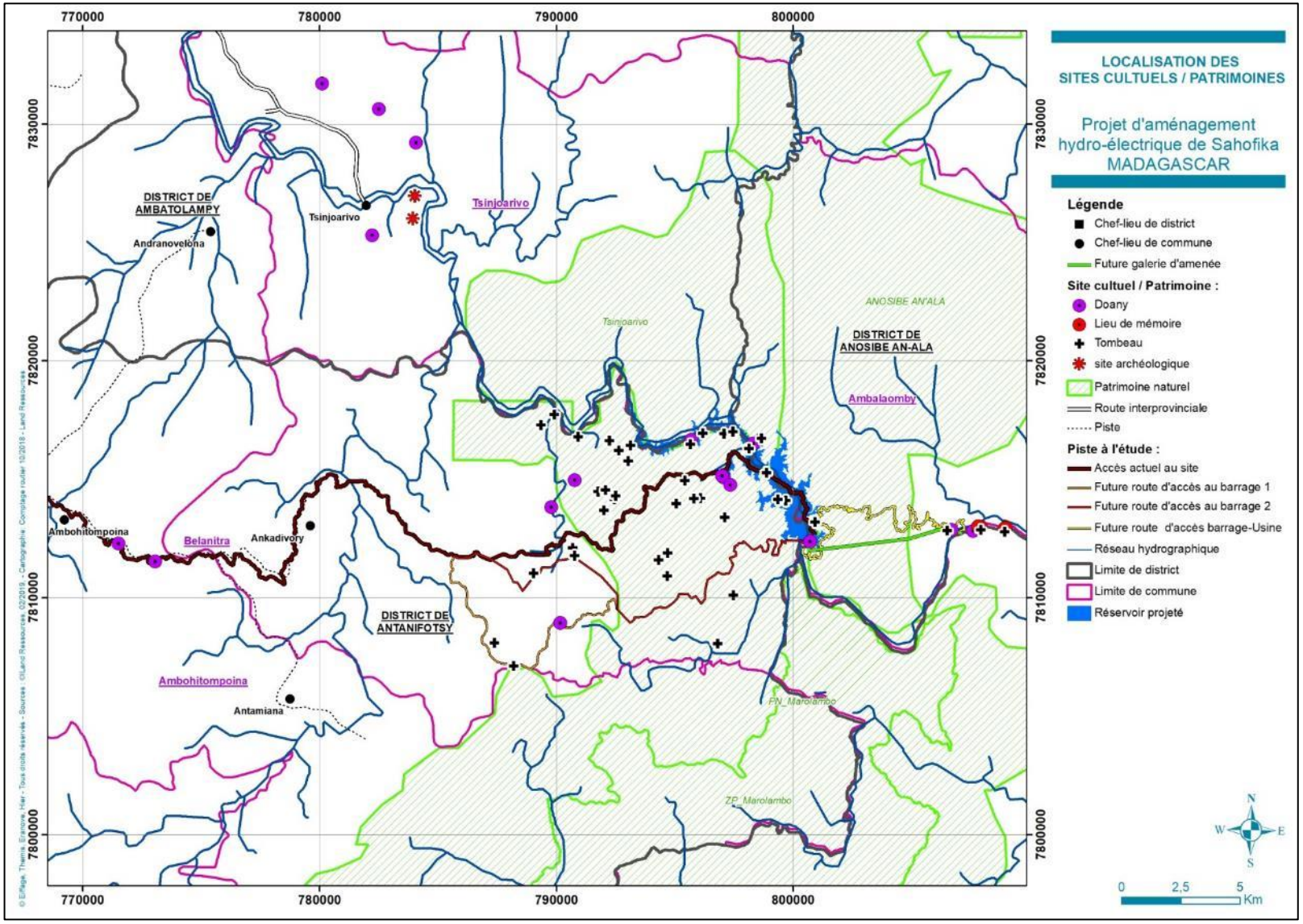
Photo 38 - Une stèle cultuelle au milieu du village de Faravohitra et le Doany de Fisoronana

D'après les enquêtes, il a été noté que sur vingt-sept (27) sites répertoriés, seize (16) sont importants aux yeux des personnes questionnées soit 60 %. Dans la répartition géographique, sept (7) sites "importants" sont entre Faravohitra et Sahofika et trois (3) dans les environs d'Antenina.

Il ressort aussi de ce tableau que les Doany localisés dans les environs d'Antenina Ambony sont tous classés dans la valeur « moyen », car ils ne sont vénérés que par une petite communauté, mais susceptibles d'être engloutis par les eaux.

Dans le contexte du projet, le Doany du fokontany de Befotaka, sont classés "faible", car ils sont éloignés des impacts directs du projet et parce qu'ils ont perdu presque tout intérêt aux yeux de la population locale.

Figure 36 - Carte de localisation des sites cultuels / Patrimoines



4.2.17.4 Le "Avan-Drazana" chez les Betsimisaraka

Le "Avan-Drazana" est un moment de rassemblement de toutes les familles où les familles lointaines sont conviées pour procéder à l'assainissement et au nettoyage des tombeaux familiaux. Généralement, l'événement se déroule une fois tous les ans au 1er du mois de novembre et pendant une semaine, mais ceci n'est pas obligatoire, la famille peut l'organiser à n'importe quelle date de son choix.

La fête se passe dans le village et concerne tout le monde, mais ceux qui vont au tombeau pour le travail de nettoyage ont aussi droit à un jerricane d'alcool (20 à 50 litres pour une dizaines d'homme). Il faut noter que seuls les hommes peuvent aller au tombeau pour le nettoyage. Les femmes attendent dans le village où se déroule la fête.

Photo 39 - "Avan-drazana"

Rassemblement des invités à une fête de "Avan-drazana"	Un tombeau Betsimisaraka ou "Trañomanara" à Sahofika

Au tombeau, avant de commencer le travail de nettoyage, le chef traditionnel ou Tangalamena prend la parole et demande la permission aux ancêtres pour effectuer les ménages. C'est seulement après une démarche rituelle de sa part que les travaux peuvent démarrer.

4.2.17.5 Le "famadihana" (exhumation)

Cette pratique est répandue dans l'ensemble de la zone d'étude notamment du côté de la région de Vakinankaratra. Elle consiste à retourner les morts et remplacer leurs tissus d'emballage. C'est une vision particulière accordée aux morts. D'après les notables le "Famadihana" signifie ceci : dans un premier temps, quand une personne est morte, on l'appelle un défunt. Puis un moment venu où toute la famille décide de reprendre le corps pour l'élever au grade de Razana ou ancêtre ; c'est ce qu'on appelle "Famadihana" ou retournement de mort, c'est-à-dire faire retourner le mort pour qu'il devienne Razana ou ancêtre.

Cet événement est significatif de fêtes et de joies, vu comme une retrouvaille avec ceux que l'on a perdu. Avant de replacer la dépouille du défunt dans le tombeau et de prononcer un discours à sa mémoire, elle sera promenée sept fois autour de celui-ci.

Ce rituel exige une grande préparation et surtout une somme d'argent importante car le principe est d'inviter toute la population du village en plus de la famille élargie. Les dépenses sont prises en charge par la famille des morts.

Photo 40 - Une cérémonie de Famadihana (exhumation) dans la région de Vakinankaratra

4.2.17.6 La circoncision

Pour les habitants dans la zone d'étude, un adulte non circoncis n'est pas considéré comme un vrai homme. Le but de l'intervention est donc de faire du garçon un homme, et de nettoyer l'impureté supposée acquise dès la naissance. Cette pratique fait référence également à la religion pour certaines croyances comme les chrétiens qui sont nombreux dans la zone d'étude. Elle se déroule principalement durant l'hiver austral (de mai à juillet).

Photo 41 - Un enfant au moment de la circoncision avec l'habit traditionnel malgache : le Malabary

Source : Vozama, 2018

4.2.17.7 Le mariage

Le mariage Malgache traditionnel est très codifié et les mariés doivent respecter chaque étape pour que l'union soit déclarée légitime par la communauté. Dans la zone d'étude, cette forme traditionnelle est encore maintenue pour quelques familles, notamment pour les familles du côté « Merina » ayant les moyens de maintenir la tradition (classe moyenne et riche).

Ceux qui ont des difficultés économiques délaissent cette forme de mariage et s'unissent d'une façon plus simple pour réduire les dépenses, mais généralement toujours d'une manière officielle (mariage légal).

Première étape : le "Fiantranoana"

Cette phase du mariage Malgache n'est plus vraiment pratiquée aujourd'hui, surtout en milieu urbain. Durant le "fiantranoana", la famille du prétendant se rend au domicile de la future mariée afin de demander à la famille de celle-ci la permission de venir lui demander

sa main, un autre jour. En ville, elle est remplacée par la venue du futur marié au domicile de la fille pour prévenir les parents du fait que sa famille et lui vont venir "se présenter".

Deuxième étape : le "Fisehoana" (présentations)

Le prétendant et sa famille viennent se présenter devant la famille de la future mariée. Le prétendant fait part de son amour pour la jeune fille et de son intention de la prendre comme épouse. Pour les Malgaches, il est très important d'obtenir la bénédiction des parents pour pouvoir se marier, sous peine de voir le mariage annulé.

Troisième étape : le "vodiondry"

C'est l'étape la plus importante du mariage traditionnel. Il s'agit d'une phase de "négociation" (souvent symbolique) entre les familles des mariés.

De façon littérale, le mot vodiondry signifie "croupe de mouton". Il s'agit de la partie la plus tendre et appréciée du mouton, elle est d'ailleurs réservée aux aînés lors des cérémonies officielles. Cette étape est équivalente au "Fiançailles".

Photo 42 - Un mariage traditionnel à Belanitra

Dernières étapes : le mariage civil et le mariage religieux

Ce sont les dernières étapes du mariage Malgache. Autrefois, ces deux étapes n'existaient pas. C'est la colonisation occidentale qui a apporté ces pratiques dans la culture du pays. Ces deux dernières étapes deviennent pourtant de plus en plus importantes pour les jeunes générations.

4.2.18 Analyse du trafic routier dans la zone d'étude

Quatre (4) sites de comptage ont été installés sur la piste d'accès entre Antanifotsy et Faravohitra :

- Site 1 : à la sortie d'Antanifotsy (côté Belanitra) - Mesure sur une semaine 24/7
- Site 2 : à l'entrée de Belanitra - Mesure sur une semaine 24/7

- Site 3 : à la sortie de Belanitra, sur le pont de l'Onive - Mesure sur une semaine 24/7
- Site 4 : A l'entrée du village de Faravohitra - Mesure sur une semaine de 6h à 19h

Ces sites sont localisés sur la Figure 37. Les comptages ont été effectués sur une semaine, nui et jour, sur une base horaire et en comptant les trafics piéton, vélo charrette, motocycle, voiture, transport de passagers.

4.2.18.1 Comptage routier a la sortie d'Antanifotsy (site 1)

Trafic allant d'Antanifotsy vers Belanitra (site 1)

Ce sont les moyens intermédiaires de transport qui représentent la majeure partie du trafic dénombré. Au total, ils sont au nombre de 5 535, soit 64,2% du trafic. Dans cette catégorie, les vélos et pousse-pousse sont au nombre de 3889 soit 45,1 % du total, les motos sont au nombre de 1316 soit 15,3% du total, et les charrette et varamba sont au nombre de 330 soit 3,8% du total dénombré dans ce sens.

Les piétons sont au nombre de 2952, ils représentent 34,2% du trafic.

Les voitures de transport de marchandise sont au nombre de 88 soit 1,02% du trafic. Dans cette catégorie, les camions sont au nombre de 84 soit 0,97% du trafic, et les autres voitures (camionnette,4x4, fourgonnette) sont au nombre de 4 c'est-à-dire elles ne représentent que 0,04% du trafic dans ce sens.

Les voitures de transport de personnel (voiture légère, Camionnette et 4x4, minibus, car et camion) sont au nombre de 34 soit 0,39% du trafic dénombré seulement. Aucun tracteur et engin n'a été compté durant les 7 jours de comptage.

Voir la Figure 38.

Figure 37 - Carte de localisation des sites de comptage routier

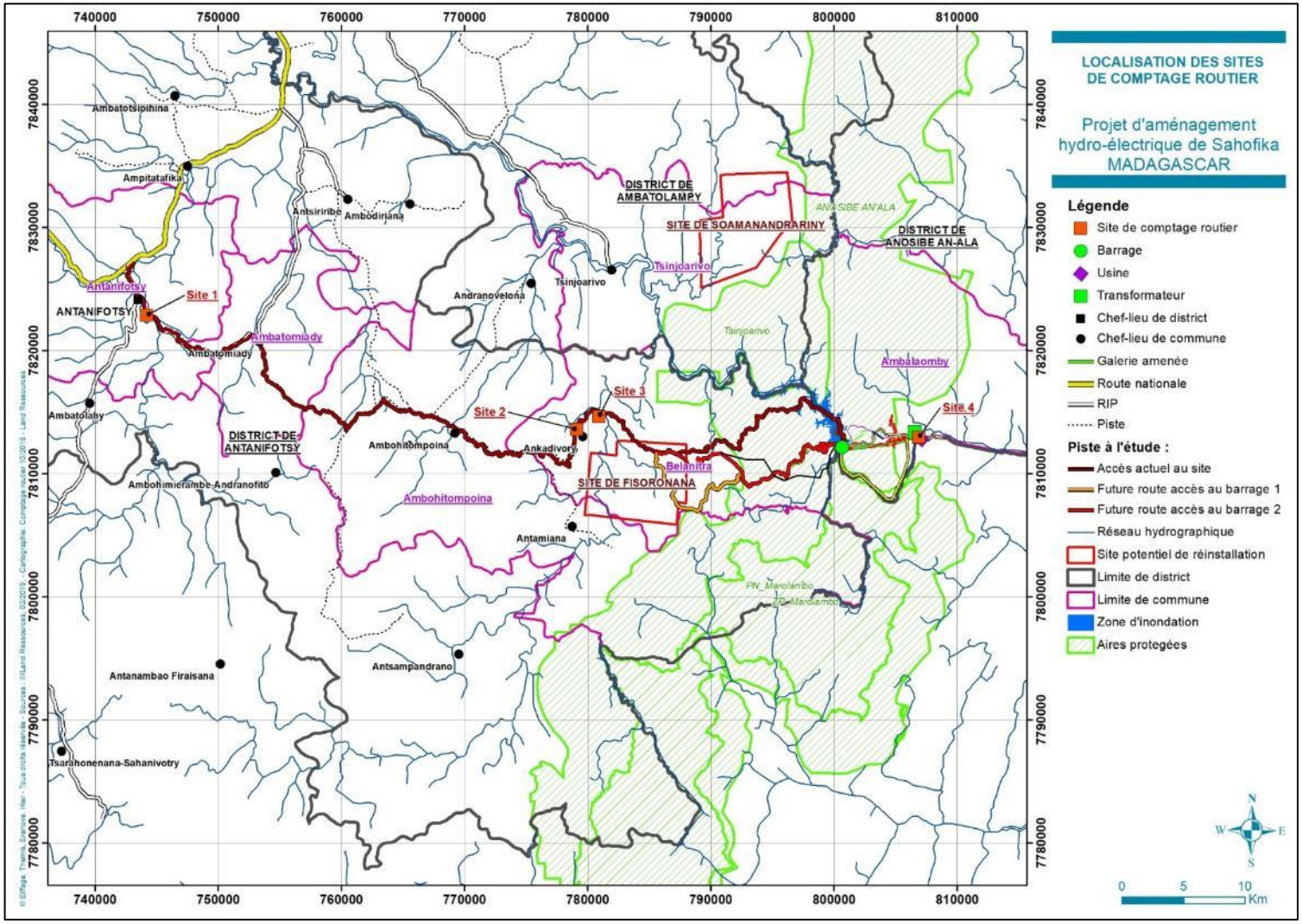
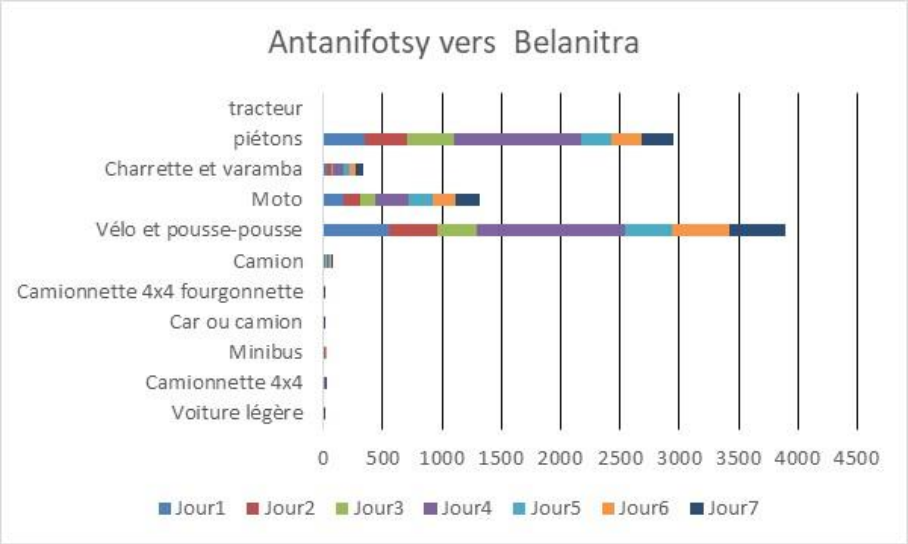
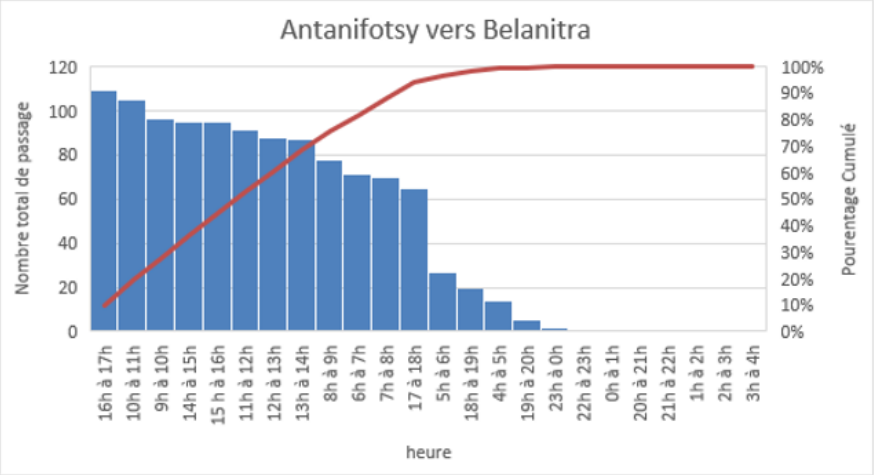


Figure 38 - Trafic à Antanifotsy, de Antanifotsy vers Belanitra





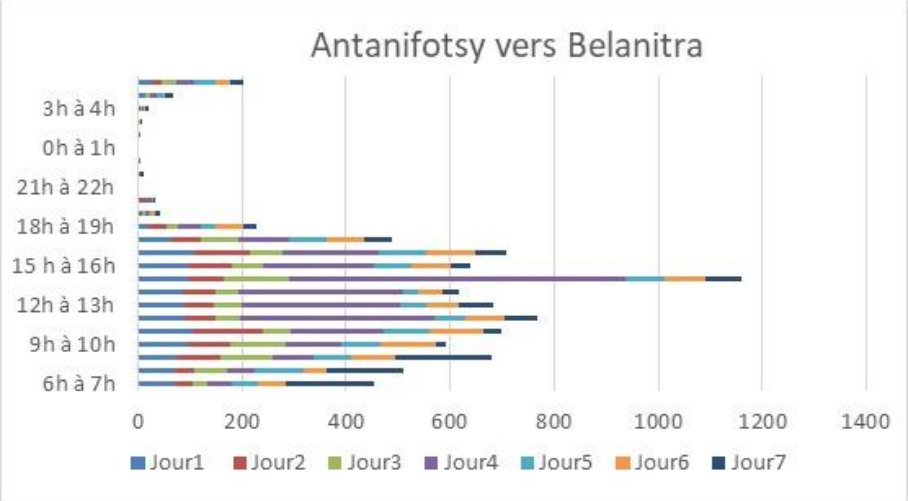
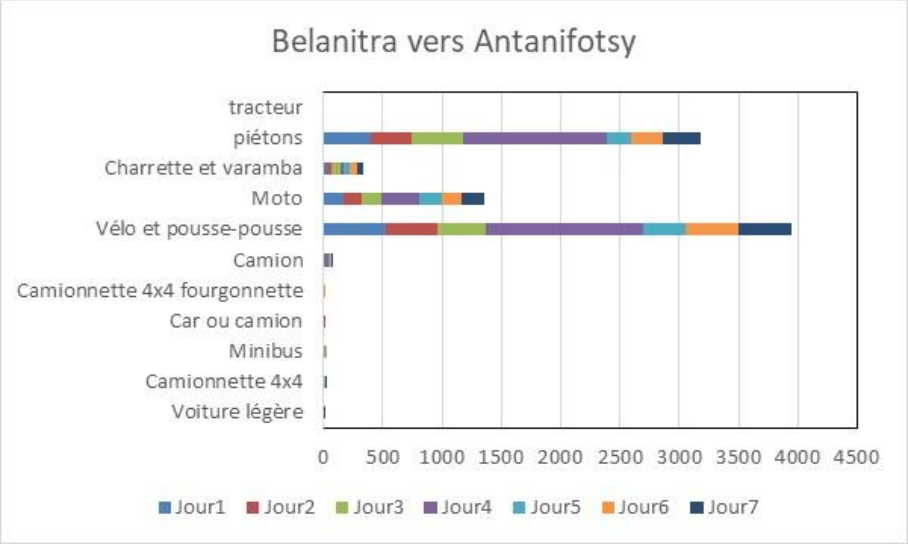
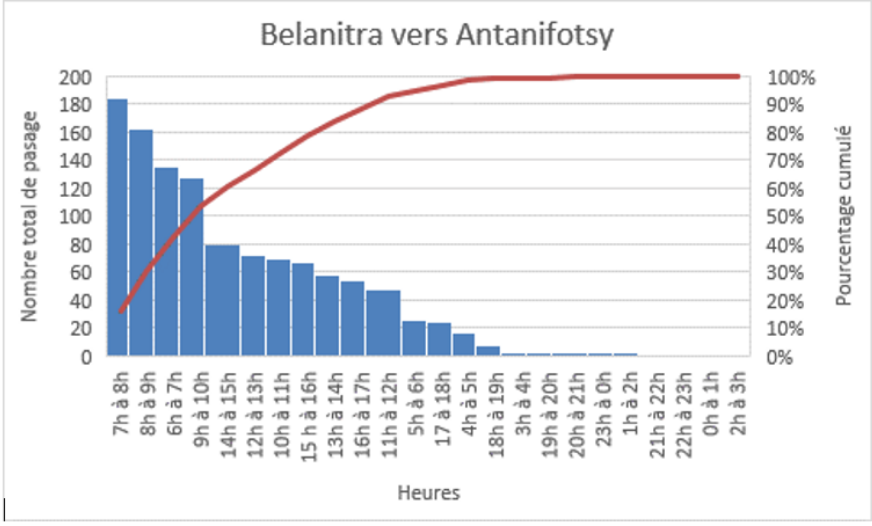
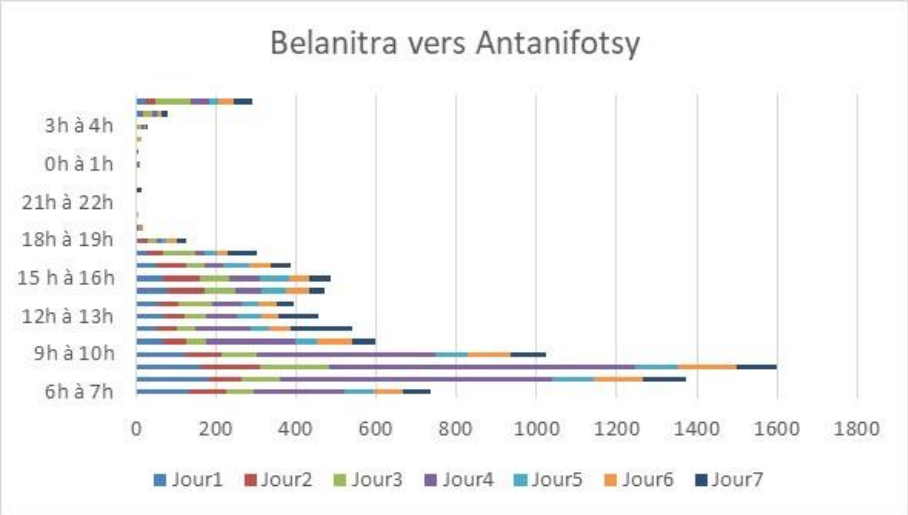


Figure 39 - Trafic à Antanifotsy, de Belanitra vers Antanifotsy







Trafic allant de Belanitra à Antanifotsy (site 1)

Dans ce sens, les moyens intermédiaires de transport sont au nombre de 5639, ils représentent le 63,0% du total de trafic dénombré. Les vélos et pousses-pousses sont au nombre de 3944 soit 44,0 % du total dénombré dans ce sens, les motocycles sont au nombre de 1356 soit 15,2 % du total, et les charrettes et varamba sont au nombre de 339 soit 3,8 % du total.

Les piétons sont au nombre de 3181, cette catégorie représente le 35,5% du total de trafic dans ce sens ;

Les voitures de transport de marchandise sont au nombre de 88, représentant 0,98 % du trafic dans ce sens. Dans cette catégorie les camions sont au nombre de 83 soit 0,92 % du trafic, et les autres voitures (camionnette, 4x4, et fourgonnette) sont au nombre de 3, représentant le 0,05% du total.

Les voitures de transport personnel (voiture légère, camionnette et 4x4, minibus, car et camion) sont au nombre de 45 soit 0,50% du trafic dans ce sens.

Voir la Figure 39.

4.2.18.2 Comptage routier à l'entrée de Belanitra (site 2)

Trafic allant d'Antanifotsy vers Belanitra (Site 2)

L'observation effectuée au niveau de ce poste de comptage indique que ce sont les piétons qui représentent la plus grande partie du trafic. Ils sont au nombre de 1 092 dans le sens d'Antanifotsy vers Belanitra, soit 65,0% du total de trafic dans ce sens.

Les moyens intermédiaires de transport sont au nombre de 583, ils représentent 34,7% du total de trafic ; les vélos et pousse-pousse se totalisent à 326, soit 19,4% du trafic ; les motos sont au nombre de 147, soit 8,7 % du trafic, et les charrettes sont au nombre de 110, soit 6,5% du trafic.

Les voitures de transport de marchandise dénombrées sont au nombre de 5 soit 0,3% du trafic seulement. Les « camions » sont au nombre de 2, soit 0,1% du trafic, et les camionnettes, 4x4, fourgonnettes sont au nombre de 3, soit 0,2% du trafic.

Durant, les 7 jours de comptage, seule une (1) voiture de transport personnel a pu être observé. Aucune voitures légères, minibus, cars, camions, ou engin n'ont été observés.

Trafic allant de Belanitra vers Antanifotsy (Site 2)

Le nombre de trafic total observé dans ce sens, pendant les 7 jours de comptage, est de 1 467. Ce sont les piétons qui représentent la grande partie de ce trafic (962 soit 65,6% du total).

Les moyens intermédiaires de transport sont au nombre de 500 (soit 34,0% du total) ; dans cette catégorie on compte 291 vélos et pousse-pousse (19,8% du trafic), 123 motos (8,4% du trafic), et 86 charrettes et varamba (5,8% du trafic).

Les voitures de transport de marchandise sont au nombre de 4 c'est à dire 0,3% du trafic. Dans cette catégorie les camions sont au nombre de 2 (soit 0,1% du trafic), et la catégorie camionnette,4x4, et Fourgonnette compte aussi 2 passages.

4.2.18.3 Comptage routier au pont de Belanitra sur l'Onive (site 3)

Trafic allant d'Antenina vers Belanitra

On compte 3221 passages dans le sens d'Antenina vers Belanitra durant les 7 jours de comptage. Ce sont les piétons qui représentent la plus grande partie de ce trafic, ils sont au nombre de 2707, soit 84,0% du trafic dans ce sens. Les moyens intermédiaires de transport sont au nombre de 513, soit 15,9% du total. Dans cette catégorie, les vélos et pousse-pousse sont majoritaires (355, soit 11,0% du trafic total), les motos sont au nombre de 86 (2,7% du trafic), et les charrettes et varamba sont au nombre de 72 (2,2% du trafic.

Dans les autres catégories, seule une voiture de transport de marchandise dans la catégorie "Camionnette,4x4, et fourgonnette" durant les 7 jours a pris le risque de traverser le pont.

Trafic allant de Belanitra vers Antenina :

Dans ce sens, seuls des piétons et des moyens intermédiaires de transport ont été observés pour un total de 3401 passages. Les piétons, au nombre de 2794, représentent 82,1% du trafic dans ce sens. Les vélos et pousse-pousse sont au nombre de 440, soit 12,9% du total dans ce sens, les motos sont au nombre de 96, soit 2,8% du total de trafic dans ce sens, et les charrettes et varamba sont au nombre de 71, soit 2,1% du trafic dans ce sens.

Figure 40 - Récapitulatif du trafic au pont de Belanitra, de Belanitra vers Antanifotsy

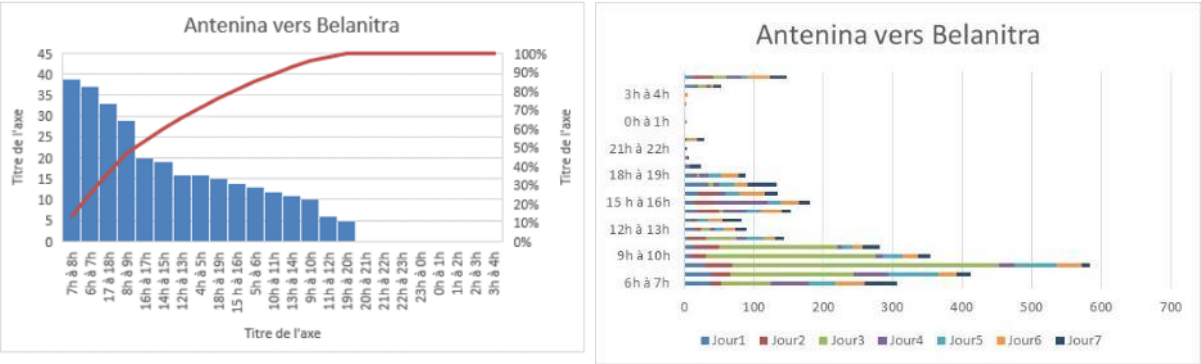
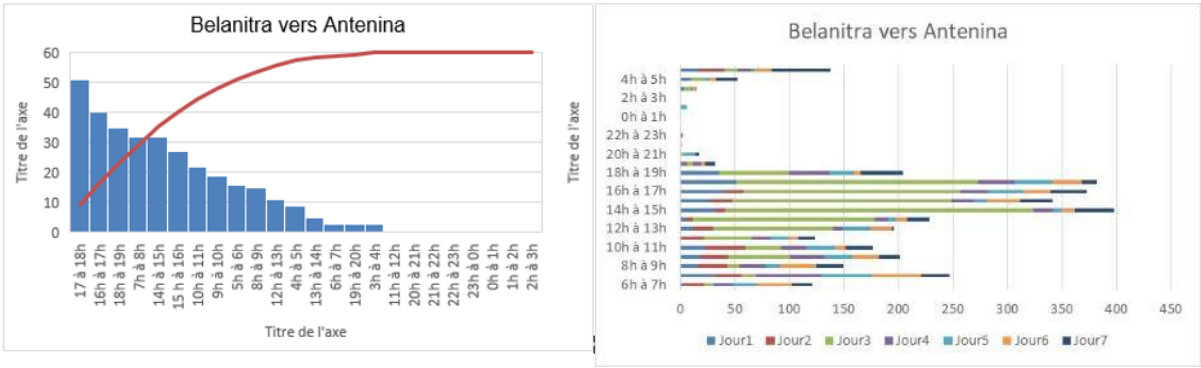


Figure 41 - Récapitulatif des trafics allant de Belanitra à Antanifotsy



4.2.18.1 Périodes de trafic accru sur les sites 1, 2 et 3

Le lundi, jour de marché de Belanitra est le jour ou le trafic est le plus élevé. On dénombre 2610 passagers pour les deux sens confondus sur les 6622 passagers dénombrés pendant les 7 jours de comptage, soit 39,41 % du total.

Pour le sens « d'Antenina vers Belanitra » le trafic est accru entre 7 et 9 heure, le total des passagers pendant ce temps est 996 sur les 3221 passagers dénombre dans ce sens, pendant une semaine, soit 30,92% de ce total.

Pour le sens « de Belanitra vers Antenina » par contre, le trafic est très accru entre 14 et 18 heure. On compte1494 passagers durant ce temps contre 3401, total de passagers dénombrés dans ce sens, pendant une semaine, soit 43,92% de ce total.

4.2.18.2 Comptage au niveau du chemin entre Antenina et Faravohitra (Site 4)

Ce comptage a été effectué sur une semaine de 6h à 19h.

Trafic de Faravohitra vers Antenina

Le total de trafic observé dans ce sens est au nombre de 1341. Les transporteurs de rhum sont au nombre de 167, soit 12,4% du total ; les autres transporteurs sont au nombre de 58, soit 4,3% du total, et les autres voyageurs sont au nombre de 1116, soit 83,2% du total. Aucunes charrettes, ni vélos, ni motos ne peut franchir le sentier qui rallie Faravohitra à Antenina et n'a donc été observé durant les 7 jours de comptage.

Trafic d'Antenina vers Faravohitra

Le total de trafic observé dans ce sens est de 1620. Les transporteurs de rhum sont au nombre de 24, soit 1,5% du total ; les autres transporteurs sont au nombre de 267, soit 16,5% du total, et les « autres voyageurs » sont au nombre de 1329, soit 82,0% du total.

4.2.18.3 Période de trafic accru (jour et heure) du site de Faravohitra

Les villages environnants de Faravohitra ont 3 (trois) jours de marché : le mardi et le mercredi sont les jours de marché de Sahofika ; le vendredi est le jour de marché de Faravohitra. On constate que pendant ces jours, le trafic augmente. Ainsi, le mardi, on compte 254 passages dans le sens de Faravohitra vers Antenina, et 458 passages dans le sens d'Antenina vers Faravohitra. Le Mercredi (deuxième jour de marché de Sahofika), on observe 312 passages de Faravohitra vers Antenina, et 284 passages d'Antenina vers Faravohitra.

Concernant le vendredi, jour de marché de Faravohitra, on dénombre 323 passages dans le sens de Faravohitra vers Antenina, et 358 passagers dans le sens d'Antenina vers Faravohitra.

Par ailleurs, on constate que le trafic est accru entre 8 à 11 heure, dans le sens d'Antenina vers Faravohitra, puis de 14 à 17 heure, dans le sens du retour de Faravohitra vers Antenina, ce qui indique que plus de trois cent personnes font l'aller-retour de la zone du barrage-réservoir vers le site de l'usine à pied tous les vendredis, pour profiter du marché de Faravohitra.

4.2.19 Contexte social - corridor de la ligne de transmission du barrage à Antananarivo

4.2.19.1 Zone d'étude

Le corridor traverse trois (3) régions, quatre (4) districts, vingt-six (26) et divisé en 2 axes principaux (la Figure 10 présente une carte du corridor).

Tableau 58 - Commune traversée par le corridor de 2km

N°	Région	District	Commune	Axe
1	Alaotra Mangoro	Anosibe An'ala	Ambalaomby	Axe 2 : Centrale - Barrage - Antanifotsy
2	Vakinankaratra	Antanifotsy	Belanitra	
3			Ambohitompoina	
4			Ambatomiady	
5			Anjahamanga	
6			Antanifotsy	
7			Ampitatafika	Axe 1 : Antanifotsy - Tàna Sud
8			Ambohimandroso	
9		Ambatolampy	Ambohipihaonana	
10			Behenjy	
11			Andriambilany	
12			Manjakatompo	
13			Andravola	
14			Ambatolampy	
15			Tsiafajavona Ankaratra	
16	Analamanga	Antananarivo - Atsimondrano	Ampitatafika	
17			Alatsinainy Ambazaha	
18			Bongatsara	
19			Ampanefy	
20			Fenoarivo	
21			Soalandy	
22			Tsiafahy	
23			Ambalavao	
24			Ampahitrosy	
25			Antanetikely	
26			Androhibe	

4.2.19.2 Engagement des parties prenantes

La consultation des parties prenantes a été réalisée à deux niveaux :

- Echange avec les autorités locales des entités administratives concernées par le corridor.
- Rencontre avec les organismes concernés.

Pour les enquêtes auprès des administrations locales et traditionnelles, les discussions ont été orientées sur les points suivants :

- Rappeler le contexte du projet ;

- Noter les contraintes / problèmes majeurs rencontrés dans la région dont ils ont en charge ;
- Noter les atouts principaux de la région et les freins / facteurs limitant à la mise en valeur de ces atouts ;
- Noter les projets de développements prévus dans les communes (projets industriels, touristiques, agricoles ou agro-forestiers) ;
- Noter les appréciations / avis sur le projet : leur niveau de connaissance du projet et de leur compréhension de ce dernier et des activités qui seront réalisées, des impacts positifs attendus et des impacts négatifs qu'ils appréhendent et de leur crainte par rapport à cet investissement dans la région et leur vision de la relation entre le projet et eux ;
- Collecte de documents et de données socio-économiques (données démographiques, données sur les activités économiques, us et coutumes, …) auprès des autorités décentralisées et des bureaux de service public.
- Réaliser l'identification des éléments socio-économiques sensibles affectés par le corridor.

Ont été consultés à ce stade les Chefs districts, les maires et les Chefs de Fokontany potentiellement affectés par le corridor. Leur collaboration a été très utile. La majorité ont demandé que la communication du projet soit fluide et que les calendriers des travaux soient partagés pour qu'ils puissent se préparer et prendre les dispositions nécessaires.

Les organismes suivants ont également été consultés:

- La JIRAMA : quelques informations sur le tracé de la ligne de transmission existant le long de la RN7 ont été échangées.
- Les services fonciers : la consultation au niveau des services fonciers avait pour objectif de comprendre le système foncier existant dans la circonscription.
- Telma : une ligne enterrée sous terre le long de la RN7 doit être notée
- Madarail, qui a en charge la ligne de chemin de fer d'Antananarivo à Antsirabe.

4.2.19.3 Eléments socio-économiques sensibles identifiés

L'identification des éléments socio-économiques sensibles a été réalisée à deux niveaux :

- Sur une base de carte à grande échelle, au format A0 lors des focus group regroupant les Chef de Fokontany concernées par le corridor.
- Par analyse de l'occupation du sol ; sur la base d'une interprétation (vectorisation) de l'image Google earth pour sortir les surfaces cultivées et les zones d'habitations.

Photo 43 - Echanges en focus group

Inventaire des éléments sensibles

L'identification des éléments sensibles avec les autorités locales a permis d'inventorié les éléments suivants le long du corridor allant de Faravohitra jusqu'à Antananarivo (Commune de Fenoarivo/Ampitatafika).

Etant donné la superficie considérable du corridor, il n'a pas été réalisé une visite des éléments identifiés, et une contre-visite sur site sera nécessaire lors des études d'implantation exacte de la ligne.

Tableau 59 - Inventaire des objets socio-économique sensibles dans le corridor de 2km

Objet	Nombre
Tombeau	431
Église	127
École (public et privé, primaire au lycée) ou centre de formation	126
Château d'eau + source	21
Bureau Administratif	27
Terrain de foot	20
Hôpital et Centre de Santé de Base (CSB)	14
Marché	9
Gare	2
Abattoir	1
Barrage hydroélectrique	1
Pylône (Airtel)	2
Palais	1
Site sacré	13
Famoloana (endroit communautaire pour travailler le riz cueilli)	2
Carrière (or, granite et pierres précieuses)	10
Site touristique et lieu d'excursion	3
Lotissement	1
Bornes fontaines	33
Puits	9

Analyse de l'occupation du sol

Les surfaces des zones de culture affectées par le corridor sont présentées dans le tableau ci-après. Au total, 37% de la surface du corridor est cultivée. Les communes d'Androhibe, Ampanefy, Fenoarivo, Alatsinainy Ambazaha contiennent le plus de surfaces cultivées, avec plus de 80% du corridor cultivé.

Tableau 60 - Statistique présentant les zones de cultures dans le corridor de 2km

District	Commune	Surface zone cultivée dans le corridor (ha)	Surface totale du corridor (ha)	% zone de culture par commune affecté par le corridor
Antananarivo - atsimondrano	Androhibe	105,9	109,7	96,6%
Antananarivo - atsimondrano	Ampanefy	133,5	155,9	85,7%
Antananarivo - atsimondrano	Fenoarivo	102,6	122,2	84,0%
Antananarivo - atsimondrano	Alatsinainy Ambazaha	77,1	96,1	80,3%
Ambatolampy	Ambohipihaonana	543,1	794,8	68,3%
Antananarivo - atsimondrano	Soalandy	616,3	985,0	62,6%
Ambatolampy	Ambatolampy	164,7	278,9	59,0%
Antanifotsy	Ampitatafika	587,6	1012,5	58,0%
Antananarivo - atsimondrano	Ampitatafika	529,5	1012,5	52,3%
Antanifotsy	Ambohimandroso	1268,0	2236,1	56,7%
Antanifotsy	Antanifotsy	1682,0	3169,5	53,1%
Ambatolampy	Tsiafajavona Ankaratra	373,3	765,3	48,8%
Antanifotsy	Ambatomiady	984,0	2164,8	45,5%
Antanifotsy	Ambohitompoina	1389,5	4190,0	33,2%
Ambatolampy	Manjakatompo	302,6	933,3	32,4%
Ambatolampy	Andriambilany	297,4	956,3	31,1%
Antananarivo - atsimondrano	Bongatsara	204,2	657,3	31,1%
Ambatolampy	Andravola	57,3	184,9	31,0%
Antananarivo - atsimondrano	Tsiafahy	134,8	445,6	30,3%
Antananarivo - atsimondrano	Antanetikely	6,2	22,3	27,7%
Antananarivo - atsimondrano	Ambalavao	298,0	1197,5	24,9%
Ambatolampy	Behenjy	910,2	3955,1	23,0%
Antananarivo - atsimondrano	Ampahitrosy	58,5	299,1	19,6%
Antanifotsy	Belanitra	962,3	5112,1	18,8%
Anosibe an'ala	Ambalaomby	89,3	1450,8	6,2%
	TOTAL	11877,7	32307,3	36,8%

Les zones d'habitation affectées par le corridor sont présentées dans le tableau ci-après, environ 3,5% de la zone du corridor est une zone d'habitation :

Tableau 61 - Statistiques des surfaces habitées par communes dans le corridor de 2km

District	Commune	Surface zone habitée dans le corridor (ha)	Surface totale du corridor (ha)	% zone habitée par commune affecté par le corridor
Antananarivo - atsimondrano	Ampitatafika	242,0	921,8	26,3%
Antananarivo - atsimondrano	Alatsinainy Ambazaha	14,9	96,1	15,6%
Antananarivo - atsimondrano	Bongatsara	95,1	657,3	14,5%
Antananarivo - atsimondrano	Ampanefy	18,1	155,9	11,6%
Antananarivo - atsimondrano	Fenoarivo	13,0	122,2	10,6%

District	Commune	Surface zone habitée dans le corridor (ha)	Surface totale du corridor (ha)	% zone habitée par commune affecté par le corridor
Antananarivo - atsimondrano	Soalandy	101,4	985,0	10,3%
Ambatolampy	Ambohipihaonana	62,3	794,8	7,8%
Antananarivo - atsimondrano	Tsiafahy	30,4	445,6	6,8%
Antanifotsy	Antanifotsy	135,4	3169,5	4,3%
Ambatolampy	Behenjy	149,8	3955,1	3,8%
Antanifotsy	Ampitatafika	31,2	1012,5	3,1%
Antananarivo - atsimondrano	Ambalavao	35,0	1197,5	2,9%
Antanifotsy	Ambatomiady	62,3	2164,8	2,9%
Ambatolampy	Andriambilany	21,2	956,3	2,2%
Antanifotsy	Ambohitompoina	81,2	4190,0	1,9%
Ambatolampy	Manjakatompo	12,4	933,3	1,3%
Antananarivo - atsimondrano	Ampahitrosy	2,6	299,1	0,9%
Antananarivo - atsimondrano	Antanetikely	0,1	22,3	0,4%
Antanifotsy	Belanitra	22,5	5112,1	0,4%
Ambatolampy	Andravola	0,7	184,9	0,4%
Antananarivo - atsimondrano	Androhibe	0,1	109,7	0,1%
Anosibe an'ala	Ambalaomby	1,2	1450,8	0,1%
Ambatolampy	Ambatolampy	0,2	278,9	0,1%
Antanifotsy	Ambohimandroso	0,6	2236,1	0,0%
Ambatolampy	Tsiafajavona Ankaratra	0,2	765,3	0,0%
	TOTAL	1133,8	32216,6	3,5%

4.2.19.4 Groupe sociaux et autorités traditionnelles

Axe 1 : Antanifotsy à Antananarivo (Fenoarivo-Ampitatafika)

Dans la région de Vakinankaratra comme dans tous Madagascar, il existe deux types de pouvoirs parallèles : celui du pouvoir étatique et celui du pouvoir traditionnel des *Andriana, Olobe, Mpitakazomanga et Tangalamena*. Pour le cas de la zone du corridor, les communautés appellent les notables des « Raiamandreny » dont les fonctions et les responsabilités se limitent aux conseils, médiations et gestions de conflits au niveau local.

Ce type de pouvoir traditionnel est important pour la mise en œuvre future du Plan d'Action de Réinstallation, notamment au niveau des Mécanisme de Gestions des Plaintes / Litiges.

Des mécanismes de résolution de conflits sont adoptés par les communautés de base pour préserver la paix, la cohésion sociale et la sécurité communautaire. En général, pour les conflits jugés de moindre importance, les communautés accordent une importance au dialogue comme mécanisme de résolution de conflit. En effet, les *Raimandreny (*Notable*)* et le chef fokontany jouent un rôle non négligeable pour leur dénouement. Faute de consensus entre les belligérants, l'affaire sera portée auprès de la Mairie.

Axe 2 : Centrale de Faravohitra à Antanifotsy

La petite différence avec l'Axe 2 est l'influence de la proximité de la forêt de l'Est, l'enclavement des villages et par conséquent des rapports particuliers vis-à-vis des ressources naturelles.

Sur le rôle et statut des personnes dans une société, on peut définir deux groupes sociaux dans la zone d'étude d'Ambatomiady à Befotaka. Les groupes sociaux existants sont les élites politico-économiques et les paysans. Si les premiers sont en quantité minoritaire et influence les orientations politique et économique dans la zone, les seconds sont des réservoirs des mains d'œuvre à bon marché et constituent les principaux producteurs locaux des denrées alimentaires. Dans la plupart des cas, ce sont les *Merina* et quelques migrants Betsileo qui regroupent les élites détenteurs de pouvoirs décisionnels. Tandis que la population générale est composée des *Merina* commerçants et paysans cohabitant avec des migrants en quête d'identité sociale.

Les seules autorités traditionnelles dans la zone sont les Notables ou les *Raiamandreny* dans la partie Merina (personne âgée et expérimentée) et les Tangalamena ou les Détenteurs de la puissante baguette dans la partie Betsimisaraka de Sahofika-Faravohitra.

4.2.19.5 Organisation de la societe civile

Les organismes de Société civile présents dans l'ensemble de la zone sont répertoriés ci-après. Ils contribuent au développement économique et social, dans leurs rôles d'éducation, sensibilisation, financement de projet, formation et renforcements de capacités. Les OPCI facilitent les collaborations entre les Communes voisines.

Organismes Publics de Coopération Intercommunale - OPCI

Il a été noté plusieurs OPCI présents dans la zone :

- OPCI Miray : Ambohimandroso, Ampitatafika, Ambatotsipihina, Antsahalava, Ambodiriana
- OPCI Est : Ambohitompoina, Antsampandrano, Anjamanga, Belanitra
- OPCI Centre : Antanifotsy, Ambatolahy, Soamanandrariny, Ambatomiady, Andranofito
- OPCI Fiombonantsoa :Ambohiborona, Andranomiady, Antsampanimahazo, Faratsiho, Faravohitra, Miandrarivo, Ramainandro, Valabetokana, Vinaninony Sud
- OPCI FAV : Andriambilany, Behenjy, Tsiafajavona, Manjakatompo, SabotsyNamatoana, BelamboFiraisana
- OPCI en cours de constitution en cours : Ambatolampy (géographiquement avec OPCI FAV), Andravola, Ambohimpihaonana, Andriantsivalana (géographiquement avec OPCI Mazava Atsinanana)

Organisation de la Société Civile actives dans la zone

Plusieurs intervenants issus des OSC (Organisation de la Société Civile) ont été rencontrés durant la présente étude. Ces organisations appuient les STD (Services Techniques Déconcentrés) et CTD (Collectivités Territoriales Décentralisées), et surtout les communautés locales dans diverses activités résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 62 - Les Organisation de la Société Civile actives dans le corridor de 2km

Dénomination	Secteur d'intervention
RFD ; ONG Miarintsoa ; PGDI	Santé et éducation ; Assainissement ; Bonne gouvernance
ONG MIARINTSOA ; Seecaline; Association Vonona; ONG Sadabe; Association Lovasoa	Assainissement ; Mère et enfants ; Aires Protégées ; Canal
PSDR	Barrage

ONG Lalana ; ONG Miarintsoa ; Nouvelle Planète ; Groupe MIZARA ; Terre Sainte	Environnement ; assainissement ; sociale, économique, adduction d'eau potable, Formation Femme et Jeunes ; Salaire infirmières
ONG Ciret	Adduction d'Eau Potable
SEECALINE	Mères et Enfants
ANAE; FID ; Poulet gasy	Barrage ; développement rural
ONG MIARINTSOA	Assainissement et hygiène
ONG GRET, AGEAA et PASSOBA	Adduction d'eau potable et santé
Tanamasoandro, ZINA, AINGA et Tsaramasoandro	Associations pour la production agricole à Ambohitompoina

4.2.19.6 Us et coutumes

Ethnies présentes

La population est constituée essentiellement par l'ethnie Merina à celle-ci s'ajoute des migrants comme Betsileo, Sihanaka, Antandroy. De cette dominance, les us et coutumes sont homogènes le long du tracé de la ligne Haute Tension : religion chrétienne imprégnée d'un fort syncrétisme avec les pratiques animistes traditionnelles, dont principalement le culte des ancêtres à travers des pratiques du Famadihana (exhumation). Les tabous (fady) et autres interdits sont respectés presque à l'unanimité au sein des familles et des lignages, et même en dehors pour ceux qui vivent dans le même terroir sans être obligatoirement un pratiquant.

Les fady

Le fady est généralement lié à la religion traditionnelle Malgache. Le respect de fady peut être considéré comme un service en échange de bénédictions des ancêtres. La liste des fady à respecter dans la zone du projet est fournie dans le Tableau 56.

4.2.19.7 infrastructure existante

Le réseau routier et ferroviaire

Le long de l'axe Antanifotsy - Faravohitra, la ligne longera la piste d'accès principale du projet. A partir d'Antanifotsy, la ligne longera la RN7 (sans être trop proche, afain de minimiser les impacts sociaux) jusqu'à la commune de Tsiafahy, puis la RN 1 pour atteindre le poste Tana Sud.

Un réseau ferroviaire suit la RN7 en traversant le corridor jusqu'à Antanifotsy. Il est géré par Madarail, reliant Antananarivo-Antsirabe, actuellement en réhabilitation d'après l'information collectées au niveau de Madarail.

Les infrastructures agricoles

Les barrages et retenues d'eau pour l'agriculture sont présents dans plusieurs communes et leur entretien incombe aux utilisateurs qui se regroupent au sein des associations d'usagers divers.

Les autres infrastructures

Les infrastructures suivantes ont été notées également le long ou à proximité du corridor :

- Une ligne HT existante de la JIRAMA

- Le backbone Telma (fibre sous-terrain)
- Un petit barrage hydroélectrique est situé à Behenjy, le long de la RN7

4.2.19.8 Projets de développement existants

Les projets suivants sont présents dans la zone du corridor :

Tableau 63 - Les organismes concernés et les projets existants dans la région

Intervenant	Domaine d'activité et/ou Interaction possible
JIRAMA	Fournisseur Electricité et Eau
TELMA	Opérateur en télécommunications (téléphone, internet, mobile banking) Le backbone Telma (fibre sous-terrain) passe par Antanifotsy jusqu'à Antananarivo
CSA	Développement des filières et appui aux paysans producteurs
CASEF Vakinankaratra	Structuration des chaînes de valeur et amélioration de la sécurité foncière
MNP	Gestion des aires protégés à Madagascar (Ici il s'agit de Marolambo)
WWF	Protection des faunes sauvages
SADABE	Protection des faunes sauvages (notamment l'espèce de lémurien Sadabe)
VOI	Gestion locale et communautaire des forêt dans les zones protégées
FORMAPROD	Formation technique des jeunes déscolarisés
PROTANA	Appui à la Filière Bois Energie en Région Itasy et d'Analamanga, pour l'appui technique pour les produits maraîchers et fruitiers, élevage de poulet de race locale
ProDéCID	Projet de développement communal inclusif et de décentralisation
GRET	Amélioration des AEP dans la Commune de Bongatsara

4.2.19.9 Attente et perception des autorités locales

Les attentes et perceptions des autorités locales sont présentées dans le tableau ci après :

Tableau 64 - Les attentes et les perceptions des autorités locales à propos du projet

Attentes	Perceptions
Réhabilitation et Construction de la route	Ce projet va apporter un développement socio-économique sans précèdent dans la région
Emploi pour la population locale	
Electrification de leurs villages	Ce projet est une bonne chose pour la région qui n'a jamais connu l'arrivée d'une telle infrastructure depuis l'indépendance de Madagascar.
Amélioration des conditions de vie	
Augmentation des revenus des ménages dans la région	
Augmentation des recettes fiscales.	
Une communication régulière sur l'avancement du projet	

4.3 Aires légalement protégées et internationalement reconnues

Les zones protégées ou internationalement reconnues, actuelles et futures, qui sont proches de la zone du Projet ou sur lesquelles empiètent des infrastructures du Projet (barrage, pistes d'accès, conduite d'eau, réservoir, lignes…). Ces zones sont constituées par :

- Le Parc National de Marolambo et les trois zones sous transferts de gestion (VOI) dans la Commune de Belanitra (Antenina, Fisoronana et Befotaka) située dans sa zone de protection (zone tampon qui entoure le noyau);

- La NAP en cours de création de Tsinjoarivo - Ambalaomby, actuellement, sous statut Koloala (concept de l'Administration forestière pour les sites de gestion forestière durable dont l'attribution de permis d'exploitation se fait par voie d'adjudication) donc exposée à une exploitation forestière.
- La Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) "Forêt classée de l'Onive"

4.3.1 Parc National de Marolambo

4.3.1.1 Description du PNM

Le Parc National de Marolambo (PNM) se trouve au Sud de la zone du Projet et couvre la zone de forêt naturelle de Fandriana - Marolambo, qui est incluse dans le corridor forestier traversant Madagascar du Nord-Est au Sud-Est. Il est relié au Sud au Parc National de Ranomafana (classé patrimoine mondial "Forêts humides de l'Atsinanana") et au Nord au Parc National de Andasibe-Mantadia par un chapelet de fragments de forêts sans statut de protection.

Le processus de classement du PNM a commencé avant 2010 (sous protection temporaire, superficie de 189 247 ha) et est devenu définitif en 2015, par Décret pris en Conseil de Gouvernement survenu après l'élaboration par Madagascar National Parks (MNP) d'un Plan d'Aménagement et de Gestion (PAG) d'une durée de 5 ans, en 2013. Le PAG du Parc est en cours de mise à jour par MNP.

Classé en catégorie II de l'UICN, le Parc a une superficie de 95 063 ha, et entouré d'une "zone de protection" constituée par l'ancienne limite temporaire. Tel que défini par le Code des Aires Protégées, la zone de protection est "la zone adjacente à l'Aire Protégée dans laquelle les activités de production agricole, pastorale et de pêche ou d'autres types d'activités sont menées de manière à éviter de provoquer des dommages irréparables dans l'Aire Protégée".

Faisant partie des AP gérées par Madagascar National Parks (MNP), le parc est représentatif de la Forêt Dense Humide de moyenne altitude dont l'objectif est la conservation des habitats naturels, de leur biodiversité et des services écosystémiques associés.

Selon le Plan de Gestion du Réseau des Aires Protégées (Plan GRAP) élaboré par MNP en 2001 et mis à jour en 2014, le PNM est classé dans la stratégie B : Biodiversité élevée - Niveau de menace supérieur.

En effet, le PNM présente une richesse spécifique et un taux d'endémisme très élevé : 324 espèces végétales à 89,9% d'endémicité, au moins deux espèces de palmiers de la famille des Aceraceae sur liste rouge UICN, 10 espèces de lémuriens, 70 espèces d'oiseaux, 23 espèces de reptiles, 41 espèces d'amphibiens, etc.

L'orpaillage, l'occupation humaine, le défrichement pour l'acquisition fertile de terres et le piégeage de lémuriens sont les principales menaces qui affectent le Parc.

Dans sa stratégie globale d'implication des communautés locales périphériques des Parcs Nationaux dans la conservation, MNP met en place une ceinture verte constituée par les transferts de gestion des forêts restantes aux alentours des Parcs aux communautés, afin que ces dernières puissent satisfaire leurs besoins quotidiens en bois et soient responsabilisées dans la conservation du Parc. Les communautés gèrent ces zones par le biais de structures associatives appelées VOI.

Dans le cas du PNM, la zone de protection est constituée par plusieurs sites sous régime de transfert de gestion (au nombre de 29) qui forment la ceinture verte. Les VOI gérant ces zones transférées sont liées par des contrats signés avec l'administration forestière, et sont accompagnés par MNP dans leur mission.

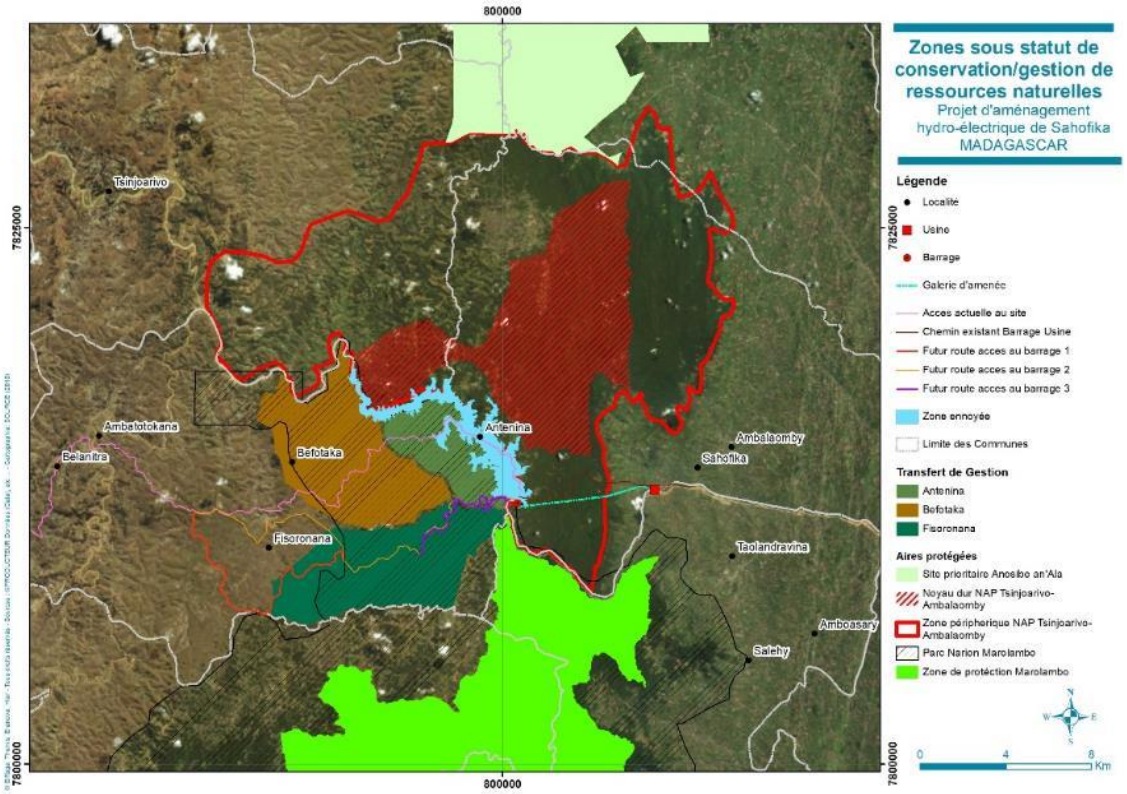
Des Comités Locaux du Parc (CLP) assurent par ailleurs des missions de co-surveillance avec les agents du Parc. Les CLP constitués d'une dizaine de membres sont basés dans les fokontany périphériques directs du Parc. Les fokontany où des structures de cogestion de MNP sont présentes sont ceux de Fisoronana, Antenina, Befotaka et Manaripatsa dans la commune de Belanitra et de Salehy, Ambohitsara, Taolandravina, Andranambomaro et Mandroalina dans la commune d'Amboasary.

4.3.1.2 Gouvernance du PNM

Niveau de gouvernance	Entité	Rôles et attributions
Organe de décision	Ministère de l'Environnement, de l'Écologie et des Forêts	• Tutelle de l'AP et décision de dernier ressort sur toutes les questions relatives à la gestion ; • Mise en œuvre de la politique de l'État en matière de réglementation, de promotion, de création, de gestion, de contrôle des Aires Protégées du Système des Aires Protégées de Madagascar ; • Coordination de la contribution des autres départements ministériels et de la participation des services déconcentrés et des autorités locales à toutes les étapes de la procédure de création, de changement de limites ou de statut d'une Aire Protégée ; • Émission d'avis conforme aux législations en vigueur pour toute construction, toutes conventions à caractère commercial et celles relatives aux activités touristiques, toute activité extractive, tout activité de production électrique, tout prélèvement des produits forestiers non ligneux, toute activité de pêche ou de chasse, toute chasse sous-marine, tout captage d'eau, tout pâturage et autres activités agricoles ou assimilées à l'intérieur des AP ; • Octroi des autorisations de recherches scientifiques à l'intérieur d'une AP après avis favorable du gestionnaire opérationnel du site ; • Pour la satisfaction des besoins vitaux des populations riveraines, en cas d'urgence, de cataclysme naturel ou pour le respect de leur tradition de la proposition au niveau du Conseil de Gouvernement du projet d'octroi des autorisations pour certaines activités ou prélèvements forestiers prohibés dans les AP concernées quel que ce soit leur statut ; • Poursuite judiciaire des contraventions, des délits et des crimes commis à l'intérieur de l'AP ainsi que ceux commis dans la zone de protection et/ou périphérique ; • Notification et transmission des informations et données techniques, légales et géographiques aux départements ministériels concernés pour chaque AP ayant acquis un statut de protection temporaire ou définitive selon leurs catégories respectives conformément aux dispositions du code des aires protégées ; • Sécurisation foncière de toute AP autre que l'AP privée, avec l'appui du gestionnaire opérationnel de chaque site ;

Niveau de gouvernance	Entité	Rôles et attributions
Organe de gestion	Madagascar National Parks	• Gestionnaire opérationnel du PN de Marolambo ; • Conservation et administration de manière durable de la diversité biologique et du patrimoine naturel et culturel ; • Mise en œuvre du plan d'aménagement et de gestion du Parc et préparation de sa révision ; • Aménagement du parc selon les prescriptions du plan et la mise en place d'infrastructures adéquates ainsi que la mise en œuvre et le suivi des programmes de gestion ; • Planification, coordination et évaluation des opérations de conservation et de développement dans le parc et sa zone périphérique ; • Conclusion de conventions de gestion communautaires ; • Conclusion de diverses conventions pour la mise en œuvre et le suivi des programmes de gestion ; • Exercice de la surveillance et du contrôle du Parc visant à éduquer, prévenir, et sanctionner certaines activités qui ne sont pas conformes aux objectifs de l'Aire Protégée ; • Utilisation de la recherche et du suivi écologique pour renforcer la gestion du parc ; • Gestion des fonds qui lui ont été confiés et destinés au Par cet les recettes générées par les activités ; • Pérennisation financière pour la gestion durable de l'Aire Protégée en collaboration avec le Ministère chargé des Aires Protégées ;
Organe de cogestion	Comité local du Parc (CLP)	• Contrôle-surveillance du Parc ; • Suivi des travaux réalisés par MNP ; • Éducation environnementale et Sensibilisation ; • Suivi écologique participatif ;
	Comité de feu	• Lutte préventive & active contre les feux ;
	Tangalamena et notables	• Sensibilisation, application des Dina, résolution des problèmes sociaux avec les Communautés locales ;
	COSAP	• Sensibilisation, lobbying ; • Décision sur l'appui au développement des riverains ; • Résolution des litiges entre MNP et riverains ;
Organe d'Appui	Tout partenaire susceptible d'appuyer la gestion du Parc	• Appui technique et financier dans la mise en œuvre des activités selon leur secteur d'intervention respectif et le renforcement de capacités des différentes structures locales de gestion/cogestion.

Figure 42 - Carte des zones sous statuts de conservation/gestion de ressources naturelles



4.3.2 Sites de transfert de gestion de la zone de protection du PN de Marolambo

La législation forestière Malgache permet de transférer la gestion d'une partie des forêts sous la responsabilité du MEEF aux communautés de base. Ce transfert de gestion est utilisé à Madagascar pour aider les populations à s'inscrire dans une logique de gestion durable des ressources forestières. Il permet notamment d'encadrer l'utilisation des ressources forestières dans les zones périphériques ("zones de protection") des aires protégées, comme cela est le cas pour le Parc National de Marolambo.

La gestion des zones et des ressources naturelles en dehors des GCF relève du MEEF.

4.3.2.1 Sites de transfert de gestion concernés par le Projet

Les transferts de gestion dans la zone périphérique du PNM concernée par le Projet Sahofika sont de type Gestion Contractualisée des Forêts (GCF). La GCF est un mode de transfert de gestion de forêts aux communautés de base en vue d'une gestion locale durable et sécurisée des ressources forestières.

Un zonage, inclus dans les plans d'aménagement simplifiés des GCF, préconise différentes unités d'aménagement :

- Des parcelles de forêts sous conservation stricte ;
- Des parcelles où les populations concernées peuvent exercer leur droit d'usage (notamment en matière de coupe de bois pour l'usage domestique) ;
- Des zones de restauration forestière ;
- Des zones de culture.

Les communautés de base contractualisent avec la DREEF de leur circonscription administrative pour la gestion durable d'une zone de transfert de gestion, avec l'approbation de la commune concernée. Les contrats sont d'une durée de trois années, et après une évaluation positive par la DREEF de la gestion, les contrats sont renouvelés.

Trois GCF sont opérationnelles dans la Commune de Belanitra, dans la zone de protection du PNM, entre Antanifotsy et le site projeté du barrage :

- Befotaka ;
- Fisoronana ;
- Antenina.

4.3.2.2 Cartographie participative et évaluation des sites sous GCF

En l'absence de cartographie officielle, une cartographie participative a été organisée afin d'identifier et situer les unités d'aménagement des zones transférées aux VOI, de préciser les limites des fokontany et les zones potentielles pour la restauration forestière et le reboisement, connaître le nombre de ménages composant chaque village/hameaux des fokontany et l'emplacement des zones cultuelles et des tombeaux.

Photo 44 - Cartographie participative avec les VOI

Des réunions avec les représentants des villages composant chaque fokontany ont par ailleurs été organisées, afin d'analyser l'efficacité de gestion actuelle des zones par les VOI, et d'effectuer une analyse des besoins en bois (espèces, taille) pour la construction de cases ou le bois de chauffe.

4.3.2.3 Gouvernance des sites sous transfert de gestion

Niveau de gouvernance	Entité	Rôles et attributions
Organe de décision	Ministère de l'Environnement, de l'Écologie et des Forêts et ses services déconcentrés	• Responsable d'une planification forestière participative locale et régionale ; • Sensibilisation sur la possibilité de réalisation des transferts de gestion selon l'état des ressources concernées, la compétence des VOI, l'existence des pressions environnantes ; • Conseil technique : information sur la législation en vigueur, procédure à suivre, encadrement sur les tâches techniques ; • Supervision de la gestion communautaire des ressources, garant de l'application de la loi forestière en matière de contrôle du respect du cahier des charges et le contrôle des ressources ; • Encadrement technique de l'Association dans l'exécution du contrat ; • Suivi, contrôle et évaluation de l'exécution du contrat de transfert de gestion ;

Niveau de gouvernance	Entité	Rôles et attributions
Organe de gestion	VOI Fanantenana (Antenina), VOI Tsaratantana (Fisoronana), VOI Taratry ny Ala (Befotaka)	• Structuration socio-organisationnelle volontaire et légale du VOI ; • Participation à la délimitation de la forêt, basée sur les droits traditionnels (limites définies par consensus et reconnues par les parties concernées par le transfert ainsi que les membres des villages voisins ; • Contrôle de l'accès à la forêt ; • Application du Dina ; • Redevabilité vis-à-vis du Chef de l'administration forestière tous les six mois sur la réalisation des activités prévues dans le Plan d'actions, le cahier des charges et le Dina ; • Tenue d'un livre d'enregistrement de l'utilisation des ressources forestières mises sous sa gestion ;
Organe de suivi et d'accompagnement	Commune	• Premier maillon de la chaîne de décisions sur la recevabilité de la demande des VOI ; • Lancement du processus d'investigation dès le dépôt de la demande de transfert de gestion à travers la commission d'enquête désignée par le conseil communal ; • Arbitrage des litiges préalables au contrat et gestion des litiges ; • Appuis dans la structuration des V0I ; • Circulation des informations (droits et obligations) au niveau des différentes parties prenantes ; • Contribution à la dynamisation de la population dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie communale ; • Appui à la formalisation et à la ritualisation du transfert de gestion.
Organe d'Appui	Tout partenaire susceptible d'appuyer la gestion des sites transférés	• Appui technique et financier dans la mise en œuvre des activités selon leur secteur d'intervention respectif et le renforcement de capacités des différentes structures locales de gestion/cogestion

4.3.2.4 Évaluation organisationnelle des VOI

L'évaluation organisationnelle des VOI a fait ressortir quelques faiblesses. Si les trois VOI disposent dans l'ensemble d'outils réglementaires en matière de gestion (statut, règlement intérieur, Dina), d'une organisation interne, d'un processus de prise de décision stratégique, d'une vision et d'une mission bien définie, des lacunes persistent en matière de conception de projet, de développement de collaboration formelle et informelle, de techniques de plaidoyer et de leadership.

Outre les structures officielles (service forestier, MNP et la commune rurale de Belanitra), seule l'ONG "Fondation Avenir Madagascar" accompagne ces VOI, et ce essentiellement dans le domaine du reboisement. L'isolement géographique empêche en grande partie l'ouverture de ces VOI à d'autres perspectives de partenariat. Néanmoins, toutes les VOI veulent continuer à gérer les forêts transférées et espèrent ainsi un renouvellement de leurs contrats.

Une évaluation de l'efficacité de la gestion par les VOI de Befotaka et d'Antenina est prévue par la DREEF de Vakinankaratra en 2019, en vue d'un renouvellement des contrats. Ce processus est financé par MNP, en sa qualité de gérant du Parc National de Marolambo.

4.3.3 Nouvelle Aire Protégée en création Tsinjoarivo Ambalaomby

4.3.3.1 Description

Un projet de création d'une Nouvelle Aire Protégée (NAP) dans les forêts de Tsinjoarivo et d'Ambalaomby est actuellement porté par l'ONG Sadabe, basée à Tsinjoarivo, District

d'Ambatolampy. Sadabe mène des activités de recherche et d'appui au développement local dans la Commune de Tsinjoarivo, depuis une dizaine d'années.

Le projet de création de la NAP s'est porté dans un premier temps sur la forêt de Tsinjoarivo. A la fin de l'année 2016, tout le processus de création de la NAP a été mené : présentation du site et état des lieux, rapport sur la richesse en biodiversité du site, consultation publique, étude d'impact environnemental et social, etc.

En 2017, le promoteur de la NAP (ONG Sadabe) a soumis à la Direction Générale des forêts, le projet d'extension des limites du projet de NAP vers la Commune d'Ambalaomby et a reçu l'approbation de principe, moyennant le respect du processus de création d'une aire protégée en conformité avec le code des aires protégées.

Le site de Tsinjoarivo - Ambalaomby se situe au centre et sur le versant Est de Madagascar, dans les régions de Vakinankaratra et d'Alaotra-Mangoro, à environ 100 km au Sud-Est d'Antananarivo.

D'une superficie totale de 26 471 ha, dont 11 342 ha en noyau dur et 15 129 ha en zone tampon, le site se subdivise en deux écorégions : la forêt de Tsinjoarivo constituée par un écosystème de forêt naturelle d'altitude, puis la forêt d'Ambalaomby formée par un écosystème de forêt naturelle de moyenne altitude de l'Est.

Le massif forestier de Tsinjoarivo-Ambalaomby constitue un corridor forestier qui relie le Parc National de Marolambo au Sud, séparé par la rivière Onive, et la forêt de la Commune rurale d'Antandrokomby au Nord.

L'exploitation des bois pour la commercialisation, le prélèvement des produits forestiers pour les besoins vitaux de la population locale, les feux de forêt et de végétation et le défrichement pour la recherche de nouveaux terrains de culture sont les principales menaces sur la forêt. Le braconnage affecte surtout les grands lémuriens (*Eulemur rubriventer*, *Propithecus diadema*).

Les objectifs principaux de gestion poursuivis sur le site « Tsinjoarivo Ambalaomby » sont d'assurer à long terme la conservation de l'intégrité de la biodiversité, la durabilité des fonctions écologiques et la maintenance de la productivité des écosystèmes nécessaires au bien-être des communautés riveraines, ainsi que l'utilisation durable des ressources naturelles.

Les objectifs spécifiques de gestion comprennent :

- Le maintien des différents écosystèmes du site et de la connectivité entre les fragments des zones humides ;
- La protection des populations viables d'espèces endémiques et menacées de faune et de flore ;
- La valorisation de l'écotourisme et l'utilisation durable des ressources naturelles pour contribuer à la réduction de la pauvreté.
- Le Maintien des sources de subsistance et améliorer les conditions de vie des communautés

En 2019, le promoteur de la NAP de Tsinjoarivo, Sadabe, reçoit l'appui d'une ONG internationale, Rainforest Trust, a priori pour le financement de la création de la NAP. Le site internet de cette ONG indique une levée de fonds de plus d'un million de dollars.

4.3.3.2 Situation du classement de la NAP

La protection de la NAP passe d'abord par une protection temporaire, suivie d'une protection définitive. La protection temporaire d'un site vise à donner une large publicité sur l'initiative de création d'une Aire Protégée, à confirmer l'existence d'une diversité biologique significative, à conserver la pertinence des critères d'endémicité et de représentativité du site et d'y limiter le risque d'augmentation de la pression anthropique et des dégradations naturelles jusqu'à la publication du décret de classement en Aire Protégée.

Conformément aux réglementations en vigueur, le promoteur a soumis à la commission SAPM le schéma global d'aménagement et le projet d'arrêté de mise en protection temporaire du site, le 11 janvier 2019. Le projet d'arrêté amendé, suite aux commentaires et remarques des parties prenantes, est en cours de vérification par un juriste avant sa soumission aux Ministères concernés en vue de l'obtention de l'arrêté interministériel de protection temporaire du site durant le premier semestre 2019.

La protection temporaire de la NAP de Tsinjoarivo Ambalaomby est prononcée pour une période de deux (02) ans, renouvelable une fois. Le décret de création de l'Aire Protégée concernée doit intervenir avant la fin de cette période.

Les Directions Régionales chargées des Aires Protégées des Régions Vakinankaratra et Alaotra-Mangoro sont désignées gestionnaire du site. Toutefois, la gestion temporaire de l'Aire Protégée peut être déléguée à une personne publique ou privée par arrêté. Ledit arrêté détermine les termes de la délégation, les droits et obligations des parties.

La mission essentielle du promoteur d'un site ayant une protection temporaire est axée sur la création définitive de l'Aire Protégée et consiste en :

- Le maintien de l'intégrité du site ;
- L'établissement du Plan d'Aménagement et de Gestion de l'Aire Protégée à approuver par le Ministère en charge des Aires Protégées ;
- L'établissement du Plan de Gestion Environnementale et de Sauvegarde Sociale et l'obtention du permis environnemental ;
- La mise en place et l'opérationnalisation du Comité d'Orientation et d'Evaluation, une structure régionale ou inter-régionale chargée de l'orientation générale en vue de l'obtention du statut définitif de l'Aire Protégée en création ;
- La délimitation définitive de l'Aire Protégée ;
- La définition du type de gouvernance et de la future structure de gestion ;
- L'élaboration du projet de décret de création définitive de l'Aire Protégée ;
- La communication et la diffusion du décret de création définitive ;
- La résolution des conflits avec les autres secteurs avec l'appui du Ministère en charge des Aires Protégées.

4.3.3.3 Réglementations et limites du zonage de la NAP en création

Une Aire Protégée est constituée d'un noyau dur et d'une zone tampon. Le noyau dur est une zone sanctuaire d'intérêt biologique, culturel ou cultuel, historique, esthétique, morphologique et archéologique, constituée en périmètre de préservation intégrale. La zone tampon est un espace, dans lequel les activités sont réglementées pour assurer une meilleure protection du noyau dur de l'Aire Protégée et garantir la vocation de chaque composante.

Selon l'article 76, alinéa 4 du Décret n°2017- 415 du 30 mai 2017 fixant les modalités et les conditions d'application du Code des Aires Protégées de Madagascar, « aucune activité extractive et de production électrique ne peut être entreprise au niveau du noyau dur ».

Une partie de la zone d'emprise du projet est incluse dans les limites provisoires de la NAP en création : barrage, conduite d'eau, piste reliant le barrage et l'usine et la zone d'ennoiement : un processus de concertation entre le Consortium, le promoteur de la NAP et l'administration forestière est mené depuis novembre 2017 dans l'optique d'assurer une cohabitation entre le Projet Sahofika et la NAP qui soit favorable à toutes les parties. La limite du noyau dur a été ainsi discutée et approuvée entre le Consortium et Sadabe, de façon à éviter ou minimiser les impacts négatifs du Projet Sahofika sur les objectifs de conservation de la NAP en création et identifier les opportunités d'interactions positives.

Le schéma global d'aménagement de la NAP et le projet d'arrêté amendé le 28 janvier 2019 considère les zones d'emprise du projet hydroélectrique dans son zonage et des réglementations (activités autorisées). Préparé en application du code des aires protégées, ce schéma global d'aménagement est un document qui donne une première esquisse des limites du site et de sa superficie potentielle, une liste des parties prenantes concernées et du mode de gestion potentiel de l'Aire Protégée. Ce schéma constitue un document de base du plan d'aménagement et de gestion à établir durant la phase de création définitive de l'Aire Protégée. Il sera mis à jour lors du classement définitif de la NAP.

4.3.3.4 Catégorisation de la NAP en création

Selon les dispositions de l'article 40 du code des aires protégées, les activités extractives (pétrolière en amont ou minière) ainsi que les activités de production électrique à l'intérieur de l'Aire Protégée sont uniquement permises dans les aires protégées de type "Paysage Harmonieux Protégé" (équivalent à la catégorie V de l'UICN).

Le schéma global d'aménagement de la NAP de Tsinjoarivo-Ambalaomby propose comme catégorie appropriée à la NAP, la catégorie VI de l'UICN dénommée dans le code des aires protégées « Réserve de Ressources Naturelles », en considérant les objectifs d'aménagement et de gestion : protéger les espèces et la biodiversité, maintenir les fonctions et connectivites écologiques et assurer le bien-être de la population.

Le Code des aires protégées stipule que la catégorie de gestion qui ne dépend que des objectifs principaux de gestion du site contribue à la détermination du mode de gouvernance de l'Aire Protégée. Le choix du mode de gouvernance doit être initié d'une manière participative et sous la responsabilité du promoteur ou gestionnaire de l'Aire Protégée.

Dans le cadre d'une protection temporaire, le schéma global d'aménagement, constitue un document de base du plan d'aménagement et de gestion à établir durant la phase de création définitive de l'Aire Protégée. Le plan d'aménagement et de gestion, outil de gestion et document de base de la création définitive de l'aire protégée, précisera entre autres les objectifs de gestion, les limites, le zonage, les réglementations afférentes à chaque zone, et déterminera le mode de gouvernance de la NAP (issue de la catégorisation et des objectifs de gestion).

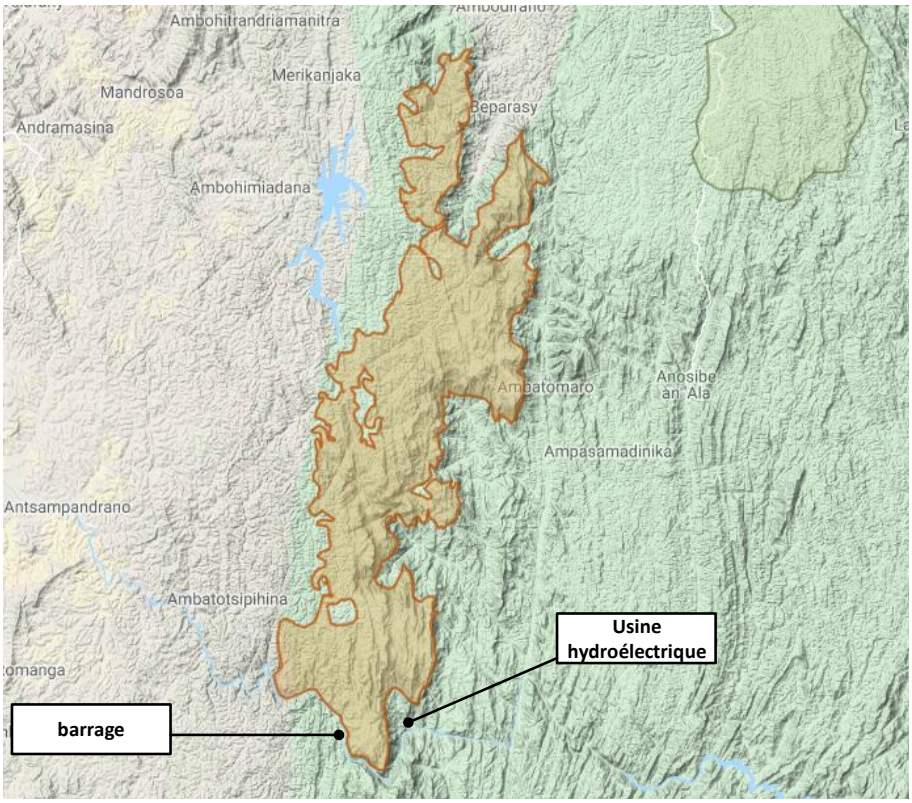
4.3.4 ZICO de la forêt classée de l'Onive

La Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) de la forêt classée de l'Onive recouvre la NAP de Tsinjoarivo et s'étend du Nord aus Sud sur plus de 75 km. Elle

est bordée par la rivière Onive dans la partie sud du site. Elle a été établie en 2001, sur la base de données collectées en 1998, et est portée par l'ONG Asity Madagascar, affiliée à Birdlife international.

La forêt classée de l'Onive figure parmi les zones clés pour la biodiversité à Madagascar. D'une superficie de 76972 ha, elle abrite des espèces d'oiseaux caractéristiques de la forêt humide d'altitude moyenne dont nombre d'entre-elles sont endémiques de Madagascar. Mis à part des espèces de mammifères menacées (*Eulemur rubriventer, Varecia variegata variegata, Propithecus diadema, Fossa fossana, Cryptoprocta ferox*), cette zone abrite 5 espèces d'oiseaux menacées dont 1 espèce vulnérable (*Brachypteracias leptosomus*) et 4 espèces quasi-menacées (*Accipiter henstii, Atelornis crossleyi, Crossleyia xanthophrys, Xanthomixis cinereiceps*).

Figure 43 - Localisation de la ZICO de la forêt classée de l'Onive



La liste complète des espèces ayant déclenché la création de cette ZICO est présentée dans le Tableau 65:

Tableau 65 - Espèces d'oiseaux ayant déclenché la création de la ZICO de la forêt de l'Onive

Espèce	Statut UICN	Saisons	Population estimée	Critère ZICO
Alectroenas madagascariensis	LC	Résident	Présent	A3
Coua reynaudii	LC	Résident	Présent	A3
Coua caerulea	LC	Résident	Présent	A3
Sarothrura insularis	LC	Résident	Présent	A3
Mentocrex kioloides	LC	Résident	Présent	A3

Accipiter henstii	NT	Résident	Présent	A1
Brachypteracias leptosomus	VU	Résident	Présent	A1, A2, A3
Atelornis pittoides	LC	Résident	Présent	A1, A3
Atelornis crossleyi	NT	Résident	Présent	A1, A2, A3
Philepitta castanea	LC	Résident	Présent	A3
Neodrepanis coruscans	LC	Résident	Présent	A3
Newtonia amphichroa	LC	Résident	Présent	A3
Hypositta corallirostris	LC	Résident	Présent	A2, A3
Pseudobias wardi	LC	Résident	Présent	A1, A3
Neomixis viridis	LC	Résident	Présent	A3
Bradypterus brunneus	LC	Résident	Présent	A1, A2, A3
Oxylabes madagascariensis	LC	Résident	Présent	A3
Xanthomixis zosterops	LC	Résident	Présent	A3
Xanthomixis cinereiceps	NT	Résident	Présent	A1, A2, A3
Crossleyia xanthophrys	NT	Résident	Présent	A1, A2, A3
Cryptosylvicola randrianasoloi	LC	Résident	Présent	A2, A3
Randia pseudozosterops	LC	Résident	Présent	A1, A3
Monticola sharpei	LC	Résident	Présent	A1, A2, A3
Foudia omissa	LC	Résident	Présent	A3
Ploceus nelicourvi	LC	Résident	Présent	A3

Les critères utilisés par Birdlife sont les suivants:

- A1: Espèces globalement menacées (VU, EN ou CR)
- A2. Espèces à distribution limitée (aire de répartition mondiale inférieure à 50 000 km²)
- A3. Espèces liées à des biomes spécifiques

Depuis sa création, la ZICO n'a fait l'objet d'aucune mise à jour de son inventaire (effectué il y a plus de 20 ans) et d'aucun travail de recherche, de protection ou de conservation. L'ONG Asity Madagascar qui est l'entité référente de la ZICO considère qu'une mise à jour de la fiche de la ZICO (liste des espèces d'oiseaux, enjeux de conservation) est actuellement nécessaire, et est un préalable à toute réflexion sur des actions de conservation à mener éventuellement dans la ZICO.

4.3.5 Site Ramsar de Nosivolo

Depuis le 17 Septembre 2010, la rivière Nosivolo est déclarée « site Ramsar ».[4]

[4] http://www.riseal-madagascar.org/nosivolo/

La Rivière Nosivolo et son bassin versant sont encadrés par quatre Districts des quatre Régions voisines qui sont :

- Le District de Fandriana - Région Amoron'i Mania au Sud-Ouest ;
- Le District d'Antanifotsy - Région Vakinankaratra au Nord-Ouest ;
- Le District de Nosivarika - Région Vatovavy Fitovinany au Sud-Est ;
- Le District de Mahanoro - Région Atsinanana au Nord-Est.

Les zones humides de Nosivolo comprennent les cours d'eau permanents et temporaires, leurs sources, les marais et les rizières des bas-fonds, les bassins versants composées de collines de fortes pentes traversées par de rigoles, ayant des vestiges des forêts denses humides, de forêts galerie très fragmentées qui sont herbeuses ou couvertes de végétation secondaire (savoka). Les forêts sont souvent alternées de cultures vivrières ou du riz pluvial. Du reboisement d'Eucalyptus, familial ou communautaire, se rencontre près des villages généralement riverains des cours d'eau. La plupart des berges de ceux-ci sont occupées par des champs de caféiers, de bananiers, de canne à sucre.

La présence de quatre espèces de poissons : Bedotia sp. Nosivolo (VU), Katria Katria (EN), Rheocles sikorae (DD), Rheocles wrightae (EN), Oxylapia polli (EN) qui sont endémiques uniquement de la zone de Nosivolo, constituent l'intérêt biologique particulier du site Ramsar Nosivolo. La spécificité de leurs habitats et la distribution respective de ces espèces, suivant les limites altitudinales, renforcent l'importance écologique de cette zone humide (Raminosoa et al, 2003).

D'autres espèces endémiques menacées d'extinction appartenant aux différents taxons habitent également les autres écosystèmes du bassin versant. Par exemple Reptiles, Primates, Arthropodes. La pente abrupte de la rivière (>25% en moyenne) ainsi que la présence de plusieurs vestiges de forêt naturelle dans le bassin jouent un rôle très important sur la régulation de crue des pluies d'été dans les Districts de Marolambo et de Mahanoro.

4.4 Biodiversité

4.4.1 Approche méthodologique

4.4.1.1 Equipes mobilisées

Trois équipes ont été mobilisées pour la préparation du volet biodiversité de l'EIES:

- Une équipe pour l'étude de la faune et de la flore terrestre composée de :
  - Un écologue, expert en faune terrestre et membre de l'UICN-Primate Specialist Group ;
  - Un expert en flore et végétation ;
  - Une chargée d'étude en flore et végétation ;
  - Quatre assistants de l'Université d'Antananarivo : une botaniste, une herpétologue, un mammalogue et un entomologiste.
- Une équipe pour l'étude de la faune et des habitats aquatiques :
  - Un chef d'équipe hydrobiologiste ;
  - Un docteur en hydrobiologie (manipulation de l'appareil de pêche électrique, identification, biométrie, relevés habitats) ;
  - Deux assistants hydrobiologistes ;

- Une équipe en charge des questions institutionnelles et de gouvernance :
  - Un expert en Gouvernance des ressources naturelles et des relations institutionnelles ;
  - Un Socio Environnementaliste ;
  - Un expert forestier.

4.4.1.2 Mission de cadrage

Une mission de cadrage environnemental et social du projet de Sahofika a été effectuée en octobre 2017. Elle a permis de préparer la réalisation de l'EIES et de prendre connaissance des enjeux de biodiversité de la zone du Projet. Elle a notamment permis de mettre en évidence, dans l'aire d'étude, les caractéristiques principales suivantes :

- Un paysage très hétérogène, et composé par des forêts primaires de type dense humide sempervirente de moyenne altitude, des forêts dégradées, des formations post-culturales, des parcelles défrichées, des prairies et des parcelles de culture ;
- Une flore riche, dominée par les familles des Euphorbiaceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Sapindaceae et Orchidaceae ;
- La présence d'espèces de la catégorie des « bois précieux » menacées selon les listes CITES et UICN ;
- Des formations végétales riche en orchidées (Aerangis, Angraecum, Aeranthes, Jumellea, Benthamia, Bulbophyllum, Cynorkis et Nervilia);
- Plusieurs dizaines d'espèces de vertébrés dont de nombreuses espèces endémiques de Madagascar, et des espèces menacées selon les listes CITES et UICN ;
- Neuf espèces de poissons (dont une indigène et une endémique) et deux espèces de crustacés (endémiques) sur l'intégralité de l'aire d'étude ;
- Des habitats naturels soumis à de très fortes pressions, notamment du fait de la déforestation et de la dégradation des écosystèmes ;
- Un projet de création d'une Nouvelle Aire Protégée (NAP) dans une partie de la zone d'emprise du projet ;
- Présence du Parc national de Marolambo, dans la zone d'influence du projet ;
- En lien avec le Parc national de Marolambo, trois zones de transferts de gestion de ressources naturelles dans la zone d'emprise du projet.

4.4.1.3 Revue bibliographique

Faune et Flore terrestre

Les recherches bibliographiques ont permis de :

- Préciser les aires d'étude nécessaires pour l'EIE ;
- Déterminer les différentes formations végétales ainsi que les espèces caractéristiques de la région susceptibles d'être présentes sur site ;
- Appréhender les enjeux relatifs aux exigences de la législation nationale et des standards internationaux ;
- Acquérir une bonne connaissance de l'état de la biodiversité (détermination des sites d'inventaires et liste des espèces cibles, notamment susceptibles de déclencher un habitat critique) ainsi que des conditions d'accès et de sécurité sur la zone élargie d'étude pour faciliter les descentes sur le terrain.

Toutes sources d'informations préexistantes ou publiées (thèses, mémoires, articles scientifiques, rapport d'activités et bases de données) disponibles à date sur le secteur et les zones avoisinantes ont été revues selon les objectifs suivants :

- Détermination des formations végétales et les espèces caractéristiques de la région présentes ou susceptibles d'être présentes en fonction des données publiées ou préexistantes ;
- Acquisition d'une bonne connaissance de la biodiversité de la zone d'étude pour l'identification des espèces susceptibles d'engendrer des enjeux dans le périmètre du projet ;
- Harmonisation du projet avec :
  - Le processus de création de la NAP Tsinjoarivo Ambalaomby ;
  - Le Plan d'Aménagement et de Gestion du Parc National de Marolambo,
  - Les zones sous contrat de transfert de gestion : évaluation de l'efficacité de la gestion par les VOI et renouvellement éventuel des contrats par l'administration forestière et ses partenaires.

Faune et flore aquatique

Des recherches bibliographiques ont été effectuées afin :

- D'acquérir une bonne connaissance de la biodiversité et des caractéristiques physiques sur la zone d'étude pour faciliter les investigations sur le terrain (détermination des sites d'études et liste des espèces cibles notamment susceptibles de déclencher un habitat critique) ;
- Appréhender les enjeux relatifs aux exigences de la législation nationale et des standards internationaux ;

De même que pour les autres cortèges floristiques et faunistiques, la zone d'étude est caractérisée par une connaissance hydrobiologique à la base très lacunaire. La flore aquatique n'est pratiquement pas étudiée.

Néanmoins des données à une échelle plus large (Nationale, Est de Madagascar) ont été récupérées :

- Ouvrages spécialisés souvent anciens (antérieurs à 1970) ;
- Articles scientifiques plus contemporains (post 1990) sur des thèmes très ciblés en général sur la description d'espèce ou la révision de classification ;
- Bases de données numériques telles que la base de données en ligne ''Faunafri'', la liste rouge mondiale de l'UICN, la liste CITES, les listes rouges nationales.

Par ailleurs, des échanges avec des spécialistes nationaux et internationaux sur les groupes taxonomiques concernés ont également été menés afin de vérifier l'exhaustivité des sources de données.

D'une manière synthétique, l'ichtyofaune des eaux continentales malgaches présente les deux principales caractéristiques suivantes :

- Un nombre faible d'espèces au vu de la taille et la diversité du territoire ;
- Un taux d'endémisme élevé.

À l'issue de cette revue bibliographique, une liste des espèces menacées et/ou endémiques susceptibles d'être présentes sur le site a été dressée. Cette liste a été confrontée à la liste des espèces inventoriées sur le terrain afin de conclure sur leur présence/absence.

De la même manière que sur le volet faune flore terrestre, les données bibliographiques et les données d'inventaire de la mission de cadrage ont servi de base de données pour les protocoles utilisés lors de la réalisation des inventaires de l'EIE.

4.4.1.4 Analyses cartographiques

Des analyses cartographiques ont été réalisées pour :

- Spatialiser les différentes informations collectées (biologiques, administratives et gouvernances) permettant de bien analyser les impacts du projet sur le milieu biologique ;
- Afficher et décrire les différentes zones d'étude par rapport aux positionnements des infrastructures envisagées par le projet ;
- Localiser et définir les différents enjeux du projet par rapport aux données de l'utilisation des ressources par les communautés locales et la répartition des habitats (habitat terrestre et aquatique, naturel et modifié) dans la zone d'emprise du projet ;
- Identifier et proposer les différentes mesures ou alternatives permettant d'assurer un gain net de la biodiversité vis-à-vis des impacts prévisibles et imprévisibles induits par la mise en place et la mise en œuvre du projet ;
- Mener une cartographie participative avec les parties prenantes locales afin d'identifier les limites administratives récentes et de mieux appréhender l'ancrage des différentes unités d'aménagement des zones sous statuts, au regard de l'emprise du projet.

4.4.2 Définition des aires d'étude

L'aire d'étude pour l'aménagement hydroélectrique a été définie comme suit :

- Une **aire d'étude élargie** (Figure 44) qui englobe le bassin versant de l'Onive et l'essentiel de ses affluents en amont et aval du point d'implantation du projet, et qui comprend l'aire d'étude rapprochée, la partie Sud du bassin versant du Mangoro, les aires prioritaires pour la conservation et des aires protégées telles que le Parc National Marolambo et le site RAMSAR Nosivolo.
- Une **aire d'étude rapprochée** (Figure 45) définie par la partie ennoyée de l'Onive en amont du barrage, les milieux affectés par les travaux de mise en place des infrastructures (barrage, conduite forcée, cheminée d'équilibre, usine, etc.), les milieux traversés par les pistes d'accès (RN7 - Barrage et Barrage - Usine), les zones d'influences directes pressenties en fonction des principales caractéristiques susmentionnées (notamment la prise en compte des bassins-versants des affluents directement concernés dans le champs d'influence du projet)

Figure 44 - Aire d'étude élargie de la zone de l'aménagement hydroélectrique

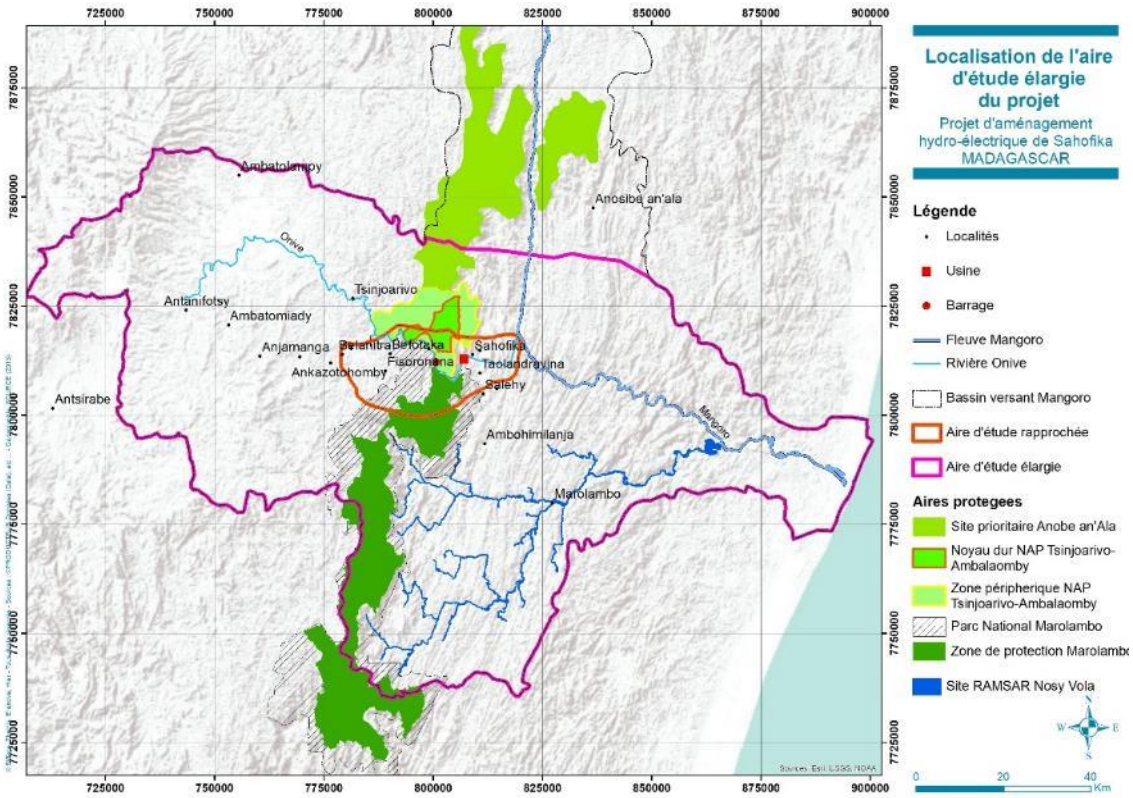
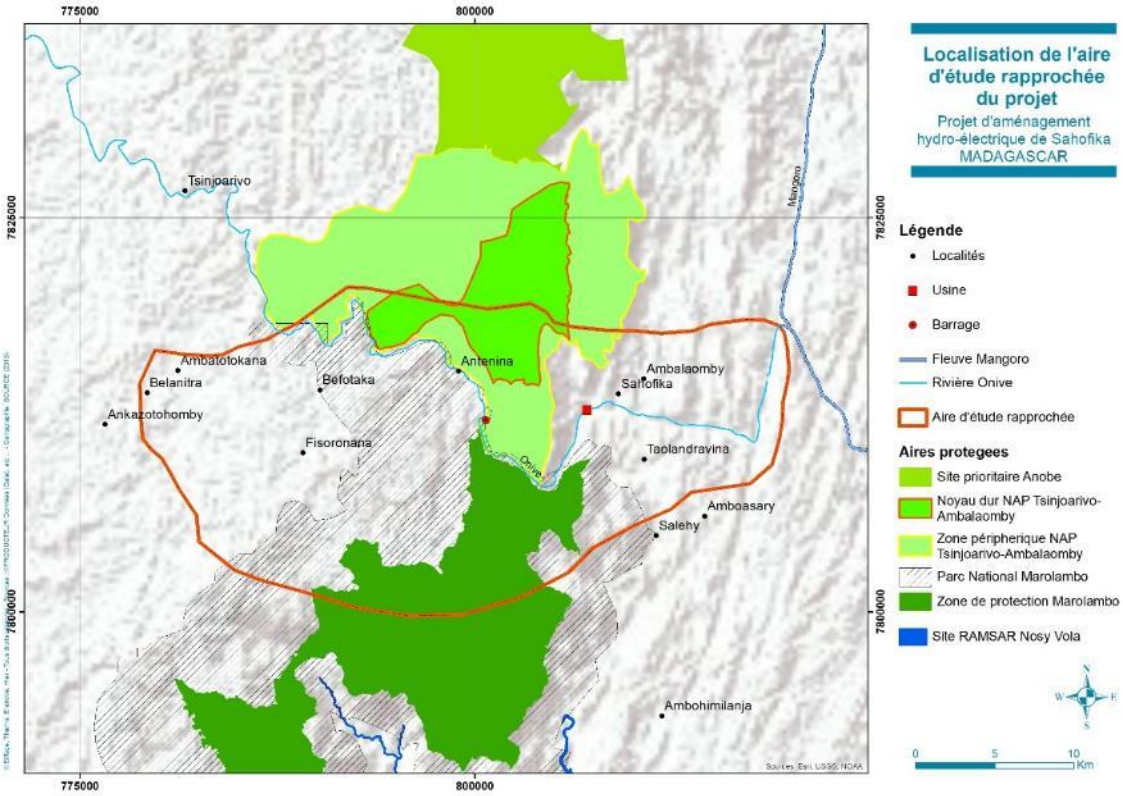


Figure 45 - Aire d'étude rapprochée de la zone de l'aménagement hydroélectrique



Note concernant la Figure 45: Les contours de NAP de Tsinjoarivo ne sont pas encore officiels et sont donc indicatifs.

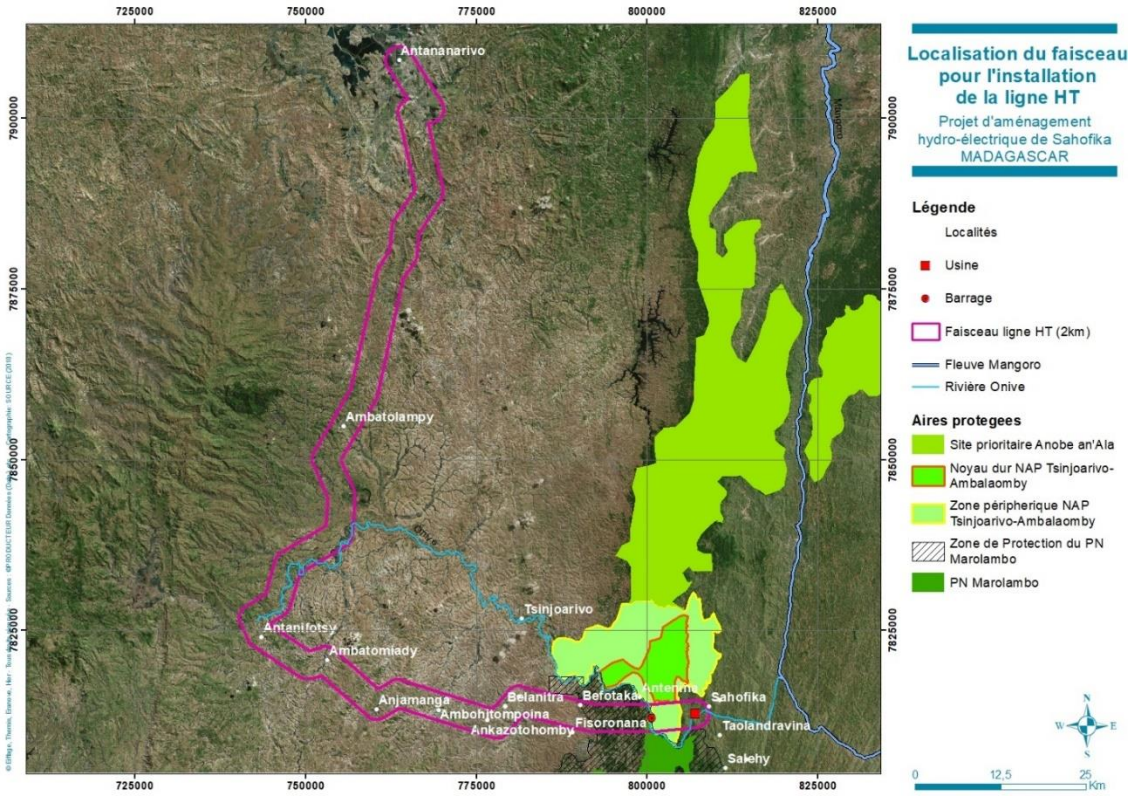
4.4.3 Collecte des données pour la ligne de transmission vers Antananarivo

Pour les impacts associés à la ligne dans les habitats modifiés entre le projet (Usine et barrage) et Belanitra, les premières données ont été collectées dès les phases d'inventaires de 2018.

Des données complémentaires relatives au corridor envisagé entre Befotaka et Antananarivo comme représenté sur la Figure 46 ont été collectées en Mars 2019, et analysées au niveau du faisceau validé (Befotaka-Antananarivo) pour le tracé de la ligne Haute Tension (situé donc à l'Ouest de Befotaka).

Notons que les protocoles d'inventaires ont été adaptés pour les besoins de cette mission : la végétation étant constituée d'une mosaïque de végétation herbacée et de plantation d'Eucalyptus et/ou du Pin, la méthodologie employée a été la méthode de relevée systématique. Cette méthode consiste à délimiter une surface de 30m x 30m dans les plantations de Pin et d'Eucalyptus et d'inventorier toutes les espèces présentes à l'intérieur de l'aire de relevée. Pour chaque individu recensé, le nom, la hauteur maximale et le diamètre ont été notés. Pour la végétation herbacée, une observation directe a été réalisée. Le nom de chaque individu observé a été noté. La hauteur et le taux de recouvrement de la formation ont été estimés sur place.

Figure 46 - Carte des habitats du corridor de la ligne Haute Tension (HT) jusqu'à Antananarivo



4.4.4 Inventaires de terrain de l'EIES

Les données bibliographiques et les données d'inventaire de la mission de cadrage ont servi de base de données pour les protocoles utilisés lors de la réalisation des inventaires de l'EIES.

4.4.4.1 Calendrier des inventaires

Les inventaires de terrain réalisés relatifs au volet terrestre se sont déroulés en mars-avril 2018 pour la saison humide et en septembre 2018 pour la saison sèche. Pour le volet aquatique, les données de la saison humide ont été collectées en avril 2018 et les données de la saison sèche sont issues des inventaires réalisés en octobre 2018.

Le calendrier détaillé de ces inventaires est fourni dans le rapport des Annexes.

4.4.4.2 Sites d'inventaires pour le milieu biologique terrestre

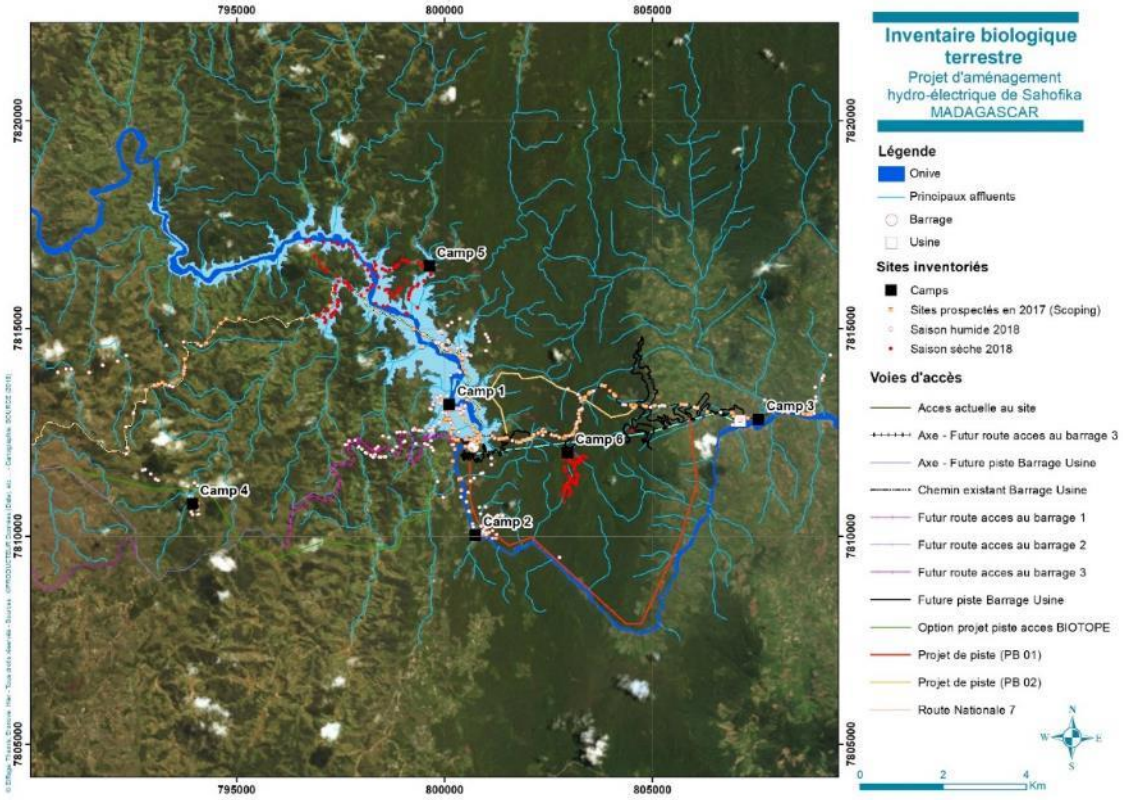
Les habitats principaux et les différentes zones touchées ou affectées par le projet ont été étudiés. Les détails et un plan des sites inventoriés sont fournis dans le Tableau 66 et la Figure 47.

Tableau 66 - Sites d'inventaires biologiques terrestres

	Camp	Zone couverte pendant la période d'investigation
Saison humide 2018	Camp 1 : Au niveau barrage (saison humide 2018)	Les habitats dans la zone ennoyée sur les rives gauche et droite de Onive Une partie des zones traversées par la piste d'accès au barrage

	Camp 2 : Partie aval du barrage (Saison humide 2018)	Corridor dans la partie en aval du barrage et sur la rive nord
	Camp 3 : Antaniketsa (Saison humide 2018)	Fragments des forêts au sud-ouest d'Antenina, concernés par la mise en place des pistes d'accès
	Camp 4 : Sahofika (Saison humide 2018)	Partie de Faravohitra, Mandroalina et Sahofika, affectées par la mise en place de l'usine et autres infrastructures y afférentes
Saison sèche 2018	Camp 5 : Zone ennoyée entre Antenina et Ankorohoro	Habitats naturel et modifié dans zone la zone ennoyée dont les fragments des forêts des VOI, de la NAP Tsinjoarivo et les fragments des forêts qui n'ont pas de statut de protection
	Camp 6 : Partie au Sud de la galerie d'eau souterraine	Corridor forestier entre la conduite d'amenée et la rivière Onive, une partie de forêt non comprise dans le projet de nouvelle aire protégée

Figure 47 - Carte des sites de biodiversité terrestre inventoriés



4.4.4.3 Milieu terrestre - Collecte des données de flore et de végétation

Différents protocoles standardisés ont été mis en œuvre pour collecter les données floristiques sur les sites identifiés :

- Méthode de récolte itinérante ;
- Méthode de relevé de végétation en adoptant les méthodes de relevé linéaire de Gautier (1994) et de relevé de surface de Braun Blanquet (1965) ;
- Enquête ethnobotanique ;
- Analyse des données floristiques et structurales.

Les habitats ont été caractérisés grâce à la méthode de relevé mixte ligne-surface (Gautier, 1994) pour collecter les données relatives à leur physionomie et composition floristique.

Collecte itinérante

La méthode consiste à collecter, identifier et faire des herbiers des spécimens botaniques des plantes fertiles (en fleur ou en fruit) surtout celles des groupes susceptibles d'être associés à des enjeux écologiques. Pour chaque spécimen collecté, les paramètres recensés sont :

- Le nom de la plante ;
- Les coordonnées géographiques ;
- Le type d'habitat (Habitat naturel ou habitat modifié) ;
- La phénologie de la plante (En fleur, fruit ou en état végétatif) ;
- Caractéristiques des habitats (relief, topographie, substrat).

Relevé linéaire (Gautier et al., 1994)

La méthode de relevé linéaire combine les avantages de la méthode de « line transect » utilisée par Buell & Cantlon (1950), Bauer (1943) et Devineau (1980, 1984) et la méthode de « point quadrat » utilisée pour l'analyse phytosociologique des prairies par Long & al. (1958), puis par Daget & Poissonet (1971), à laquelle elle s'apparente le plus. La méthode de relevé linéaire consiste à relever la tranche de la végétation qui se trouve à la verticale d'une ligne imaginaire rectiligne de 100 m de longueur au sol, placée dans une surface de végétation jugée homogène (Gautier et al., 1994). Tous les deux mètres, les mesures consistent à relever toutes les masses végétales entrant en contact avec une ligne verticale (matérialisée à l'aide d'une perche). Pour chaque contact, l'espèce concernée ainsi que les hauteurs de contact sont relevées.

Relevé de surface

Cette méthode complète la précédente en fournissant une série de paramètres structuraux souvent utilisés en foresterie : la distribution des individus semenciers (diamètre à hauteur de poitrine >10 cm) par classe de diamètre, la densité du peuplement, la surface terrière et le biovolume. Une parcelle de 0,1 ha, centrée sur la ligne médiane de chaque relevé linéaire est montée. Elle est matérialisée par des piquets plantés aux angles de carrés juxtaposés de 5 m de côté placés de part et d'autre de la ligne de relevé.

Relevé rapide

La méthode de relevé rapide a été réalisée pour compléter les données descriptives ou physionomiques des habitats. Elle permet d'optimiser le nombre de jours de terrain et d'obtenir une quantité importante d'informations sur la flore et la végétation. Dans une unité de formation prospectée, le travail consiste à décrire la physionomie de la formation et de recenser les espèces caractéristiques. Les paramètres recensés sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Tableau 67 - Inventaire de flore en relevé rapide : Description des paramètres recensés

Paramètres du milieu	Paramètres structurales	Paramètres floristiques

• Coordonnées géographiques • Type de substrat • Niveau topographique • Pente • Exposition • Orientation	• Type de formation (Forêt primaire, secondaire, autres) • Hauteur de la formation • Nombre et hauteur de chaque strate • Taux de recouvrement des strates • Mesure du plus gros diamètre • Hauteur du fut	• Liste des espèces les plus fréquentes et abondantes • Espèces caractéristiques de chaque strate • Liste des espèces • Liste des espèces menacées rencontrées dans la zone

Les résultats obtenus grâce à cette méthode ont permis également de compléter la cartographie de la végétation.

Étude de la flore associée

Une étude phytosociologique a été menée pour chaque espèce cible identifiée comme étant susceptible de déclencher un habitat critique. La méthode utilisée a permis d'identifier la flore associée (à savoir l'ensemble des espèces qui vivent dans un même milieu que l'espèce cible) et donc de donner une bonne indication écologique sur l'habitat de l'espèce cible. La méthode de Quadrat Centré en un Point ou QCP (Daget & Poisonnet, 1971) a été utilisée pour identifier la flore associée. Dans cette méthode, l'individu adulte de l'espèce sélectionnée est pris comme centre des quadrats. Au total, 3 à 5 individus matures de chaque espèce sélectionnée ont été étudiés.

4.4.4.4 Milieu terrestre - Analyse et traitement des données de la flore et de la végétation

Identification des spécimens et évaluation des statuts écologiques

En plus des travaux d'identification des spécimens d'herbier, des documents, ouvrages et articles scientifiques ont été consultés. La base de données Tropicos et le Catalogue des plantes vasculaires de Madagascar ont été utilisés pour confirmer les noms identifiés, la taxonomie à jour et les données d'occurrence de chaque espèce. Pour chaque espèce identifiée, une vérification a été effectuée afin d'utiliser le nom à jour tout en évitant les problèmes de synonymie.

Analyse biogéographique

Les données sur la répartition biogéographique de chaque espèce ont été tirées des informations affichées dans la base de données Tropicos. La connaissance de l'aire de répartition pour chaque espèce est en effet primordiale pour l'analyse des impacts, notamment dans les cas où il est nécessaire d'assurer un gain net de biodiversité.

Analyses des données structurales et dendrométriques

Les données des relevés linéaires ont été analysées et traitées pour décrire la structure verticale, la structure horizontale et le volume de bois fourni par la végétation par unité de surface.

4.4.4.5 Milieu terrestre - Collecte et analyse des données sur la faune

Afin de collecter le maximum d'informations sur les espèces faunistiques présentes dans les différentes zones d'investigation, des inventaires basés sur des protocoles d'observation directe, de piégeage et d'enquêtes ont été menés pour chaque groupe

zoologique. L'inventaire de la faune terrestre avait pour but d'élaborer la base de données initiale sur la faune terrestre (état de référence) afin de :

- Connaître la richesse et la diversité faunistique de chaque site étudié ;
- Décrire la répartition spatiale des espèces au sein de la zone d'étude ;
- Identifier les formes de menaces sur les espèces et leurs habitats.

Amphibiens et reptiles

Afin de recenser la diversité spécifique de l'herpétofaune des zones étudiées, les trois techniques standards et complémentaires suivantes ont été adoptées :

- Observation directe le long des itinéraires échantillons (transect)
- Fouille systématique des refuges et des biotopes
- Trou-pièges avec barrière plastique

D'un point de vue taxonomique, l'appellation utilisée dans le livre guide des reptiles et amphibiens de Glaw & Vences (2007), soutenu par les données UICN a été utilisée dans la présente étude.

L'analyse des données relatives aux amphibiens et reptiles a porté sur l'état de la population des espèces recensées. Une estimation de l'abondance relative de chacune d'elles a dans ce but été effectuée. Pour cela, la fréquence d'observation de l'espèce a été évaluée en fonction de l'effort fourni, en fonction du nombre d'individus rencontrés pendant une durée définie d'investigation (5 journées de 8 heures, soit 40 heures d'investigation). Les différentes classes d'abondance suivantes sont ainsi établies :

- Espèce peu abondante (Pa) : Fréquence d'observation est inférieure à 5.
- Espèce assez abondante (Aa) : Fréquence d'observation comprise entre 5 et 10.
- Espèce abondante (Ab) : Fréquence d'observation comprise entre 10 et 20.
- Espèce très abondante (Ta) : Fréquence d'observation supérieure à 20.

Oiseaux

Afin de recenser le maximum d'espèces d'oiseaux, trois méthodes complémentaires ont été utilisées pour chaque site.

- Observations spécifiques : cette méthode consiste à noter les oiseaux vus ou entendus le long d'itinéraires échantillons. Comme la plupart des oiseaux sont matinaux, les recherches ont été conduites entre 5h00 et 10h00. L'identification des espèces a été effectuée par observation visuelle à l'aide d'une paire de jumelles. La vitesse moyenne de déplacement était d'environ 1,5 km par heure.
- Observations générales : des observations à toute heure de la journée sont également faites dans le but de voir la présence (donnée qualitative) des espèces non trouvées au cours des observations spécifiques.
- Indice de présence : l'inventaire des espèces aviaires a été complété par des preuves de présence (plumes, nids actifs, pelotes de régurgitation, etc.).

La taxonomie et les noms scientifiques utilisés sont conformes à ceux utilisés par Morris & Hawkins (1998) sauf :

- Pour le genre *Phyllastrephus*, la classification de Cibois (2001) a été adopté ;
- Pour *Pseudocossyphus*, le synonyme *Monticola* a été utilisé.

Concernant l'analyse des données, la méthode des listes de MacKinnon a permis de déterminer l'Indice d'Abondance Relative (IAR) des différentes espèces de chaque site. L'indice varie de 0 (espèce la moins abondante) à 1 (espèce la plus abondante). Chaque espèce est classée suivant la valeur de son indice d'abondance relative (IAR) :

- Espèce occasionnelle (Oc) : IAR inférieure à 0,20 (moins de 5 fois observées) ;
- Espèce peu abondante (Pa) : IAR entre 0,20 à 0,40 (5 à 10 observations) ;
- Espèce assez abondante (Aa) : IAR entre 0,40 à 0,60 (10 à 15 observations) ;
- Espèce abondante (Ab) : IAR entre 0,60 à 0,80 (15 à 20 observations) ;
- Espèce très abondante (Ta) : IAR supérieure à 0,80 (supérieure à 20 observations).

Micromammifères

Trois techniques de piégeage ont été utilisées pour l'inventaire des petits mammifères : trou-pièges et Sherman (rongeurs, insectivores) et filet japonais (chauves-souris). Les activités de piégeage ont été complétées par des enquêtes.

- Trou-pièges : Les mêmes trou-pièges que pour les amphibiens et reptiles ont été utilisés pour la capture des petits mammifères. Un seau en place pendant 24 heures est considéré comme une nuit trou-piège.
- Pièges standards : Ils sont composés de 40 pièges de type Sherman ayant une dimension de 22,5 cm x 8,6 cm x 7,4 cm pour capturer les animaux vivants. Les lignes de pièges couvrent différents micro-habitats afin d'augmenter la probabilité de capture des espèces, surtout ceux qui présentent des exigences spécifiques en matière de niche écologique. Les pièges sont appâtés au beurre de cacahuète et les pièges sont contrôlés deux fois par jour : à l'aube et à la fin de l'après-midi. Une nuit-piège est définie par un piège ouvert pendant 24 heures (de l'aube jusqu'à l'aube suivante). L'abondance relative (en %) de chaque espèce capturée est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce et le nombre total d'individus capturés dans le site. Aucun piège létal n'a été utilisé durant les sessions de piégeage.
- Filet japonais : Deux filets japonais d'une dimension de 12 m de longueur, 2,50 m de largeur et une maille de 0,025 m ont été utilisés pour la capture des chauves-souris (mammifères volants). Les pièges ont été installés dans un espace ouvert non loin du lit des ruisseaux, entre 18h00 et 22h00.
- Enquêtes : La connaissance des espèces de carnivores et de chauve-souris présentes dans la zone a été complétée par des enquêtes auprès des guides ou des personnes locales, en utilisant les livres guides correspondants.

La taxonomie des micromammifères prise en compte dans cette étude suit la revue de Soarimalala & Goodman (2011) et les informations du site de l'UICN. Pour les carnivores et les chauves-souris, la taxonomie dans les livres guides de l'Association Vahatra sur ces deux groupes zoologiques a été choisie.

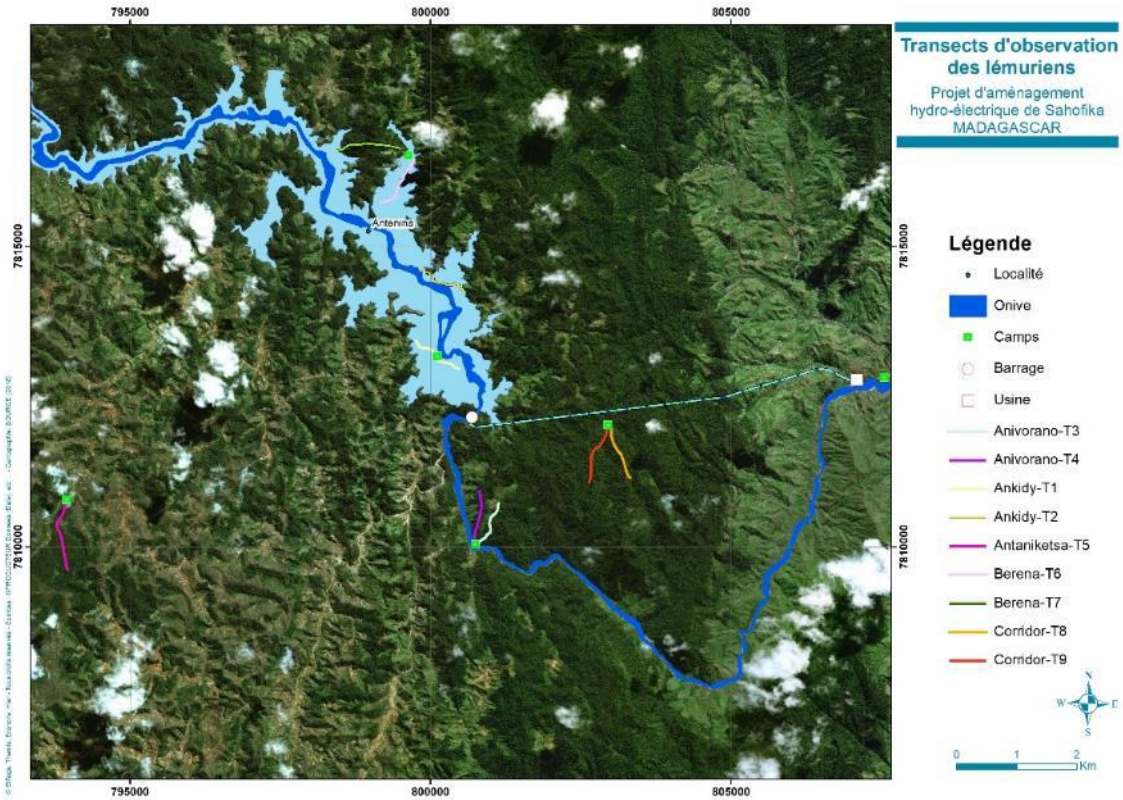
Lémuriens

Quatre méthodes (transects, recherche active, enquêtes, piège-photo) ont été adoptées pour connaître la communauté des lémuriens des zones d'études :

- Transects : La méthode d'observation directe le long de transect a été utilisée dans le but de détecter les espèces par observation directe ou par écoute. La longueur de chaque transect est établie à 1 km. Deux transects ont été installés à Ankidy, Anivorano, Berena et corridor tandis qu'un transect dans le site Antaniketsa (Figure 48). Les observations diurnes ont été faites entre 06h00 et 10h00 et l'après-midi entre 15h00 et 18h00 tandis que les observations nocturnes ont eu lieu entre 19h00 et 22h00. Les détails enregistrés sont l'heure du contact, l'espèce, l'effectif, la hauteur de l'animal par rapport au sol, l'activité déployée, la distance où se trouve l'animal par rapport à la piste, la composition du groupe et les coordonnée (GPS) pour chaque groupe de lémuriens diurnes. En termes d'abondance relative, les individus rencontrés d'une espèce ont été comptés de façon à mettre en évidence le nombre d'individus par kilomètre de trajet.
- Recherche active : Des traces d'alimentation d'espèces de lémuriens telles que *Daubentonia madagascariensis* et *Hapalemur sp* ont été identifiées.
- Enquêtes : Des séries de questions ont été posées aux assistants locaux pour avoir des informations concernant les lémuriens dans les zones d'étude. Le livre guide de Mittermeier et al (2010) a été montré aux personnes enquêtées pour servir de référence.
- Piège photo : Cette technique permet de prendre des photos d'un animal bougeant devant le piège-photo installé.

La taxonomie mentionnée dans le livre guide « Lémuriens de Madagascar » (Mittermeier et al., 2014) a été considérée pour cette étude.

Figure 48 - Répartition des transects d'observation dans l'ensemble de la zone étudiée



Insectes

Les inventaires entomofaune se sont déroulés uniquement en saison humide, c'est à dire en mars-avril. Cinq méthodes complémentaires ont été adoptées pour la détermination de

la diversité et de la sensibilité de la communauté des insectes terrestres (papillons, fourmis, etc.) des zones de prospection.

- Collecte générale : La collecte générale consiste à prospecter les habitats des espèces et à collecter manuellement les individus (utilisation d'une paire de pinces). Les espèces de petite taille comme les fourmis sont récoltées en utilisant un aspirateur. Les spécimens sont conservés dans l'alcool à 70%.
- Filet à papillon : Le filet à papillon est employé pour chasser les espèces les plus actives des Rhopalocères-Lépidoptères. Tout au long d'une piste, les papillons en vol ou au repos sont capturés par un coup de filet à demi-rotation. Les individus capturés sont pincés au niveau du thorax entre le pouce et l'index et placés dans des papillotes.
- Collecte manuelle : La collecte manuelle consiste à observer et à récolter les stades jeunes (chenilles ou cocons) de Lépidoptères sur leur plante hôte. Pour certaines espèces comme *Argema mittrei* et *Antherina suraka*, la présence de fèces peut indiquer l'existence de leur population dans le site. Les individus sont conservés dans les flacons remplis d'alcool concentré à 70%.
- Piège Malaise : Ce type de piège est utilisé particulièrement pour la capture des insectes volants. Le principe est basé sur l'interception des insectes en vol. Le piège conçu en voiles moustiquaires de maille de 1mm² est installé perpendiculairement à la direction du vent. Au sommet latéral des voiles s'ouvre un trou communiquant avec une bouteille contenant une solution savonneuse additionnée de quelques gouttes de formol. Cette bouteille sert à la récupération des spécimens. Sur le site, un Malaise est installé à un endroit semi-ouvert et représentatif où la composition floristique est suffisamment diversifiée. La durée de piégeage est fixée à 72 heures.
- Piège-bacs : Ce type de piège est destiné à la capture des insectes du sol et de la litière. Le principe consiste à l'interception des animaux rampant sur le sol. Dans la pratique, une boîte en plastique correspondant à un piège-bac est enterrée de façon que sa bordure affleure le niveau du sol. Puis, une solution d'alcool de 70% est versée jusqu'au tiers de la boîte. Cette solution de préservation sert à tuer les individus capturés et à éviter que les uns ne soient mangés par les autres. Dans chaque site d'étude, 30 pièges-bacs sont installés. La distance entre les deux boîtes successives est fixée à 10 m et la durée de piégeage est de 72 heures.

Une partie de la détermination des espèces a été faite sur le terrain en utilisant une loupe à main et en consultant les ouvrages spécialisés à chaque groupe d'Arthropodes. A noter que l'identification des espèces d'Arthropodes, groupe très diversifié, a été majoritairement faite au laboratoire de la Mention Zoologie et Biodiversité Animale de l'Université d'Antananarivo.

Pour l'analyse des données, et pour pouvoir comparer la diversité des insectes dans les sites d'étude, les ordres de mesure suivants sont utilisés :

- La richesse taxonomique qui est le nombre de familles présentes dans les ordres ou sous ordres taxonomiques.
- L'abondance absolue, c'est le nombre d'individus échantillonnés par taxon.
- L'indice de diversité de Shannon (H') : C'est la mesure de la composition, du nombre de taxa d'un écosystème et de leur abondance relative.

4.4.4.6 Milieu aquatique - faune ichthyologique

Un recensement de la faune ichthyologique a été effectué. Les méthodes suivantes ont été utilisées :

- Inventaire piscicole par pêche électrique ;

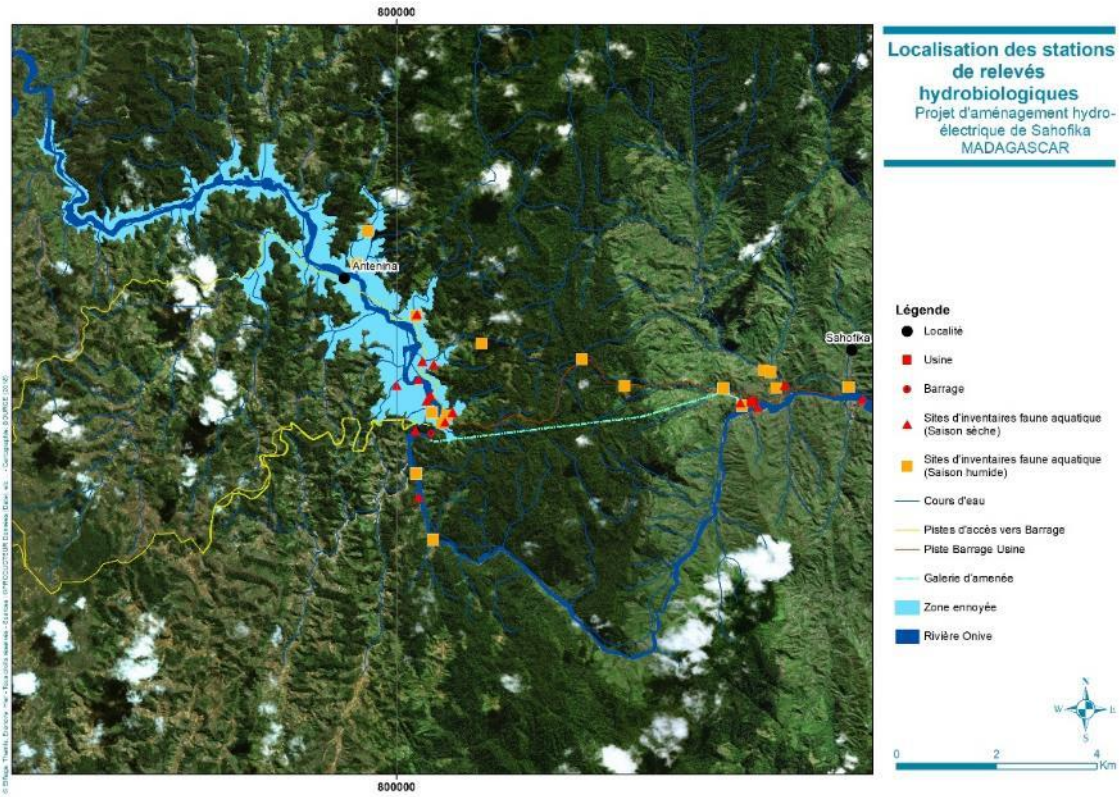
- Inventaire piscicole à l'aide de divers instruments (nasses, filet épervier et senne) ;
- Inventaire des macroinvertébrés benthiques (filet Surber à maille de 0.5 mm);
- Enquêtes auprès des populations locales.

Sites inventoriés

Les sites d'échantillonnage ont été sélectionnés de façon à fournir une image représentative des différents habitats rencontrés sur la zone d'étude. Des affluents situés en amont du barrage et concernés par l'élévation du niveau d'eau (du fait de la construction du barrage) ont été retenus, mais aussi des affluents situés au niveau du Bief Court-Circuité (BCC), plus particulièrement concernés par la construction des aménagements connexes (conduite forcée, pistes…). Des affluents situés au droit de la future usine et en aval ont été également inventoriés. Les différents sites échantillonnés en saisons humide et sèche se répartissent comme suit (voir aussi la Figure 49) :

- Amont barrage : 10 sites répartis sur l'Onive (3 stations) et 4 affluents (7 stations) ;
- Barrage : 3 sites sur 3 affluents ;
- Bief court-circuité (entre le barrage et l'usine projetés) : 7 sites répartis sur l'Onive (2 sites en amont de la zone de rapides et un site en aval de la zone de rapides) et sur 3 affluents (2 sites sur 2 affluents situés en amont de la zone de rapides et 2 sites sur un affluent situé en aval de la zone de rapides) ;
- Aval Usine : 6 sites d'échantillonnage sur 4 affluents (dont 5 situés sur le même sous bassin versant : Marotenina) et 2 sites sur l'Onive ;

Figure 49 - Localisation des stations de relevé hydrobiologique



L'Onive n'a été inventoriée que lors de la seconde campagne de saison sèche : pour des raisons de sécurité et d'efficacité de la pêche, un niveau d'eau d'étiage était préférable.

Photo 45 - Différents affluents inventoriés

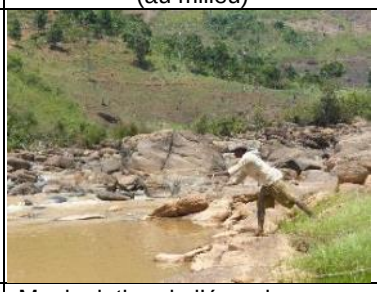
Affluent rive gauche de l'Onive amont barrage (à gauche)	Affluent rive gauche de l'Onive au droit du barrage près de la ferme camp de base (au milieu)	Marotenina, affluent rive gauche de l'Onive aval usine (à droite)

Méthodes de collecte

Lors de la phase de cadrage (octobre 2017), différentes méthodes de collecte ont été testées selon les différents types d'habitats et les engins de pêche disponibles. Les méthodes testées étaient :

- Pêche à la ligne : cette méthode vise les espèces diurnes pélagiques et benthiques ;
- Nasses : Les nasses appâtées (manioc ou patate douce) ont été déposées pendant le jour et la nuit. Cette méthode vise les espèces diurnes et nocturnes, pélagiques et benthiques ;
- Filets maillants plats de type « araignée » : Cet engin de pêche a été utilisé sur les stations à eau profonde. Les filets ont été mis en place jour et nuit pour maximiser l'effort de capture. Cette méthode vise surtout à cibler les espèces nocturnes essentiellement pélagiques, inféodées aux zones calmes.

Photo 46 - Différentes méthodes d'inventaire de faune aquatique utilisées

Captures de poissons dans une nasse appâtée (à gauche)	Site de pêche au filet maillant (au milieu)	Pêche électrique dans un affluent aval de l'usine projetée
		
Pêche à la Senne sur l'Onive au droit de l'usine projetée - Faravohitra	Manipulation de l'épervier par un assistant	Présentation de photos de poissons lors des enquêtes effectuées

Pour des raisons de tabou (« fady ») sur la zone amont barrage et barrage, l`utilisation de l`épervier qui est un engin de pêche souvent efficace pour l'inventaire de l'ichtyofaune n'a pas été employé. La complémentarité des différentes techniques de prospection a toutefois permis d'obtenir une vision relativement complète à l'échelle de l'aire d'étude.

Sur la base des mesures de conductivité de l'eau relevées en phase cadrage, l la technique de la pêche électrique a été déployée lors des inventaires de saisons humide et sèche, afin de compléter les premières données collectées. Cette technique a été couplée à l'épervier (sur la zone où l'engin n'est pas tabou) et à la senne sur toute la zone inventoriée.

Enquêtes

Afin de compléter et recouper les données d'inventaire, des enquêtes relatives à la présence potentielle de certaines espèces aquatiques ont été conduites auprès de la population locale. Par ailleurs, des pêcheurs locaux en action, quelles que soient leurs techniques de pêche (filet, à la main, pêche à la ligne, nasses, etc.), ont été consultés afin d'observer les espèces qu'ils ont pu collecter dans le site d'étude. Au total, 26 personnes ont été enquêtées tout au long des trois sessions d'inventaire.

Les questions posées portaient sur :

- Les espèces présentes dans l'Onive ou les affluents, en précisant les biefs ;
- La variabilité spatiale et temporelle de la distribution de ces espèces
- La tendance évolutive sur la dynamique des populations (apparition, augmentation, raréfaction, disparition d'espèces) ;
- Les techniques de pêche pratiquées

De plus des photos de la plupart des espèces susceptible d'être rencontrées sur la zone d'étude ont été présentées sur tablette aux personnes enquêtées afin de valider la détermination des espèces citées.

Biométrie, manipulation post-collecte

Tous les spécimens de poisson collectés ont été comptés, mesurés et identifiés. Des photos ont été prises pour chaque espèce. En cas de doute sur la détermination exacte des taxons, un ou plusieurs spécimens ont été conservés dans l'alcool et déterminés au laboratoire du Département de Biologie Animale de l'université d'Antananarivo.

Photo 47 - Différentes méthodes d'inventaire de faune aquatique utilisées

Tilapia zillii, (exotique) capturé lors de la mission	Rheocles wrightae (endémique de Madagascar) capturée lors de la mission

4.4.4.7 Milieu aquatique - macroinvertébrés

Les macroinvertébrés benthiques sont réputés pour fournir une image fiable de la qualité globale d'un milieu aquatique grâce à leur faculté à intégrer les différentes perturbations susceptibles d'affecter un écosystème d'eau douce.

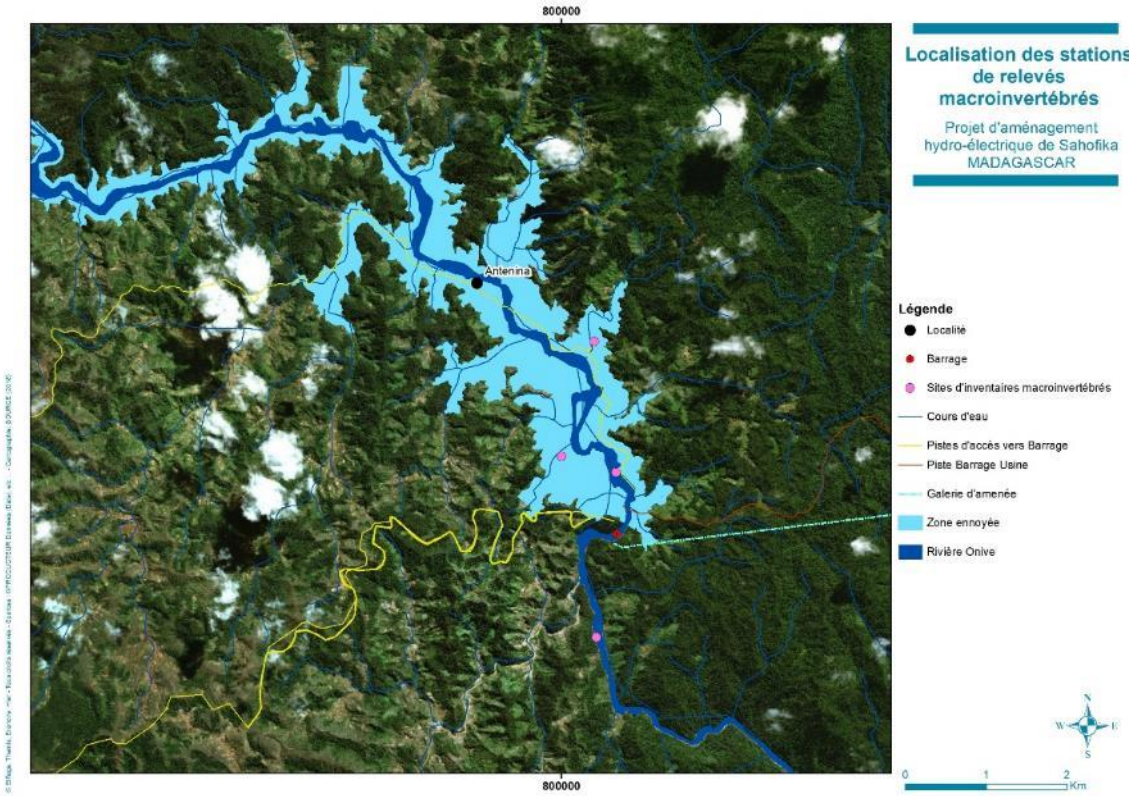
Aucune espèce de macroinvertébré aquatique ne bénéficie de statut de protection à Madagascar du fait du peu de données relatives à ces groupes. Cependant, il est connu qu'il existe chez les macroinvertébrés benthiques un très fort taux d'endémisme avoisinant parfois les 100% pour certains *taxons* (par exemple les éphémères).

Localisation des stations

4 stations d'observation des macroinvertébrés ont été échantillonnées afin de définir un état initial avant aménagement. Elles se répartissent de la manière suivante (voir aussi la Figure 50) :

- 2 stations sur l'Onive : en amont du barrage et au niveau du bief court-circuité (BCC). La station amont barrage est située à une distance d'environ 1 kilomètre en amont du projet d'implantation du barrage, en rive gauche de l'Onive. La station BCC est située à environ 2 km en aval du projet d'implantation du barrage, en rive droite de l'Onive.
- 2 stations sur les affluents de l'Onive en amont du projet de barrage. Le premier affluent est situé en rive gauche de l'Onive à 3 km environ en amont du barrage et est caractérisé par un habitat diversifié et relativement préservé. Le second affluent se trouve en rive droite de l'Onive à environ 2 km en amont du barrage. Il est caractérisé par un niveau de dégradation plus important lié à l'aménagement de la vallée pour la riziculture et de perturbations anthropiques plus largement à l'échelle du bassin (déforestation pour la mise en culture).

Figure 50 - Localisation des stations d'inventaire des macroinvertébrés benthiques



Protocole de prélèvement

Les échantillonnages ont suivi la méthodologie de l''Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) et la norme associée NF T 90-350, prenant en compte d'une part la diversité et la représentativité des habitats (couple substrat/vitesse) et d'autre part les qualités des habitationnelles. Les inventaires ont été réalisés à l'étiage en saison sèche avec des conditions hydrologiques stabilisés depuis plusieurs jours.

Photo 48 - Inventaire de macroinvertébrés

Collecte d'échantillons	Filet Surber maille 0,5 mm utilisé dans le cadre des inventaires	Tri des échantillons prélevés

Les stations ont été choisies pour leur représentativité du segment de cours d'eau et l'hétérogénéité des faciès d'écoulement. Elles ont fait l'objet d'une description de l'habitat sur fiche dédiée et d'un schéma répartissant les couples substrat/vitesse.

Les prélèvements ont été effectués depuis l'aval vers l'amont. Les 8 prélèvements ont été rassemblés dans 2 ou 3 flacons différents et fixés pour conservation dans de l'alcool à 90° pour détermination en laboratoire. Un double étiquetage a été effectué afin de garantir une traçabilité des échantillons.

Protocole de tri et détermination

Un pétri des prélèvements a été effectué in situ à l'aide de pinceaux et pinces fines et par remise en suspension par agitation des éléments les moins denses. Le tri, la détermination et le comptage des individus a été effectué par le laboratoire DBA de l'université d'Antananarivo sous loupe binoculaire à l'aide de clés de détermination et de la littérature sur le sujet :

- Tachet et al., 1996. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces ;
- Tachet et al., 2006. Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie ;
- Gerber & Gabriel, 2002. Aquatic invertebrates of south african rivers;
- Elouard & Gibon, 2001. Biodiversité et biotypologie des eaux continentales de Madagascar.
- Suhling & Martens, 2007. Dragonflies and damselflies of Namibia.

Photo 49 - Identification des macroinvertébrés

Détermination sous loupe binoculaire	larve d'Ephémèroptères Proboscidoplocia, échantillonné hors prélèvement

4.4.4.8 Evaluation des enjeux de conservation

Pour la flore

La liste des espèces obtenue a été confrontée avec les données à jour des espèces menacées (CITES, UICN et GSPM) pour identifier les espèces à enjeux de conservation, présentes dans la zone d'étude.

Pour le statut UICN, les données sont tirées de la base de données l'UICN.

En revanche, pour le statut CITES, les Annexes I, II et III publiées le 4 octobre 2017 ont été utilisées pour identifier les espèces menacées. Au niveau national, le Groupe des Spécialistes des plantes de Madagascar ou GSPM a publié un catalogue sur les plantes menacées de Madagascar avec trois statuts de conservation ; En danger critique, en danger et vulnérable. Les données publiées dans ce catalogue ont été prises en compte pour la bioévaluation des espèces recensées dans le cadre de cette étude.

Pour la faune

L'évaluation est réalisée pour chacune des espèces menacées en s'appuyant sur les références scientifiques et techniques disponibles à Madagascar (récentes publications, statuts de conservation disponibles, dont UICN et les observations et expériences de terrain).

Par ailleurs, les référentiels susceptibles d'apporter des informations sur la protection des espèces, tels que la convention CITES et le Décret de protection national des espèces de faune sauvage de 2006-400 ont été également considérés.

4.4.4.9 Avis d'expert sur les donnés collectées

La biodiversité de Madagascar est extrêmement riche, mais les données de base (bibliographiques et d'inventaires préalables) peuvent selon les taxons être fort limitées. Le projet Sahofika a pour cela consulté des acteurs scientifiques (ONG, laboratoires de recherche, etc.) à Madagascar et à l'étranger (hydrobiologie) afin de fournir un avis externe d'experts non impliqués directement dans les travaux réalisés permettant de vérifier la robustesse scientifique des résultats obtenus. L'ensemble des avis et recommandations formulés ont été pris en compte pour la rédaction du présent rapport.

Flore

Pour la flore, c'est le Groupe des Spécialistes des Plantes de Madagascar (GSPM) qui a été sollicité pour donner son avis sur les différentes approches méthodologiques adoptées, ainsi que sur les descriptions des résultats obtenus.

Faune terrestre

Pour ce qui concerne la faune terrestre, c'est l'Association Vahatra, œuvrant dans le domaine du développement et du renforcement des capacités en matière scientifique (biologie, écologie et biologie de conservation) et ayant une réputation nationale et internationale dans le domaine de l'évaluation de la biodiversité à Madagascar, qui a été sollicitée. Vahatra a fourni un avis sur l'approche méthodologique, la pertinence et la complétude de la revue bibliographique ainsi que sur l'exhaustivité et la qualité des données collectées et analyses associées dans le domaine.

4.4.5 Pressions existantes sur les écosystèmes et les espèces

4.4.5.1 Déforestation

Déforestation au niveau de l'écorégion

La déforestation est un problème majeur pour Madagascar, avec de lourdes conséquences pour la conservation de la biodiversité et la protection des écosystèmes. Les causes sont multiples et d'origine anthropique :

- La pratique du "Tavy", qui est une méthode culturale pour la production du riz sur les pentes et qui contribue à une économie de subsistance. Cette pratique est courante surtout pour les paysans de la forêt de l'Est ;
- Dans les milieux ruraux et enclavés, la déforestation est un système permettant d'acquérir des terrains pour les paysans. C'est une pratique très liée au contexte foncier et au droit coutumier ;

Plusieurs initiatives ont été prises pour essayer de stopper la déforestation depuis des décennies dont la plus importante est la création des nouvelles aires protégées et l'extension de la superficie des aires protégées existantes, des activités considérées comme prioritaires pour atteindre l'objectif de la vision Durban[5].

A Madagascar, l'écosystème le plus touché par la déforestation est la forêt dense humide de l'Est (basse et moyenne altitude). Une étude récente a été menée sur l'écorégion humide de Madagascar et a démontré l'augmentation du taux de la déforestation de 2005 à 2013, passant de 0,5% par année entre les années 2005 et 2010 à 0,94% par année entre 2010 et 2013. Les données détaillées sur le rythme de la déforestation pour cette écorégion sont présentées dans le Tableau 68 ci-dessous.

Les aires d'étude (élargie et rapprochée) font parties de cette écorégion et n'échappent pas aux problèmes du Tavy.

Tableau 68 - Déforestation dans l'écorégion humide de Madagascar (2005-2013)

	Surface de la couverture forestière (milliers d'hectares)			**Taux de déforestation** (% par an)	
	2005	**2010**	**2013**	**2005 - 2010**	**2010 - 2013**
Ensemble de l'écorégion	4556	4457	4345	0,5	0,94
Inférieur à 800 m d'altitude	1712	1666	1616	0,6	1,15
Supérieur à 800 m d'altitude	2844	2790	2729	0,44	0,82

Déforestation au niveau local

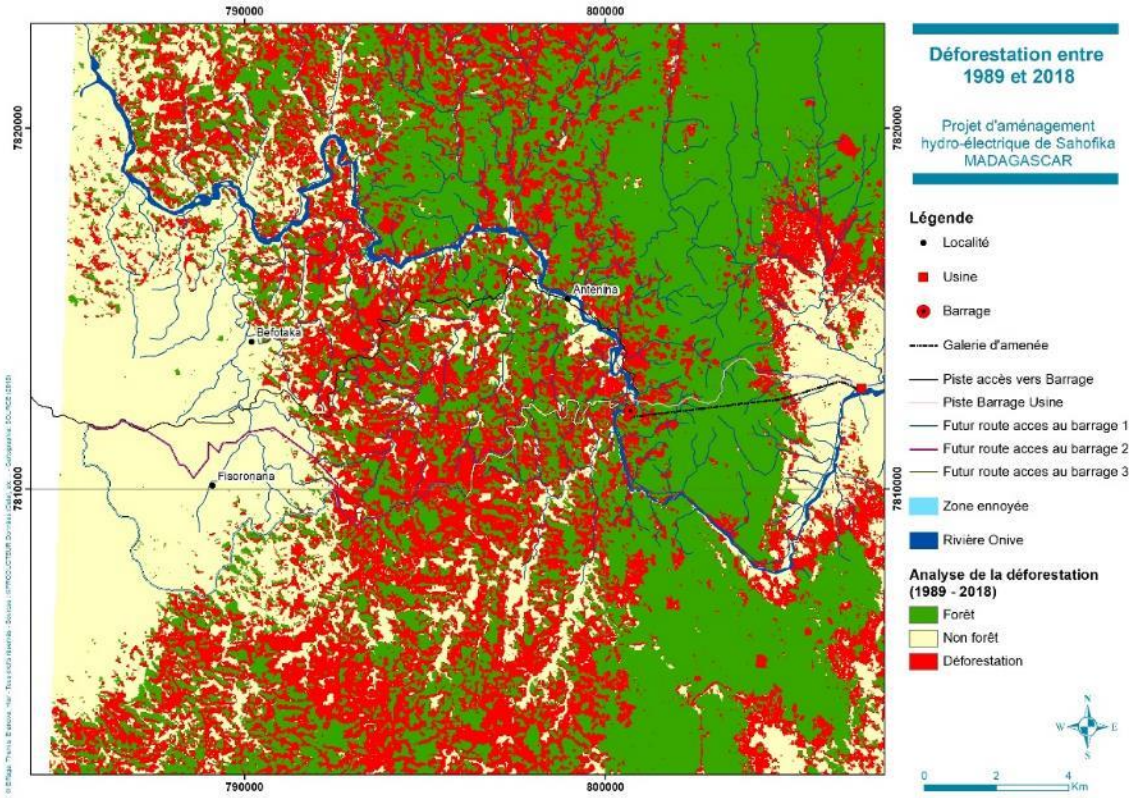
Dans le cadre de l'EIES, une analyse de la déforestation entre les années 1989 et 2018 a été réalisée pour la zone d'étude. Les résultats de ces analyses montrent les points suivants :

- Une grande perte de la couverture forestière de la zone du Projet ;
- Le changement de la couverture forestière démarre à partir d'un point précis qui peut être une zone d'habitation, les vallons ou les rives ;

[5] *En 2003, à Durban, en Afrique du Sud, le gouvernement de Madagascar a annoncé une vision pour le pays en triplant la superficie des aires protégées, allant de 1,7 millions d'hectares à 6 millions d'hectares.*

- Les zones les plus affectées par la déforestation pendant ces 30 dernières années sont les parties Ouest du corridor (Andasirotsaka, Befotaka, Antenina) et la partie Ouest et Sud-Ouest de Manaripatsa ;
- La déforestation dans la partie orientale est arrivée jusqu'au pied de la falaise de l'Est ou de l'Angavo.

Figure 51 - Déforestation dans la zone du Projet entre 1989 et 2018



4.4.5.2 Activités agricoles

Les activités agricoles sont une source généralisée de dégradation des écosystèmes terrestres et, incidemment, des écosystèmes aquatiques.

La pratique agricole basée sur la culture sur brûlis entraîne une déforestation massive et une dégradation rapide des habitats naturels. Le défrichement des habitats naturels est pratiqué en vue de l'extension des parcelles de culture et la mise en place des nouvelles habitations. L'extension des zones habitées se poursuit au détriment des zones forestières et on assiste à une transformation du paysage naturel et un fractionnement de la continuité de ce corridor forestier. La biodiversité de la région terrestre et aquatique est menacée par ces pressions.

Le système de jachère écourté à cause des différents facteurs (comme le problème foncier, l'augmentation considérable du nombre des paysans) accélère la fragmentation et la dégradation des forêts dans la zone.

La production du rhum local représente une menace pour certaines espèces végétales utilisées au titre des ferments. Les individus semenciers de ces espèces sont surexploités dans la zone et devenues de plus en plus menacées.

4.4.5.1 Orpaillage

L'exploitation aurifère artisanale contribue à la dégradation des habitats rivulaires et les forêts denses humides. Elle perturbe aussi la vie de la faune et de la flore aquatique du fait la turbidité élevée engendré dans l'Onive.

L'envasement des vallons et les plaines rivulaires est fréquent dans la partie amont du barrage. Il est dû à l'érosion et à l'orpaillage pratiqué dans les parties plus en amont. C'est une problématique majeure pour la culture irriguée, qui incite les paysans à défricher les parcelles des forêts pour pratiquer le brûlis.

Ajoutons que lors des missions de l'EIES, une augmentation de l'orpaillage en amont du barrage a été constatée et relatée lors des échanges avec les villageois. Ce phénomène est un impact indirect du Projet Sahofika car les orpailleurs intensifient leurs activités en prévision de l'ennoiement de la zone qui sera alors rendue inaccessible.

4.4.5.2 Braconnage

Les espèces de lémuriens de la zone sont sujettes à la chasse, comme en atteste la présence de pièges traditionnels. Les espèces diurnes telles que *Eulemur fulvus*, *E. rubriventer* sont principalement ciblées par ces pièges. Les animaux capturés sont localement consommés pour leur viande. La population pratique aussi la chasse de gibiers tels que le *Tenrec ecaudatus* et certaines espèces d'oiseaux comme source de protéine pendant la période dite de soudure (fin de la saison sèche).

4.4.5.3 Obstacles naturels à la continuité écologique

L'obstacle naturel à la continuité écologique que constitue la zone de rapides entre le barrage et l'usine hydroélectrique est un facteur limitant pour certaines espèces de poisson et macrocrustacés, en particulier les espèces migratrices amphihalines. Ces espèces ont besoin de passer alternativement d'une phase en eau douce à une phase dans l'eau salée afin d'accomplir leur cycle de vie. C'est particulièrement le cas pour les anguilles (*Anguilla mossambica* et *Anguilla marmorata*) ainsi que certains Gobiidae, tels que *Awaous aenofuscus* et *Sicyopterus franouxi*. Cette zone de rapides est constituée notamment de chutes d'eau très importantes (voir Photo 65). Ces chutes constituent une barrière naturelle pour plusieurs espèces dont les Rheocles absents en amont de cette zone de rapides.

Les Gobiidae présentent des capacités de franchissement performantes par ventousage contre les parois rocheuses. Cependant, ces derniers semblent absents en amont de cette zone de rapides, essentiellement du fait de l'éloignement avec la mer (limite de répartition de ces espèces). En effet *Sicyopterus punctissimus* et *Awaous aeneofuscus* possèdent une ventouse ventrale issue de la transformation de leur nageoire pelvienne. Les études menées à la Réunion sur l'espèce très proche Sicyopterus lagocephalus montre qu'elle leur permet de franchir des obstacles pouvant atteindre 90° (Voegtlé et al., 2002). Cette modification morphologique s'est faite au fil du temps, par évolution afin de leur permettre de franchir des obstacles naturels très difficilement franchissables tels que des cascades de plusieurs mètres de hauteur.

Photo 50 - Ventouse ventrale chez Sicyopterus punctissimus

Les anguilles possèdent pour leur part un mode de franchissement différent, par reptation : elles sont capables de se déplacer par reptation sur des surfaces simplement humides à pente faible à modérée. La littérature plus abondante sur l'espèce d'anguille européenne de métropole, et morphologiquement très proche montre que seuls les plus petits individus sont capables de franchir des parois verticales sans avoir besoin d'appuis. Ils semblent utiliser la force de tension superficielle créée au contact de leur corps avec la paroi humide pour se maintenir sur ces parois verticales. Mais, au cours de leur croissance, le rapport poids/tension superficielle, proportionnel à leur longueur, augmente, ce qui explique que seuls les plus petits individus (de taille inférieure à une douzaine de cm environ) peuvent utiliser ce mode de progression (Legault, 1986 et 1987 in Baudoin et al. 2014).

4.4.5.4 Introduction d'espèces exotiques envahissantes

L'introduction d'espèces exotiques envahissantes est un facteur majeur de la régression des espèces indigènes (Benstead et al., 2003 ; De Rham, 1996). C'est notamment le cas des espèces indigènes tels que *Rheocles wrightae* et *Ratsirakia sp.*, inventoriées lors des missions et largement sujettes à la prédation par les espèces carnassières et exotiques en particulier par *Channa maculata* présente sur la zone d'étude (Máiz-Tomé et al., 2018). Ce prédateur vorace introduit à Madagascar depuis les années 1970 a depuis colonisé le pays très rapidement grâce à sa forte tolérance pour les eaux peu oxygénées et de mauvaise qualité, sa forte fécondité et la protection des juvéniles par les adultes. Par ailleurs, l'introduction du guppy *Gambusia holbrooki* constitue également une menace supplémentaire. En effet, ce prédateur de larves de moustiques très largement répandu à Madagascar s'est propagé à la faveur de la conversion des vallons en rizière. Il se nourrit également des alevins des espèces indigènes, entraînant le déclin de nombreux taxons (Benstead et al., 2003).

Photo 51 - Espèces de poissons exotiques

Channa maculata capturé dans l'Onive

Xiphophorus maculatus capturé sur un affluent en aval de l'usine

Oncorhynchus mykiss capturé sur un affluent RG en amont du barrage

4.4.6 Caractérisation des habitats

4.4.6.1 Classification bioclimatique

Données bioclimatiques

La classification des bioclimats de Madagascar élaborée par Cornet en 1974 est adoptée pour décrire les caractéristiques bioclimatiques de la zone d'étude. Elle est basée sur le type de formation rencontré dans un milieu et les données de déficit hydrique cumulé sur la saison sèche, sachant qu'une saison est définie comme la suite des périodes consécutives présentant un déficit hydrique climatique.

La zone d'étude fait partie de l'Etage Subhumide, comprenant une partie des plateaux du Centre et la dépression du bassin versant de Mangoro. Elle est dans le sous-étage à saison sèche atténuée par des brouillards et bénéficie d'une pluviométrie dépassant 1200mm par année et une humidité atmosphérique considérable en saison sèche, sous forme de brouillard. La température moyenne annuelle est de 18°C avec un maximum de 25°C et l'amplitude thermique journalière est importante avec l'altitude.

Description de la zone écofloristique

La zone d'étude fait partie du **Domaine de l'Est** (Humbert, 1965). Dans cette région, l'altitude joue une grande importance et a des influences considérables sur les types de formation. Le tableau ci-dessous synthétise les différentes classification et synonymes associées pour définir la forêt du Domaine de l'Est de Madagascar.

Tableau 69 - Classification et synonymie de la formation orientale malgache.

Perrier de la Bathie (1921)		Humbert (1955, 1965)		Koechlin et al. (1974)	
Altitude (m)	**Nomenclature**	**Altitude (m)**	**Nomenclature**	**Altitude (m)**	**Nomenclature**
0-800	Forêt orientale	50-800	Forêt dense ombrophile orientale	0-800	Forêt dense humide sempervirente de basse altitude
800-2000	Forêt à mousses et à sous-bois herbacés et forêt à lichens	800-1450	Forêt dense ombrophile de moyenne altitude	800-1800	Forêt dense humide de montagne
		1450-1800	Forêt dense ombrophile de montagne et Sylve à lichens	1800-2000	Forêt dense sclérophylle de montagne

Suivant ces données, la zone d'étude se définie grâce à la présence de :

- Une forêt dense à sous-bois herbacé et à forêt à lichens, selon Perrier de la Bathie (1921) ;
- Une forêt dense ombrophile de la série à *Tambourissa* et *Weinmannia* ; sylve à lichens selon Humbert (1965).

Les caractéristiques types de la formation sont : dense, pluri-strate, avec une strate supérieure fermée, située entre 15 à 25 m, composée des grands arbres et des espèces à feuillage persistant, riche en épiphytes, des mousses bien présentes sur les troncs des arbres, une grande richesse en taxa caractéristiques des forêts humides, et une flore dominée par des endémiques de Madagascar.

La formation primaire est de type dense ombrophile de moyenne altitude et sylve à lichens, rencontrée dans les milieux non encore transformés ou exploités par les paysans.

4.4.6.2 Habitats terrestres : Forêt dense humide de moyenne altitude

La répartition de la forêt dense humide sempervirente dans la zone d'étude est déterminée et conditionnée par les facteurs du milieu, l'historique de colonisation de la zone par les populations locales et la présence et les influences des projets/organismes œuvrant dans la gestion et protection des ressources naturelles.

Sur le versant oriental, la forêt se rencontre à partir de 1020 à 1080 m d'altitude. Une partie de l'escarpement (falaise de l'Est) est toutefois mise à nu à cause des feux non contrôlés et la pratique du brûlis (Tavy). Sur la partie occidentale, le bloc compact de la forêt constituant le corridor se rencontre à partir de 1360 m d'altitude.

Sur le versant occidental, les premières zones boisées rencontrées en venant du haut plateau se situent dans les vallons à partir de 1550 m d'altitude dans les îlots de forêts de Befotaka et d'Antenina.

Du fait des activités humaines, différentes variantes de formations secondaires ou de formations post-culturales sont visibles dans l'ensemble de la zone du Projet.

Formes biologiques et adaptations caractéristiques

La région est soumise aux influences de l'altitude et les conditions climatiques de type tropical subhumide. Les conditions topographiques, la répartition des précipitations et l'écart thermique journalier conditionnent la répartition des espèces végétales:

- ***Le contrefort*** est développé chez les grands arbres *Canarium* spp. (Burseraceae), *Sloanea* spp. (Elaeocarapaceae), *Cryptocaria* spp. (Lauraceae) et *Faucherea* (Sapotacea). Ce contrefort permet aux grands arbres de bien se fixer au sol et de résister aux rafales des vents surtout en milieu à relief accidenté. La présence de ces grands arbres à contrefort dans un site donné est un indicateur de la santé de la formation ;
- L'humidité abondante et la fraîcheur du climat favorise l'installation, le développement et ***l'abondance des mousses et des lichens*** sur les troncs des arbres et le sol. Elles sont bien marquées dans les formations à partir de 1200 m d'altitude ;
- ***La mégaphilie*** ou la présence des grandes feuilles est caractéristique de la flore des zones humides. Elle est due à une humidité abondante et à l'intensité de la radiation solaire. Cette caractéristique est observée chez certaines espèces telles que *Anthocleista* spp. (Gentianaceae), *Cryptocaraia* spp. (Lauraceae), *Memecylon* spp. (Melastomataceae), A*podocephala* spp. (Asteraceae) et *Ficus* spp. (Moraceae) ;
- ***L'épiphytisme*** ou la richesse en épiphytes est caractéristique des forêts humides de moyenne et de haute altitude. En effet, la zone d'étude est très riche en fougères et en orchidées épiphytes.

Photo 52 - Mégaphilie et contrefort des espèces végétales

La mégaphilie, de certaines espèces et l'abondance des mousses et lichens même au niveau des rameaux à plus de 20 m du sol	Contrefort chez les grands arbres leur permettant une bonne fixation au sol et une protection contre les vents violents

Structure horizontale

La forêt dense humide de moyenne altitude est dense et riche en espèce. Elle est caractérisée par une densité linéaire de 108 à 294 individus par 100 m de ligne de relevé. Ces individus représentent une moyenne de 75 à 80 espèces, dominées par des dicotylédones du groupe Mésophanérophytes et les Mégaphanérophytes.

Les formations les plus denses et les plus riches en termes de variétés des espèces sont celles des mi-versants et des crêtes, tandis que les plus pauvres sont celles des sommets des massifs et des milieux à sol superficiel.

Structure verticale

En générale, la forêt est dense, haute et composée de différentes strates. La canopée est bien fermée, se trouve entre 15 à 25 m du sol et les émergents peuvent atteindre jusqu'à 30 m de hauteur. Parmi les émergents de la formation, on cite : *Canarium* spp. (Burseraceae), *Sloanea* spp. (Elaeocarpaceae), *Dalbergia* spp. (Fabaceae), *Podocarpus* spp. (Podocarpaceae) et *Chrysophyllum boivinianum* (Sapotaceae).

- La strate supérieure est fermée à bien fermée, avec un taux de recouvrement de 80 à 95 %. Elle est dense et composée par des grands arbres à fut droit, faiblement ramifié, avec un gros diamètre de 50 à 80 cm, comme *Cryptocaria* spp. (Lauraceae), *Symphonia* spp. (Clusiaceae), *Podocarpus madagascariensis* (Podocarpaceae), *Syzygium* spp. (Myrtaceae) et *Weinmannia* spp. (Cunoniaceae). Suivant les milieux, on peut rencontrer des grands arbres avec un diamètre à hauteur de poitrine supérieur à 120 cm. Dans la strate supérieure, on y rencontre une grande diversité d'Orchidées épiphytes dont les genres les plus représentés sont *Angraecum, Bulbophyllum, Aeranthes* et *Jumellea.*
- Les strates moyennes sont rencontrées entre 8 à 15 m de hauteur. Elles sont ouvertes à peu fermées, caractérisées par un taux de recouvrement de 60 à 80%, composées par des arbustes et des arbres du futur. Les taxa les plus fréquents sont *Myrsine* spp. (Primulaceae), *Syzygium* spp. (Myrtaceae), *Polyscias* spp. (Araliaceae), *Diospyros* spp. (Ebenaceae). *Psychotria* spp., *Gaertnera* spp., *Canthium* spp., *Coffea* spp., *Rhotmania* spp. (Rubiaceae), *Grewia* spp., *Dombeya* spp., (Malvaceae), *Croton* spp., (Euphorbiaceae), *Ravenea* spp. et *Dypsis* spp. (Arecaceae).

- La strate inférieure est caractérisée par un tapis herbeux, des jeunes plants et des arbustes. Elle est claire et abrite des espèces caractéristiques telles que *Impatiens* spp. (Balsaminaceae), *Commelina* spp. (Commelinaceae), *Dyspsis* spp. (Arecaceae), *Myrsine* spp. (Primulaceae), *Cyathea* spp. (Cyatheaceae) et les Orchidées terrestre.

En fonction de la nature du sol ou de la topographie, différentes variantes de la forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude peuvent être rencontrées dans la zone d'étude. En général, les forêts les plus hautes et les plus denses se trouvent dans les milieux à sol profond, des bas-fonds ou des mi-versants. Au niveau des sommets des massifs, la hauteur de la formation ne dépasse pas 15 m et la canopée est ouverte à peu fermée, avec un taux de recouvrement de 50 à 60 %. Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques structurales de la forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude, rencontrée dans la zone d'étude.

Tableau 70 - Caractéristiques structurales de la forêt dense humide sempervirente

Paramètres	Maximale	Moyenne
Hauteur de la canopée (m)	28	21,51 (±9,3)
Taux de recouvrement de la strate supérieure (%)	100	95 (±3,25)
Diamètre des semenciers (m)	135	30 (±1,93)
Surface terrière m^2	28	25,18 (±1,93)
Biovolume (m^3/ha)	315	250 (±65,15)

4.4.6.3 Habitats terrestres : Sylve à lichens

La formation de type Sylve à lichens est une variante altitudinale et climatique de la forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude. Dans la zone d'influence du projet la formation se rencontre au-dessus de 1450 m d'altitude. Le relief n'excédant pas 1600 m d'altitude dans la zone d'influence du Projet, le devenir de la sylve à lichens dans cette zone est, indépendamment de la réalisation du Projet, une incertitude du fait de la montée progressive des espèces caractéristiques de l'étage inférieur dans un contexte de changement climatique: un écart de 1°C de température représente un écart d'environ 200m d'altitude, et il est probable qu'avec la hausse des températures moyennes, des espèces de la forêt dense humide de moyenne altitude gagnent progressivement la sylve à lichen.

Structure horizontale

Les sylves à lichens dominent dans les zones à altitude supérieure à 1450 m, comme rencontrées dans le corridor, entre le barrage et l'usine. Les données collectées illustrent que la formation est caractérisée par :

- Une densité linéaire de 122 à 305 individus par 100 m de relevé ;
- Un sous-bois dense à très dense, dominée par des herbacées ;
- Une canopée ouverte/peu fermée, avec un taux de recouvrement inférieur à 80% ;
- Une abondance des épiphytes composées par des ptéridophytes et des orchidées ;
- Ces individus sont représentés par 66 à 90 espèces dont les familles les plus représentées sont : Rubiaceae, Euphorbiacae, Orchidaceae, Salicaceae, Asteraceae et les Myrtaceae ;

- Les grands arbres caractéristiques de la formation sont *Symphonia spp* (Clusiaceae), *Eugenia spp* (Myrtacae), *Sloaneae rhodantha* (Elaeocarpaceae), et *Weinmannia spp* (Cunoniaceae).

Structure verticale

A cause des conditions climatiques (température basse, forte précipitation) et l'exposition des habitats face au vent, les sylves à lichens se sont caractérisées par :

- Une hauteur moyenne de 8 à 12 m avec des formations plus basses qui peuvent être rencontrées dans les milieux à sol mince ou à roche mère superficielle ;
- La présence de trois à quatre strates dont le sous-bois est dense à très dense et la strate supérieure est peu fermée. La strate moyenne est dense et composée par des arbustes des jeunes arbres ;
- Les troncs et les rameaux des arbres sont couverts par des mousses et des lichens ;
- En moyenne, le plus gros diamètre ne dépasse pas 60 m, comme mesuré chez *Podocarpus madagascariensis* (Podocarpaceae).

Tableau 71 - Données structurales des sylves à lichen

Paramètres	Maximale	Moyenne
Hauteur de la canopée (m)	13	10 (±3,72)
Taux de recouvrement de la strate supérieure (%)	85	65(±22,5)
Diamètre des semenciers (m)	62	16 (±10,31)
Surface terrière m^2	18	13,12 (±4,91)
Biovolume (m^3/ha)	210	180 (±32,19)

4.4.6.4 Formations secondaires ("Savoka")

La pratique du brûlis ("tavy") et le feu de brousse sont les causes de la dégradation de la forêt au profit des formations secondaires. Le processus de colonisation du milieu et le type de succession végétale ne sont pas similaires dans les deux versants, notamment la partie Est (Sahofika) et la partie Ouest (Antenina et Barrage).

Succession végétale dans le versant Est du corridor forestier

Pour la partie orientale, les données sont synthétisées par le schéma de Razanadravao (1997) présenté sur la Figure 52, et inspiré des modèles et analyses fournies par différentes études. Les différentes phases sont :

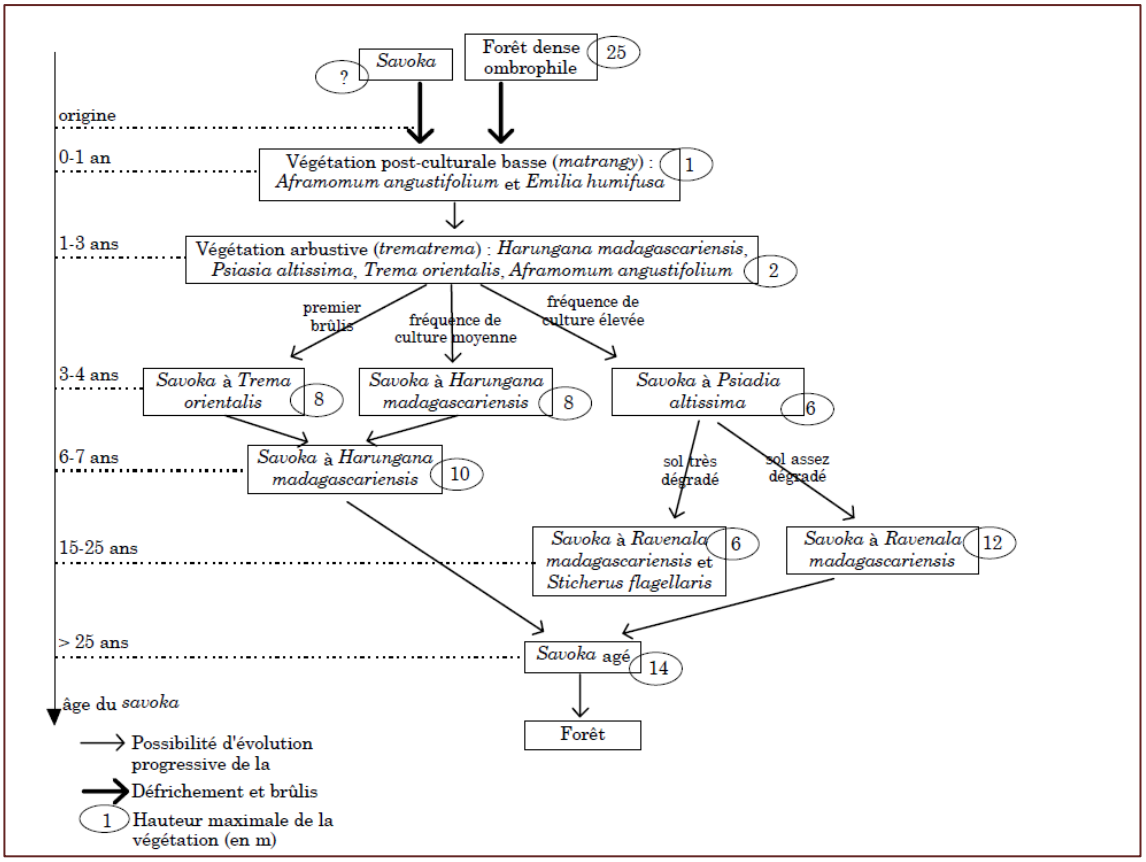
- Défrichement des forêts primaires :
  - Les paysans choisissent les parcelles à défricher suivant plusieurs critères dont la présence des espèces indicatrices de la fertilité du sol, la distance par rapport au village, la distance par rapport à un point d'eau et la pente ;
  - Le défrichement des forêts est effectué de mai à fin juin ;
  - Les masses végétales abattues sont laissées sur place pour séchage ;
  - La mise à feu de la parcelle de culture est effectuée pendant la fin de la saison sèche ou avant la tombée de la première pluie ;
  - Le semi est effectué au début de la saison de pluie (octobre-novembre).
- Première saison de culture (Année 1) :
  - La parcelle est utilisée uniquement pour la culture du riz ;

- Les activités de désherbage sont réalisées entre janvier et mars en fonction de l'abondance des mauvaises herbes dans les parcelles de culture ;
- La moisson est effectuée de mai à fin juin ;
- Après la saison de récolte, la parcelle est laissée en repos.

- Deuxième année de culture (Année 2) :
  - La deuxième année de culture commence par le nettoyage des parcelles avec des pelles et des couteaux. Les biomasses sont rassemblées au centre de la parcelle et incinérées ;
  - Ensuite le semis se fait en début de saison de pluie. Le même cycle d'activités que la première année est suivi. ;
  - La production est moins importante en deuxième année comparée à celle de la première année à cause de la dégradation considérable de la fertilité du sol.
- Abandon des parcelles pour son mise en repos :
  - Après la deuxième année de culture, les paysans abandonnent leur parcelle de culture et cherchent une autre parcelle (forêt naturelle ou formation secondaire âgée). La parcelle abandonnée est colonisée de manière successive par différents types de formations, caractérisées par leurs compositions floristiques et leurs physionomies. Ces différents stades d'évolution sont :
  - <u>0 à 1 ans</u> après l'abandon des parcelles de culture, le milieu est couvert par une végétation basse, discontinue, dominées par des espèces pionnières, rudérales et des invasives. Parmi les plus fréquentes et abondantes : *Solanum* spp. (Solanaceae), *Ageratum conizoides, Bidens pilosa* (Asteraceae), *Lantana camara* (Lamiaceae), et des graminées.
  - <u>1 à 3 ans</u> après, la végétation s'évolue et devient plus dense, atteint 2 m de hauteur et dominée par des arbustes dont *Harungana madagascariensis* (Hypericaceae), *Trema orientalis* (Cannabaceae), *Afromomum angustifolium* (Zingiberaceae), *Psiadia altissima* (Asteraceae) ;
  - <u>3 à 4 ans</u> Une formation arbustive de 6 à 8 m occupe les milieux. Les caractéristiques physionomiques et floristiques de la formation varient en fonction des conditions du milieu et la qualité du sol, notamment sa fertilité. La formation est dense et fermée avec un début de stratification.
  - <u>6 à 7 ans</u> après et sans les moindres perturbations comme le défrichement ou le passage du feu, la formation dite Savoka (terme Malgache désignant les formations secondaires) peut atteindre 10 m de hauteur. Elle est riche en ligneux, surtout pour les formations à sol riche, et dont les matières organiques ne sont pas érodées par les eaux de ruissellement. Les formations sur sols dégradées ont une évolution plus lente et ne permettent pas la présence et l'abondance des ligneux: elles évoluent en Savoka à *Ravenala madagascariensis* (Strelitzeaceae) et *Sticherus flagellaris* (Gleicheniaceae) après 10 ou 15 ans.
  - Après 25 ans d'évolution, la Savoka à *Harungana madagascariensis* (Hypericaceae) peut devenir une formation arborée de 12 à 14 m de hauteur, classifiée comme Savoka âgée par Razanadravao (1997) ou en jachère âgée forestière par Rasoanaivo *et al.* (2015). La formation a une structure physionomique bien définie, composée de trois strates (herbacée, arbustive et ligneuse), dominée par des espèces ligneuses forestières indigènes et autochtones dont une grande partie est endémique de Madagascar.

- *Reprise* du Tavy : Plusieurs contextes et paramètres entrent en jeu dans le cycle de la succession végétale. Dans les milieux où d'une part la croissance démographique est moins importante et d'autre part, le foncier et la disponibilité des parcelles à défricher ne posent pas de problèmes majeurs pour les habitants, les formations post-culturales sont capables ou ont la possibilité d'évoluer pour retrouver leurs caractéristiques originelles. Dans les cas contraires, (forte croissance du nombre de paysans et une réduction considérable de la superficie des milieux favorables à la pratique du Tavy), le cycle de l'évolution progressive de la végétation est interrompu par des défrichements et la pratique des cultures diversifiées. Cette interruption de la période de jachère entraîne la dégradation progressive de la couverture végétale jusqu'à l'installation des prairies. C'est le cas par exemple autour du village de Sahofika, avec un recul considérable de la limite de la forêt et la dominance des formations herbeuses.

Figure 52 - Succession végétale des formations post-culturales du versant Est



Succession végétale dans le versant Ouest du corridor forestier

A l'Ouest du corridor forestier (zone d'Antenina, Befotaka et Manaripatsa), une fragmentation et dégradation importante de la forêt naturelle est observée. Le processus de la colonisation du milieu et la succession végétale sont décrites par Livarilala (2003).

Les paysans défrichent les forêts pour la production du riz. Les parcelles de culture sont abandonnées après deux saisons successives et laissées en jachère pendant une période non définie ou bien sont exploitées pour d'autres cultures comme la culture maraîchère, la plantation de canne à sucre ou autres :

- Pendant la première année après l'abandon des cultures, les parcelles sont dominées par des espèces herbacées rudérales, pionnières ou invasives. Parmi les espèces caractéristiques : *Clidemia hirta* (Melastomataceae), *Ageratum conizoides*, *Bidens pilosa* (Asteraceae) et *Urena lobata* (Malvaceae). A ces espèces s'ajoutent des arbustes : *Lantana camara* et *Clerodendrum* spp. (Lamiaceae). La formation est basse, ne dépasse pas 1,5 m, est discontinue et dense en saison humide. Ce stade est classifié comme "jachère herbacée";
- Après 2 ou 3 années de repos, la formation peut atteindre le stade de "jachère arbustive dense", de 2 à 5 m de haut, caractérisée par l'abondance de *Solanum auriculatum* (Solanaceae), *Lantana camara* (Lamiaceae), *Harungana madagascariensis* (Hypericaceae). Les herbacées sont *Ageratum conizoides* (Asteraceae), *Clidemia hirta* (Melastomataceae) et les graminées.
- Sans action anthropique ni passage du feu, la formation atteint un stade dit de "jachère arborée" à partir de sa septième année. Elle est dense, de 5 à 8 m de hauteur, composée de *Aphloia theiformis* (Aphloiaceae), *Harungana madagascariensis* (Hypericaceae), *Maesa lanceolata* (Maesaceae), *Clerodendum* spp., *Lantana camara* (Lamiaceae) et quelques rejets d'espèces forestières comme *Cryptocaria* spp. (Lauraceae), *Apodocephala* spp. (Asteraceae), *Canarium* spp. (Burseraceae) et *Chrysophyllum* spp. (Sapotaceae).

A ce stade, la formation peut être défrichée de nouveau par les paysans pour une nouvelle culture du riz, car ils estiment que le sol a retrouvé ses qualités fertiles.

Les jachères arborées sont capables de retrouver les caractéristiques originelles des forêts denses humides de moyenne altitude si elles sont protégées contre les feux et les défrichements. Les facteurs les plus importants qui assurent la reconstitution des forêts sont la quantité des graines stockées dans le sol, la présence et l'abondance des rejets, leur continuité ou proximité à des blocs de forêts protégés.

Une jachère très courte ou interrompue, la surexploitation des milieux à cause des pratiques culturales traditionnelles et le passage périodique des feux de brousse ou des feux non contrôlés contribuent à la dégradation des forêts, la disparition des formations secondaires arbustives au profit des formations herbeuses ou prairies, dominées par des Graminées et des Cyperaceae.

Tableau 72 - Caractéristiques des différents stades de formations post-culturales

Classes (Randriamalala & al. 2006)	**Données structurales et floristiques collectées**		
	Hauteur (m)	Taxa caractéristiques	Site de référence
Prairie	≤ 1	Poaceae, Cyperaceae,	Milieux à sols pauvres (une partie de la piste d'accès Belanitra Barrage) Faravohitra, Sahofika, Befotaka
Jachère herbacée	≤ 1,5 m	Ageratum, Clidemia, Tristema, Solanum, Olyra, Lantana camara, Psidium	Rives des cours d'eau, berge de Onive
Jachère arbustive	2 à 5 m	Lantana camara, Psiadia, Harungana madagascariensis, Maesa lanceolata, Clerodendron, Psidium	Abondante dans la partie amont du barrage (ex-site de campement 1, aux environs du barrage)
Jachère arborée	5 à 8 m	Harungana madagascariensis, Cryptocaria, Eugenia, Maesa lanceolata, Aphloia,	Aux environs du barrage, Site 4, pistes d'accès vers barrage (Avant descente vers Antenina),

4.4.6.5 Habitats rivulaires

Le paysage rivulaire de l'Onive est assez hétérogène à cause des activités anthropiques dans la zone dont l'agriculture et l'orpaillage. Les zones décrites dans ce paragraphe sont les rives de la zone d'ennoiement jusqu'au niveau de l'usine hydroélectrique projetée.

Site du barrage et amont

Les habitats modifiés occupent une grande partie du milieu rivulaire de la partie amont du barrage (d'Andasirotsaka à Ambatotsipihina). Ils sont représentés par les parcelles de culture (parcelle de tavy, de plantation de canne à sucre, de patate douce, de manioc ou autres) ou des jachères. Ces milieux ont connu des activités d'exploitation et de transformation de leur couverture végétale originelle et sont occupés par des espèces exotiques, cultivées ou invasives. A Antenina, les rives à plaine étroite, riches en dépôts alluvionnaires, sont exploitées par les paysans pour la riziculture irriguée. En saison sèche, ces milieux sont laissés en repos (jachère) et colonisés par des herbacées telles que *Cyperus madagascariensis*, *Eleocharis dulcis*, *Lepironia articulata* (Cyperaceae), *Ageratum conizoides* (Asteraceae) et *Portulaca* sp. (Portulacaceae).

Photo 53 - Habitats rivulaires modifiés en amont du site du barrage

Les habitats naturels en amont du barrage sont en général de type forêt dense humide de moyenne altitude. Ils peuvent être caractérisés par la présence de petites plages et de dunes sur les berges ou par des formations rocheuses sur le premier plan (lit majeur de l'Onive), suivis par la forêt naturelle sur les pentes. Ces habitats rivulaires naturels ne présentent pas d'espèces qui leurs sont spécifiques.

Photo 54 - Habitats modifié et naturel des rives

Aval du site de barrage

Les habitats modifiés caractérisent une grande partie de la partie aval du barrage depuis la sortie de la forêt jusqu'au site de l'usine projetée. Des habitats modifiés sont également rencontrés sur les rives de l'Onive dans le corridor forestier à cause de la présence des Tavy et des activités d'orpaillage dans la zone. L'habitat modifié est aux environs du site de l'usine une prairie, dominée par des herbacées dont les Poaceae et les Cyperaceae. En

plus, quelques espèces caractéristiques des bords de rivières y sont rencontrées comme Raffia ruffa (Arecaceae) et *Voaccanga thouarsii* (Apocynaceae).

Photo 55 - Habitat rivulaire modifié de Faravohitra et de Sahofika

Les habitats rivulaires naturels sont essentiellement rocheux, à cause de la topographie, des caractéristiques physiques du milieu et de la vitesse du courant. La forêt de type dense humide sempervirente de moyenne altitude occupe le haut des rives et peut être inondée par l'eau de la rivière en saison de pluie. Ces habitats de la rive n'ont pas des caractéristiques particulières ou des espèces végétales qui leur soient spécifiques à part les herbacées et les petites fougères.

Photo 56 - Habitat rivulaire naturel en aval du Barrage

4.4.6.6 Habitats naturels et modifiés

Habitats terrestres

L'habitat naturel terrestre rencontré dans la zone d'emprise du projet correspond à la classe des forêts denses humides et des sylves à lichens d'altitude. Les habitats natures forment un ensemble globalement cohérent dans le corridor forestier, mais sont très fragmentés dans les bordures Ouest et Est du corridor.

Ces fragments sont caractérisés par :

- La présence d'espèces végétales caractéristiques de la forêt dense humide de moyenne altitude ;
- Leur importance en termes de ressources génétiques ;
- Leur utilisation comme source de matières végétales et de matériaux de construction par les communautés riveraines (services écosystémiques) ;
- Un enjeu de préservation des cours d'eau et de leur bassin versant dans leur ensemble ;
- Des refuges pour certaines espèces de faune qui sont isolées à cause de la fragmentation et la dégradation de la forêt.

Les habitats naturels terrestres identifiés dans la zone du Projet Sahofika sont vulnérables et très menacés par les pressions anthropiques existantes.

Les habitats modifiés prédominent dans la zone d'emprise du Projet en dehors du corridor forestier. Ces habitats modifiés sont formés par des prairies, des formations post-culturales, des parcelles de culture et les sols nus. Ils ont en extension, du fait de la croissance démographique et des brûlis.

Figure 53 - Carte des habitats naturels et modifiés identifiés grâce aux données Landsat

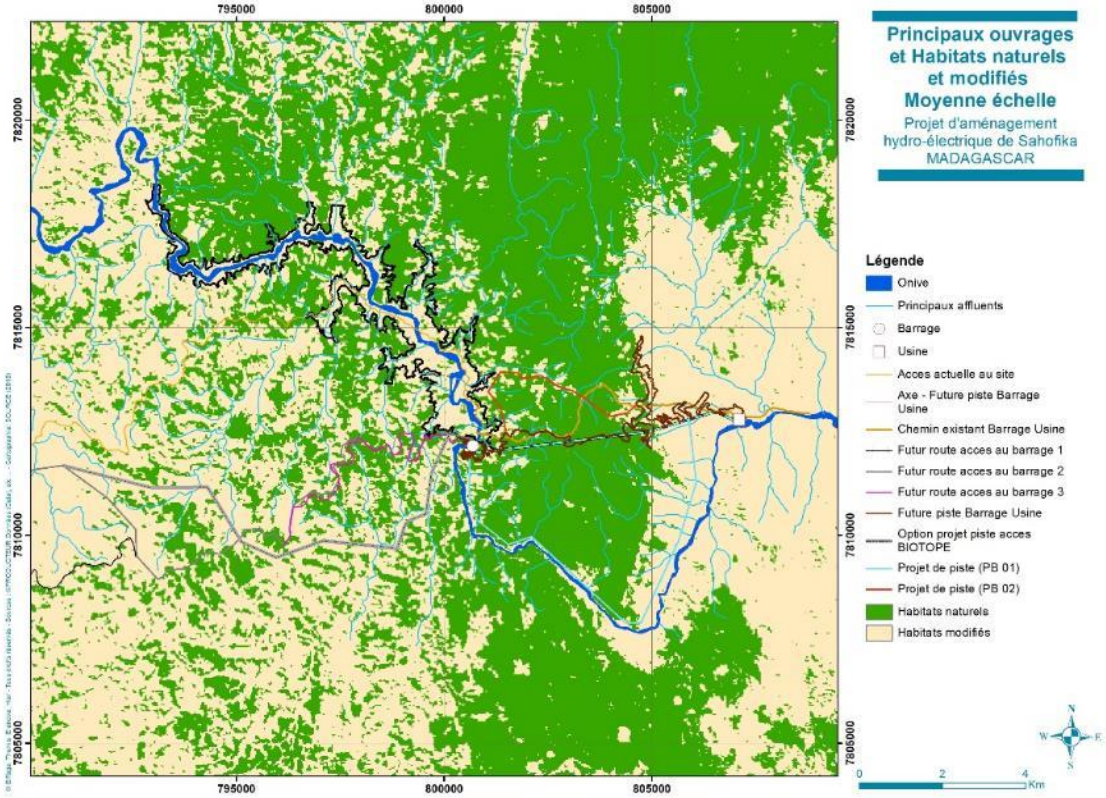
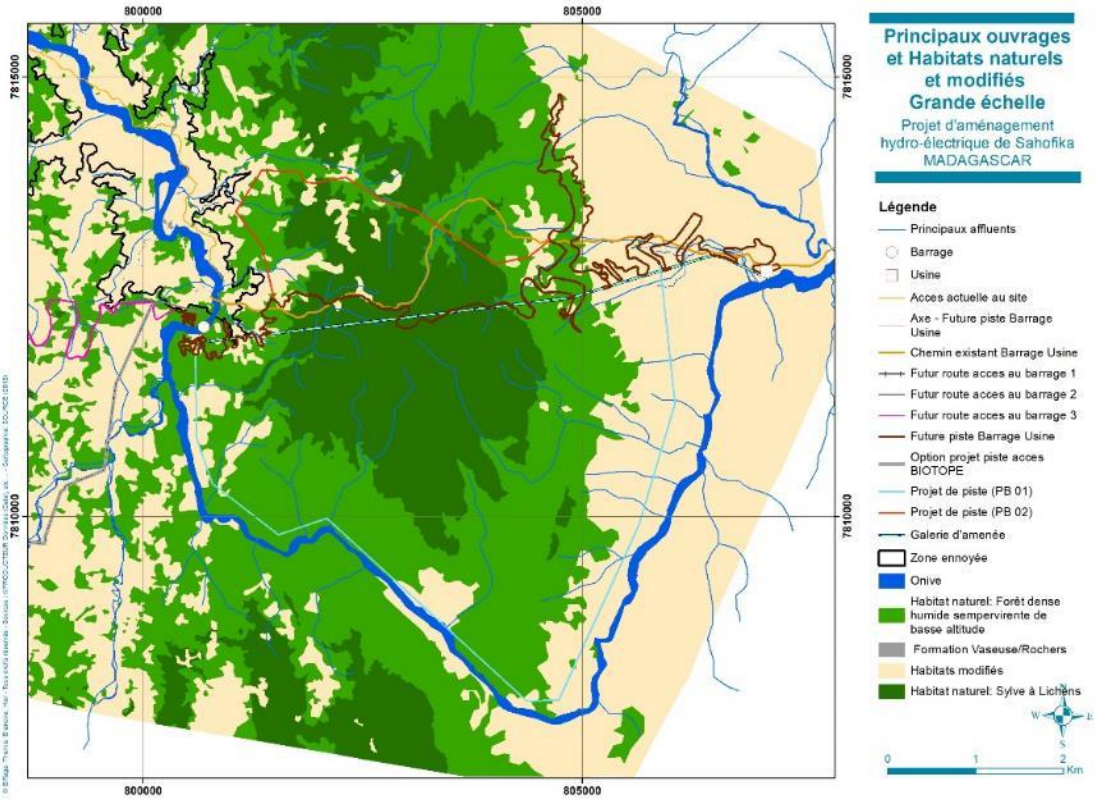


Figure 54 - Carte détaillée des habitats naturels et modifiés



Habitats aquatiques : l'Onive

Des relevés hydromorphologiques effectués au niveau de l'habitat aquatique ont été effectués dans le cadre des campagnes de saison humide et sèche de l'EIES. Trente-deux (32) stations ont été étudiées (16 en saison humide et 16 en saison sèche).

Les zones prospectées lors de la campagne d'inventaire saison humide et saison sèche de l'EIES ont souligné la prédominance du sable et des limons dans le lit mineur de la majorité des affluents (excepté les zones les plus torrentielles). Il s'agit de substrats généralement peu biogènes pour le développement de la faune aquatique. Les substrats minéraux grossiers (pierres, cailloux et graviers) sont également assez bien représentés sur la majorité des stations ; ils ont une importance capitale car ils permettent de diversifier l'habitat. De plus, ils représentent un habitat davantage biogène en comparaison avec les substrats dominants inventoriés (meilleure capacité d'accueil du milieu et support de ponte pour la faune aquatique).

Sur l'Onive, les relevés d'habitat ont souligné un très fort colmatage en matériaux fins ainsi qu'une très forte turbidité, entraînant une homogénéisation et une forte détérioration de la qualité de l'habitat aquatique, sur l'intégralité de la zone d'étude, depuis l'amont du barrage jusqu'à l'aval de l'usine.

La turbidité et le colmatage sont souvent à Madagascar un paramètre important de la dégradation des cours d'eau. Ils sont liés à un transport solide en matières fines en suspension très importants. Ces 2 caractéristiques sont le résultat d'une érosion intense sur les bassins versant, par suite de la déforestation, de la culture sur brûlis et de l'orpaillage. In fine, la qualité générale de l'habitat aquatique vis-à-vis de la faune évaluée

sur la base des différents éléments relevés est homogène sur l'Onive que ce soit en amont barrage, au niveau du barrage, du TCC ou en aval de l'usine.

Photo 57 - De gauche à droite l'Onive en amont du barrage, au niveau du TCC et en aval de l'usine

En conclusion, et considérant par ailleurs le nombre significatif d'espèces exotiques de poissons et de crustacées introduites dans la rivière Onive, celle-ci est considérée intégralement comme un **habitat modifié** au regard des standards internationaux, du fait du niveau d'anthropisation élevé lié aux activités humaines dans le bassin versant.

Habitats aquatiques : les affluents de l'Onive

La turbidité et le colmatage sont généralement moins prégnants sur les affluents dont la qualité générale des affluents est très variable d'une station à l'autre et d'un affluent à l'autre.

Les affluents de l'Onive présentent une diversité certaine en termes de faciès d'écoulement au niveau des différentes stations analysées et inventoriées, comme le montrent la Figure 55 et la Figure 56.

Figure 55 - Répartition des faciès d'écoulement relevés en saison humide

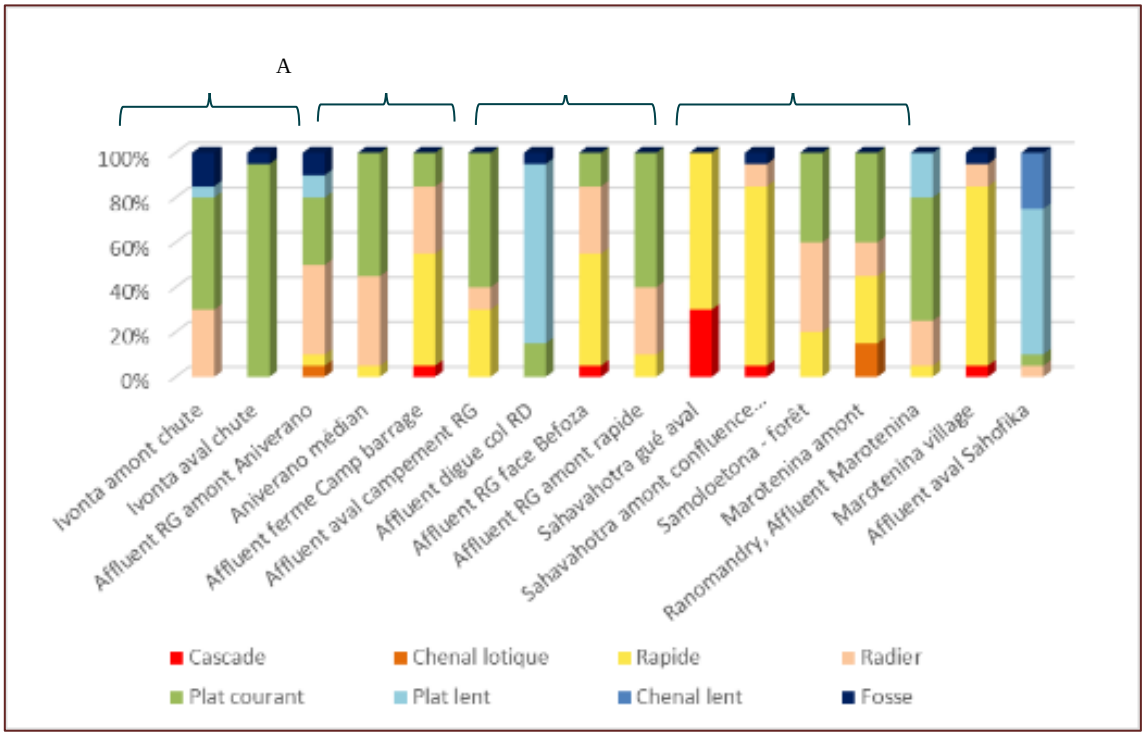
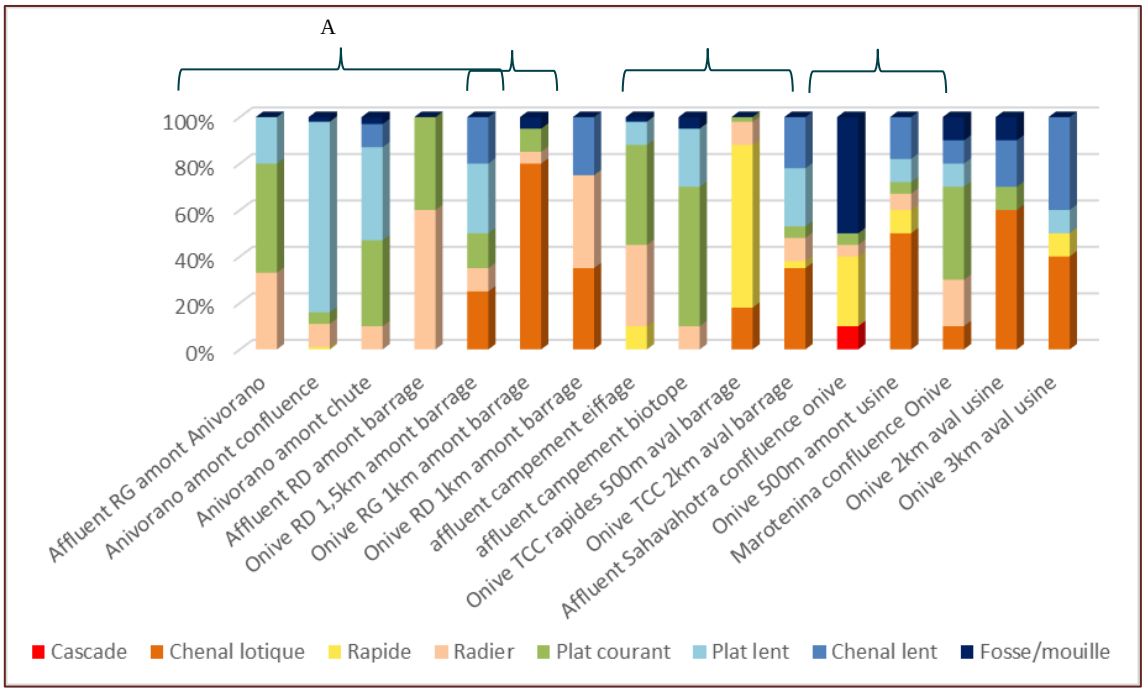


Figure 56 - Répartition des faciès d'écoulement relevés en saison sèche



Ces diagrammes permettent de confirmer certains éléments de qualification de l'habitat aquatique. Des cours d'eau tels que l'affluent RG amont Anivorano (amont barrage) ou le Ranomandry (aval usine) présentent une très bonne qualité générale et sont également caractérisés par une bonne diversité des faciès d'écoulement et une alternance entre zones lentes et rapides. Cette alternance et cette diversité sont déterminants pour le développement d'une faune variée et l'accomplissement de leur cycle de vie dans leur intégralité.

Parmi les différents cours d'eau rencontrés sur la zone d'étude, seule la Samoloetona, affluent de la rivière Marotenina, elle-même affluent de l'Onive en aval de l'usine présente un habitat préservé et très peu impacté par la présence humaine. Cette rivière coule dans un bassin versant boisé, jusqu'à présent peu sujet à la déforestation.

Photo 58 - Habitats naturels et modifiés des affluents de l'Onive

Affluent Samoloetona, habitat « Naturel »	Affluent de la digue de col, habitat « Modifié »

De façon générale :

- Les zones les plus boisées ont un habitat de meilleure qualité et sont moins concernés par les problèmes de colmatage et de transport de matières fines en suspension.
- Les zones situées en rive droite de l'Onive apparaissent davantage dégradées que celles situées en rive gauche. Cependant, la déforestation progresse rapidement au niveau des zones forestières en rive gauche, de plus en plus fragmentées.
- La qualité générale des affluents de l'Onive est très variable.

En conclusion, l'habitat aquatique est considéré comme un habitat "modifié" sur l'ensemble de la zone du Projet, excepté en cœur de forêt, notamment au niveau de l'affluent Samoloetona, qui peut être considéré comme un habitat "naturel".

Photo 59 - Divers habitats aquatiques modifiés

Zone humide convertie en rizière sur l'affluent digue de col	Déforestation en cours sur la rive gauche de l'Onive au niveau du bief court-circuité.	Turbidité très élevée à cause de l'orpaillage sur l'Ivonta, affluent rive gauche de l'Onive en amont du barrage.

4.4.7 Flore terrestre

La flore de la zone d'étude est composée d'au moins 611 espèces réparties dans 340 genres et 93 familles. La liste complète des espèces est fournie dans les annexes de l'EIES.

Les familles les plus représentées sont :

- Orchidaceae (80 espèces) ;

- Rubiaceae (52 espèces) ;
- Poaceae (35 espèces) ;
- Fabaceae (26 espèces).

Les genres les plus diversifiés sont :

- *Bulbophyllum* (19 espèces) ;
- *Cyathea* (10 espèces) ;
- *Aerangis* (9 espèces) ;
- *Cynorkis* (9 espèces).

Quatre des cinq familles strictement malgaches sont inventoriées dans la zone :

- Asteropeiaceae (Asteropeia rhopaloides) ;
- Physenaceae (Physena madagascariensis) ;
- Sphaerosepalaceae (Rhopalocarpus louvelii, R. macrorhamnifolius, R. similis) ;
- Sarcolaenaceae (Leptolaena gautieri, L. multiflora, Sarcolaena multifora, Schizolaena exinvolucrata).

4.4.7.1 Affinités biogéographiques des espèces

L'analyse de l'affinité biogéographique montre que la flore et dominée par les espèces endémiques de Madagascar (75,49%). Le tableau ci-dessous décrit l'affinité géographique de la flore:

Tableau 73 - Affinité géographique des espèces de flore

Affinité biogéographique	Taux (%)
Endémique de Madagascar	75,49
Madagascar, Afrique	0,18
Madagascar, Comores	1,59
Madagascar, Comores, Afrique	1,59
Madagascar, Comores, Asie	0,18
Madagascar, Comores, Mascareignes	1,76
Madagascar, Comores, Mascareignes, Afrique	3,35
Madagascar, Comores, Mascareignes, Afrique, Asie	0,35
Madagascar, Comores, Mascareignes, Afrique, Australie	0,18
Madagascar, Comoreses, Mascareignes Seychelles, Afrique, Asie	0,18
Madagascar, Comores, Mascareignes, Australasie/Pacifique, Seychelles, Madagascar, Afrique, Asie, Nouveau Monde	2,12
Madagascar, Mascareignes	3,17
Madagascar, Mascareignes, Afrique	3,53
Madagascar, Mascareignes, Afrique, Asie	1,06
Madagascar, Mascareignes, Afrique, Asie, Australie	0,18
Madagascar, Mascareignes, Afrique, Asie, Nouveau monde	3,00
Madagascar, Mascareignes, Afrique, Nouveau monde	0,35

4.4.7.2 Statut de conservation des espèces

Espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN

29 espèces de flore sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN. *Ravenea lakatra* (Arecaceae) est une variété de palmier classifiée comme en danger critique d'extinction (CR) et cinq autres espèces sont classées comme en danger (En):

- *Dypsis lutea* est une espèce de palmier.
- *Khaya madagascariensis* est une espèce d'arbre faisant partie des "acajou d'Afrique" (à distinguer du véritable acajou).
- *Podocarpus rostratus* est un conifère endémique de Madagascar.
- *Malagasia alticola* est une espèce d'arbre, unique représentant du genre *Malagasia*.
- *Leptolaena multiflora* est un petit arbre à fleur endémique de Madagascar.

La liste complète des espèces classées par l'UICN est donnée dans le Tableau 74.

Tableau 74 - Liste des espèces classées par l'UICN

N°	FAMILLE	TAXA	UICN
1	Arecaceae	*Ravenea lakatra* (Jum.) Beentje	CR
2	Arecaceae	*Dypsis lutea* (Jum.) Beentje & J. Dransf.	EN
3	Meliaceae	*Khaya madagascariensis* Jum. & H. Perrier Search in The Plant List	EN
4	Podocarpaceae	*Podocarpus rostratus* M. Laurent	EN
5	Proteaceae	*Malagasia aff. Alticola* (Capuron) L.A.S. Johnson & B.G. Briggs	EN
6	Sarcolaenaceae	*Leptolaena multiflora* Thouars	EN
7	Piperaceae	*Peperomia hildebrandtii Vatke ex C. DC.*	*EN*
8	Arecaceae	*Dypsis decipiens* (Becc.) Beentje & J. Dransf.	VU
9	Arecaceae	*Dypsis louvelii* Jum. & H. Perrier	VU
10	Fabaceae	*Dalbergia monticola* Bosser & R. Rabev.	VU
11	Fabaceae	*Dalbergia orientalis* Bosser & R. Rabev.	VU
12	Arecaceae	*Dypsis procumbens* (Jum. & H. Perrier) J. Dransf., Beentje & Govaerts	NT
13	Fabaceae	*Dalbergia chapelieri* Baill.	NT
14	Podocarpaceae	*Podocarpus madagascariensis* Baker	NT
15	Arecaceae	*Dypsis baronii* (Becc.) Beentje & J. Dransf.	LC
16	Arecaceae	*Dypsis fibrosa* (C.H. Wright) Beentje & J. Dransf.	LC
17	Arecaceae	*Dypsis pinnatifrons* Mart.	LC
18	Arecaceae	*Ravenea madagascariensis* Becc.	LC
19	Arecaceae	*Ravenea sambiranensis* Jum. & H. Perrier	LC
20	Asteropeiaceae	*Asteropeia rhopaloides* (Baker) Baill.	LC
21	Clusiaceae	*Garcinia mangorensis* (R. Vig. & Humbert) P. Sweeney & Z.S. Rogers	LC
22	Clusiaceae	*Garcinia pauciflora* Baker	LC
23	Clusiaceae	*Garcinia verrucosa* Jum. & H. Perrier	LC
24	Cyperaceae	*Pycreus flavescens* (L.) P. Beauv. ex Rchb.	LC
25	Cyperaceae	*Pycreus macrostachyos* (Lam.) J. Raynal	LC
26	Elaeocarpaceae	*Sloanea rhodantha* (Baker) Capuron	LC
27	Fabaceae	*Viguieranthus pervillei* (Drake) Villiers	LC

N°	FAMILLE	TAXA	UICN
28	Proteaceae	*Faurea forficuliflora* Baker	LC
29	Sarcolaenaceae	*Leptolaena gautieri* G.E. Schatz & Lowry	LC
30	Sphaerosepalaceae	*Rhopalocarpus louvelii* (Danguy) Capuron	LC

Espèces inscrites sur la liste CITES

Au total 103 espèces appartiennent à l'Annexe II de CITES, qui regroupe les espèces dont la situation n'est pas directement préoccupante, mais qui pourraient être menacées si le commerce de leurs spécimens n'était pas contrôlé. Elles sont réparties dans cinq familles : Cyatheaceae, Ebenaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae et Orchidaceae.

Tableau 75 - Liste des espèces CITES

N°	FAMILLE	TAXA	CITES
1	Cyatheaceae	Cyathea acutula (R.M. Tryon) Janssen & Rakotondr.	Annexe II
2	Cyatheaceae	Cyathea appendiculata Baker	Annexe II
3	Cyatheaceae	Cyathea approximata Bonap.	Annexe II
4	Cyatheaceae	Cyathea boivinii Mett. ex Kuhn var. boivinii	Annexe II
5	Cyatheaceae	Cyathea boivinii var. hildebrandtii (Kuhn) Janssen & Rakotondr.	Annexe II
6	Cyatheaceae	Cyathea decrescens Mett. var. decrescens	Annexe II
7	Cyatheaceae	Cyathea dregei Kunze	Annexe II
8	Cyatheaceae	Cyathea remotifolia Bonap.	Annexe II
9	Cyatheaceae	Cyathea similis C. Chr. var. similis	Annexe II
10	Cyatheaceae	Cyathea viguieri Tardieu	Annexe II
11	Ebenaceae	Diospyros gracilipes Hiern	Annexe II
12	Ebenaceae	Diospyros haplostylis Boivin ex Hiern	Annexe II
13	Ebenaceae	Diospyros myriophylla (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry	Annexe II
14	Ebenaceae	Diospyros parvifolia Hiern	Annexe II
15	Ebenaceae	Diospyros sp 1	Annexe II
16	Ebenaceae	Diospyros sp 2	Annexe II
17	Ebenaceae	Diospyros sphaerosepala Baker	Annexe II
18	Euphorbiaceae	Euphorbia sp1	Annexe II
19	Euphorbiaceae	Euphorbia sp2	Annexe II
20	Euphorbiaceae	Euphorbia sp3	Annexe II
21	Fabaceae	Dalbergiachapelieri Baill.	Annexe II
22	Fabaceae	Dalbergiamonticola Bosser & R. Rabev.	Annexe II
23	Fabaceae	Dalbergiaorientalis Bosser & R. Rabev.	Annexe II
24	Orchidaceae	Aerangis articulata (Rchb. f.) Schltr.	Annexe II
25	Orchidaceae	Aerangis ellisii (B.S. Williams) Schltr.	Annexe II
26	Orchidaceae	Aerangis fastuosa (Rchb. f.) Schltr.	Annexe II
27	Orchidaceae	Aerangis hyaloides (Rchb. f.) Schltr.	Annexe II
28	Orchidaceae	Aerangis hyaloides (Rchb. f.) Schltr.	Annexe II
29	Orchidaceae	Aerangis macrocentra (Schltr.) Schltr.	Annexe II
30	Orchidaceae	Aerangis modesta (Hook. f.) Schltr.	Annexe II
31	Orchidaceae	Aerangis monantha Schltr.	Annexe II
32	Orchidaceae	Aerangis stylosa (Rolfe) Schltr. Search in The Plant List	Annexe II
33	Orchidaceae	Aeranthes antennophora H. Perrier	Annexe II
34	Orchidaceae	Aeranthes ecalcarata H. Perrier	Annexe II
35	Orchidaceae	Aeranthes multinodis Bosser	Annexe II
36	Orchidaceae	Aeranthes nidus Schltr.	Annexe II
37	Orchidaceae	Aeranthes ramosa Rolfe	Annexe II
38	Orchidaceae	Angraecum danguyanum H. Perrier	Annexe II
39	Orchidaceae	Angraecum imerinense Schltr.	Annexe II
40	Orchidaceae	Angraecum linearifolium Garay	Annexe II

N°	FAMILLE	TAXA	CITES
41	Orchidaceae	Angraecum mauritianum (Poir.) Frapp.	Annexe II
42	Orchidaceae	Angraecum onivense H. Perrier	Annexe II
43	Orchidaceae	Angraecum pauciramosum Schltr.	Annexe II
44	Orchidaceae	Angraecum viguieri Schltr.	Annexe II
45	Orchidaceae	Benthamia flavida Schltr.	Annexe II
46	Orchidaceae	Benthamia glaberrima (Ridl.) H. Perrier	Annexe II
47	Orchidaceae	Brownleea parviflora Harv. ex Lindl.	Annexe II
48	Orchidaceae	Bulbophyllum afzelii Schltr.	Annexe II
49	Orchidaceae	Bulbophyllum ankaizinense (Jum. & H. Perrier) Schltr.	Annexe II
50	Orchidaceae	Bulbophyllum aubrevillei Bosser	Annexe II
51	Orchidaceae	Bulbophyllum auriflorum H. Perrier	Annexe II
52	Orchidaceae	Bulbophyllum baronii Ridl.	Annexe II
53	Orchidaceae	Bulbophyllum bryophilum Hermans	Annexe II
54	Orchidaceae	Bulbophyllum coriophorum Ridl.	Annexe II
55	Orchidaceae	Bulbophyllum kainochiloides H. Perrier	Annexe II
56	Orchidaceae	Bulbophyllum leandrianum H. Perrier	Annexe II
57	Orchidaceae	Bulbophyllum lemuraeoides H. Perrier	Annexe II
58	Orchidaceae	Bulbophyllum leptostachyum Schltr.	Annexe II
59	Orchidaceae	Bulbophyllum mangenotii Bosser	Annexe II
60	Orchidaceae	Bulbophyllum molossus Rchb. f.	Annexe II
61	Orchidaceae	Bulbophyllum multiflorum Ridl.	Annexe II
62	Orchidaceae	Bulbophyllum occlusum Ridl.	Annexe II
63	Orchidaceae	Bulbophyllum onivense H. Perrier	Annexe II
64	Orchidaceae	Bulbophyllum pervillei Rolfe	Annexe II
65	Orchidaceae	Bulbophyllum rubiginosum Schltr.	Annexe II
66	Orchidaceae	Bulbophyllum rutenbergianum Schltr.	Annexe II
67	Orchidaceae	Calanthe madagascariensis Rolfe ex Hook. f.	Annexe II
68	Orchidaceae	Cymbidiella flabellata (Thouars) Rolfe	Annexe II
69	Orchidaceae	Cymbidiella pardalina (Rchb. f.) Garay	Annexe II
70	Orchidaceae	Cynorkis ampullacea H. Perrier ex Hermans	Annexe II
71	Orchidaceae	Cynorkis angustipetala Ridl.	Annexe II
72	Orchidaceae	Cynorkis flexuosa Lindl.	Annexe II
73	Orchidaceae	Cynorkis graminea (Thouars) Schltr.	Annexe II
74	Orchidaceae	Cynorkis lilacina Ridl.	Annexe II
75	Orchidaceae	Cynorkis lindleyana Hermans	Annexe II
76	Orchidaceae	Cynorkis lowiana Rchb.	Annexe II
77	Orchidaceae	Cynorkis papillosa (Ridl.) Summerh.	Annexe II
78	Orchidaceae	Cynorkis speciosa Ridl.	Annexe II
79	Orchidaceae	Disa buchenaviana Kraenzl.	Annexe II
80	Orchidaceae	Disa incarnata Lindl.	Annexe II
81	Orchidaceae	Disperis discifera H. Perrier	Annexe II
82	Orchidaceae	Eulophiella roempleriana Schltr.	Annexe II
83	Orchidaceae	Gastrorchis francoisii Schltr.	Annexe II
84	Orchidaceae	Gastrorchis humblotii (Rchb. f.) Schltr.	Annexe II
85	Orchidaceae	Gastrorchis humblotii var. schlecteri (H. Perrier) Senghas ex Bosser & P.J. Cribb	Annexe II
86	Orchidaceae	Gastrorchis lutea (Bosser) Senghas	Annexe II
87	Orchidaceae	Gastrorchis pulchra Humbert & H. Perrier	Annexe II
88	Orchidaceae	Jumellea arborescens H. Perrier	Annexe II
89	Orchidaceae	Jumellea francoisii Schltr.	Annexe II
90	Orchidaceae	Jumellea punctata H. Perrier	Annexe II
91	Orchidaceae	Jumellea stenophylla (Frapp. ex Cordem.) Schltr.	Annexe II
92	Orchidaceae	Liparis henrici Schltr.	Annexe II
93	Orchidaceae	Liparis ochracea Ridl.	Annexe II
94	Orchidaceae	Liparis puncticulata Ridl.	Annexe II
95	Orchidaceae	Microcoelia gilpinae (Rchb. f. & S. Moore) Summerh.	Annexe II

N°	FAMILLE	TAXA	CITES
96	Orchidaceae	Nervilia simplex (Thouars) Schltr.	Annexe II
97	Orchidaceae	Oeonia rosea Ridl.	Annexe II
98	Orchidaceae	Oeonia volucris (Thouars) Spreng.	Annexe II
99	Orchidaceae	Polystachya anceps Ridl.	Annexe II
100	Orchidaceae	Polystachya rosea Ridl.	Annexe II
101	Orchidaceae	Polystachya tsinjoarivensis H. Perrier	Annexe II
102	Orchidaceae	Satyrium amoenum (Thouars) A. Rich.	Annexe II
103	Orchidaceae	Satyrium trinerve Lindl.	Annexe II

Espèces inscrites sur la liste rouge du GSPM

Le Groupe des Spécialistes des Plantes de Madagascar (GSPM) est un groupement de spécialistes qui travaille étroitement avec l'UICN pour l'analyse et l'identification des espèces endémiques menacées du pays. Le GSPM a élaboré une liste rouge des plantes vasculaires de Madagascar et un catalogue des plantes menacées Les espèces figurant dans cette liste sont encore en attente de parution dans la liste de l'UICN. Les critères du GSPM sont scientifiquement sont scientifiquement reconnus.

Parmi les 251 espèces menacées publiées dans son catalogue, trois sont présentes dans la zone d'étude, entre autres :

- *Aeranthes nidus* (Orchidaceae), évaluée comme en danger (EN);
- *Angraecum viguieri Schltr.* (Orchidaceae), évaluée comme en danger (EN) ;
- *Peperomia hildebrandtii Vatke ex C. DC* (Piperaceae), avec un statut vulnérable (VU) qui est actuellement en statut EN dans la liste UICN.

Les deux espèces EN GSPM concernées *Aeranthes nidus* / *Angraecum viguieri Schltr*. sont en cours d'évaluation UICN, mais du afit de la pertinence de la liste GSPM, elles ont tout de même été prises en compte dans la liste des espèces nécessitant une analyse d'habitat critique.

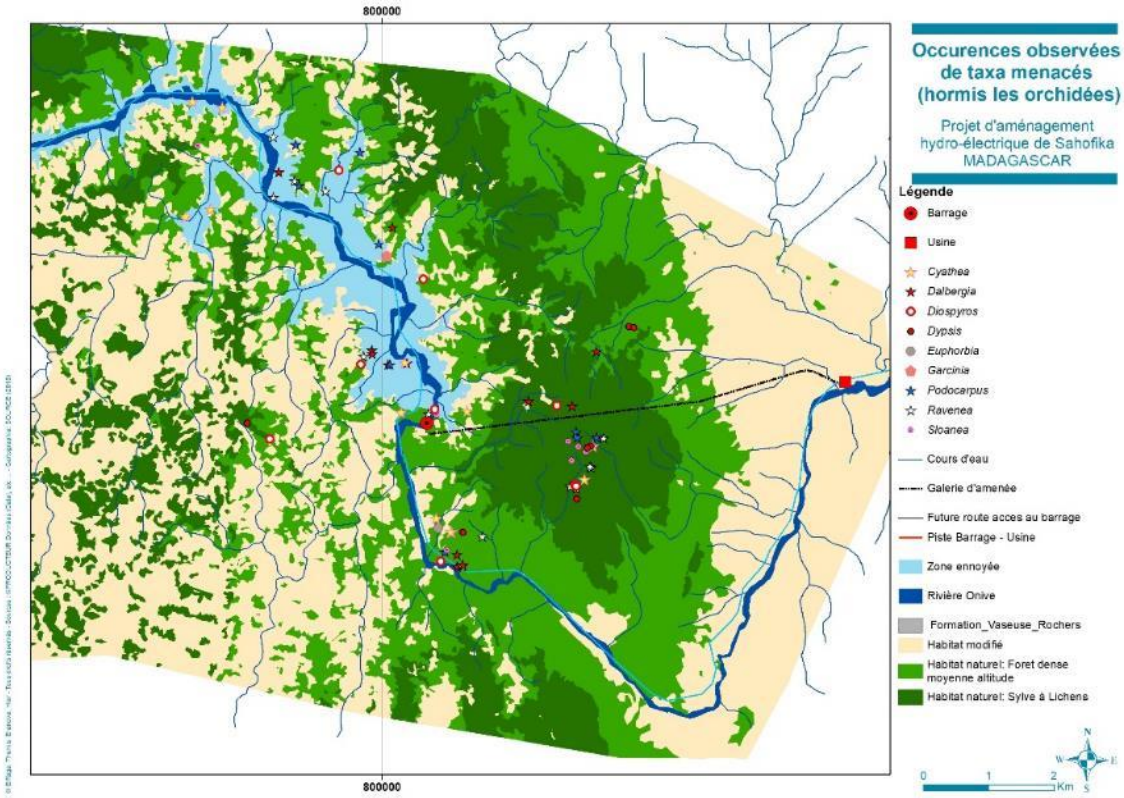
Distribution spatiale des espèces menacées

Les espèces menacées de la zone d'étude sont rencontrées surtout dans les forêts non perturbées (habitats naturels). Elles sont réparties dans les différents niveaux topographiques comme les vallons, les bas-versants, les mi-versants, les crêtes et les haut-versants.

Parmi ces espèces menacées, on peut identifier des groupes caractéristiques des milieux spécifiques comme :

- *Dalbergia spp*. (Fabaceae), rencontrées surtout dans les bas et mi-versants à sol profond ;
- *Euphorbia spp*. (Euphorbiaceae) dans les milieux plus ou moins ouvert, à sol mince ou sur rochers ;
- *Cyathea spp*. (Cyatheaceae), sont réparties dans les vallons et les bas-versants ;
- Les palmiers (*Ravenea* et *Dypsis* - Arecaceae) ont une aire de répartition assez large dans la forêt dense humide mais ne tolèrent pas les substrats rocheux des rives de l'Onive ;
- Les Orchidées et quelques espèces de grands arbres comme *Podocarpus madagascariensis* (Podocarpaceae) ont une large répartition dans la forêt dense et peuvent être observées dans les différents types d'habitats.

Figure 57 - Carte des occurrences observées de taxa menacés



4.4.7.3 Espèces invasives

L'anthropisation des habitats favorise l'installation, le développement et la propagation des espèces invasives dans le milieu naturel, surtout dans les habitats non-forestiers modifiés, tels que les jeunes formations post-culturales. Au total 20 espèces sont inventoriées dans la zone dont quatre sont qualifiées de néfastes par UICN (*Lantana camara*, *Clidemia hirta*, *Psidium guayava* et *P. cattleianum*).

Tableau 76 - Liste des espèces invasives inventoriées

N°	FAMILLE	TAXA
1	Acanthaceae	*Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl
2	Asteraceae	*Ageratum conyzoides* L.
3	Asteraceae	*Bidens pilosa* L.
4	Asteraceae	*Solanummauritianum* Scop.
5	Euphorbiaceae	*Ricinus communis* L.
6	Fabaceae	*Albizia lebbeck* (L.) Benth.
7	Fabaceae	*Desmodium incanum* (Sw.) DC.
8	Fabaceae	*Mimosa pudica* L.
9	Gleicheniaceae	*Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw.
10	Lamiaceae	*Lantana camara* L.
11	Melastomataceae	*Clidemia hirta* (L.) D. Don
12	Myrtaceae	*Eucalyptus robusta* Sm
13	Myrtaceae	*Psidium cattleyanum* Sabine
14	Myrtaceae	*Psidium guajava* L.
15	Poaceae	*Imperata cylindrica* (L.) Raeusch.
16	Proteacae	*Grevillea banksii* R. Br.
17	Pteridaceae	*Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw.
18	Zingiberaceae	*Aframomum angustifolium* (Sonn.) K. Schum.
19	Zingiberaceae	*Hedychium coronarium* J. Koenig

N°	FAMILLE	TAXA
20	Myrtaceae	*Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake

4.4.7.4 Flore associée aux espèces à enjeux

Espèces cibles

Les espèces endémiques, ligneuses, caractéristiques des forêts denses humides de moyenne altitude et à fort enjeux pour la conservation sont choisies comme espèces cibles pour l'étude de la flore associée. Au total, elles sont au nombre de 10 et sont rencontrées dans les grands blocs de forêts. Les espèces associées vivent avec les espèces cibles et ont à peu près les mêmes exigences écophysiologiques ou condition de vie.

Les résultats apportés par l'analyse des espèces cibles et des espèces associées permettent d'envisager des éventuelles activités d'aménagement pour les espèces à fort enjeux écologique dans le cadre de l'atténuation des impacts négatifs possibles du Projet.

Tableau 77 - Liste des espèces cibles en termes d'enjeux de conservation

N	FAMILLE	TAXA	Affinité biogéographique	UICN	CITES
1	Arecaceae	*Ravenea lakatra* (Jum.) Beentje	Endémique	CR	-
2	Arecaceae	*Dypsis lutea* (Jum.) Beentje & J. Dransf.	Endémique	EN	-
3	Meliaceae	*Khaya madagascariensis* Jum. & H. Perrier	Endémique	EN	-
4	Podocarpaceae	*Podocarpus rostratus* M. Laurent	Endémique	EN	-
6	Arecaceae	*Dypsis decipiens* (Becc.) Beentje & J. Dransf.	Endémique	VU	-
7	Arecaceae	*Dypsis louvelii* Jum. & H. Perrier	Endémique	VU	-
8	Fabaceae	*Dalbergia monticola* Bosser & R. Rabev.	Endémique	VU	-
9	Fabaceae	*Dalbergia orientalis* Bosser & R. Rabev.	Endémique	VU	-
10	Ebenaceae	*Diospyros gracilipes* Hiern	Endémique	-	Annexe II

Familles et espèces associées aux espèces cibles

Dans la zone d'étude, *Dalbergia* spp. (Ebenaceae) et *Podocarpus madagascariensis* présentent des caractéristiques communes en termes d'association végétale :

- Les familles les plus associées à ces espèces sont : Sapotaceae, Lauraceae, et Elaeocarpaceae ;
- Les espèces associées à ces espèces cibles sont Chrysophyllum boivinianum, Symphonia macrocarpa, Sloanea rhodantha, Cryptocaria spp. et Apodocephala anguistifolia.

Ravenea lakatra est une espèce moins fréquente dans la zone et est rencontrée dans les milieux à sol profond, à pente entre 20 à 30% au niveau des mi et haut-versants. Ses associations caractéristiques sont :

- Familles associées : Rubiaceae, Myrtaceae et Clusiaceae ;
- Espèces associées sont Syzygium emirnense, Gaertnera macrostipulata, Chrysophyllum boivinianum, Weinmannia commersonii et Garcinia pauciflora.

Khaya madagascariensis est rencontrée une seule fois dans la zone. L'analyse de la flore associée pour l'espèce montre que :

- Ses familles associées sont Lauraceae, Euphorbiaceae, Sapotaceae et Cunoniaceae ;
- Ses espèces associées sont Podocarpus madagascariensis, Phyllarthron articulatum, Syzygium emirnense et Sloanea rhodantha.

Dypsis lutea, D. louvelii et *D. decipiens* présentent les mêmes familles associées, qui sont Araliaceae, Asteraceae et Myrtaceae. Au niveau espèce, *D. lutea* est associée à *Tambourissa purpurea, Syzygium emirnense, Chrysophyllum boivinianum* et *Drypetes madagascariensis*. L'espèce *D. louvelii* est associée *à Polyscias madagascariensis, Syzygium emirnense et Tambourissa parvifolia*. En revanche, *D. decipiens* est associée avec *Diospyros gracilipes, Sloanea rhodantha, Dilobeia thouarsii* et *Cryptocaria pervillei*.

4.4.7.5 Bioévaluation de la flore terrestre

Le Tableau 78 présente les espèces qui satisfont au moins l'un des critères d'habitat critique suivants:

- Espèces listées EN ou CR par l'UICN oue le GSPM,
- Espèces ayant une aire de répartition restreinte (<50 000 km²)
- Espèces endémiques listées NT ou VU par l'UICN.

Dans la mesure où 75% des espèces à Madagascar sont endémiques, pour les espèces listées LC par l'UICN et dont l'aire de répartition n'est pas restreinte, le seul critère d'endémicité n'a pas été retenu comme un critère d'habitat critique, puisqu'il s'agit en somme d'espèces largement réparties sur le territoire Malgache.

En tout, 14 espèces de flore nécessitent une analyse d'habitat critique.

Tableau 78 - Espèces de flore nécessitant une analyse d'habitat critique

Espèces	Statut UICN	Statut GSPM	Affinités	Aire d'occurence	Importance écologique	Utilisation par la population locale	MENACES	Possibilité de déclencher l'habitat critique	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
Dypsis decipiens (Becc.) Beentje & J. Dransf.	VU	-	Endémique de Madagascar	42 846 km²	Caractéristique des forêts denses humides de moyenne altitude (FDHMA) et des sylves à lichens (SL).	Construction des outils et matériels de chasse	Déforestation,	OUI	Oui Entre 1000 à 1550 m d'altitude)	Avérée
Dypsis louvelii Jum. & H. Perrier	VU	-	Endémique de Madagascar	8 884km²		Construction des outils et matériels de chasse	Déforestation	OUI	Oui (Entre 1000 à 1500 m d'altitude)	Avérée
Dypsis procumbens (Jum. & H. Perrier) J. Dransf., Beentje & Govaerts	NT	-	Endémique de Madagascar	>50 000km²		Construction des outils et matériels de chasse	Déforestation	OUI	Oui (jusqu'à 1200 m d'altitude)	Avérée
Dypsis lutea (Jum.) Beentje & J. Dransf.	EN	-	Endémique de Madagascar	1 435 km²		Construction des outils et matériels de chasse	Déforestation	OUI	Oui (Entre 1100 à 1400 m d'altitude)	Avérée
Ravenea lakatra (Jum.) Beentje	CR	-	Endémique de Madagascar	>50 000km²		Bois de construction, consommation	Déforestation, Coupe sélective	OUI	Oui (Jusqu'à 1200 m d'altitude)	Avérée
Dalbergia orientalis Bosser & R. Rabev.	VU	-	Endémique de Madagascar	Inconnue	Caractéristique des forêts humides, Bois précieux de Madagascar (FDHMA, SL)	Bois d'œuvre	Déforestation, Coupe sélective	OUI	Oui (Entre 1000 à 1400 m d'altitude)	Avérée
Dalbergia chapelieri Baill.	NT	-	Endémique de Madagascar	Inconnue	Caractéristique des forêts humides, Bois précieux de Madagascar	Bois d'œuvre	Déforestation, Coupe sélective	OUI	Oui (jusqu'à 1500 m d'altitude)	Avérée
Khaya madagascariensis Jum. & H. Perrier	EN	-	Endémique de Madagascar	Inconnue	Caractéristique des forêts humides (FDHMA, SL)	Bois de construction	Déforestation, Coupe sélective	OUI	Oui (Jusqu'à 1500 m d'altitude)	Avérée
Podocarpus madagascariensis Baker	NT	-	Endémique de Madagascar	>50 000km²		Bois de construction et bois d'œuvre	Déforestation, Coupe sélective	OUI	Oui (jusqu'à 1550 m d'altitude)	Avérée

Espèces	Statut UICN	Statut GSPM	Affinités	Aire d'occurence	Importance écologique	Utilisation par la population locale	MENACES	Possibilité de déclencher l'habitat critique	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
Podocarpus rostratus M. Laurent	EN	-	Endémique de Madagascar	21229 km²		Bois de construction et bois d'œuvre	Déforestation, Coupe sélective	OUI	Oui (Entre 1500 à 1550 m d'altitude)	Avérée
Malagasia aff. *alticola* (Capuron) L.A.S. Johnson & B.G. Briggs	EN	-	Endémique de Madagascar	Inconnue	Caractéristique des sylves à lichen (un pied inventorié)	Aucune	Déforestation	OUI	Oui (Entre 1000 à 1550 m d'altitude)	Avérée
Peperomia hildebrandtii Vatke ex C. DC	EN	VU	Endémique de Madagascar	1633km²	Caractéristique des forêts humides (FDHMA, SL)	Aucune	Déforestation	OUI	Oui (Entre 1000 à 1400 m d'altitude)	Avérée
Aeranthes nidus	-	EN	Endémique de Madagascar	-		Aucune	Déforestation	OUI	Oui	Avérée
Angraecum viguieri	-	EN	Endémique de Madagascar	-		Aucune	Déforestation	OUI	Oui	Avérée

4.4.7.6 Flore terrestre: cas de la ligne de transmission de Belanitra à Antananarivo

L'analyse cartographique préalable des habitats naturels et modifiés réalisée sur le corridor montre qu'une fois sortie de la zone de protection du Parc National de Marolambo, le corridor ne traverse aucun secteur d'Habitat Naturel. En sortant du corridor forestier vers l'Ouest, le paysage est essentiellement composé d'une végétation recréée par l'homme à savoir les plantations d'*Eucalyptus* et de *Pinus,* et de végétation de pseudo-steppes.

Ces formations sont faibles en espèces et sont qualifiées d'Habitat Modifié au regard des standards internationaux (SFI NP6 et BAfD SO3).

La majorité des espèces inventoriées sont des espèces envahissantes, voir le Tableau 79.

Tableau 79 - Liste des espèces recensées le long de l'axe Antananarivo-Antanifotsy-Belanitra

Famille	*Espèces*	Espèce envahissante
Aphloiaceae	*Aphloia theiformis*	
Asteraceae	*Ageratum conyzoides*	Oui
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Oui
Asteraceae	*Psiadia altissima*	Oui
Asteraceae	*Elephantopus scaber*	Oui
Asteraceae	*Helichrysum faradifani*	Oui
Asteraceae	*Helichrysum madagascariense*	Oui
Asteraceae	*Helichrysum phylicaefolium*	Oui
Clusiaceae	*Psorospermum fanerana*	
Cyperaceae	*Cyperus latifolius*	Oui
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Oui
Ericaceae	*Erica conyzoides*	Oui
Ericaceae	*Vaccinium secundiflorium*	
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Oui
Fabaceae	*Crotalaria sp.*	
Fabaceae	*Acacia dealbata*	
Gleicheniaceae	*Dicranopteris linearis*	Oui
Lamiaceae	*Lantana camara*	Oui
Malvaceae	Sida rhombifolia	Oui
Myrtaceae	*Eucalyptus robusta*	
Myrtaceae	*Psidium cattleyanum*	Oui
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Oui
Pinaceae	*Pinus patula*	
Poaceae	*Imperata cylindrica*	
Poaceae	*Aristida similis*	
Poaceae	*Paspalum commersonii*	
Poaceae	*Rhynchelytrum repens*	
Proteacae	*Grevillea banksii*	Oui
Rosaceae	*Rubus rosaefolius*	Oui
Rubiaceae	*Gaertnera sp.*	
Solanaceae	*Solanummauritianum*	Oui

4.4.8 Faune terrestre

4.4.8.1 Données issues de la revue bibliographique - vertébrés terrestres

La forêt dense humide de la zone d'étude est parmi les régions de Madagascar les plus riches en espèces de vertébrés. Les principaux documents utilisés pour lister les espèces avérées ou potentiellement présentes dans la zone d'étude sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Tableau 80 - Liste des documents consultés en amont des différentes missions.

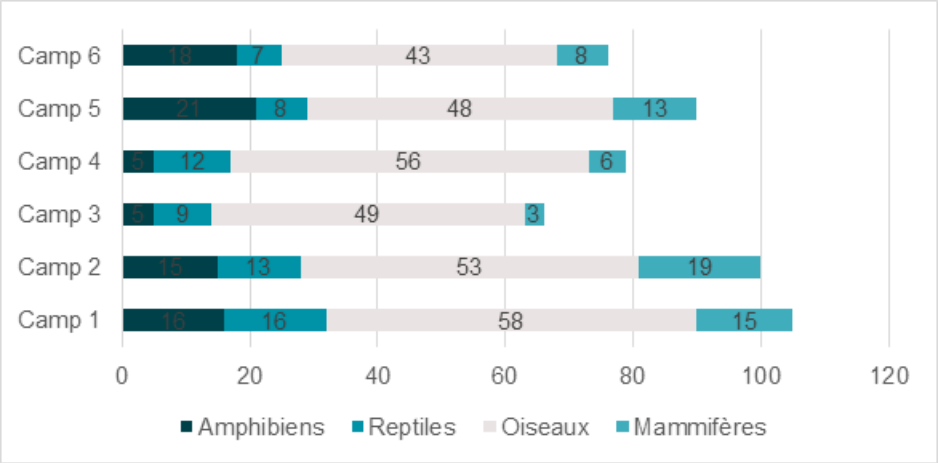
Auteurs	Titre	Année	Type
Goodman S.M. & Schûtz H.	Observations of lemurs in the forest east of Tsinjoarivo, Ambatolampy. Lemur News 4: 14	1999	Publication
Goodman S.M., Rakotondravony D., Raherilalao M.J., Rakotomalala D., Raselimanana A.P., Soarimalala V., Duplantier J.M., Duchemin J.B., Rafanomezantsoa	Inventaire biologique de la forêt de Tsinjoarivo, Ambatolampy. Akon'ny Ala 27	2000	Publication
Land Resources	Appui a la mise en place des sites Koloala production dans la CIREEF de Moramanga	2000	Document
Rakotondravony H.	Inventaire biologique des reptiles et amphibiens dans le corridor Fandriana - Marolambo	2000	Rapport
Lehman S.H., Ratsimbazafy J.	Inventaire biologique des lémuriens dans le corridor Fandriana - Marolambo	2000	Rapport
Livarilala H.M.	Utilisation de l'espace forestier dans le fokontany d'Antenina	2003	Mémoire
Département de Biologie Animale	Inventaire biologique de la faune de la forêt d'Antenina, Commune de Belanitra, Région du Vakinankaratra	2011	Rapport
Raherilalao M.J. & Goodman S.M.	Histoire naturelle des familles et sous-familles endémiques d'oiseaux de Madagascar	2011	Livre Guide
Voahangy S. & Goodman S.M.	Les petits mammifères de Madagascar	2011	Livre Guide
Goodman S.M.	Les chauves-souris de Madagascar	2011	Livre Guide
Andrianirina N.	Détection de changement de la couverture forestière du site Antenina Vakinankaratra à l'aide de la télédétection	2012	Mémoire
Goodman S.M.	Les Carnivores de Madagascar	2012	Livre Guide
Goodman S.M. & Raherilalao M.J.	Atlas d'une sélection de vertébrés terrestres de Madagascar	2013	Livre guide
Mittermeier, R.A., Louis, E.E. Jr, Langrand, O., Schwitzer, C., Rylands, A.B., Rajaobelina, S., Ratsimbazafy, J., Rasoloarison, R., Hawkins, F., Roos, C., Richardson, M., Kappeler, P.M.	Lémuriens de Madagascar	2014	Livre guide
Mahalinirina O.Y.	Évaluation de la mise en œuvre du plan d'aménagement et de gestion simplifiée de la forêt d'Antenina	2016	Mémoire
ONG SADABE	Création de la NAP Tsinjoarivo-Ambalaomby District d'Ambatolampy et d'Anosibe An'ala dossier de mise en protection temporaire	2018	Document
Goodman S.M., Raherilalao M.J., Sébastien W.	Les aires protégées terrestres de Madagascar : leur histoire, description et biote.	2018	Livre
UICN	http://www.iucnredlist.org/	2018	Internet

4.4.8.2 Résultats des campagnes d'inventaires - Vertébrés terrestres

Richesse globale

Un total de 180 espèces de vertébrés terrestres dont 37 espèces d'amphibiens, 27 espèces de reptiles, 85 taxa d'oiseaux et 31 espèces de mammifères a été inventorié dans l'ensemble des zones d'étude durant les campagnes de prospection (saisons humide et sèche). La richesse spécifique au niveau de chaque site est représentée par le graphe ci-dessous (la localisation des sites d'inventaire est décrite dans le chapitre 4.4.4.2). Le site Ankidy (Camp 1) est relativement riche en termes de vertébrés terrestres, suivi du site d'Anivorano (Camp 2) et de Berena (Camp 5). Peu d'espèces ont été recensées à Faravohitra (Camp 3) et au site Corridor (Camp 6).

Figure 58 - Graphe de la richesse spécifique en vertébrés terrestres sur les sites étudiés



Courbes cumulatives des espèces

Les courbes cumulatives des espèces offrent une représentation graphique de l'évolution du nombre cumulé d'espèces en fonction du nombre de jours d'échantillonnage. La courbe s'aplatit (plateau de saturation) lorsque que la majorité des espèces d'un site inventorié ont été enregistrées.

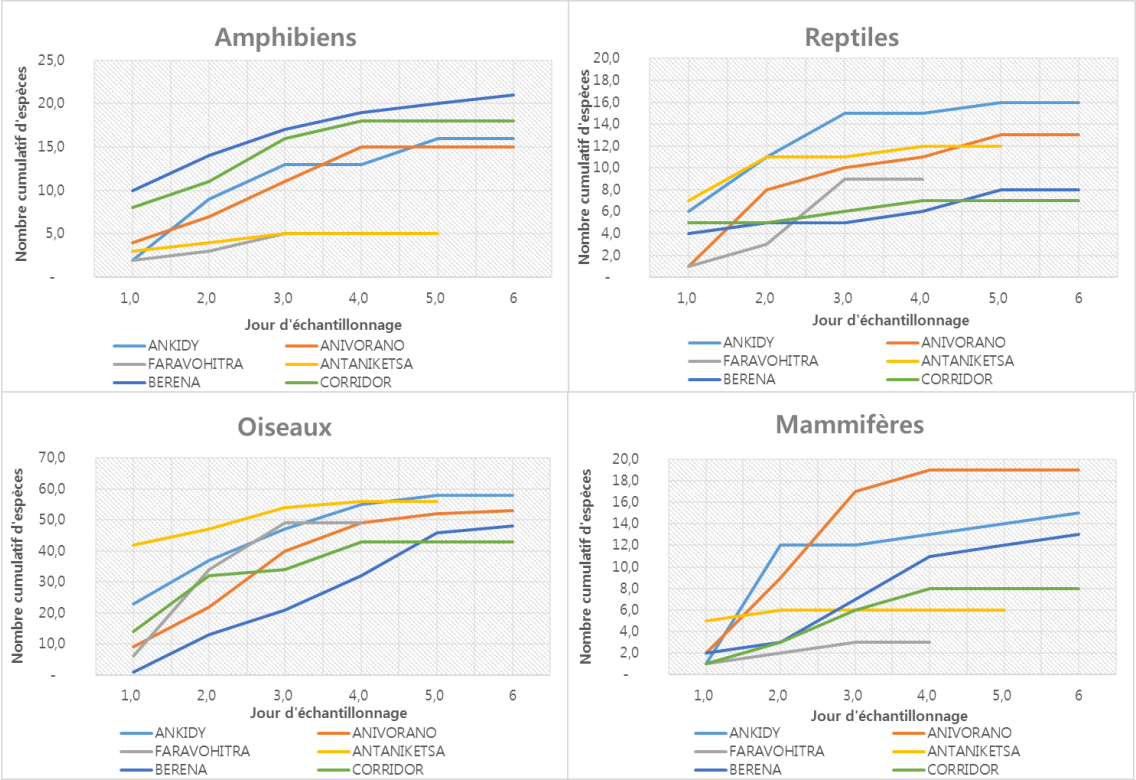
Pour les amphibiens, le plateau de saturation d'espèces a été atteint dans tous les sites sauf celui de Berena (Camp 5), signifiant que d'autres espèces pourraient y être présentes.

Pour les reptiles, aucune nouvelle espèce n'a été observée à partir du cinquième jour d'échantillonnage pour Ankidy, Anivorano et Berena, à partir du 4ème jour pour Antaniketsa et Corridor, à partir du 3ème jour pour Faravohitra. On peut en déduire que la majorité des espèces de reptiles dans ces sites est probablement recensée.

Pour la faune aviaire, aucune espèce n'a été nouvellement observée au dernier jour d'inventaire pour chaque site, ce qui tend à signifier que les espèces d'oiseaux présentes ont toutes été répertoriées.

Pour les mammifères, l'allure des courbes cumulatives des espèces à Faravohitra et Antaniketsa montre qu'un véritable plateau est atteint, indiquant que la majorité des espèces présentes dans ces sites ont été enregistrées. Pour Ankidy et Berena, il est possible que d'autres espèces de mammifères soient potentiellement présentes.

Figure 59 - Courbes cumulatives des espèces de chaque groupe taxonomique



Endémicité

Sur les 181 espèces faunistiques rencontrées ou connues dans les six sites d'observation :

- 142 espèces sont endémiques de Madagascar ;
- 11 espèces sont endémiques régionales (Madagascar et ses îles voisines) ;
- 07 espèces se trouvent dans les îles voisines ;
- 07 espèces s'observent dans plusieurs pays africains ;
- 14 espèces ont une large distribution, jusqu'en Europe.

4.4.8.3 Statut de conservation des espèces - vertébrés terrestres

Espèces endémiques et à distribution limitée

Au regard des standards internationaux de Biodiversité, 137 espèces sont endémiques malgaches, avec 36 espèces d'amphibiens, 26 espèces de reptiles, 48 espèces d'oiseaux dont leur zone de reproduction est strictement restreinte à Madagascar et 27 espèces de mammifères. La liste complète de ces espèces est proposée en Annexe.

Les espèces ayant une aire de distribution géographique inférieure à l'indicateur géographique de 50 000 km^2 défini par la SFI et connues dans la zone d'étude sont : *Boophis rufioculis, Calumma oshaughnessyi, Cheirogaleus sibreei, Gephyromantis blanci, G. spiniferus, G. thelenae, Lepilemur mustelinus, Lygodactylus bivittis, Microcebus lehilahytsara, Plethodontohyla brevipes, Propithecus diadema, Trachylepis boettgeri*.

Excepté *Trachylepis boettgeri* ayant un statut « préoccupation mineure », ces espèces menacées (CR-EN-VU-NT) sont endémiques du centre-Est et de l'Est de Madagascar et

leur conservation devrait être priorisée à cause de leur vulnérabilité à la destruction de leur habitat naturel.

Comme pour la flore, dans la mesure où la majorité des espèces de faune à Madagascar sont endémiques, pour les espèces listées LC par l'UICN et dont l'aire de répartition n'est pas restreinte, le seul critère d'endémicité n'a pas été retenu comme un critère d'habitat critique, puisqu'il s'agit en somme d'espèces largement réparties sur le territoire Malgache.

Statut UICN

Selon les statuts UICN de ces espèces de vertébrés terrestres, 24 espèces sont menacées d'extinction dont 02 espèces en danger critique (CR), 03 espèces en danger (EN), 10 espèces vulnérables (VU) et 8 espèces quasi-menacées (NT). On note la présence d'une espèce à données insuffisantes : *Cheirogaleus major*. Les autres 155 espèces ont un statut « Préoccupation mineure » (LC). Une espèce de micromammifère menacé (*Voalavo antsahabensis*, EN) connu dans les hautes terres centrales n'a pas été capturé durant les sessions de piégeage.

Le tableau suivant présente l'ensemble des espèces de vertébrés terrestre menacées selon l'UICN :

Tableau 81 - Vertébrés terrestres présents dans la zone du Projet menacées selon UICN

Classe	Ordre	Famille	Espèce	UICN
Amphibiens	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis thelenae*	EN
	Anura	Mantellidae	*Boophis rufioculis*	NT
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis blanci*	NT
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis spiniferus*	VU
	Anura	Microhylidae	*Plethodontohyla brevipes*	VU
Oiseaux	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus pelzelnii*	EN
	Passeriformes	Bernieridae	*Hartertula flavoviridis*	NT
	Pélécaniformes	Threskiornithidae	*Lophotibis cristata*	NT
	Coraciiformes	Brachypteraciidae	*Atelornis crossleyi*	NT
	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter henstii*	NT
	Passeriformes	Vangidae	*Xenopirostris polleni*	NT
	Passeriformes	Philepittidae	*Neodrepanis hypoxantha*	VU
Mammifères	Primates	Cheirogaleidae	*Cheirogaleus sibreei*	CR
	Primates	Indriidae	*Propithecus diadema*	CR
	Primates	Daubentoniidae	*Daubentonia madagascariensis*	EN
	Rodentia	Nesomyidae	*Voalavo antsahabensis*	EN
	Primates	Lepilemuridae	*Lepilemur mustelinus*	NT
	Primates	Lemuridae	*Eulemur fulvus*	NT
	Primates	Cheirogaleidae	*Microcebus lehilahytsara*	VU
	Primates	Lemuridae	*Eulemur rubriventer*	VU
	Primates	Indriidae	*Avahi laniger*	VU
	Primates	Lemuridae	*Hapalemur griseus*	VU
	Afrosoricida	Tenrecidae	*Microgale monticola*	VU
Reptiles	Squamata	Gekkonidae	*Lygodactylus bivittis*	VU
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma oshaughnessyi*	VU

Le tableau suivant montre la répartition des espèces à enjeu en fonction des différents secteurs géographiques du Projet (la localisation des sites mentionnés est décrite dans le chapitre 4.4.4.2) :

Tableau 82 - Répartition géographique des espèces de faune terrestre menacées selon UICN

Zone	Espèces à enjeu de conservation selon l'UICN
Accès vers le barrage, fragments de forêts situés entre Befotaka et le barrage (site Antaniketsa),	• Lémuriens (*Hapalemur griseus*) • Oiseaux (*Accipiter henstii, Atelornis crossleyi, Xenopirostris polleni*)
Au niveau du barrage, site de Ankidy	• Lémuriens (*Avahi laniger, Daubentonia madagascariensis, Eulemur fulvus, Hapalemur griseus*) • Oiseaux (*Xenopirostris polleni*) • Reptiles (*Calumma oshaughnessyi, Lygodactylus bivittis*) • Amphibiens (*Gephyromantis thelenae, Plethodontohyla brevipes*)
En amont du barrage, site de Berena	• Lémuriens (*Avahi laniger, Cheirogaleus sibreei, Daubentonia madagascariensis, Eulemur fulvus, E. rubriventer, Hapalemur griseus, Lepilemur mustelinus, Microcebus lehilahytsara*) • Oiseaux (*Atelornis crossleyi*) • Reptiles (*Calumma oshaughnessyi, Lygodactylus bivittis*)
Au niveau du corridor forestier, sites Anivorano et Corridor	• Lémuriens diurnes et nocturnes (*Cheirogaleus sibreei, Daubentonia madagascariensis, Eulemur fulvus, E. rubriventer, Hapalemur griseus, Lepilemur mustelinus, Microcebus lehilahytsara, Propithecus diadema*) • Micromammifères (*Microgale monticola*) • Oiseaux (*Accipiter henstii, A. madagascariensis, Atelornis crossleyi, Hartertula flavoviridis, Lophotibis cristata, Neodrepanis hypoxantha, Xenopirostris polleni*) • Reptiles (*Calumma oshaughnessyi*) • Amphibiens (*Boophis rufioculis, Gephyromantis blanci, G. spiniferus, G. thelenae, Plethodontohyla brevipes*)
Secteur de l'usine (Site Faravohitra) et aux pourtours du début de la ligne électrique	• Oiseaux (*Accipiter madagascariensis, A. henstii, Tachybaptus pelzelnii, Xenopirostris polleni*)

Espèces CITES

Parmi les 181 espèces recensées, 33 espèces sont mentionnées dans la CITES dont 12 espèces en Annexe I, 20 espèces en Annexe II et une (01) espèce en Annexe III. Les autres espèces ne sont pas figurées dans les Annexes de la CITES. Pour rappel :

- L'Annexe I comprend toutes les espèces menacées d'extinction qui sont ou pourraient être affectées par le commerce.
- L'Annexe II comprend (i) toutes les espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce des spécimens de ces espèces n'était pas soumis à une réglementation stricte, et (ii) certaines espèces qui doivent faire l'objet d'une réglementation, afin de rendre efficace le contrôle de leur commerce.
- L'Annexe III comprend toutes les espèces qu'une partie de la convention CITES a déclarée soumises, dans les limites de sa compétence, à une réglementation ayant pour but d'empêcher ou de restreindre leur exploitation, et nécessitant la coopération des autres Parties pour le contrôle du commerce.

Le Tableau suivant montre les espèces de vertébrés de la liste CITES identifiées dans la zone du Projet.

Tableau 83 - Liste des espèces de vertébrés inscrites à la liste CITES

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Statut CITES
Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter madagascariensis*	Annexe II
	Psittaciformes	Psittacidae	*Agapornis canus*	Annexe II
	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachypterus*	Annexe II
	Strigiformes	Strigidae	*Asio madagascariensis*	Annexe II
	Psittaciformes	Psittacidae	*Coracopsis nigra*	Annexe II
	Strigiformes	Strigidae	*Otus rutilus*	Annexe II
	Psittaciformes	Psittacidae	*Coracopsis vasa*	Annexe II
	Falconiformes	Falconidae	*Falco newtoni*	Annexe II
	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Annexe II
	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter francesiae*	Annexe II
Mammifères	Primates	Cheirogaleidae	*Cheirogaleus sibreei*	Annexe I
	Primates	Indriidae	*Propithecus diadema*	Annexe I
	Primates	Cheirogaleidae	*Cheirogaleus major*	Annexe I
	Primates	Daubentoniidae	*Daubentonia madagascariensis*	Annexe I
	Primates	Lepilemuridae	*Lepilemur mustelinus*	Annexe I
	Primates	Lemuridae	*Eulemur fulvus*	Annexe I
	Primates	Cheirogaleidae	*Microcebus lehilahytsara*	Annexe I
	Primates	Lemuridae	*Eulemur rubriventer*	Annexe I
	Primates	Indriidae	*Avahi laniger*	Annexe I
	Primates	Lemuridae	*Hapalemur griseus*	Annexe I
	Carnivora	Eupleridae	*Galidia elegans*	Annexe II
	Carnivora	Vivveridae	*Viverricula indica*	Annexe III
Reptiles	Squamata	Boidae	*Acrantophis madagascariensis*	Annexe I
	Squamata	Boidae	*Sanzinia madagascariensis*	Annexe I
	Squamata	Gekkonidae	*Uroplatus fimbriatus*	Annexe II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma nasutum*	Annexe II
	Squamata	Gekkonidae	*Phelsuma quadriocellata*	Annexe II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma brevicorne*	Annexe II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma gastrotaenia*	Annexe II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma malthe*	Annexe II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Furcifer willsii*	Annexe II
	Squamata	Gekkonidae	*Uroplatus phantasticus*	Annexe II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma oshaughnessyi*	Annexe II

Espèces protégées par le Décret national 2006-400

Selon le Décret de protection national de la faune sauvage (2006-400), 78 espèces parmi les 180 recensées sont classées dans la catégorie d'animaux protégés (Catégorie I, Classe I-II), 05 espèces sont nuisibles (Catégorie II), 67 espèces gibiers (Catégorie III) et 30 espèces ne sont pas mentionnées par le décret.

Concernant les espèces protégées de la classe « Protégée I », la chasse, la capture, la détention, la consommation et la commercialisation de ces espèces faunistiques sont strictement interdites, sauf capture et exportation dans le cadre d'études et d'échanges scientifiques, de reproduction en captivité ou d'exposition conformément aux dispositions qui s'appliquent aux espèces en Annexes I et II de la liste CITES.

Les espèces « Protégée II » peuvent donner lieu à délivrance d'autorisation de chasse ou de capture mais le quota de collecte est fixé par l'organe de gestion de la CITES sur proposition de l'autorité scientifique.

Le fait qu'une espèce soit listée par le Décret national 2006-400 ne se traduit pas systématiquement par une nécessité d'analyse d'habitat critique au sens des politiques de la SFI et de la BAfD.

Tableau 84 - Liste des espèces de vertébrés protégées par le Décret 2006-400

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Décret 2006-400
Amphibiens	Anura	Mantellidae	*Boophis rufioculis*	Cat.I, Class.I
	Anura	Microhylidae	*Plethodontohyla brevipes*	Cat.I, Class.I
	Anura	Mantellidae	*Mantidactylus melanopleura*	Cat.I, Class.I
	Anura	Mantellidae	*Boophis picturatus*	Cat.I, Class.I
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis blanci*	Cat.I, Class.II
	Anura	Mantellidae	*Boophis albipunctatus*	Cat.I, Class.II
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis sculpturatus*	Cat.I, Class.II
	Anura	Mantellidae	*Boophis marojezensis*	Cat.I, Class.II
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis plicifer*	Cat.I, Class.II
Oiseaux	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter madagascariensis*	Cat.I, Class.I
	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus pelzelnii*	Cat.I, Class.I
	Columbiformes	Columbidae	*Alectroenas madagascariensis*	Cat.I, Class.I
	Passeriformes	Locustellidae	*Amphilais seebohmi*	Cat.I, Class.I
	Accipitriformes	Accipitridae	*Aviceda madagascariensis*	Cat.I, Class.I
	Cuculiformes	Cuculidae	*Coua reynaudii*	Cat.I, Class.I
	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Caprimulgus enarratus*	Cat.I, Class.I
	Accipitriformes	Accipitridae	*Polyboroides radiatus*	Cat.I, Class.I
	Passeriformes	Vangidae	*Pseudobias wardi*	Cat.I, Class.I
	Passeriformes	Bernieridae	*Randia pseudozosterops*	Cat.I, Class.I
	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Lophotibis cristata*	Cat.I, Class.I
	Coraciiformes	Brachypteraciidae	*Atelornis crossleyi*	Cat.I, Class.I
	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter henstii*	Cat.I, Class.I
	Passeriformes	Vangidae	*Xenopirostris polleni*	Cat.I, Class.I
	Passeriformes	Philepittidae	*Neodrepanis hypoxantha*	Cat.I, Class.I
	Psittaciformes	Psittacidae	*Agapornis canus*	Cat.I, Class.II
	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachypterus*	Cat.I, Class.II
	Strigiformes	Strigidae	*Asio madagascariensis*	Cat.I, Class.II
	Psittaciformes	Psittacidae	*Coracopsis nigra*	Cat.I, Class.II
	Strigiformes	Strigidae	*Otus rutilus*	Cat.I, Class.II
	Psittaciformes	Psittacidae	*Coracopsis vasa*	Cat.I, Class.II
	Columbiformes	Columbidae	*Treron australis*	Cat.I, Class.II
	Pelecaniformes	Scopidae	*Scopus umbretta*	Cat.I, Class.II
	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides striata*	Cat.I, Class.II
	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea purpurea*	Cat.I, Class.II
	Gruiformes	Rallidae	*Dryolimnas cuvieri*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Bernieridae	*Bernieria madagascariensis*	Cat.I, Class.II
	Coraciiformes	Brachypteraciidae	*Atelornis pittoides*	Cat.I, Class.II
	Cuculiformes	Cuculidae	*Coua caerulea*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Vangidae	*Cyanolanius madagascarinus*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Ploceidae	*Foudia omissa*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Philepittidae	*Neodrepanis coruscans*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Vangidae	*Newtonia amphichroa*	Cat.I, Class.II

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Décret 2006-400
	Passeriformes	Bernieridae	*Oxylabes madagascariensis*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Philepittidae	*Philepitta castanea*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Muscicapidae	*Monticola sharpei*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Vangidae	*Hypositta corallirostris*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Vangidae	*Leptopterus chabert*	Cat.I, Class.II
	Gruiformes	Rallidae	*Sarothrura insularis*	Cat.I, Class.II
	Leptosomiformes	Leptosomidae	*Leptosomus discolor*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Vangidae	*Tylas eduardi*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Ploceidae	*Ploceus nelicourvi*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Vangidae	*Vanga curvirostris*	Cat.I, Class.II
	Passeriformes	Bernieridae	*Xanthomixis zosterops*	Cat.I, Class.II
Mammifères	Primates	Cheirogaleidae	*Cheirogaleus sibreei*	Cat.I, Class.I
	Primates	Indriidae	*Propithecus diadema*	Cat.I, Class.I
	Primates	Cheirogaleidae	*Cheirogaleus major*	Cat.I, Class.I
	Primates	Daubentoniidae	*Daubentonia madagascariensis*	Cat.I, Class.I
	Primates	Lepilemuridae	*Lepilemur mustelinus*	Cat.I, Class.I
	Primates	Lemuridae	*Eulemur fulvus*	Cat.I, Class.I
	Primates	Cheirogaleidae	*Microcebus lehilahytsara*	Cat.I, Class.I
	Primates	Lemuridae	*Eulemur rubriventer*	Cat.I, Class.I
	Primates	Indriidae	*Avahi laniger*	Cat.I, Class.I
	Primates	Lemuridae	*Hapalemur griseus*	Cat.I, Class.I
	Carnivora	Eupleridae	*Galidia elegans*	Cat.I, Class.I
	Afrosoricida	Tenrecidae	*Hemicentetes semispinosus*	Cat.I, Class.II
	Afrosoricida	Tenrecidae	*Setifer setosus*	Cat.I, Class.II
Reptiles	Squamata	Boidae	*Sanzinia madagascariensis*	Cat.I, Class.I
	Squamata	Gekkonidae	*Lygodactylus bivittis*	Cat.I, Class.I
	Squamata	Gekkonidae	*Uroplatus fimbriatus*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma nasutum*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Gekkonidae	*Phelsuma quadriocellata*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma brevicorne*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma gastrotaenia*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma malthe*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Furcifer willsii*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Gekkonidae	*Uroplatus phantasticus*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma oshaughnessyi*	Cat.I, Class.II
	Squamata	Gekkonidae	*Phelsuma lineata*	Cat.I, Class.II

4.4.8.4 Espèces particulières de vertébrés terrestres

Espèces invasives - vertébrés terrestres

Six espèces invasives sont présentes dans la zone du Projet:

- cinq espèces allochtones
  - Oiseaux : *Acridotheres tristis*, *Bubulcus ibis*
  - ’Amphibiens : *Ptychadena mascareniensis*
  - Rongeurs : *Rattus rattus*, *Suncus murinus*
- une espèce autochtone*: Tenrec ecaudatus* (mammifère insectivore)

La végétation naturelle des zones modifiées par les activités anthropiques, notamment le défrichement et le feu de culture, est envahie par des rongeurs exotiques. A Ankidy par exemple, 88 individus de *Rattus rattus* ont été capturés durant la session de piégeage. Ce fait est lié aux activités humaines et à la présence des différentes parcelles de maïs et du riz dans le pourtour des fragments forestiers. L'absence des espèces natives (genre Eliurus) à Ankidy semble être due à la dominance du rat noir qui altère la composition faunistique par élimination des espèces autochtones. A Anivorano et au cœur du corridor lui-même, peu d'individus de rat noir ont été recensés.

Espèces migratrices - vertébrés terrestres

Les espèces migratrices de la zone d'étude et de ses environs sont présentes de façon saisonnière et sont composées de onze espèces d'oiseaux, dont une espèce à migration locale (*Alectroenas madagascariensis*), cinq espèces à migration régionale et en Afrique (*Cuculus rochii, Eurystomus glaucurus, Merops superciliosus, Phedina borbonica*) et cinq espèces ayant une migration à grande distance (*Ardea alba, A. purpurea, Bubulcus ibis, Butorides striata, Milvus migrans, Saxicola torquatus*). *Eurystomus glaucurus* , observé lors de la mission de cadrage n'a pas été revu durant les missions EIES. Cette espèce migratrice africaine se reproduit à Madagascar en fin de saison sèche (septembre-novembre).

Vertébrés inféodés aux zones humides

Parmi les vertébrés de la zone du Projet Sahofika, seuls 11 espèces d'oiseaux sont dépendants des milieux humides tels que les marais, petits cours d'eau ou rizières : *Amphilais seebohmi, Ardea alba, A. purpurea, Bubulcus ibis, Butorides striata, Dryolimnas cuvieri, Egretta alba, Egretta ardesiaca, Lophotibis cristata, Scopus umbretta* et *Tachybaptus pelzelnii.*

4.4.8.5 Données quantitatives sur les vertébrés terrestres

Amphibiens et reptiles

L'ensemble des 66 espèces d'amphibiens et de reptiles connues dans la zone d'étude sont issues des observations directes. Aucune autre information sur les espèces herpétofaunes n'a été obtenue à travers des enquêtes. Certaines espèces sont dominantes tandis que d'autres sont rares. Trente-trois espèces habitent dans des forêts primaires et 13 espèces se trouvent dans les milieux forestiers mixtes (primaires et secondaires). Une seule espèce se retrouve en Afrique et a donc une répartition géographique étendue: la grenouille envahissante *Ptychadena mascareniensis.* Les tableaux ci-après montrent l'abondance relative de chaque espèce d'herpétofaune à Ankidy, Anivorano, Berena et Corridor.

Tableau 85 - Abondance relative des espèces d'amphibiens et de reptiles recensées

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Ankidy	Anivorano	Berena	Corridor
				Pa Peu abondant, Aa Assez abondant, Ab Abondant, Ta Très abondant			
Amphibiens	Anura	Hyperoliidae	*Heterixalus madagascariensis*	Aa	Aa	-	-
	Anura	Hyperoliidae	*Heterixalus punctatus*	-	Pa	-	-
	Anura	Hyperoliidae	*Heterixalus betsileo*	Ab	Ab	Ta	-
	Anura	Mantellidae	*Boophis albipunctatus*	Aa	Aa	Aa	-
	Anura	Mantellidae	*Blommersia blommersae*	-	-	Aa	Aa
	Anura	Mantellidae	*Boophis goudotii*	-	-	Aa	-
	Anura	Mantellidae	*Boophis luteus*	-	-	Aa	-

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Ankidy	Anivorano	Berena	Corridor
				Pa Peu abondant, Aa Assez abondant, Ab Abondant, Ta Très abondant			
	Anura	Mantellidae	*Boophis marojezensis*	-	-	Aa	-
	Anura	Mantellidae	*Mantidactylus biporus*	-	-	Aa	-
	Anura	Mantellidae	*Mantidactylus opiparis*	-	-	Aa	-
	Anura	Mantellidae	*Spinomantis aglavei*	-	Aa	Aa	Aa
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis spiniferus*	-	-	-	Aa
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis sculpturatus*	Aa	-	-	-
	Anura	Mantellidae	*Mantidactylus grandidieri*	-	-	-	Aa
	Anura	Mantellidae	*Guibemantis pulcher*	-	-	-	Ab
	Anura	Mantellidae	*Boophis madagascariensis*	Ab	Ab	Ab	Ab
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis asper*	Ab	Ab	Ab	Ab
	Anura	Mantellidae	*Guibemantis liber*	Ab	Ab	Ab	Ab
	Anura	Mantellidae	*Mantidactylus femoralis*	Ab	Ab	Ab	Ab
	Anura	Mantellidae	*Mantidactylus melanopleura*	Ab	Aa	-	-
	Anura	Mantellidae	*Aglyptodactylus madagascariensis*	Ta	Ab	Ab	Ab
	Anura	Mantellidae	*Mantidactylus betsileanus*	Pa	-	Ab	Ab
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis thelenae*	Pa	Aa	-	-
	Anura	Mantellidae	*Boophis rufioculis*	-	-	-	Pa
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis blanci*	-	-	-	Pa
	Anura	Mantellidae	*Gephyromantis plicifer*	-	-	-	Pa
	Anura	Mantellidae	*Boophis erythrodactylus*	-	-	Pa	-
	Anura	Mantellidae	*Boophis picturatus*	-	-	Pa	-
	Anura	Mantellidae	*Boophis sibilans*	-	-	Pa	-
	Anura	Mantellidae	*Spinomantis peraccae*	-	-	-	Pa
	Anura	Mantellidae	*Guibemantis timidus*	Pa	-	-	-
	Anura	Microhylidae	*Plethodontohyla notosticta*	-	-	-	Aa
	Anura	Microhylidae	*Platypelis grandis*	-	-	-	Ab
	Anura	Microhylidae	*Plethodontohyla brevipes*	Aa	Aa	-	-
	Anura	Microhylidae	*Platypelis pollicaris*	-	Aa	Ab	-
	Anura	Microhylidae	*Platypelis tuberifera*	-	-	Ab	Ab
	Anura	Microhylidae	*Plethodontohyla bipunctata*	Aa	Ab	-	-
	Anura	Ptychadenidae	*Ptychadena mascareniensis*	Ta	-	Ta	-
Reptiles	Squamata	Boidae	*Acrantophis madagascariensis*	-	Pa	-	-
	Squamata	Boidae	*Sanzinia madagascariensis*	-	Pa	-	-
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma oshaughnessyi*	Ab	Aa	Aa	Ab
	Squamata	Chamaeleonidae	*Furcifer willsii*	-	-	Aa	-
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma brevicorne*	Ab	Aa	Ab	Ab
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma malthe*	Aa	Aa	Pa	Ab
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma gastrotaenia*	Ab	Ab	Ta	Ta
	Squamata	Chamaeleonidae	*Calumma nasutum*	Ab	Ab	Ta	Ta
	Squamata	Colubridae	*Liophidium torquatum*	Pa	-	-	-
	Squamata	Gekkonidae	*Phelsuma lineata*	-	-	Ab	Ab
	Squamata	Gekkonidae	*Phelsuma quadriocellata*	Ab	Ab	-	-
	Squamata	Gekkonidae	*Lygodactylus bivittis*	Pa	-	Pa	
	Squamata	Gekkonidae	*Uroplatus phantasticus*	-	-	-	Pa
	Squamata	Gekkonidae	*Uroplatus fimbriatus*	-	Pa	-	-
	Squamata	Gerrhosauridae	*Zonosaurus aeneus*	Aa	-	-	-
	Squamata	Gerrhosauridae	*Zonosaurus madagascariensis*	Ab	Ab	-	-
	Squamata	Lamprophiidae	*Compsophis boulengeri*	Aa	Aa	-	-
	Squamata	Lamprophiidae	*Liopholidophis dolicocercus*	Aa	-	-	-
	Squamata	Lamprophiidae	*Liopholidophis sexlineatus*	Aa	-	-	-
	Squamata	Lamprophiidae	*Dromicodryas bernieri*	-	Aa	-	-
	Squamata	Scincidae	*Amphiglossus astrolabi*	Aa	Aa	-	-
	Squamata	Scincidae	*Amphiglossus punctatus*	Pa	-	-	-
	Squamata	Scincidae	*Trachylepis boettgeri*	Pa	-	-	-

Oiseaux

Parmi les 85 espèces connues au stade actuel de la faune aviaire de la zone d'étude, 83 espèces sont observées directement dans leur habitat tandis que deux autres espèces sont connues suite aux échanges avec les locaux. Des traces de l'Ibis huppé (*Lophotibis cristata*) ont été observées dans le corridor lors des investigations biologiques en septembre 2018. L'espèce est endémique et est classée quasi-menacée (NT) par l'UICN. Sa population est menacée par la chasse et la destruction de ses habitats (petits cours d'eau à l'intérieur des forêts primaires dégradées).

Les indices d'abondance sont présentés dans le Tableau suivant.

Trois espèces forestières (*Brachypteracias leptosomus, Cryptosylvicola randrianasoloi* et *Neomixis striatigula*) n'ont pas été observées dans les sites d'étude malgré la typologie d'habitat et leur répartition connue.

Tableau 86 - Abondance relative des espèces d'oiseaux recensées dans quatre sites d'étude

Ordre	Famille	Espèce	Ankidy	Anivorano	Berena	Corridor
			Oc Occasionnelle, Pa Peu abondant, Aa Assez abondant, Ab Abondant			
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter francesiae*	-	Pa	Oc	Pa
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter henstii*	-	Oc	-	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter madagascariensis*	-	-	-	Oc
Accipitriformes	Accipitridae	*Aviceda madagascariensis*	Oc	-	-	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachypterus*	Pa	Pa	-	Aa
Accipitriformes	Accipitridae	*Milvus migrans*	Pa	Oc	Oc	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Polyboroïdes radiatus*	Pa	Oc	Aa	Oc
Caprimulgiformes	Apodidae	*Zoonavena grandidieri*	-	-	Ab	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius leschenaultii*	Oc	-	Oc	-
Charadriiformes	Turnicidae	*Turnix nigricollis*	-	-	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Alectroenas madagascariensis*	-	Aa	-	Aa
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia picturatus*	Pa	Aa	Pa	
Columbiformes	Columbidae	*Treron australis*	-	Pa	Oc	Pa
Coraciiformes	Brachypteraciidae	*Atelornis crossleyi*	-	Pa	Pa	Pa
Coraciiformes	Brachypteraciidae	*Atelornis pittoides*	Oc	-	-	-
Coraciiformes	Alcedinidae	*Corythornis madagascariensis*	Pa	Pa	-	-
Coraciiformes	Alcedinidae	*Corythornis vintsioides*	Pa	Pa	Pa	-
Coraciiformes	Meropidae	*Merops superciliosus*	Ab	-	-	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Centropus toulou*	Ab	Aa	Ab	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Coua caerulea*	Aa	Ab	Aa	Ab
Cuculiformes	Cuculidae	*Coua reynaudii*	Pa	Pa	Pa	Pa
Cuculiformes	Cuculidae	*Cuculus rochii*	-	-	Ab	Ab
Falconiformes	Falconidae	*Falco newtoni*	Aa	-	Pa	Aa
Gruiformes	Rallidae	*Dryolimnas cuvieri*	-	-	Pa	-
Gruiformes	Rallidae	*Sarothrura insularis*	Aa	Pa	Pa	-
Leptosomiformes	Leptosomidae	*Leptosomus discolor*	Ab	Ta	Ab	Ta
Passeriformes	Sturnidae	*Acridotheres tristis*	Ta	-	Ab	-
Passeriformes	Locustellidae	*Amphilais seebohmi*	Oc	-	Oc	-
Passeriformes	Bernieridae	*Bernieria madagascariensis*	Ab	Ab	Ab	Ab
Passeriformes	Vangidae	*Calicalicus madagascariensis*	Ab	Ab	Ab	Ab
Passeriformes	Nectariniidae	*Cinnyris notatus*	Ab	Ta	-	-
Passeriformes	Nectariniidae	*Cinnyris souimanga*	Ab	Ta	Ab	Ta
Passeriformes	Cisticolidae	*Cisticola cherina*	Ab	Oc	-	-
Passeriformes	Muscicapidae	*Copsychus albospecularis*	Ab	Aa	Ab	Aa
Passeriformes	Campephagidae	*Coracina cinerea*	Ab	-	-	Aa
Passeriformes	Vangidae	*Cyanolanius madagascarinus*	Ab	Ab	-	Aa

Ordre	Famille	Espèce	Ankidy	Anivorano	Berena	Corridor
			Oc Occasionnelle, Pa Peu abondant, Aa Assez abondant, Ab Abondant			
Passeriformes	Dicruridae	*Dicrurus forficatus*	Ab	Aa	Ab	Aa
Passeriformes	Ploceidae	*Foudia madagascariensis*	Ab	Aa	Ab	-
Passeriformes	Ploceidae	*Foudia omissa*	Pa	Pa	-	-
Passeriformes	Bernieridae	*Hartertula flavoviridis*	-	-	-	Pa
Passeriformes	Vangidae	*Hypositta corallirostris*	-	-	-	Pa
Passeriformes	Pycnonotidae	*Hypsipetes madagascariensis*	Ta	Ta	Ta	Ta
Passeriformes	Vangidae	*Leptopterus chabert*	-	-	Aa	-
Passeriformes	Estrildidae	*Lonchura nana*	Ab	Oc	Aa	-
Passeriformes	Alaudidae	*Mirafra hova*	Aa	Oc	Aa	-
Passeriformes	Muscicapidae	*Monticola sharpei*	-	Oc	Oc	-
Passeriformes	Motacillidae	*Motacilla flaviventris*	Aa	Pa	Aa	Pa
Passeriformes	Philepittidae	*Neodrepanis coruscans*	Aa	Aa	Aa	Aa
Passeriformes	Philepittidae	*Neodrepanis hypoxantha*	-	-	-	Pa
Passeriformes	Cisticolidae	*Neomixis tenella*	Aa	-	-	-
Passeriformes	Cisticolidae	*Neomixis viridis*	Ab	Ab	-	-
Passeriformes	Acrocephalidae	*Nesillas typica*	Ab	Ab	Ab	Ab
Passeriformes	Vangidae	*Newtonia amphichroa*	Oc	Pa	-	Aa
Passeriformes	Vangidae	*Newtonia brunneicauda*	Ab	Ab	Ab	Ab
Passeriformes	Bernieridae	*Oxylabes madagascariensis*	Pa	Aa	-	Ab
Passeriformes	Hirundinidae	*Phedina borbonica*	Ab	-	-	-
Passeriformes	Philepittidae	*Philepitta castanea*	Ab	Ab	Ab	Ab
Passeriformes	Ploceidae	*Ploceus nelicourvi*	-	Aa	Pa	Aa
Passeriformes	Vangidae	*Pseudobias wardi*	Pa	Aa	Pa	Ab
Passeriformes	Bernieridae	*Randia pseudozosterops*	Pa	Aa	-	Aa
Passeriformes	Muscicapidae	*Saxicola torquatus*	Aa	-	Aa	-
Passeriformes	Monarchidae	*Terpsiphone mutata*	Ab	Ab	Ab	Ab
Passeriformes	Vangidae	*Tylas eduardi*	Pa	Aa	-	Aa
Passeriformes	Bernieridae	*Xanthomixis zosterops*	-	-	Aa	Aa
Passeriformes	Vangidae	*Xenopirostris polleni*	Pa	Pa	-	Pa
Passeriformes	Zosteropidae	*Zosterops maderaspatanus*	Ta	Ta	Ta	Ta
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea purpurea*	-	-	Oc	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Pa	Oc	Oc	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides striata*	Pa	-	Oc	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta dimorpha*	-	-	Oc	-
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Lophotibis cristata*	-	-	-	Oc
Pelecaniformes	Scopidae	*Scopus umbretta*	Aa	Pa	-	-
Psittaciformes	Psittacidae	*Agapornis canus*	Oc	Pa	-	-
Psittaciformes	Psittacidae	*Coracopsis nigra*	Pa	Aa	Pa	Aa
Psittaciformes	Psittacidae	*Coracopsis vasa*	Ab	Ab	-	Ab

Micromammifères

Un total de 99 individus de micromammifères a été capturé par la technique trous-pièges avec neuf espèces autochtones (*Gymnuromys roberti , Hemicentetes semispinosus, Microgale cf. cowani, Microgale dobsoni, Microgale cf. gracilis, Microgale cf. longicaudata, Microgale cf. taiva, Microgale cf. parvula, Microgale cf. principula*) et une espèce exotique (rat noir-*Rattus rattus*). Pour ce dernier, deux jeunes individus ont été capturés dans les trous-pièges dont un individu à Ankidy et un autre à Anivorano.

Le nombre de micromammifères capturés avec un piège de type Sherman est de 115 individus dont 103 rongeurs et 12 Afrosoricidés. Ces espèces sont constituées par *Rattus rattus* (102 individus), *Eliurus grandidieri* (1 individus) et *Microgale dobsoni* (12 individus).

En termes d'abondance relative (cf. tableu ci-dessous), le site Ankidy est dominé par le rongeur exotique (*Rattus rattus*), avec une abondance (en pourcentage des captures) relativement élevée de 85,6%.

Tableau 87 - Abondance relative des espèces de micromammifères dans la zone d'étude

Famille	Espèce	Ankidy	Anivorano	Antaniketsa	Berena	Corridor
Tenrecidae	*Hemicentetes semispinosus*	6,7%				
Tenrecidae	*Microgale* cf. *cowani*	2,9%	2,70%			
Tenrecidae	*Microgale* cf. *gracilis*		5,40%			
Tenrecidae	*Microgale* cf. *longicaudata*	1,9%	8,10%	12,5%		4,8%
Tenrecidae	*Microgale* cf. *parvula*	1,9%				2,4%
Tenrecidae	*Microgale* cf. *taiva*		8,10%		35,7%	64,3%
Tenrecidae	*Microgale dobsoni*		64,90%	12,5%	57,1%	28,6%
Tenrecidae	*Microgale principula*				7,1%	
Nesomyidae	*Eliurus* cf. *grandidieri*		2,70%			
Nesomyidae	*Gymnuromys roberti*	1,0%				
Muridae	*Rattus rattus*	85,6%	8,10%	75,0%		

Chauve-souris

En ce qui concerne les résultats de capture des chauves-souris par les filets japonais, aucun individu n'a été capturé. De rappel, aucun piégeage par ce dispositif n'a été réalisé dans les sites Faravohitra et Antaniketsa.

Cependant, diverses publications résumé dans l'ouvrage de Goodman & Ramasindrazana (2013) ont mentionné la présence des espèces de chauves-souris à distribution géographique étendue dont la zone d'étude fait parti, cas de *Rousettus madagascariensis, Paremballonura atrata, Myzopoda aurita, Mormopterus jugularis, Scotophilus robustus, Miniopterus majori*.

Cependant, diverses publications résumé dans l'ouvrage de Goodman & Ramasindrazana (2013), de Goodman *et al.* (2018) et le site de l'UICN (2018) ont mentionné la présence des espèces de chauves-souris à distribution géographique étendue dont la zone d'étude fait parti, entre autres *Chaerephon atsinanana, Eidolon dupreanum, Hipposideros commersoni, Miniopterus egeri, Miniopterus majori, Miniopterus manavi, Miniopterus sororculus, Mormopterus jugularis, Myzopoda aurita, Neoromicia matroka, Paremballonura atrata, Pipistrellus raceyi, Rousettus madagascariensis, Scotophilus robustus.*

Toutes ces espèces potentielement présentes dans la zone d'étude sont endémiques de Madagascar. Seules *Eidolon dupreanum* (VU) et *Hipposideros commersoni* (NT) figurent dans la liste rouge des espèces menacées et quasi-menacées de l'UICN.

Par ailleurs, toutes les espèces susmentionnées ont une large aire de répartition et sont connues dans plusieurs zones des forêts pluviales du plateau central et du centre-est de Madagascar.

Lémuriens

Le tableau ci-dessous résume la longueur parcourue pour les observations diurnes et nocturnes faites pour les lémuriens durant les sessions d'observation dans les cinq sites étudiés (Ankidy, Anivorano, Antaniketsa, Berena et Corridor). Aucun transect de lémuriens n'a été installé à Faravohitra dont les habitats (savanes herbeuses) ne sont pas propices à ces espèces.

Tableau 88 - Longueur de transects parcourus dans les sites d'étude des lémuriens (km)

	Ankidy	Anivorano	Faravohitra	Antaniketsa	Berena	Corridor
Transects diurnes (km)	12	12	-	5	12	12
Transects nocturnes (km)	5	5	-	2	5	5

Les résultats de l'abondance relative (indiv./km) de chaque espèce de lémuriens dans les cinq sites sont présentés dans le tableau suivant. L'abondance des lémuriens de la zone d'étude varie de 0,2 individus/ km à 2 individus/km. En comparant la population lémurienne de la zone d'étude avec les autres forêts denses humides de même niveau altitudinal, les lémuriens des sites d'inventaires sont peu abondants. Cette faible abondance peut être due à la diminution des activités de ces animaux à cause des conditions météorologiques lors des investigations. Pour les espèces nocturnes, *Cheirogaleus sibreei* n'a été observée qu'une seule occasion à Anivorano où les nuits d'échantillonnage dans ce site étaient fortement pluvieuses. Deux individus de *Microcebus* ont été recensées dans les sites inventoriés en saison sèche (Berena et Corridor). Aucun individu n'a trouvé lors de l'investigation en saison humide, c'est-à-dire dans les quatre autres sites. Notons que la présence de l'espèce dans la partie amont barrage a été prouvée par la capture de quelques individus à Antenina lors des inventaires biologiques pour la mise en place d'un site à fin écotouristique d'Antenina (Ralison & Rasarimanana en 2011). Pour *Lepilemur mustelinus*, des individus ont été observés à Anivorano et des traces d'alimentation ont été observées à Ankidy. Sa présence dans la forêt d'Antenina (rive droite) est rappelée par Ralison & Rasarimanana (2011). La présence de *Daubentonia madagascariensis* n'a été perçue que par des traces d'alimentation.

En ce qui concerne les espèces diurnes, *Propithecus diadema*, uniquement recensé à Anivorano est l'une des espèces de lémuriens abondantes dans ce site. Mis à part des individus observés, des traces d'alimentation *Hapalemur* griseus ont été observées à Ankidy, Anivorano et Antaniketsa.

Tableau 89 - Abondance relative des espèces de lémuriens (ind/km)

Famille	Espèces	Ankidy	Anivorano	Antaniketsa	Berena	Corridor
Cheirogaleidae	*Microcebus lehilahytsara*				0,2	0,4
Cheirogaleidae	*Cheirogaleus sibreei*		0,20			
Indriidae	*Propithecus diadema*		0,83			
Cheirogaleidae	*Cheirogaleus major*	0,40	-	0,50		
Daubentoniidae	*Daubentonia madagascariensis*					
Lepilemuridae	*Lepilemur mustelinus*		0,80		0,2	0,80
Lemuridae	*Eulemur fulvus*		0,58		0,25	
Indriidae	*Avahi laniger*	1,20			2,00	
Lemuridae	*Eulemur rubriventer*		0,42		0,08	0,08
Lemuridae	*Hapalemur griseus*	1,50	1,33	0,80	0,33	

4.4.8.6 Bioévaluation des vertébrés terrestres

La bioévaluation (statut réglementaire, statut de conservation, distribution et occurrence, criticité potentielle et avérée de l'habitat, etc.) des 308 espèces de vertébrés terrestres à distribution dans la partie Est et la zone centrale des Hauts plateaux, a permis l'obtention d'une liste d'espèces connues en termes de conservation dont 63 espèces nécessitent une analyse d'habitat critique.

La principale menace de ces espèces est la dégradation de leur habitat naturel du fait des pressions d'origine anthropique (chasse illicite, défrichement, déforestation, coupe sélective, érosion, etc.) ou des catastrophes naturelles (cyclones, inondations).

Tableau 90 - Espèces de vertébrés terrestres nécessitant une analyse d'habitat critique

Classe	Famille	Espèce	Statut UICN	Endémicité	Distribution limitée	Niveau de criticité de l'habitat	Site connu pour la distribution de l'espèce	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
Amphibiens	Mantellidae	Gephyromantis eiselti	EN	Madagascar	Oui (795 km²)	1	Andasibe	Non	Probable
	Mantellidae	Gephyromantis thelenae	EN	Madagascar	Oui (795 km²)	1	Andasibe, Mantadia	Oui	Avérée
	Mantellidae	Mantidactylus madecassus	EN	Madagascar	Oui (1290 km²)	1	Andringitra massif	Non	Peu probable
	Mantellidae	Boophis rhodoscelis	EN	Madagascar	Oui (1637 km²)	1	Ranomafana, Antoetra	Non	Probable
	Mantellidae	Mantidactylus albofrenatus	EN	Madagascar	Oui (1851 km²)	1	Andasibe, Anosibe An'ala	Non	Probable
	Mantellidae	Boophis boehmei	EN	Madagascar	Oui (2490 km²)	1	Est	Non	Probable
	Mantellidae	Mantella cowanii	EN	Madagascar	Inconnue	1	Haut-plateau et centre-est	Non	Probable
	Mantellidae	Gephyromantis leucocephalus	NT	Madagascar	Oui (13771 km²)	2	Midongy du sud à Taolagnaro	Non	Peu probable
	Mantellidae	Boophis rufioculis	NT	Madagascar	Oui (22 394 km²)	2	Partie centrale de la forêt humide de l'est	Oui	Avérée
	Microhylidae	Plethodontohyla tuberata	NT	Madagascar	Oui (22539 km²)	2	Centre (Antoetra, Ankaratra, Angavokely)	Non	Probable
	Mantellidae	Gephyromantis blanci	NT	Madagascar	Oui (24088 km²)	2	Ranomafana, montagnes d'Andringitra jusqu'aux chaines Anosyennes	Oui	Avérée
	Microhylidae	Anodonthyla boulengerii	NT	Madagascar	Oui (24370 km²)	2	Est	Non	Probable
	Mantellidae	Mantidactylus cowanii	NT	Madagascar	Oui (31715 km²)	2	Nombreuses localités dans le centre-est (Andasibe, Antoetra, Ambohitantely)	Non	Probable

Classe	Famille	Espèce	Statut UICN	Endémicité	Distribution limitée	Niveau de criticité de l'habitat	Site connu pour la distribution de l'espèce	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
	Mantellidae	Boophis majori	VU	Madagascar	Oui (6475 km²)	2	Est (sud d'Andringitra)	Non	Probable
	Microhylidae	Plethodontohyla brevipes	VU	Madagascar	Oui (6509 km²)	1	PN Ranomafana	Oui	Avérée
	Mantellidae	Gephyromantis cornutus	VU	Madagascar	Oui (6857 km²)	2	Centre-Est (Andasibe, Vohimana, Vohidrazana, Mandraka, Anjozorobe)	Non	Probable
	Mantellidae	Boophis brachychir	VU	Madagascar	Oui (8513 km²)	2	Nosy be, Manongarivo, Montagne d'Ambre	Non	Peu probable
	Mantellidae	Mantella madagascariensis	VU	Madagascar	Oui (9434 km²)	2	Centre-est (Niagarakely au sud de Ranomafana)	Non	Probable
	Mantellidae	Gephyromantis spiniferus	VU	Madagascar	Oui (16404 km²)	2	Sud-est (Andringitra jusqu'à Andohahela)	Oui	Avérée
Mammifères	Cheirogaleidae	Cheirogaleus sibreei	CR	Madagascar	Oui (100 km²)	1	Tsinjoarivo	Oui	Avérée
	Indriidae	Propithecus diadema	CR	Madagascar	Oui (44292 km²)	2	Mananara-Nord, Mantadia, Zahamena, Betampona, Ambatovaky, Mangerivola, Marotandrano, Andriantantely, Tsinjoarivo, Marokitay, Anosibe an'ala, Anjozorobe, Didy, Iofa, Maromizaha, Sandranantitra	Oui	Avérée
	Daubentoniidae	Daubentonia madagascariensis	EN	Madagascar	Non	2	Largement répandu	Oui	Avérée

Classe	Famille	Espèce	Statut UICN	Endémicité	Distribution limitée	Niveau de criticité de l'habitat	Site connu pour la distribution de l'espèce	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
	Lepilemuridae	Lepilemur betsileo	EN	Madagascar	Oui (3000 km²)	1	Fandriana	Non	Peu probable
	Indriidae	Propithecus edwardsi	EN	Madagascar	Oui (5170 km²)	1	Ranomafana	Non	Peu probable
	Tenrecidae	Voalavo antsahabensis	EN	Madagascar	Oui (605 km2)		Anjozorobe	Non	Peu probable
	Lepilemuridae	Lepilemur mustelinus	NT	Madagascar	Oui (37559 km²)	2	Forêt de l'est (entre les rivières Onive et Mangoro (sud) jusqu'à la rivière Maningory (nord)	Oui	Avérée
	Lemuridae	Eulemur fulvus	NT	Madagascar	Non	2	Mantadia, Andringitra, Zahamena, Tsaratanana, Ambatovaky, Ambohitantely, Analamazaotra, Bora, Mangerivola, Manongarivo, Tampoketsa-Analamaitso, Ankarafantsika,	Oui	Avérée
	Hipposideridae	Hipposideros commersoni	NT	Madagascar	Non	2	Partout à Madagascar	Non	Fort probable
	Pteropodidae	Rousettus madagascariensis	NT	Madagascar	Non	2	Largement distribuée mais rare ou absent dans les hauts plateaux et dans la partie aride du sud-ouest	Non	Fort probable
	Indriidae	Avahi laniger	VU	Madagascar	Non	2	Entre les rivières Bemarivo (nord) et Nosivolo / Mangoro (sud)	Oui	Avérée

Classe	Famille	Espèce	Statut UICN	Endémicité	Distribution limitée	Niveau de criticité de l'habitat	Site connu pour la distribution de l'espèce	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
	Lemuridae	Eulemur rubriventer	VU	Madagascar	Non	2	Massif de Tsaratanana jusqu'au Pic d'Ivohibe et la rivière Manampatrana	Oui	Avérée
	Lemuridae	Hapalemur griseus	VU	Madagascar	Non	2	Large distribution dans la partie Est	Oui	Avérée
	Tenrecidae	Limnogale mergulus	VU	Madagascar	Oui (2000 km²)	2	Station forestière d'Antsampandrano, Massif d'Ankaratra, village d'Antanifotsy (Andringitra), Andekaleka, Ranomafana, Antsirabe	Non	Probable
	Cheirogaleidae	Microcebus rufus	VU	Madagascar	Oui (5200 km²)	2	PN Ranomafana jusqu'au PN Andringitra	Non	Peu probable
	Cheirogaleidae	Microcebus lehilahytsara	VU	Madagascar	Oui (8350 km²)	2	Andasibe, Maromizaha, R.S. Analamazaotra, PN Mantadia, Tsinjoarivo	Oui	Avérée
	Eupleridae	Cryptoprocta ferox	VU	Madagascar	Non	2	Largement distribué (de l'Est à l'Ouest) mais rare dans le haut plateau central et les forêts épineuses du sud	Non	Probable
	Pteropodidae	Eidolon dupreanum	VU	Madagascar	Non	2	Largement distribué (côtes et haut plateau central)	Non	Probable
	Eupleridae	Eupleres goudotii	VU	Madagascar	Non	2	Forêt humide de l'Est, depuis Montagne d'Ambre (au nord) jusqu'à la rivière de Mandrare (au sud)	Non	Probable

Classe	Famille	Espèce	Statut UICN	Endémicité	Distribution limitée	Niveau de criticité de l'habitat	Site connu pour la distribution de l'espèce	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
	Eupleridae	Fossa fossana	VU	Madagascar	Non	2	Forêt humide (région de Sambirano au nord-ouest, du PN Montagne d'Ambre jusqu'au PN Andohahela sur la partie Est	Non	Probable
	Eupleridae	Galidictis fasciata	VU	Madagascar	Non	2	Forêt humide de l'Est (du PN Marojejy jusqu'à Andohahela)	Non	Probable
Oiseaux	Rallidae	Sarothrura watersi	EN	Madagascar	Non	1	Forêt de l'Est (Analamazaotra, Andapa, Torotorofotsy, Anjozorobe, Ranomafana / Vohiparara, PN Andringitra	Non	Probable
	Podicipedidae	Tachybaptus pelzelnii	EN	Madagascar	Non	2	Ouest et centre de Madagascar	Oui	Avérée
	Accipitridae	Accipiter henstii	NT	Madagascar	Non	2	Partout à Madagascar sauf le sud-ouest	Oui	Avérée
	Accipitridae	Accipiter madagascariensis	NT	Madagascar	Non	2	Partout dans les forêts primaires	Oui	Avérée
	Brachypteraciidae	Atelornis crossleyi	NT	Madagascar	Non	2	Forêt humide (Tsaratanana sud jusqu'à Andohahela)	Oui	Avérée
	Threskiornithidae	Lophotibis cristata	NT	Madagascar	Non	2	Partout à Madagascar	Non	Fort probable
	Vangidae	Xenopirostris polleni	NT	Madagascar	Non	2	Forêt humide de l'Est	Oui	Avérée
	Bernieridae	Crossleyia xanthophrys	NT	Madagascar	Non	2	Forêt humide de l'Est (de Tsaratanana dans le nord jusqu'à Andohahela dans le sud)	Non	Probable

Classe	Famille	Espèce	Statut UICN	Endémicité	Distribution limitée	Niveau de criticité de l'habitat	Site connu pour la distribution de l'espèce	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
	Bernieridae	Hartertula flavoviridis	NT	Madagascar	Non	2	Forêt humide (Manongarivo dans le nord-ouest jusqu'à Andohahela dans le sud	Oui	Avérée
	Bernieridae	Xanthomixis cinereiceps	NT	Madagascar	Non	2	Forêt humide de moyenne altitude de l'Est	Non	Fort probable
	Mesitornithidae	Mesitornis unicolor	VU	Madagascar	Non	2	Partout à Madagascar	Oui	Avérée
	Philepittidae	Neodrepanis hypoxantha	VU	Madagascar	Non	2	Massifs de Marojejy et d'Anjanaharibe-Sud dans le nord jusqu'au massif d'Andohahela dans le sud	Oui	Avérée
	Brachypteraciidae	Brachypteracias leptosomus	VU	Madagascar	Non	2	Forêt humide de l'Est de faible et moyenne altitude (Daraina jusqu'à Andohahela)	Non	Fort probable
	Glareolidae	Glareola ocularis	VU	Madagascar	Non	2	Partout à Madagascar	Oui	Avérée
Reptiles	Chamaeleonidae	Calumma hilleniusi	EN	Madagascar	Oui (820 km²)	1	Ankaratra, Andringitra, Ivohibe, Ambohijanahary, Ibity, Itremo,	Non	Probable
	Chamaeleonidae	Brookesia dentata	EN	Madagascar	Oui (1300 km²)	1	Nord-ouest (Ankarafantsika)	Non	Peu probable
	Chamaeleonidae	Calumma parsonii	NT	Madagascar	Oui (39800 km²)	2	Forêt humide de l'Est (Anjanaharibe sud jusqu'à Ranomafana), la péninsule de Masoala et Manongarivo dans la partie nord-ouest	Non	Fort probable

Classe	Famille	Espèce	Statut UICN	Endémicité	Distribution limitée	Niveau de criticité de l'habitat	Site connu pour la distribution de l'espèce	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
	Lamprophiidae	Pseudoxyrhopus imerinae	NT	Madagascar	Oui (40000 km²)	2	Haut plateau central et sud-est : Ananokely, Andohahela, Andrangoloaka, Ibity, Vohisokina	Non	Peu probable
	Chamaeleonidae	Calumma oshaughnessyi	VU	Madagascar	Oui (18000 km²)	2	Hautes terres, sud-est entre Tsinjoarivo - Antoetra (nord) et Andohahela (sud)	Oui	Avérée
	Gekkonidae	Lygodactylus bivittis	VU	Madagascar	Oui (17767 km²)	2	Marojejy (nord) et Andasibe - Ambatovy (est), Makira (nord-est)	Oui	Avérée
	Lamprophiidae	Pseudoxyrhopus oblectator	VU	Madagascar	Oui (17434 km²)	2	Ranomafana, Anjozorobe, Ambatovy et d'autres sites de l'escarpement de la partie centrale	Non	Fort probable
	Gekkonidae	Uroplatus ebenaui	VU	Madagascar	Oui (7632 km²)	2	Zone de basse altitude du nord, y comprise Nosy Be	Non	Peu probable
	Scincidae	Trachylepis boettgeri	LC	Madagascar	Oui (42891 km²)	2	Haute terre centrale (Betafo, Antananarivo, Ankaratra, Andringitra, Anjozorobe-Angavo, Kalambatritra)	Non	Probable

4.4.8.7 Invertébrés terrestres

Papillons diurnes et chenilles

Vingt-six (26) espèces de Rhopalocera (papillons diurnes) ont été inventoriées au cours de la mission. Parmi elles, 11 espèces sont forestières et 19 sont endémiques de Madagascar. Aucune espèce n'est classée par l'UICN. La composition spécifique de la faune de Rhopalocera est plus ou moins semblable entre les sites d'études.

Pour les Heterocera, groupe généralement de mœurs nocturne, deux espèces diurnes ont été répertoriées: *Chrysiridia madagascariensis* (Uranidae) et *Thyrosticta* sp. (Arctiidae).

Bien qu'aucune espèce n'ait de statut UICN, *Chrysiridia madagascariensis* et *Charaxes antamboulou* sont très recherchés pour le commerce d'insectes. La première espèce est très abondante dans la zone de Sahofika.

Pour les chenilles, C'est essentiellement les espèces de Sphingidae, de Saturniidae (*Antherina suraka*) et de Lasiocampidae (*Borocera marginepuctata* et *Borocera cajani*) qui ont été rencensée.

Ces trois espèces, endémiques de Madagascar, sont potentiellement utilisables pour la production de soie. L'abondance des espèces de Sphingidae dans la zone d'études indique que cette forêt est déjà plus ou moins dégradée.

Il est probable que des espèces rares, endémiques et menacées de papillons Rhopalocera tels *Hovala sp.* et *Perrotia sp.* puissent être trouvées dans la zone de Sahofika, bien qu'elles n'y aient pas été observées. Il est à noter que ces espèces ont été recensées dans le site d'Antenina (Rasamy et al., 2011).

Tableau 91 - Matrice de présence des espèces de Rhopalocera recensées

Familles	Espèces	Habitat	Distribution	Total emprise du projet	Sites			
					S1	S2	S3	S4
Hesperiidae	Borbo ratek	F	Md	1	1	0	0	0
Hesperiidae	Coeliadis ramanatek	FXA	Md	1	0	1	1	1
Hesperiidae	Coeliadis rama	FXA	Md	1	0	0	1	1
Papilionidae	Papilio delalandei	F	Md	1	1	1	0	0
Papilionidae	Graphium endochus	F	Md	1	1	0	0	0
Pieridae	Eurema hapale	AT	MG_u	1	1	0	1	1
Pieridae	Eurema floricola	F	AT	1	0	1	1	1
Pieridae	Mylothris phileris	F	Md	1	1	1	1	0
Nymphalidae	Heteropsis angulifascia	F	Md	1	1	0	0	0
Nymphalidae	Heteropsis vola	F	Md	1	0	1	1	1
Nymphalidae	Heteropsis iboina	FX	Md	1	0	1	1	1
Nymphalidae	Strabena rakoto	G_uXA	Md	1	1	0	0	0
Nymphalidae	Strabena smithii	FX	Md	1	0	1	1	1
Nymphalidae	Melanitis leda helena	G_uXC	AT	1	1	1	1	1
Nymphalidae	Hypolimnae bolina jacintha	XA	AT	1	1	1	1	0
Nymphalidae	Phalanta phalantha aethiopica	G_uAX	AT	1	0	0	1	0
Nymphalidae	Junonia eurodace	F	Md	1	1	0	0	0
Nymphalidae	Junonia andremihaja	AX	Md	1	0	1	0	0
Nymphalidae	Neptis kikideli	F	Md	1	1	0	0	0
Nymphalidae	Precis oenone epiclelia	XA	MR	1	0	0	1	1
Nymphalidae	Salamis anacardii duprei	FX	Md	1	1	0	0	0
Nymphalidae	Charaxes antaboulou	F	Md	1	1	0	0	0

Familles	Espèces	Habitat	Distribution	Total emprise du projet	Sites			
					S1	S2	S3	S4
Acraeidae	Actinote encedon	AX	AT	1	0	0	1	1
Acraeidae	Actinote zitza	G_nXAC	Md	1	1	0	0	0
Lycaenidae	Saribia tepahi	F	Md	1	1	0	0	0
Lycaenidae	Leptotes rabefaner	FX	Md	1	0	1	1	1
Nombre total d'espèces				**26**	1	**11**	**14**	**11**

1 : Présente ; 0 : Absente ; **Md** : endémique de Madagascar ; **MR** : Région malgache (les îles de l'Océan Indien) ; **AT** : Afrotropicale (Afrique subsaharienne jusqu'à Madagascar ; **OW** : Old world ; **A** : milieu anthropique, C : cosmopolite, **F** : espèce forestière, **FS** : espèce à la fois forestière et savanicole, **FX** : forêt ou formation secondaire, **FXA** : forêt ou formation secondaire ou milieu anthropique, Gu : pâturage ou prairie naturelle ou non, **GuXA** : prairie naturelle ou formation secondaire ou milieu anthropique, **X** : formation secondaire ou bordure de forêt, **XA** : formation secondaire ou milieu anthropique. (Source concernant l'habitat, la distribution des taxa et leur statut de conservation UICN : Lees et al. 2003)

S1 : Ankidy ; S2 : Anivorano ; S3 : Sahofika ; S4 : Antaniketsa

Pour les Heterocera, groupe généralement d'une mœurs nocturne, 2 espèces initialement nocturnes mais devenues diurnes ont été répertoriées : Chrysiridia madagascariensis (Uranidae) et Thyrosticta sp. (Arctiidae).

Tableau 92 - Matrice de présence de deux espèces recensées d'Heterocera

Familles	Espèces	Habitat	Distribution	UICN	Nb	Sites			
						S1	S2	S3	S4
Uranidae	*Chrysiridia madagascariensis*	FXA	Md	-	1	1	1	0	1
Arctiidae	*Thyrosticta* sp.	FXA	Md	-	1	1	0	0	1
Nombre total					2	2	1	0	2

Légende: 1 : Présente ; 0 : Absente ; Md : endémique de Madagascar, FXA : forêt ou formation secondaire ou milieu anthropique, - : Aucun statut IUCN

S1 : Ankidy ; S2 : Anivorano ; S3 : Sahofika ; S4 : Antaniketsa

Chrysiridia madagascariensis et *Thyrosticta* sp. ne sont pas des espèces strictement forestières.Elles sont cependant endémiques de Madagascar.

Insectes volants

Les insectes volants de la zone sont des Orthoptères, Diptères, Coléoptères, Dictyoptères, Hyménoptères, Homoptères et Trichoptères. Aucun n'a de statut de conservation UICN. La population d'insectes volants est relativement semblable entre les sites.

Tableau 93 - Abondance des insectes volants capturés au piège Malaise

Taxa	Site 1 : Ankidy		Site 2 : Anivorano	
	Richesse en taxa	Abondance absolue	Richesse en taxa	Abondance absolue
Orthoptères	2	2	2	2
Diptères	3	10	6	8
Coléoptères	5	8	4	6
Dictyoptères	1	2	1	3
Hyménoptères	4	8	3	3
Homoptères	0	0	2	2
Trichoptères	1	5	1	7

Taxa	Site 1 : Ankidy		Site 2 : Anivorano	
	Richesse en taxa	Abondance absolue	Richesse en taxa	Abondance absolue
TOTAUX	**16**	**35**	**19**	**31**

Arthropodes du sol et de la litière

Ce sont les groupes récoltés à partir des pièges-bacs. Les échantillons sont dominés par les Hyménoptères, les Diptères et les Coléoptères. Aucune des espèces recensées n'est listée par l'UICN.

Tableau 94 - Abondance des invertébrés du sol et de la litière dans les sites d'études

Taxa	Site 1 : Ankidy		Site 2 : Anivorano	
	Richesse en taxa	Abondance absolue	Richesse en taxa	Abondance absolue
ARACHNIDES				
Aranae	2	44	2	10
Acariens	1	16	1	0
INSECTES				
Diptères	9	25	6	76
Coléoptères	9	131	4	80
Phasmoptères	0	0	0	1
Hyménoptères	6	107	3	18
Orthoptères	3	20	3	26
Hétéroptères	3	6	0	0
Homoptères	1	1	1	1
Thysanoures	1	1	1	2
Collemboles	0	0	1	3
Lépidoptères	0	0	1	1
CRUSTACÉS				
Amphipodes	1	1	1	1
Isopodes	1	9	0	0
MYRIAPODES	0	0	1	3
TOTAUX	37	361	25	222

Bioévaluation des invertébrés terrestres

Aucune des espèces d'invertébrés terrestres de la zone d'étude ne satisfait les critères déclencheurs d'une analyse d'habitat critique.

4.4.8.8 Faune terrestre: cas de la ligne de transmission de Belanitra à Antananarivo

Du fait de la nature très modifiée des habitats entre Belanitra et Antananarivo, l''inventaire de biodiversité le long de la ligne de transmission entre Belanitra et Antananarivo s'est concentré sur les oiseaux qui sont les principales espèces exposées en cas d'installation

Du fait de l'absence des grands migrateurs dans le territoire malgache et compte tenu des résultats des inventaires de la faune aviaire et de la revue bibliographique, les espèces d'oiseaux susceptibles d'être impactées par l'électrocution et les collisions sont les espèces de rapaces adaptées aux milieux ouverts (savanes, pseudo-steppe, plantations, etc.) dont *Falco newtoni, F. eleonorae, Milvus aegyptius*.

Ces espèces n'ont pas de statut de conservation particulier et ne déclenchent pas les critères relatifs aux habitats critiques.

4.4.9 Flore aquatique

4.4.9.1 Espèces à enjeu de conservation

La flore aquatique est très peu décrite à Madagascar et aucune espèce n'est classée en Danger ou Vulnérable selon l'UICN. Lors des missions en période d'étiage, très peu de spécimens ont été observés lors des études de terrain. Devant le manque de données sur ce taxon, il n'a pas été jugé pertinent d'entreprendre un travail d'inventaire sur le terrain.

4.4.9.2 Espèces invasives

La jacinthe d'eau (Eichhornia crassipes), plante aquatique invasive originaire d'Amérique du Sud, est présente à Madagascar. Elle n'a pas été observée dans la zone du Projet lors des études de terrain, ni le long de l'Onive, ni au niveau des petits affluents, même si l'espèce peut occuper les différents plans d'eau comme les fleuves, les canaux d'irrigation, les rizières et les lieux de pêche.

Elle ne représente donc pas une menace pour l'instant, mais pourrait dans l'avenir apparaître dans la zone.

4.4.10 Faune aquatique

4.4.10.1 Données issues de la revue bibliographique sur la faune aquatique

La zone d'étude est à cheval sur la partie Est et la zone centrale des Hauts plateaux.

La région Est de Madagascar et par extension le versant Est, exposés à l'alizé du Sud-Est et caractérisés par un climat chaud et humide, étaient jusqu'à une époque récente en grande partie couverte de forêt ombrophile. De ce fait, d'après les données actuelles, il s'agit de la région la plus riche en espèces indigènes de poissons : 61% des espèces endémiques seraient limités exclusivement à la région forestière orientale dont la plupart des espèces de la famille endémique des Bedotiidae (Stiassny, 1994, in De Rham, 1996). Cependant, la région orientale est écologiquement très hétérogène et comprend des milieux naturels très différents. Si à l'intérieur des terres, les cours d'eau sont plus rapides à la faveur reliefs et présentent généralement des eaux plus claires, certain cours d'eau, en particulier les plus importants comme le Mangoro, ont des eaux troubles à cause de l'érosion provoquée par les activités humaines dans leurs bassins versants.

Au niveau de la région centrale des hauts plateaux du centre de l'île dont l'altitude est supérieure à 600 m, l'ichtyofaune indigène est très pauvre et probablement limitée à 5 espèces, dont seulement 2 ou 3 seraient endémiques de cette région (De Rham, 1996). Aujourd'hui la plupart des habitats aquatiques des hauts plateaux ne contiennent que des espèces introduites tandis que le cichlidé indigène *Paratilapia polleni*, autrefois largement répandu à travers l'île (Kiener, 1963), a presque totalement disparu des parties hautes de son aire originelle.

De façon plus précise au droit de l'aire d'étude, Stiassny et al. (1992) et Ralambomanana (2013) relève la présence de Bedotiidae du genre Rheocles (rassemblant au moins 7 espèces toutes menacées en Danger ou en Danger Critique d'extinction selon l'UICN) et

d'Eleotridae du genre *Ratsirakia* (Données insuffisantes pour une cotation UICN mais endémique de Madagascar) sur les affluents du Mangoro. L'étude révèle les impacts négatifs de la déforestation, de l'ensablement et de l'envasement excessifs des lits des rivières pour ces espèces.

Enfin, une étude réalisée sur une partie de l'aire d'étude au niveau de la zone amont a permis de révéler au niveau de l'affluent rive droite de l'Onive Antenina la présence de nombreuses espèces de macroinvertébrés, d'espèces de poissons exotiques et deux espèces de macrocrustacés endémiques de Madagascar : *Astacoïdes caldwelli* (Vulnérable selon l'UICN) et *Hydrothelphusa agilis* (Oliarinony & Rambeloson, 2011).

Lors des investigations en phase EIES, les données bibliographiques ainsi que les données d'inventaire de la mission de cadrage ont servi de base de données pour la réalisation des inventaires et préciser les protocoles (type et effort d'échantillonnage, choix des zones et des stations à inventorier). Lors de la mission de terrain, une attention particulière a été menée sur les espèces menacées et migratrices nécessitant une analyse d'habitat critique.

Photo 60 - Hydrothelphusa agilis capturé sur le sentier lors du déplacement Usine-Barrage

4.4.10.2 Résultats des campagnes d'inventaire (poissons et macrocrustacés)

Résultats synthétiques des données d'inventaire et d'enquête

Au total des trois missions effectuées sur le terrain, on dénombre (données d'enquête incluses) 20 espèces de poissons dont 4 endémiques de Madagascar et 3 indigènes, et 3 espèces de crustacés endémiques de Madagascar sur l'intégralité de l'aire d'étude.

Étant donné les faibles efficacités de la pêche électrique du fait des conductivités faibles et de l'étendue de l'aire d'étude, l'analyse des résultats est proposée de façon qualitative (spécifique) et non quantitative (abondances et densités d'espèces). Cela permet néanmoins de fournir une image suffisamment précise de la composition du peuplement aquatique.

Lors des missions, il est ressorti que le cortège de poisson est relativement différent entre l'amont et l'aval de la zone de rapides située sur la portion aval du bief court-circuité (BCC). Par conséquent il est apparu pertinent de présenter les données en fonction de cette distinction. La limite aval de la zone de rapides se situe plus précisément environ à une distance de 600 m en amont de l'emplacement de l'usine.

Le Tableau 95 synthétise les observations d'espèces au cours des différentes missions. Ces données permettent de conclure sur la présence des espèces en amont et en aval de la zone de rapides (Avérée/très probable/peu probable/à confirmer). Certaines cellules sont fusionnées au niveau des enquêtes car le vocabulaire malgache ne permet pas toujours de distinguer les espèces morphologiquement proches.

Tableau 95 - Récapitulatif des inventaires et enquêtesde faune aquatique

Groupe	Famille	Nom TAXON	Endémicité, aire répartition	Octobre 2017		Avril 2018		Octobre 2018		Enquêtes		Présence à l'amont	Présence à l'aval
				Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval		
Poissons	Anabantidae	*Microctenopoma ansorgii*	Exotique			X						Avéré	Très probable
	Anguillidae	*Anguilla mossambica*	IP	X				X		X	X	Avéré	Très probable
		Anguilla marmorata	Afrique, OOI							X	X	A confirmer	Très probable
	Bedotiidae	*Rheocles wrightae*	Est Mada.				X		X		X	Absente	Avérée
		Rheocles sp. Ambatovy	Est Mada.				X		X			Absente	Avérée
	Centrarchidae	*Micropterus salmoides*	Exotique							X	X	Très probable	A confirmer
	Channidae	*Channa maculata*	Exotique	X		X		X		X	X	Avérée	A confirmer
	Cichlidae	*Oreochromis sp.*	Exotique	X			X	X	X	X	X	Avérée	Avérée
		Oreochromis niloticus	Exotique						X			Très P.	Avérée
		Tilapia zillii	Exotique	X		X		X	X			Avérée	Avérée
		Tilapia sparmani	Exotique						X			Très probable	Avérée
		Tilapia rendalli	Exotique	X								Avérée	Très probable
	Clupeidae	*Sauvagella madagascariensis (3)*	Est Madagascar								X	Absente	Peu probable
	Cyprinidae	*Carassius auratus*	Exotique	X		X		X		X	X	Avérée	Avérée
		Cyprinus carpio	Exotique	X		X				X	X	Avérée	Avérée
	Eleotridae	*Ratsirakia sp.*	Madagascar		X		X		X		X	Peu probable	Avérée
	Gobiidae	*Awaous aeneofuscus*	Afrique						X		X	Peu probable	Avérée
		Sicyopterus franouxi	Madagascar						X		X	Peu probable	Avérée
	Poeciliidae	*Gambusia holbrooki*	Exotique	X	X	X	X	X	X	X	X	Avérée	Avérée
		Xiphophorus hellerii	Exotique						X	X	X	Très probable	Avérée
		Xiphophorus maculatus	Exotique				X		X			Très probable	Avérée
	Salmonidae	*Oncorhynchus mykiss*	Exotique			X				X	X	Avérée	Très probable
Crustaces	Parastacidae	*Astacoides caldwelli*	Madagascar		X	X		X		X	X	Avérée	Avérée
		Astacoides madagascariensis	Madagascar					X				Avérée	Très probable
	Potamonautidae	*Hydrothelphusa agilis*	Madagascar		X	X	X	X	X	X	X	Avérée	Avérée
Sous Total Especes (3)				8	4	9	7	9	12	12	17	17	21
Total Especes (3)				11		14		17		16		23	

Légende : OOI : Ouest Océan Indien / IP : Indo Pacifique

Les enquêtes effectuées ont permis de recroiser et vérifier la plupart des données. Ainsi, parmi les 5 espèces supplémentaires échantillonnées lors de la seconde mission 3 avaient déjà été rapportées par les enquêtes lors du cadrage. Cela montre d'une part une certaine fiabilité des données récupérées dans le cadre des enquêtes et d'autre part que les inventaires ont été relativement efficaces. En effet, parmi la totalité des 20 espèces de poissons présentes ou restant à confirmer, seules 2 espèces n'ont jamais été observées lors des 3 campagnes. Il s'agit de *Anguilla marmorata* et *Micropterus salmoides*. Cependant, d'après la bibliographie (espèce présente dans l'aire d'étude mais peu fréquente) et les faibles probabilités d'erreur de détermination par les personnes enquêtées, la présence de ces espèces a été considérée comme très probable. De plus, *Micropterus salmoides* n'a probablement pas été capturée du fait des méthodes de pêche utilisées. En effet, elle affectionne les grands milieux et les zones lentes plus difficiles à prospecter. Concernant *Anguilla marmorata*, la littérature précise qu'elle serait moins présente à Madagascar en altitude, où l'espèce *Anguilla mossambica* est de loin l'espèce d'anguille dominante (Kiener, 1963).

Une troisième espèce, *Sauvagella madagascariensis*, rapportée par plusieurs personnes dans le cadre des enquêtes sur la zone aval usine n'a pas pu être observée. Cette espèce euryhaline (présence éventuelle saisonnière) se trouve sur l'aire d'étude en limite amont de son aire de répartition ; sa présence est jugée incertaine et donc peu probable. Qui plus est, le risque de confusion avec d'autres espèces pélagiques tels que les Rheocles est important. Elle n'a donc pas été comptabilisée parmi les 20 espèces de poissons recensées.

Photo 61 - Capture de Rheocles à la senne dans la rivière Marotenina

Enfin, on observe une très bonne concordance des résultats d'échantillonnage avec les données d'enquêtes qui convergent par ailleurs vers une forte raréfaction de la ressource piscicole en relation avec les activités d'orpaillage, la déforestation et l'augmentation de la turbidité et du colmatage associé.

On constate également une bonne complémentarité des 3 campagnes : parmi les 18 espèces de poissons observées, seules 6 l'ont été lors des 3 missions ; les inventaires de la seconde campagne ont permis le recensement de 5 espèces supplémentaires par rapport à la mission de cadrage. Les nouvelles espèces observées lors de la troisième campagne étaient déjà suspectées dans l'aire d'étude. En effet, leur présence avait été rapportée par les enquêtes. Concernant les macrocrustacés, 2 espèces sur les 3 ont été recensées lors des 3 missions.

Ces informations confirment l'intérêt de la réalisation de plusieurs campagnes d'inventaires piscicole avec recours à la technique de la pêche électrique mais aussi des engins de pêche telle que la senne qui a été complémentaire de la pêche électrique.

Photo 62 - Astacoïdes madagascariensis et Awaous aeneofuscus

Astacoïdes madagascariensis capturé sur un affluent de la zone amont, près du barrage projeté	*Awaous aeneofuscus* capturé sur la zone aval près de l'usine projetée

4.4.10.3 Résultats des campagnes d'inventaire des macroinvertébrés benthiques

Les déterminations n'ont pu être réalisées en général qu'au niveau de la famille (qui reste le niveau taxonomique recommandé en général par la norme NF T90 350 de l'IBGN que nous avons suivie). Néanmoins, il est souvent intéressant, lorsque cela est possible de déterminer jusqu'au genre afin de valoriser les informations écologiques existantes, ces dernières étant imprécises au niveau de la famille. Cependant, étant donné le niveau de connaissance très lacunaire sur les macroinvertébrés de Madagascar, il n'a pas été possible de pousser la détermination au-delà.

Les listes faunistiques complètes pour les 4 stations sont présentées en Annexe. Un tableau récapitulatif des abondances et richesses taxonomiques totales par station est présenté ci-après (voir la Figure 49 pour la localisation des stations de relevé hydrobiologique).

Tableau 96 - Récapitulatif de l'abondance et richesse taxonomique par station échantillonnée

	Affluents		**Onive**	
Date	17/10/2018	17/10/2018	18/10/2018	19/10/2018
Station	Station 1 : Affluent RG amont Anivorano	Station 2 : Affluent RD amont barrage	Station 3 : Onive amont barrage	Station 4 : Onive TCC
Abondance Totale (nombre d'individus)	419	106	63	51
Richesse Taxonomique Totale (nombre de taxons)	20	12	15	7

Les résultats montrent que les abondances en macroinvertébrés sont plus élevées sur les 2 stations localisées sur les affluents, davantage préservés (jusqu'à 419 individus). La station 1 rassemble la plus forte richesse taxonomique (20 taxons, contre 7 à 15 sur les autres stations). Ces caractéristiques correspondent à un habitat relativement diversifié mais à la ressource trophique probablement limitante. L'analyse des habitats confirme cette hypothèse : en effet, le colmatage et la turbidité relevés sont faibles en comparaison avec la station 2 (affluent située en rive droite de l'Onive), mais aussi en comparaison avec les 2 stations situées sur l'Onive.

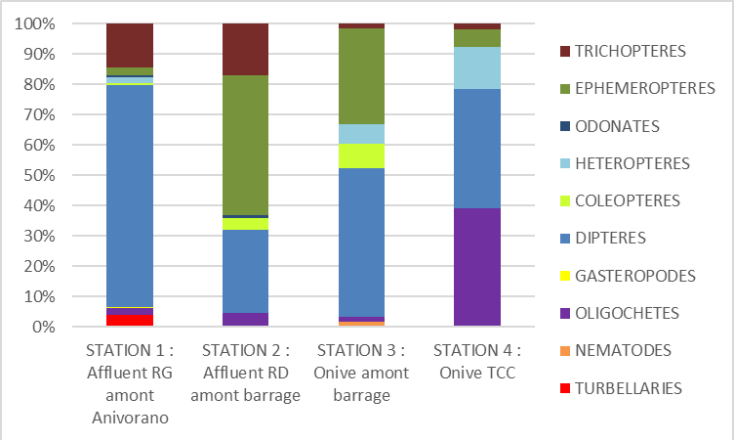
Les relevés d'habitat sur l'Onive ont souligné un très fort colmatage en matériaux fins dont la granulométrie est majoritairement inférieure à 0.5 mm (maille du filet), ainsi qu'une très forte turbidité, entraînant une homogénéisation et une détérioration de la qualité de l'habitat

aquatique. Ceci semble confirmé par une abondance très faible dans les prélèvements Onive : 50 à 65 individus, ce qui est particulièrement faible. Les taxons sont également peu diversifiés.

Sur la station de l'affluent RD amont barrage, les relevés habitat ont souligné une dégradation du milieu par les activités anthropiques (recalibrage et aménagement de la vallée pour la riziculture, déforestation à l'échelle du bassin versant), entraînant un colmatage par les matériaux fins et une homogénéité des habitats aquatiques.

Une analyse approfondie des données écologiques existantes et de la répartition des taxons inventoriés est proposée ci-après sous la forme de diagrammes de répartition des individus échantillonnés.

Figure 60 - Répartition des effectifs sur les 4 stations par grand groupe taxonomique



Cette première analyse permet de souligner la proportion en Trichoptères et Éphéméroptères par rapport aux autres taxons. Il s'agit en effet des groupes rassemblant les espèces réputées les plus sensibles et exigeantes parmi les groupes inventoriés. On constate que la station 2, malgré un habitat perturbé, est celle rassemblant la plus forte proportion de Trichoptères et Éphéméroptères (plus de 60%) ; la station 1 caractérisée par un habitat préservé et les diversités et abondances maximales n'affiche qu'une proportion faible pour ces taxons (moins de 20%). Sur l'Onive, notons que la station 4, ne rassemble qu'une très faible proportion de Trichoptères et Éphéméroptères (moins de 10%) ; ce qui représente de très faibles effectifs, l'abondance totale sur cette station étant très limitée (51 individus).

Photo 63 - Coléoptère Gyrinidae collecté sur les stations 1 et 2 (taxon limnophile et résistant aux pollutions)

Deux analyses sur l'écologie des taxons ont pu être effectuées (affinité au courant et résistance des taxons aux pollutions), malgré une détermination limitée généralement à la famille. L'affinité au courant est une donnée particulièrement intéressante à analyser car

en plus de caractériser la station, les espèces rhéophiles sont souvent des espèces plus exigeantes, tandis que les limnophiles sont souvent plus tolérantes vis-à-vis de la qualité de l'habitat et de la qualité de l'eau.

Figure 61 - Répartition des macroinvertébrés benthiques - affinité au courant

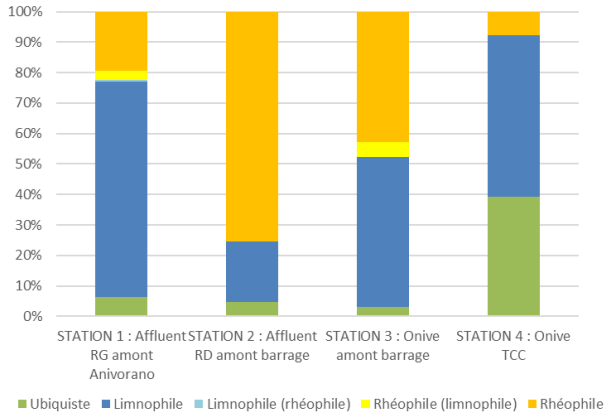
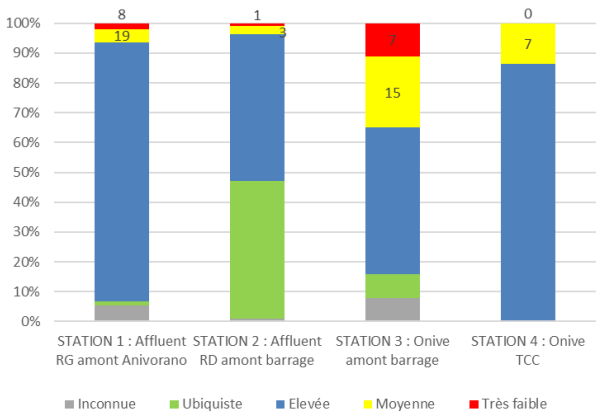


Figure 62 - Répartition des macroinvertébrés benthiques - résistance aux pollutions

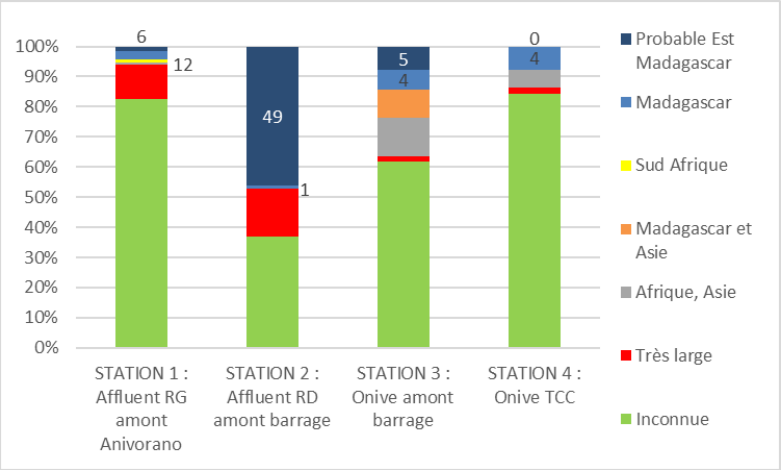


(Légende : rhéophile = inféodée aux zones courantes ; limnophile = inféodée aux zones lentes ; ubiquiste = tolérante aux différentes conditions rencontrées)

La station 2 est celle rassemblant le plus d'individus rhéophiles tandis que la station 4 sur l'Onive présente le moins d'affinité au courant. En matière de résistance aux pollutions, les tendances sont relativement différentes. Si les proportions en individus sensibles aux pollutions sont très faibles toutes espèces confondues, ce sont les stations 1 et 3 qui semblent ressortir avec un niveau de qualité global supérieur. La station 4 rassemble certes plus de 10 % d'individus moyennement sensibles, mais cela doit être relativisé du fait de la très faible abondance totale. En définitive, cela ne correspond qu'à un total de 7 individus échantillonnés.

L'endémicité et plus largement l'aire de répartition connue des espèces constituant les taxons déterminés est également un élément descriptif intéressant. Cependant, le niveau de détermination à la famille et la méconnaissance des espèces de macroinvertébrés malgaches limite cette analyse. En effet, dans le meilleur des cas (station 2) environ 40 % des individus échantillonnés appartiennent à des taxons dont la répartition est inconnue. Notons toujours sur cette station 2, que près de la moitié du peuplement est constituée par des taxons endémiques de Madagascar, voire probablement de l'Est de Madagascar. La liste faunistique permet de préciser que les 49 individus correspondant à ce cortège appartiennent à un unique taxon : les Éphéméroptères, famille des Baetidae (genre *Afroptilum*).

Figure 63 - Répartition géographique des taxons sur les 4 stations d'échantillonnage



En conclusion les peuplements en macroinvertébrés sont pauvres aussi bien en termes d'abondance que de diversité sur les 4 stations échantillonnées. Le milieu apparaît relativement peu diversifié et les ressources trophiques probablement limitées (en particulier sur les stations 2, 3 et 4). Les analyses proposées, malgré une détermination majoritairement à la famille sont très contrastées mais semblent plaider pour une qualité légèrement supérieure des stations 1 à 3 (affluents amont barrage et Onive amont barrage), tandis que tous les indicateurs convergent vers une mauvaise qualité sur la station 4 (Onive au niveau du BCC).

4.4.10.4 Bioévaluation de la faune aquatique

Parmi les 23 espèces de poisson et crustacés recensées, on dénombre

- 7 espèces endémiques de Madagascar dont 2 plus précisément de l'est du pays (*Rheocles wrightae* et *Rheocles sp. Ambatovy*),
- 3 espèces indigènes mais non endémiques de Madagascar dont les anguilles (*A. marmorata* et *A. mossambica*), présentant une aire de répartition large (Ouest océan Indien ou Indopacifique),
- 13 espèces exotiques.

Rappelons que toute la famille des Bedotiidae dont font partie les poissons Arc-en-ciel de Madagascar *Rheocles wrightae* et *Rheocles sp. Ambatovy* sont endémiques de l'Est de Madagascar. Par ailleurs, parmi les 16 espèces de Bedotiidae décrites et cotées par l'UICN, toutes sont menacées exceptée 1 espèce quasi-menacée et 2 pour lesquelles les données sont insuffisantes.

Les enjeux de conservation des espèces ont été appréhendés dans le tableau. Cette analyse a été faite à la lumière des diverses données recueillies pour ces espèces, ainsi que des données d'inventaire. Seules les 10 espèces indigènes et endémiques sont représentées. Aucune espèce déclenchant l''habitat critique n'est migratrice.

Tableau 97 - Liste des espèces aquatiques indigènes recensées

Groupe	Famille	Taxon	Nom malgache	Migrateur amphihalin (1)	Statut UICN (1)	Endémicité, aire répartition (1)	Principales pressions	Nécessité d'une évaluation d'habitat critique
Poissons	Anguillidae	*Anguilla marmorata*	Amalombandana	Oui	LC	IP	Continuité écologique, Pêche	Non
		Anguilla mossambica	Amalomaitso	Oui	LC	Afrique, OOI	Continuité écologique, Pêche	Non
	Bedotiidae	*Rheocles wrightae*	Zono mavovatana	Non	EN	Est Madagascar	Déforestation, Colmatage sédiments fins Espèces exotiques	Oui
	Bedotiidae	*Rheocles sp. Ambatovy*	Zono fotsikely	Non	Non évalué	Est Madagascar	Déforestation, Colmatage sédiments fins Espèces exotiques	Oui
	Eleotridae	*Ratsirakia sp.*	Soliboka	Non	DD	Madagascar	Déforestation, Colmatage sédiments fins Espèces exotiques	Non
	Gobiidae	*Awaous aeneofuscus*	Toho banana	Oui	LC	Afrique	Continuité écologique, Déforestation, Colmatage sédiments fins	Non
		Sicyopterus franouxi	Andrisatry	Oui	LC	Madagascar	Continuité écologique, Déforestation, Colmatage sédiments fins	Non
Macro-Crustaces	Parastacidae	*Astacoïdes caldwelli*	Orana	Non	VU	Madagascar	Déforestation, Colmatage sédiments fins, pêche	Oui
		Astacoïdes madagascariensis	Orana	Non	LC	Madagascar	Déforestation, Colmatage sédiments fins, pêche	Non
	Potamonautidae	*Hydrothelphusa agilis*	Foza	Non	LC	Madagascar	Déforestation, Colmatage sédiments fins	Non
Légende : OOI : Ouest Océan Indien / IP : Indo Pacifique								

Espèces menacées

Parmi les 23 espèces de poisson et crustacés recensées, 1 espèce de poisson est menacée selon l'UICN avec un statut « EN : Danger d'extinction » (*Rheocles wrightae*), 1 espèce de crustacé est menacée avec un statut « VU : Vulnérable » (*Astacoïdes caldwelli*) et 1 espèce de poisson récemment découverte est en cours de description (*Rheocles sp. Ambatovy*). S'agissant également d'un Bedotiidae (endémique de l'Est de Madagascar) dont l'aire de répartition semble limitée comme la plupart des espèces de poissons arc en ciel, il est fort probable que cette espèce soit également menacée. Cette troisième espèce a été découverte récemment dans le cadre des études menées sur la zone des carrières d'Ambatovy, près de Moramanga, à environ 100 km au nord-est de l'aire d'étude, sur le même bassin versant du Mangoro.

Photo 64 - Espèces aquatiques menacées

Rheocles sp. Ambatovy description et cotation UICN en cours	Rheocles wrightae, espèce menacée (EN)	Astacoïdes caldwelli, espèce menacée (VU)

Espèce Rheocles wrightae (menacée EN)

Les données d'inventaire et d'enquêtes convergent vers une présence de cette espèce et de la seconde espèce du même genre en cours de description sur la zone aval de l'aire d'étude, plus précisément en aval de la zone de rapides, aussi bien sur le cours principal de l'Onive que sur les affluents. Plus précisément, sa présence couvre à la fois l'extrême aval du BCC (à l'aval des chutes) et le tronçon aval usine. La zone de rapides située au niveau du bief court-circuité constitue un obstacle naturel infranchissable pour ces espèces qui sont donc absentes en amont de ce verrou.

Photo 65 - Chute la plus à l'aval de la zone de rapides formant le bief court-circuité de l'Onive

Les enquêtes n'ont pas permis de fournir des informations fiables quant à une éventuelle tendance évolutive de l'abondance de l'espèce.

La population de l'espèce de poisson Arc-en-ciel endémique de l'Est de Madagascar Rheocles wrightae semble importante sur l'Onive au droit de la future usine, et plus particulièrement sur les affluents la partie aval du bassin versant dont la rivière Marotenina.

Il s'agit d'une espèce non migratrice dont l'aire de répartition connue est restreinte : inférieure à 5000 km² sur le secteur Est de Madagascar, au niveau du bassin versant du Mangoro (Máiz-Tomé et al., 2018). Stiassny & Reinthal (1992) et Stiassny & Rodriguez

(2001) précisent que la majorité des espèces du genre Rheocles sont inféodées au Centre Est de Madagascar. Plus précisément, plusieurs espèces du genre Rheocles sont recensées sur le bassin versant du Mangoro dont *R. wrightae*. Cette espèce a donc été observée au niveau de son aire de répartition connue.

Cette espèce est sensible à la déforestation et aux conséquences associées de dégradation de l'habitat et de la qualité des eaux (augmentation de la turbidité, de la température de l'eau et du colmatage du lit des rivières). Cette espèce peut également subir des impacts indirects (prédation de la part des espèces exotiques *O. mykiss* et surtout *Channa maculata*).

Enfin des services écosystémiques liés à cette espèce ont été identifiés ; l'espèce fait l'objet d'une pratique de pêche identifiée lors des enquêtes chez les habitants des villages situés autour de la future usine, même si la pêche de cette espèce est pratiquée de façon opportuniste.

Astacoïdes caldwelli (menacée VU)

Les données bibliographiques indiquent que la présence de cette espèce d'écrevisse était connue sur l'aire d'étude, de même que le crabe *Hydrotelphusa agilis* (Oliarinony & Rambeloson, 2011). Les données d'inventaire et d'enquête précisent que cette espèce est présente au niveau des affluents de l'Onive mais pas sur le cours principal. Même si elle semble davantage présente au niveau des affluents les plus boisés de la zone d'étude et les moins impactés par la reconversion des vallées en riziculture, il n'est pas possible de cartographier précisément la répartition de l'espèce sur l'aire d'étude.

La bibliographie confirme cette hypothèse de répartition au niveau des affluent préservés et indique que cette espèce d'écrevisse est réputée pour être la plus rare de Madagascar. Son aire de répartition se trouve au niveau des hauts plateaux où elle est inféodée aux rivières caractérisées par un bassin versant boisé. Les exigences et la dynamique de cette espèce sont mal connues notamment les liens entre régression de l'espèce et déforestation des vallées reconverties en rizière (Jones, 2010).

Espèces migratrices

Parmi les 20 espèces de poisson recensées, 4 espèces sont migratrices. Aucune de ces espèces n'est menacée selon l'UICN.

Photo 66 - Deux des quatre espèces de poissons migratrices

Anguilla mossambica capturées sur l'Onive par des pêcheurs à la ligne au niveau du bief court-circuité	Sicyopterus punctissimus capturé sur l'Onive à l'électricité sur la zone aval du TCC en octobre 2018

Les 4 espèces migratrices correspondent à 2 espèces d'Anguillidae (*Anguilla marmorata*, *Anguilla mossambica*) et 2 espèces de Gobiidae (*Awaous aeneofuscus*, *Sicyopterus franouxi*). Elles nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle de vie de passer alternativement de l'eau douce à l'eau salée (croissance / reproduction). La présence des

2 espèces de Gobiidae en amont de la zone de rapides est peu probable, du fait des aires de répartition de ces espèces. L'impact de l'aménagement sera donc moindre pour ces 2 dernières espèces. La présence des anguilles à l'amont du bief court-circuité a par contre été avérée, démontrant la capacité de cette espèce à franchir les chutes.

Espèces exotiques

La totalité des crustacés recensés sont endémiques de Madagascar. En revanche, la majorité des espèces de poissons capturées sur la zone d'étude sont exotiques : 13 espèces sur 20 recensées au total dans le cadre des 3 missions (enquêtes incluses).

Parmi les 13 espèces exotiques, seul le Black bass *Micropterus salmoides* n'a pas été observé. Notons que la carpe commune *Cyprinus carpio* est évaluée vulnérable VU. Cependant, étant donné que cette classification est liée aux risques importants de pollutions génétiques sur son aire de répartition originelle d'Europe centrale, cette donnée n'a pas été prise en compte dans le calcul du niveau d'enjeux. En effet, l'espèce est exotique à Madagascar et ne présente aucun enjeu écologique de conservation. Cette espèce exotique est présente à Madagascar depuis 1914 (introduction à des fins économiques et alimentaires). Elle peut dans certains biotopes très lentiques (lacs) se développer plus fortement du fait de ses affinités avec les zones lentiques.

Enfin, l'impact de l'aménagement est jugé non significatif (voir positif) pour les espèces exotiques.

Tableau 98 - Liste des espèces de faune aquatique nécessitant une analyse d'habitat critique

Classe	Famille	Espèce	Statut UICN	Endémicité	Distribution limitée	Niveau de criticité de l'habitat	Site connu pour la distribution de l'espèce	Observée	Probabilité d'occurrence dans la zone d'étude
Actinopterygii	Bedotiidae	Rheocles wrightae	EN	Madagascar	Oui (7 335 km²)	1	Bassin Mangoro aval Usine	Oui	Avérée
	Bedotiidae	Rheocles sp. ambatovy	Non évaluée	Madagascar	Inconnue	1	Ambatovy - Bassin Mangoro aval Usine	Oui	Avérée
Malacostraca	Parastacidae	Astacoides caldwelli	VU	Madagascar	Oui (11 930km²)	2	Centre est Madagascar	Oui	Avérée

4.4.11 Unités de gestion discrètes pour les habitats critiques

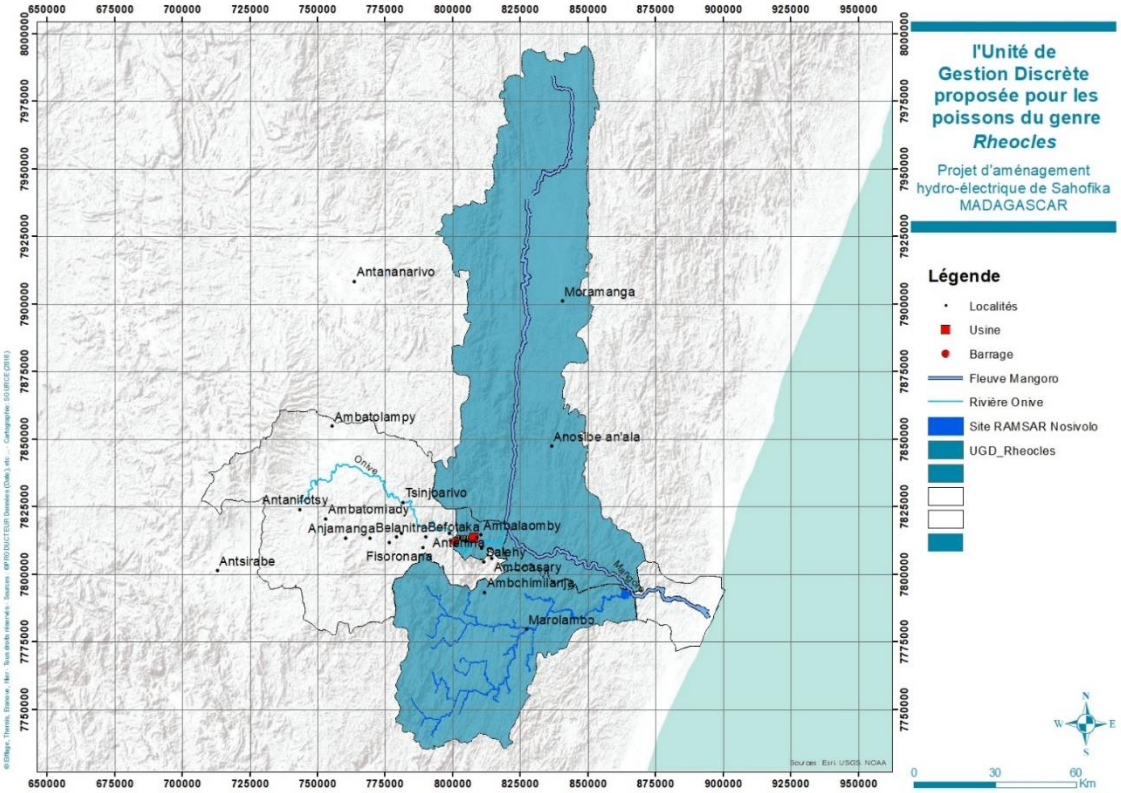
L'identification des habitats critiques/essentiels pour des espèces est basée sur des unités de gestion discrète (UGD) pertinentes pour la viabilité de ces espèces. L'UGD est définie comme étant une zone dotée d'une limite définissable au sein de laquelle les communautés biologiques ont des points communs et constituent un habitat cohérent et connecté pour une population de l'espèce concernée.

4.4.11.1 UGD pour *Rheocles wrightae* et *R. sp. Ambatovy*

Les espèces du genre *Rheocles* sont les seules espèces de poissons identifiées pouvant déclencher l'habitat critique. L'UGD associée correspond à :

- L'Onive et ses affluents en aval de la zone de rapides jusqu'à la confluence avec le fleuve Mangoro (environs 19 km de linéaire sur l'Onive) ;
- Le Mangoro et ses affluents en amont de la confluence avec l'Onive. A défaut d'information plus précise, on englobera tout le bassin versant, sachant que l'espèce a été trouvée dans le district de Moramanga (vers 900-1000 m d'altitude), dans le cadre des inventaires réalisés pour le projet minier d'Ambatovy ;
- Le Mangoro et ses affluents en aval de la confluence avec l'Onive jusqu'à la confluence avec l'affluent rive droite Nosivolo (incluant environ 70 km de linéaire uniquement pour le Mangoro), du fait que l'espèce n'est pas connue dans la partie basse du fleuve, en aval de la confluence avec le Nosivolo, tout en étant connue des parties amont du bassin versant du Nosivolo.

Figure 64 - Carte de l'Unité de Gestion Discrète pour la conservation de Rheocles wrightae.



Cette UGD totalise environs 900 000 ha, soit une surface du même ordre de grandeur que l'air de distribution connue de l'espèce (733 500 ha d'après l'UICN). Notons toutefois que cette distribution est mal connue et peu fiable.

Le projet est situé à la marge de cette UGD. Même si la zone n'a été inventoriée que sur un linéaire de 6 km environ sur l'Onive (depuis l'amont de l'UGD) et 8.5 km sur ses affluents, l'habitat peut être considéré comme homogène sur l'Onive entre l'usine et la confluence avec le fleuve Mangoro (pas d'affluent majeur, occupation du sol homogène, …). De plus, d'après les éléments fournis (modélisations hydrauliques faites à ce jour au stade Etude de Faisabilité), un impact potentiel de variations de débit et de niveau d'eau existe entre l'usine et la confluence avec le Mangoro. Cet impact est variable selon le mode de fonctionnement de l'aménagement et apparaît significatif en cas d'arrêt complet puis reprise du turbinage. Rappelons que cette hypothèse est décrite dans la modélisation hydraulique comme un scenario rare, envisageable uniquement lors des années les plus sèches (environ une année sur sept).

L'espèce *Rheocles sp. Ambatovy* citées avec un niveau 1 de criticité de l'habitat ne fait pas l'objet d'une UGD spécifique étant donné les lacunes de connaissances pour cette espèce en cours de description. Précisons néanmoins que l'aire de répartition de *Rheocles wrightae* semble assez proche de celle de *Rheocles sp. Ambatovy.* De plus, il semble que l'écologie de ces espèces présente des similitudes (observation des 2 espèces lors des inventaires sur les mêmes stations). Par conséquent, les éléments d'analyse de bioévaluation et de criticité proposée pour *Rheocles wrightae* serviront également *Rheocles sp. Ambatovy,* de même que les mesures d'évitement, réduction et compensation. En conséquence, l'UGD *Rheocles wrightae* peut être considérée comme couvrante au profit de *Rheocles sp. Ambatovy.*

L'UGD des espèces du genre Rheocles comprend donc l'essentiel du bassin versant du Mangoro, en amont de sa confluence avec le Nosivolo, sans intégrer le cours de l'Onive en amont des chutes de Sahofika. La surface approximative de cette UGD est de 900 000 ha dont 190 ha au niveau de l'Onive.

4.4.11.1 UGD pour *Astacoides caldwelli*

La troisième espèce aquatique susceptible de déclencher l'habitat critique est *Astacoides caldwelli*. L'état initial a permis de préciser qu'elle est présente sur l'aire d'étude rapprochée uniquement sur les affluents boisés et qu'elle est absente de l'Onive. Les informations complémentaires fournies par la bibliographie et retranscrites par l'IUCN semblent indiquer que l'espèce serait également présente plus au sud sur le bassin de la rivière Nosivolo ainsi que sur une zone s'étirant vers le Nord jusqu'à hauteur d'Antananarivo et Moramanga. Cependant, il n'est pas possible en l'état des connaissances de préciser l'aire de répartition de l'espèce, qui affectionnerait les petits cours d'eau eaux peu turbides mais est absente des principaux axes hydrographiques.

L'UGD pertinente retenue pour *Astacoides caldwelli* correspond aux habitats naturels de la forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude et à la sylve à lichens.

4.4.11.2 UGD Forêts naturelles

Les habitats forestiers de la zone d'emprise du projet sont formés par le corridor forestier reliant le PN Marolambo avec la nouvelle aire protégée d'Ambalaomby et les vestiges de forêts naturelles situés dans le bassin versant de Mangoro. Ces habitats forestiers se trouvent à la limite orientale de la région centrale, et appartiennent au Domaine du Centre (Humbert, 1955), dont la végétation est caractérisée par une forêt dense humide de moyenne altitude (800-1200 m) de la série à Tambourissa et Weinmannia avec un sous-bois herbacé. Ces habitats forestiers naturels sont identifiés comme habitats critiques de certaines espèces menacées de faune et de la flore.

Une UGD globale pour l'habitat forestier menacé et ces espèces de faune et flore menacées correspond aux forêts naturelles du domaine du centre de moyenne altitude et Sylve à lichens à l'intérieur du bassin de retraite et dispersion de Mangoro « B » selon la proposition de Wilmé et al. (2006). Bien qu'une telle UGD soit pertinente au sens évolutif, il s'agirait toutefois d'une UGD très étendue, qui aurait notamment besoin d'être raffinée pour les espèces ne poiuvant raverser l'Onive, ou pour les espèces limitées au sylves à lichen telles que " *Malagasia* aff. *alticola*".

Nous proposons donc d'utiliser comme UGD les aires protégées du corridor forestier, au Nord et au Sud du projet :

- Parc National de Marolambo (95 063 ha);
- Nouvelle Aire Protégée de Tsinjoarivo Ambalaomby (26 471 ha).

Ces deux UGD totalisent 121 534 ha.

Figure 65 - Unité forestière du PN de Marolambo

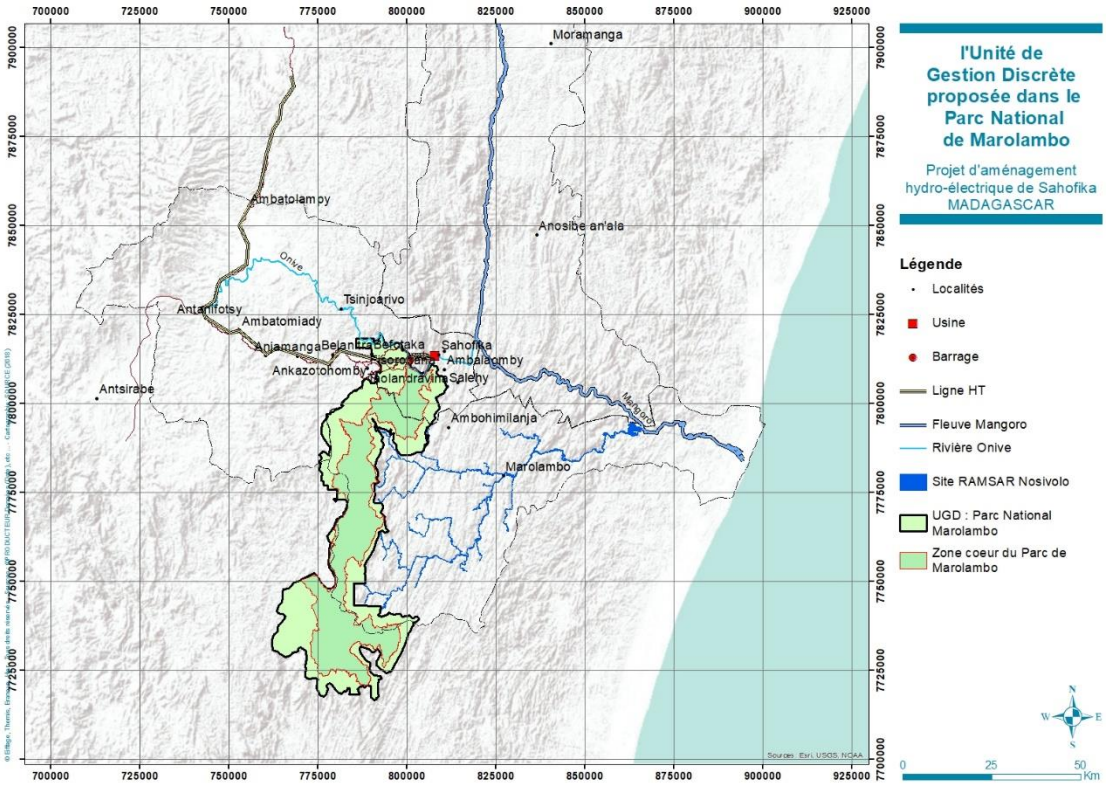
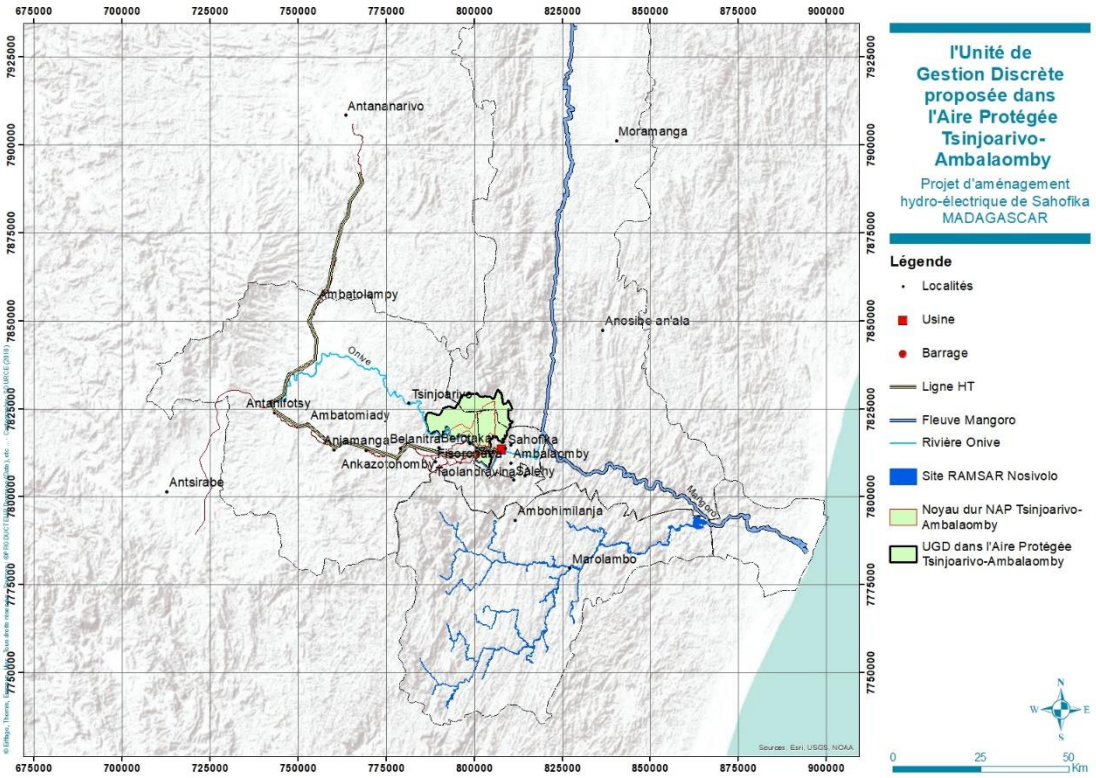


Figure 66 - Unité forestière de la Nouvelle Aire protégée de Tsinjoarivo - Ambalaomby



4.5 Services écosystémiques

4.5.1 Types de services écosystémiques

Les politiques de la SFI et de la BAfD distinguent quatre catégories de services écosystémiques :

- Les services d'approvisionnement, qui sont les produits que les populations tirent des écosystèmes (exemple : nourriture, eau douce, bois et fibres, carburants) ;
- Les services de régulation, qui sont les bénéfices que les populations obtiennent de la régulation des processus écosystémiques (exemple : régulation du climat, inondations, régulation des maladies, purification de l'eau) ;
- Les services culturels, qui sont des avantages non matériels que les populations tirent des écosystèmes (exemple : esthétiques, spirituels, éducatifs, récréatifs) ;
- Les services de soutien, qui sont des processus naturels qui maintiennent les autres services (exemple : cycle des nutriments, formation des sols, production primaire).

Par ailleurs, pour ces 4 catégories, 2 types de services écosystémiques sont distingués :

- Type I : les services écosystémiques d'approvisionnement, de régulation, culturels et de soutien, sur lesquels le client a le contrôle direct sur la gestion ou une influence significative et lorsque les impacts sur ces services peuvent affecter les communautés de manière négative. Ils seront considérés comme prioritaires dans les circonstances suivantes:
  - Les opérations du projet sont susceptibles d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique ;

- L'impact se traduira par un impact négatif direct sur les moyens d'existence, la santé, la sécurité et / ou le patrimoine culturel des Communautés affectées ;
- Le projet a le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service.

- Type II : les services écosystémiques d'approvisionnement, de régulation, culturels et de soutien, sur lesquels le client a le contrôle de gestion directe ou une influence significative et dont le projet dépend directement pour ses activités. Ils seront considérés comme prioritaires dans les circonstances suivantes :
  - Le projet dépend directement du service pour ses opérations primaires ;
  - Le projet a le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service.

4.5.2 Méthode d'évaluation

Des enquêtes ont été effectuées au niveau des villages affectés directement et indirectement par le projet dans le but de collecter les données sur les services écosystémiques, notamment pour :

- Identifier les ressources naturelles (les plantes, les animaux, l'eau, etc.) les plus utilisées par les populations locales ;
- Identifier et localiser les sites de prélèvement des ressources naturelles par les populations locales, permettant d'évaluer les impacts du projet sur le volet socio-économique et service écosystémique ;
- Evaluer le stock disponible pour chaque type de ressource dans leur habitat naturel.

4.5.3 Principaux usages des ressources naturelles

Le tableau suivant résume les principaux produits prélevés dans la forêt. Ces usages sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Tableau 99 - Les principaux produits prélevés dans la forêt

Produits prélevés	Utilisation	Quantité prélevé/an	Période	Mode et zone de prélèvement	Destination du produit
Bois (forêt naturelle, pin, eucalyptus)	Combustible (local), Construction (local et extérieur), Ameublement (local et extérieur)	864 Camions ou 22 464 Tonnes pour l'ensemble des 20 localités visités (sur la base de 18 camions/semaine)	Toute l'année	Moyen traditionnel (scie et hache), Toutes les zones boisée (forêt, plantations, savane arborée)	Usage local (68%) et le reste sur le marché extérieur vers Antananarivo (depuis Ambohitompoina et Belanitra).
Miel	Alimentation	1 300 litres	Novembre et Juin	A la main et avec une fumée de paille Dans les forêts de Befotaka et les zones forestières depuis Antenina jusqu'à Faravohitra	Consommation familiale et marché local.

Produits prélevés	Utilisation	Quantité prélevé/an	Période	Mode et zone de prélèvement	Destination du produit
Plante médicinale, Plante pour servir de matière première des tissages	Guérison Tissage des tapis, des paniers et des chapeaux	624 tonnes pour l'ensemble des 20 localités visités.	Toute l'année pour les plantes médicinales et Novembre pour les plantes de tissages	Cueillette manuelle dans les forêts	Marché local dans la zone et Antananarivo.

Source : Enquête socio-économique, Octobre 2018

4.5.3.1 Utilisation des combustibles pour la cuisson

Le bois est le principal combustible pour la cuisson des aliments. Les habitants ramassent dans l'ensemble de la zone du Projet du bois sec dans la forêt, notamment les débris des arbres arrachés par les cyclones, en l'occurrence *Nuxia capitata* (Valanirana), *Dalbergia sp.* (Voamboana), *Weinnmania sp*. (Lalona), etc.

Chaque foyer consomme journalièrement en moyenne environ 30 à 40 kg de bois de feu pour la préparation de la nourriture du ménage et des animaux. Ce sont surtout les produits vivriers comme les haricots et les plantes à tubercules (manioc, etc.) qui exigent une grande quantité d'énergie pour la cuisson. L'impact environnemental de cette utilisation du bois est actuellement négligeable du fait que les paysans récupèrent seulement les bois morts ou secs. Toutefois la croissance démographique pourrait modifier cette situation.

4.5.3.2 Utilisation des ressources végétales dans la zone amont

Du fait de la grande différence entre les écosystèmes dans la zone amont (barrage, réservoir…) et dans la zone aval (usine hydroélectrique) du Projet, nous décrivons de façon séparée, dans ce chapitre et dans le suivant, l'utilisation des ressources dans ces deux zones.

Les populations situées dans la zone amont (alentours du barrage et du réservoir, forêt de l'escarpement entre le barrage et l'usine) sont majoritairement des paysans, qui pratiquent l'agriculture pendant la saison des pluies et l'orpaillage, surtout en saison sèche. Leur mode de vie est dépendant de l'exploitation des ressources naturelles. Les espèces les plus utilisées par ces populations sont présentées dans le Tableau 100.

Usages pour la construction

Les travaux de construction de cases, de pirogues ou de fabrication des outils nécessitent l'utilisation de certaines ressources dont plusieurs sont collectées dans les forêts. Pour les cases, les populations utilisent une grande quantité de bois de construction pour les poutres, les armatures et les portes et fenêtres. En moyenne, la taille d'une case est de 6mx4 m. Les besoins en bois pour la construction sont d'environ 3 m^3. Le renouvellement des principaux éléments d'une case en bois se fait environ tous les 20 ans. Quelques cases en briques sont également visibles dans la zone, mais les matériaux proviennent de l'extérieur de la zone.

Parmi les bois les plus utilisés, on cite :

- Planchers : Cryptocaria spp (Lauraceae), Faucherea spp (Sapotaceae) et Podocarpus madagascariensis (Podocarpaceae) ;

- Poutres : Garcinia sp. (Clusiaceae) et de Dilobeya sp (Proteaceae) ;
- Torchis : fougères arborescents *Cyathea* spp (Menacées selon CITES).

Cette dernière espèce est également utilisée pour renforcer la construction, en cas de non disponibilité des autres ressources dans les forêts les plus proches.

Photo 67 - Utilisations du bois pour la construction dans la zone amont

Cryptocaria spp. et *Faucherea spp.* pour la construction du pont d'Antenina	*Cyathea spp,* (Poutre) *Chrysophyllum* et *Podocarpus* (Fenêtre), (*Sapotaceae*), *Eugenia* (armatures)
Bambou pour la Toiture, *Faucherea* pour les portes	*Harungana madagascariensis* exploité pour des diverses utilisations
Le *Hafotra* (espèce de *Dombeya* utilisé pour la fabrication des tapis)	Rondins de bois de pin

Autres usages du bois

Une réduction importante de la quantité des ressources disponibles dans les îlots de forêts de la région est constatée par les populations locales. Une grande partie des ressources utilisées, par exemple pour la fabrication des pirogues, ne sont plus présentes que dans la forêt du corridor où se trouve le projet de NAP.

L'exploitation des grands arbres pour la fabrication des ruches est également observée dans la partie amont du barrage.

La distillation du rhum, une activité bien développée dans la zone, nécessite également l'utilisation d'une quantité importante de bois de chauffe pour l'alambic. Elle nécessite également le prélèvement des écorces de certaines espèces végétales pour la fermentation : *Eugenia spp*., *Syzygium spp.* (*Myrtaceae*), *Vepris spp.* et *Citrus spp* (*Rutaceae*) sont parmi les espèces les plus recherchées.

Photo 68 - Bois de chauffe et bois utilitaire (mortiers)	***Photo 69 - Ravenea et Dypsis (alambic pour la distillation du rhum)***

L'activité d'orpaillage nécessite aussi l'utilisation des ressources en bois pour différentes raisons :

- Fabrication du matériel de tamisage, fait avec les contreforts de *Canarium spp.* (*Burseraceae*), *Sloanea spp.* (*Elaeocarpaceae*) ou autres ;
- Suivant le terrain d'exploitation, appelé aussi « Carrière » par les populations locales, l'orpaillage peut nécessiter l'utilisation d'une conduite d'amenée d'eau pour faciliter les travaux d'exploitation. Ces conduites sont faites avec des stipes de palmiers et des troncs d'arbre. La longueur de la conduite peut varier de 100 à 300m, suivant les conditions du milieu.

Photo 70 - Dypsis et Ravenea (Arecaceae) utilisés pour une conduite d'amenée d'eau vers les sites d'orpaillage	*Photo 71 - Batée faite avec du bois de contrefort ou d'un grand tronc d'arbre*

Quelques espèces ont des valeurs culturelles et cultuelles pour les communautés locales :

- *Podocarpus spp.* (*Podocarpaceae*) est utilisé pour la fabrication des cercueils. C'est une espèce forestière dont les gros arbres à dimension exploitable ne sont rencontrés que dans le corridor ;
- *Raffia ruffa* (*Arecaceae*) et *Chrysophyllum spp.* (*Sapotaceae*) ont une valeur culturelle et rituelle pour les communautés locales.

Tableau 100 - Liste de plantes utilisées par les populations locales

Famille	Taxon	Nom vernaculaire	Utilisation	Zone de collecte
Apocynaceae	Petchia sp	Hazondrano	Construction	Fragments de forêt les plus proches des villages
Fabaceae	Albizia spp.	Sambalahy	Construction	
Lauraceae	Cryptocaria spp.	Sary	Construction	
Meliaceae	Astrotrichilia sp	Tsiramiramy	Construction	
Connaraceae	Agelaea pentagyna	Vahimainty	Cordage et autres utilisations des fibres végétales	
Malvaceae	Grewia spp.	Hafotra	Cordage et autres utilisations des fibres végétales	
Malvaceae	Dombeya spp.	Hafotra	Cordage et autres utilisations des fibres végétales	
Myrtaceae	Eugenia spp.	Rotra	Ferment (rhum)	
Myrtaceae	Syzygium spp.	Zamborizano	Ferment (rhum)	
Rutaceae	Melicope spp.	Fatraina	Ferment (rhum)	
Rutaceae	Vepris spp.	Fatraina	Ferment (rhum)	
Araliaceae	Schefflera spp.	Voantsilana	Médicinale	
Lamiaceae	Clerodendrum spp.	Befaroratra	Médicinale	
Pandanaceae	Pandanus spp.	Vakoana	Vannerie	
Podocarpaceae	Podocarpus madagascariensis	Hetatra	Construction, Culturelle	Aire Protégée ou grands blocs forestiers
Elaeocarpaceae	Sloanea spp.	Vanaka	Construction, Artisanal, Rite/culturel	
Fabaceae	Dalbergia spp.	Voamboana	Construction, Bois d'œuvre	
Bignoniaceae	Phyllarthron spp.	Zahana	Construction, bois d'œuvre, Médicinale	

Famille	Taxon	Nom vernaculaire	Utilisation	Zone de collecte
Cannelaceae	Cinamosma fragrans	Mandravasarotra	Construction, Médicinale	
Arecaceae	Ravenea spp.	Anivona	Construction, Consommation locale	
Bignoniaceae	Chrysophyllum boivinianum	Famelona	Rite	
Poaceae	Arundinaria spp.	Volotsangana	Nasse pour les poissons	Marais et zones humides
Cyperaceae	Cyperus spp.	Herana	Vannerie	
Arecaceae	Raphia ruffa	Rofia, Baobao	Vannerie, Construction, Culturelles	Parcelles de culture
Lamiaceae	Lantana camara	Radrika	Bois de chauffe, Médicinale	Savoka
Cannabaceae	Trema orientalis	Andrarezina	Construction, Bois de chauffe, construction	
Pteridaeae	Adianthum spp.	Viliantsahona	Médicinale	
Maesaceae	Maesa lanceolata	Teza	Construction, Médicinale	
Melastomataceae	Clidemia hirta	Mazambody	Ferment (rhum)	

4.5.3.1 Utilisation des ressources végétales dans la zone aval

Pour les populations de Faravohitra et de Sahofika, situées à environ 5 km de la forêt naturelle, dans un paysage dominé par des prairies, l'activité d'exploitation du bois est moins importante. En effet, elles se sont adaptées avec les ressources disponibles dans leur milieu : les cases et les maisons traditionnelles sont construites avec une utilisation plus importante de l'argile et de la paille. Pour certaines constructions, les murs sont construits avec des tiges de *Raffia ruffa* (Arecaceae). Les toits en tôle sont également présents, mais leur coût limite leur utilisation.

La vannerie est plus développée dans la zone aval, du fait de la disponibilité des matières végétales nécessaires.

Photo 72 - Utilisations du bois pour la construction dans la zone aval

Construction moderne (avec du bois) et case traditionnelle avec de l'argile et de la paille

Case faite principalement avec des matériaux végétaux

Cyperus spp. (Cyperaceae) et produits de la vannerie	Activité de vannerie

4.5.3.2 Utilisation de la faune

Bien qu'aucun signe de collecte n'ait été constaté durant la mission, la présence d'espèces de reptiles (*Calumma, Furcifer, Phelsuma*) connues sur les marchés internationaux et collecte autorisée par la CITES à des fins commerciales pourrait susciter les intérêts des exploitants. Par ailleurs, les guides ont signalé la chasse des serpents de grande taille du genre *Sanzinia* pour la consommation.

Pour les micromammifères, les espèces de tenrecinae (petits mammifères insectivores, semblables à des hérissons : *Hemicentetes semispinosus, Setifer setosus, Tenrec ecaudatus*) sont les principales concernées par la chasse et le braconnage selon les guides locaux. Ces espèces sont appréciées par les populations locales pour leurs viandes, et très recherchées surtout vers la fin de la saison humide où l'animal est le plus gras.

Les espèces de lémuriens de la zone, principalement dans le corridor, sont sujettes à la chasse. Des pièges traditionnels ont été répertoriés durant les observations à Anivorano et à Ambatotsipihina.

Photo 73 - Piège à lémuriens fonctionnel à Ambatotsipihina

Comme de nombreuses localités à Madagascar, les espèces de poissons d'eau douce (lacs, rivières, étangs, etc.) sont également consommées par les populations locales. Ces espèces constituent un apport alimentaire en protéine et parfois en lipides (anguilles).

4.5.3.3 Accès à l'eau potable

La forêt agit comme une véritable station d'épuration, facilitant l'infiltration des eaux et retenant ou filtrant les polluants organiques à travers les systèmes racinaires avant de recharger les nappes phréatiques. Trois quarts de l'eau douce accessible provient des bassins versants des forêts, où les sources sont encore nombreuses dans les zones où la forêt a été préservée.

4.5.4 Identification des services écosystémiques prioritaires

Tableau 101 - Évaluation des services écosystémiques

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Prioritaire ?**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	Si réponse oui à toutes les questions précédentes concernant le Type I ou le Type II
APPROVISIONNEMENTS					
Récolte	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Bétail	Oui	Oui	Non	Partiel	Oui
Pêche	Oui Par exemple les anguilles espèces migratrices seront impactées	Oui (activité de pêche pratiquée localement dans l'Onive et ses affluents mais l'activité est de moins en moins pratiquée du fait de la raréfaction de la ressource)	Non	Oui	Oui (Prioritaire de type I)
Aliments sauvages : cueillette et chasse	Partiel	Oui	Non	Non	Probable
Produits biochimiques, médecines naturelles et produits pharmaceutiques	Partiel	Partiel	Non	Non	Probable
Bois et autres fibres de bois	Partiel	Partiel	Non	Non	Probable
Autres fibres	Non	Partiel	Non	Non	Non
Biocombustibles	Partiel	Non	Non	Non	Non

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Prioritaire ?**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	Si réponse oui à toutes les questions précédentes concernant le Type I ou le Type II
Eau douce	Oui Modification de l'habitat aquatique et de la physico-chimie de l'eau dans le réservoir et sur le tronçon court circuité (TCC) et modification des débits dans le TCC et en aval de l'usine	Oui : Les ménages utilisent l'eau de l'Onive pour des usages agricoles et l'eau des affluents (amont barrage) pour les usages domestiques et agricoles	Non	Oui	Oui (Prioritaire de type I)
Irrigation des rizières	Partiel	Oui : L'eau des affluents notamment en amont du barrage est dérivée pour alimenter les rizières	Non	Oui	Oui
Orpaillage	Oui : Augmentation des activités d'orpaillage en amont du barrage dans la perspective de l'ennoiement de la zone qui sera alors rendue inaccessible. Puis dès la mise en eau du barrage, suppression de cette activité au niveau de la retenue	Oui : L'orpaillage entraîne un défrichement des zones alluviales, une érosion des sols	Non	Oui	Oui

	Niveau d'impact (Type I)	Pertinence pour les communautés affectées (Type I)	Niveau de dépendance (Type II)	Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)	Prioritaire ?
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	Si réponse oui à toutes les questions précédentes concernant le Type I ou le Type II
Ressources génétiques	Partiel : l'Onive assure la connectivité des peuplements de faune aquatique en favorisant les échanges entre les populations de l'amont et l'aval et de l'eau douce à l'eau salée (4 espèces de poissons migrateurs) L'aménagement sera un élément supplémentaire de fragmentation de leur biotope	Oui	Non	Non	Probable (type 1)
REGULATION					
Régulation de la qualité de l'air	Non	Non	Non	Non	Non
Régulation du climat mondial	Oui. Remplacement de sources d'énergie thermique à base d'énergies fossiles.	Non	Non	Partiel	Non
Régulation du climat local / Régional	Partiel	Oui	Oui	Partiel	Oui

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Prioritaire ?**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	Si réponse oui à toutes les questions précédentes concernant le Type I ou le Type II
Régulation de l'eau	Oui : Amont barrage : Remplacement d'un régime fluvial par un régime lacustre sur un linéaire d'une quinzaine de kilomètres en amont du barrage (création d'une retenue d'eau) Modification de l'hydrologie du fleuve dans le bief court-circuité (17 km environ) Modification des conditions hydrologiques dans le TCC et à l'aval de l'usine Impact positif sur le soutien d'étiage et l'écrêtage des crues en aval du barrage	Oui	Oui	Oui	Oui (Prioritaire de type I)
Régulation de l'érosion	Oui : De grandes surfaces seront défrichées durant le chantier ce qui accroît le risque d'érosion sur un terrain déjà très sensible à l'érosion	Oui : L'érosion impacte l'agriculture qui est l'activité et la source de revenus principale des populations affectées par le projet	Oui	Oui	Oui

	Niveau d'impact (Type I)	Pertinence pour les communautés affectées (Type I)	Niveau de dépendance (Type II)	Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)	Prioritaire ?
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	Si réponse oui à toutes les questions précédentes concernant le Type I ou le Type II
Purification de l'eau et de traitement des déchets	Oui Les risques de dégradation et de pollution des sols, du fait des travaux de construction et des risques accrus d'érosion des sols, sont susceptible d'impacter la capacité des écosystèmes et des terrains à filtrer l'eau et à la débarrasser de ses polluants organiques.	Oui	Partiel	Oui	Oui
Régulation des maladies	Partiel : La modification des habitats aquatiques (disparition des faciès rapides en amont du barrage au profit de zones lacustres lentes et profondes favorisera les vecteurs de maladies déjà présents cependant tel que *Schistozoma,* vecteur des bilharzioses.	Oui	Oui	Partiel	Probable
Régulation des ravageurs	Non	Oui	Non	Partiel	Non
Pollinisation	Non	Oui	Non	Non	Non
Régulation des catastrophes naturelles	Partiel Écrêtement des petites crues mais impact probablement faible sur les crues les plus fortes	Partiel	Non	Non	Probable
CULTUREL					
Sites sacrés ou spirituels	Partiel	Partiel	Non	Partiel	Probable

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Prioritaire ?**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	Si réponse oui à toutes les questions précédentes concernant le Type I ou le Type II
Aires utilisées à des fins religieuses	Non	Non	Non	Non	Non
SOUTIEN					
Capture et recyclage des éléments nutritifs	Partiel : Capture de l'azote et nitrates dans la retenue d'eau stockée dans le sédiment principalement et relargués épisodiquement dans l'eau de l'Onive mais non valorisés	Oui : pollution possible de l'eau par azote et nitrates dans l'eau de l'Onive (phénomènes d'accumulation/relargage)	Non	Partiel	Oui
Production primaire	Partiel	Oui	Non	Partiel	Oui

5 Analyse des impacts physiques

5.1 Emprise des infrastructures

L'emprise au sol estimée des infrastructures du Projet est décrite dans le tableau suivant. L'emprise totale des infrastructures permanentes est d'environ 1061 ha, dont 84% correspondent au réservoir. Les routes et infrastructures linéaires représentent la seconde emprise la plus importante (15% du total).

Infrastructures permanentes	**Emprise au sol (ha)**
Route d'accès au barrage depuis Antanifotsy	
Réhabilitation d'Antanifotsy à Belanitra - 58 km	0
Création de Belanitra au site du barrage - 38 km	38
Réservoir	
(Niveau minimum d'exploitation : 1295,00 m)	*(140)*
(Niveau de retenue normale : 1328,00 m)	*(700)*
Cote des Plus Hautes Eaux : 1337,20 m	890
Barrage, évacuateur et terrassements de rives	5
Digue de col	2
Cité de l'exploitant et bâtiments/espaces techniques du barrage	2
Route et ligne du barrage à l'usine hydroélectrique - 30km	120
Conduite forcée	2
Usine hydroélectrique	0.7
Cité d'exploitation	1.5
Poste	2
Infrastructures temporaires	**Emprise au sol (ha)**
Installations de chantier barrage, digue de col et galerie d'amenée	2
Installations cheminée d'équilibre, poste et usine	4.5
Zones de mise en dépôt définitif des déblais excédentaires	Quelques hectares

Les études de détail n'ayant pas encore toutes été réalisées, la plupart des valeurs indiquées dans le tableau sont indicatives et ont été déterminées sur la base des études préalables. Ces valeurs seront confirmées lors des études détaillées. Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour estimer les grandeurs qui ne sont pas encore connues:

- Largeur moyenne de la piste d'accès au barrage: 10 m
- Largeur moyenne du corridor piste + ligne entre le barrage et l'usine : 40 m

5.2 Zones de remblais, de déblais et sites temporaires

5.2.1 Risques liés à l'érosion des matériaux meubles

5.2.1.1 Nature des risques

Les travaux de terrassement, les sites d'installations et de travaux, les zones d'extraction de matériaux et de dépôt, les remblais et les déblais sont autant de zones qui présentent un risque d'érosion et de ravinement en cas de précipitations du fait de la modification des pentes, des conditions de drainage naturelles et du défrichement.

L'impact de l'érosion est:

- A court terme, un accroissement des apports sédimentaires et de la turbidité dans les rivières du fait de l'entraînement des matériaux, ce qui est néfaste aux milieux aquatiques et aux usages de l'eau en général.
- A moyen et long terme, un accroissement des zones sujettes à érosion du fait du ravinement, et la création de zones instables pouvant aboutir à des glissements de terrain ou à une érosion régressive incontrôlable des pentes de montagne.

L'impact sera d'importance moyenne, avec une intensité moyenne, une portée locale et une durée temporaire.

5.2.1.2 Maîtrise des risques d'érosion et de sédimentation

La maîtrise des risques liés à l'érosion passe par une gestion rigoureuse des zones concernées, depuis le défrichement initial jusqu'à la revégétalisation ou la stabilisation finale des sites concernés:

- Broyage et stockage des produits de déboisement / défrichement en vue de leur réutilisation lors de la revégétalisation des sols,
- Récupération et stockage de la terre végétale, en tas de moins de 2 m de hauteur protégé de la pluie et du ruissellement, en vue de sa réutilisation lors de la revégétalisation des sols,
- Stockage temporaire ou mise en dépôt des matériaux déblayés sur des aires dédiées en couches n'excédant pas 4 m de hauteur et séparées par des terrasses permettant la circulation d'engins,
- Façonnement des zones de travaux et des installations avec des contrepentes permettant une circulation maîtrisée des eaux de surface vers un bassin de collecte et de décantation des eaux de ruissellement des eaux drainées, permettant leur clarification avant rejet dans un cours d'eau existant.
- Drainage des installations, des bords de pistes et des zones de travail vers des bassins de décantation: pas de rejets d'eau non décantées dans le milieu naturel.
- Mise en place de franchissements temporaires ou permanents des cours d'eau pour les véhicules de chantier (quelle que soit sa dimension, tout cours d'eau traversé par des véhicules pour les besoins du chantier doit être protégé du franchissement en roulant directement dans le lit),
- Implantation des zones de mise en dépôt définitives des matériaux de déblais excédentaires sur des habitats modifiés uniquement (pas de déboisement) et à l'écart des chemins d'écoulement naturels (temporaires ou permanents) des eaux de surface.
- Mise en forme des zones de dépôt et des excavations en fin de chantier pour assurer leur stabilité, la sécurité du public et une circulation maîtrisée des eaux de surface.

- Mise en place de la terre végétale et du broyat, et revégétalisation au moyen d'espèces locales ou d'espèces non-invasives autorisées et approuvées sélectionnées par un botaniste expérimenté.

Du fait du climat spécifique de Madagascar avec une saison des pluies très marquée, la mise en œuvre de ces méthodes demande à l'échelle d'un projet tel que celui de Sahofika une planification de la gestion des volumes de terre végétale et de broyat, des mises en dépôt, et un contrôle continu du chantier.

5.2.2 Drainage rocheux acide

Le drainage rocheux acide est un phénomène de production d'une solution minérale acide qui s'écoule régulièrement, suite à une production d'acide sulfurique induite par la mise en contact avec l'air de certains minéraux (sulfures métalliques) à l'occasion de grandes excavations.

Le problème du drainage rocheux acide est assez courant dans le domaine minier et des tests spécifiques sont utilisés pour évaluer le risque d'acidification des eaux qui drainent les stériles mises à dépôt, suite à la dissolution des sulfures.

Dans les projets de barrage il est plus rare (du fait des plus faibles volumes de déblais générés en comparaison avec l'industrie minière), et il dépend essentiellement du contexte géologique. Vu le contexte lithologique de Sahofika (gneiss et migmatites et potentiellement dolérites) il n'y a pas de risque. Par ailleurs les volumes en jeu restent limités (4 km x 4,5m diam soit environ 50 000 m^3 pour la galerie) contrairement aux projets miniers où les volumes sont gigantesques et sur la période d'exploitation.

Aucun impact n'est attendu sur cette question.

5.2.3 Mesures d'atténuation

L'ensemble des mesures d'atténuation liées au contrôle de l'érosion sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 102 - Mesures d'atténuation "contrôle de l'érosion"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Ero01	Préparation d'un plan de gestion des terrassements/déblais/remblais et de prévention de l'érosion soumis à l'approbation de NEHO et reprenant les principes du chapitre 5.2.1.2 de l'EIES.	Pré-construction	EPC
Ero02	Engagement dans l'équipe de l'EPC d'un "Erosion control manager" en charge de la mise en œuvre du plan préparé dans le cadre de l'action Ero01.	Construction	EPC
Ero03	Mise en place d'ouvrages de franchissement sur tous les cours d'eau devant être franchis par des véhicules ou engins de chantier.	Construction	EPC
Ero04	Façonnement des zones de mise en dépôt définitives des matériaux excédentaires de façon à faciliter leur intégration paysagère.	Etudes et construction	EPC

5.3 Impacts hydrologique et hydraulique aval

5.3.1 Construction du barrage et fermeture de la rivière

5.3.1.1 Phase de construction

Lors de la construction de l'aménagement hydroélectrique de Sahofika, la seule activité susceptible de modifier temporairement l'écoulement de l'Onive est le passage de la première à la deuxième phase de dérivation. Ce risque devra être anticipé et intégré dans les études détaillées et la planification des travaux de façon à assurer une continuité de l'écoulement à l'aval, et dans tous les cas un débit à l'aval de l'aménagement toujours égal ou supérieur au débit réservé (5.7 m^3/s).

5.3.1.2 Premier remplissage

Le volume de la retenue formée par le barrage à la cote d'exploitation normale est de 140.5hm^3 (volume mort de 11.5hm^3 + volume utile de 128.5 hm^3), soit 4% de l'apport annuel moyen de l'Onive au site du barrage. Le remplissage de la retenue sera donc possible sur une seule saison. La durée réelle du remplissage dépendra du débit naturel de l'Onive au moment où le remplissage sera commencé, et des contraintes techniques applicables au premier remplissage (vérification de stabilité de l'ouvrage et de la retenue): au vu des débits naturels de l'Onive, ce remplissage durera entre une semaine (hypothèse de remplissage rapide en saison des crues) et deux mois (remplissage lent en saison sèche). Il faudra pendant cette période assurer un débit à l'aval de l'aménagement toujours égal ou supérieur au débit réservé (5.7 m^3/s).

5.3.2 Débit dans le bief court-circuité

5.3.2.1 Facteurs de réduction du débit

La dérivation d'une partie du débit de l'Onive pour la production hydroélectrique va entraîner une réduction du débit dans le bief court-circuité qui s'étend du barrage à l'usine hydroélectrique. La modification du régime hydrologique de ce bief sera déterminée par les deux paramètres suivants :

- Débit réservé : un débit minimum de 5.7 m^3/s sera déversé en permanence depuis le barrage vers le bief court-circuité, quelles que soient les conditions hydrologiques ou l'état de fonctionnement de l'aménagement hydroélectrique.
- Débit d'équipement : le débit maximum que peut utiliser l'aménagement hydroélectrique est de 35 m^3/s.

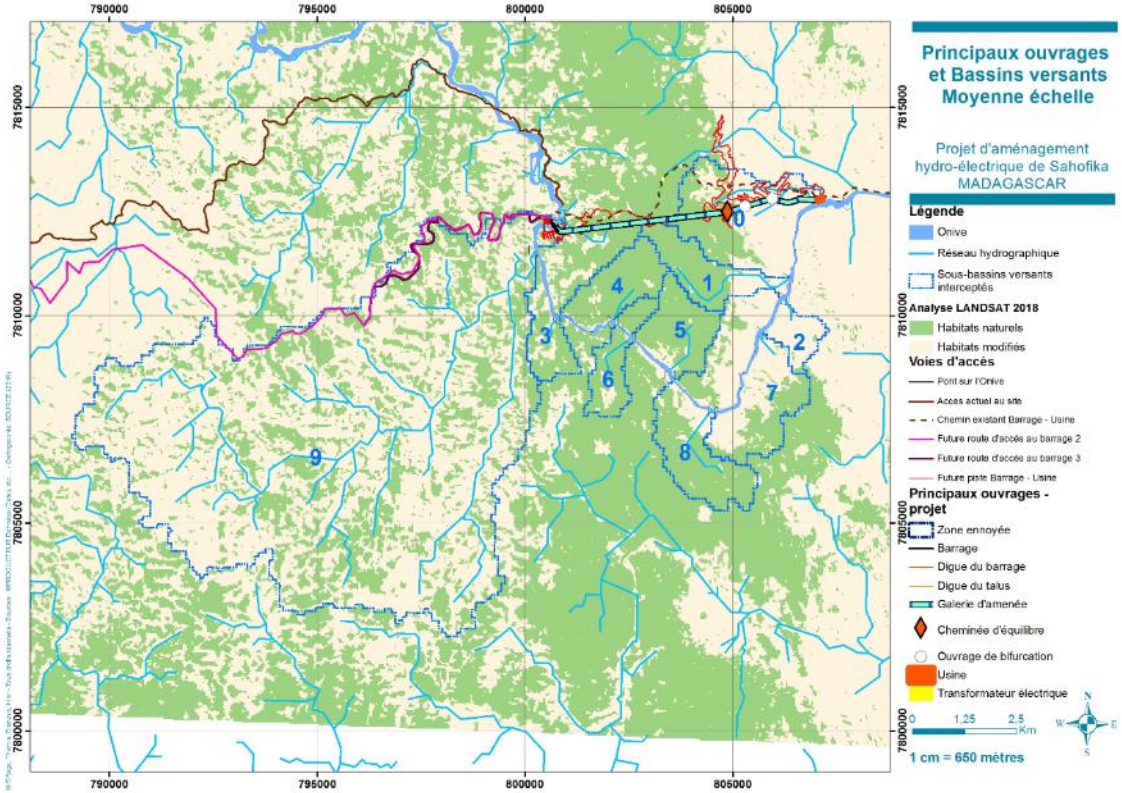
Lorsque le débit naturel de l'Onive à l'amont de l'aménagement hydroélectrique excédera 40.7m^3/s (débit d'équipement + débit réservé), les débits excédentaires seront donc déversés à l'aval, en complément du débit réservé.

5.3.2.2 Apports latéraux

L'Onive reçoit entre le barrage et l'usine des affluents dont les débits viendront s'ajouter à ceux déversés par le barrage. Ces affluents ont toutefois des bassins versants de petite taille. Le plus important de ces affluents (bassin 9 sur la Figure 67) a une superficie de 68 km^2 (1.5% du bassin de l'Onive au droit du barrage) et se déverse dans l'Onive à l'aval immédiat du site du barrage. Au total, les bassins affluents entre le barrage et l'usine

couvrent une superficie de 97 km² (2.2% du bassin de l'Onive au droit du barrage), dont les deux tiers correspondent au bassin 9.

Figure 67 - Bassins affluents de l'Onive entre le barrage et l'usine



5.3.2.3 Régime hydrologique modifié

Le régime hydrologique modifié dans le bief court-circuité décrit dans le tableau et la figure suivante pour une année médiane. Seuls les apports latéraux du bassin 9 ont été considérés pour représenter les conditions moyennes dans le bief court-circuité, d'une part parce qu'il s'agit de loin du bassin le plus important (les autres apports sont marginaux) et d'autre part parce que ce bassin se déverse dans le bief court-circuité à l'aval immédiat du barrage.

Les apports du bassin 9 ont été estimés au prorata des apports de l'Onive, en fonction des rapports des superficies des bassins versants. Leur contribution au débit du bief court-circuité est faible en comparaison du débit déversé par le barrage.

Tableau 103 - Débit de l'Onive entre le barrage et l'usine, avec et sans projet

année médiane m^3/s	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Débit annuel médian sans projet	60.9	122.8	175.6	259.8	216.2	138.0	81.2	59.9	47.7	39.6	32.5	31.5
Débit annuel médian avec projet	7.9	69.8	122.6	206.8	163.2	85.0	28.2	6.9	6.4	6.3	6.2	6.2
Dont: Apport latéral (bassin 9)	0.9	1.8	2.6	3.8	3.2	2.0	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5
Débit déversé par le barrage	7.0	68.0	120.0	203.0	160.0	83.0	27.0	6.0	5.7	5.7	5.7	5.7

Figure 68 - Hydrogramme médian de l'Onive entre le barrage et l'usine, avec et sans projet (m³/s)

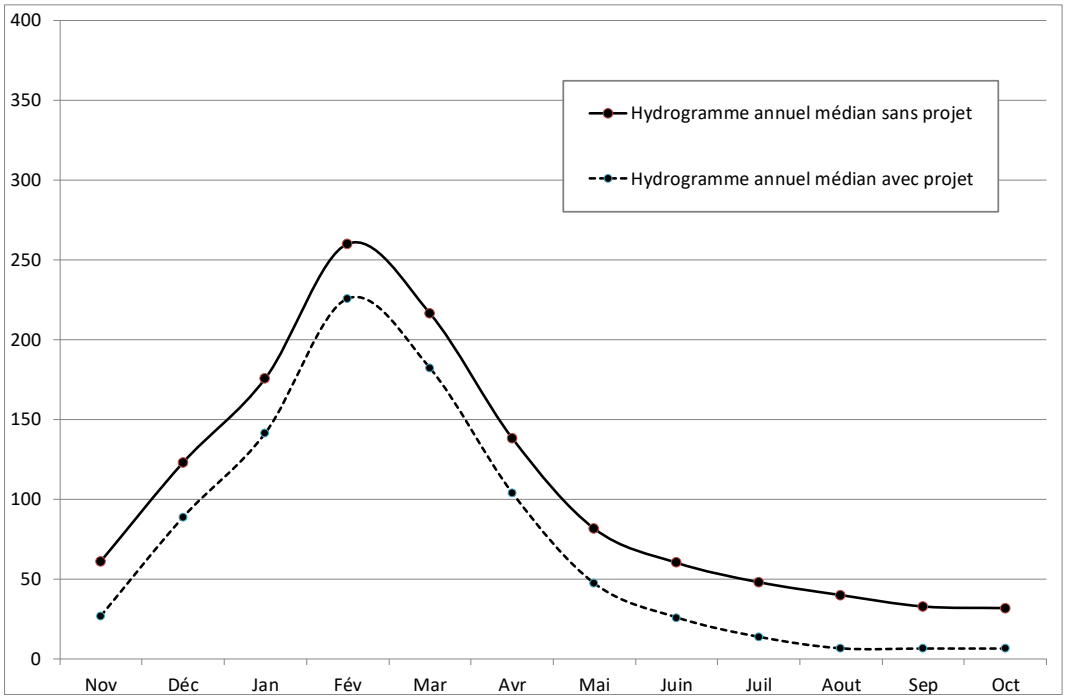
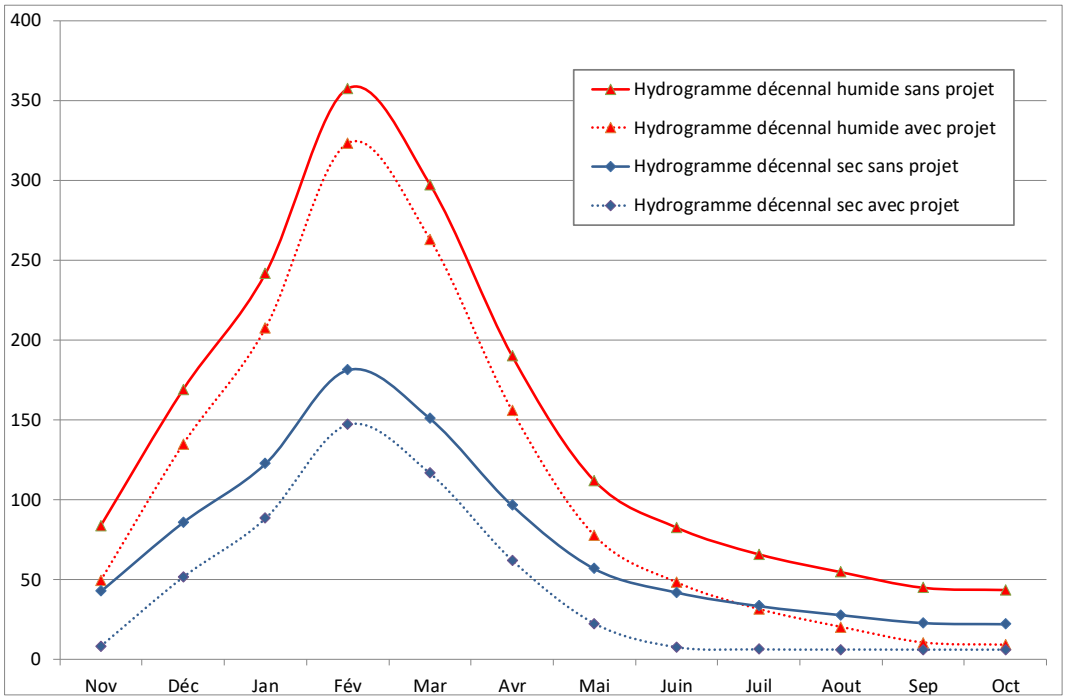


Figure 69 - Hydrogramme de l'Onive entre le barrage et l'usine, années décennales sèche et humide, avec et sans projet (m³/s)



5.3.3 Impact hydraulique à l'aval de l'usine hydroélectrique

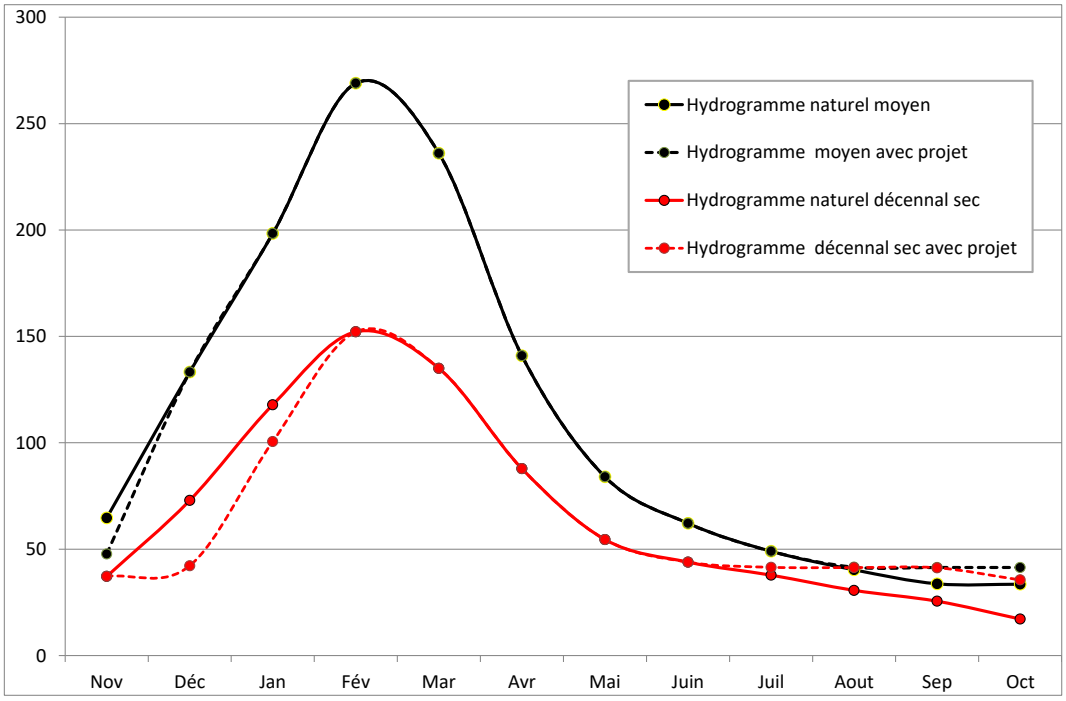
5.3.3.1 Hydrogramme annuel

L'utilisation du réservoir pour augmenter les débits disponibles en étiage va entraîner une modification du régime annuel aval (voir la Figure 70) :

- Les étiages seront en moyenne moins marqués, le débit à l'aval immédiat de l'usine étant le plus souvent proche de 40.7m3/s (débit turbiné + débit réservé, sans tenir compte des apports latéraux marginaux).
- Les montées de crues seront plus tardives, du fait du remplissage du réservoir en fin de saison sèche. Ce phénomène sera uniquement marqué lors des années sèches.
- En saison des pluies, une fois le réservoir rempli, le régime hydraulique aval sera inchangé : il sera comme aujourd'hui déterminé par le régime des crues naturelles.

D'un point de vue hydraulique, ces changements se traduiront par des niveaux d'eau plus élevés en saison sèche (soutien d'étiage) et plus bas au début de la saison des pluies, lors du remplissage du réservoir. Les niveaux d'eau et les débits moyens mensuels resteront toutefois dans l'intervalle des variations saisonnières en régime naturel.

Figure 70 - Hydrogrammes de l'Onive à l'aval immédiat de l'usine, année décennale sèche et moyenne, avec et sans projet (m3/s)



5.3.3.2 Hydrogramme sur 24h - saison des crues

En saison des crues et hors périodes de maintenance, le débit turbiné sera constant et égal à 35 m^3/s. Les variations de régime hydraulique à l'aval de l'usine hydroélectrique seront comme avant la réalisation du Projet entièrement déterminées par les variations du débit naturel de l'Onive.

5.3.3.3 Hydrogramme sur 24h - saison sèche, cas général

Environ 6 années sur 7, le volume du réservoir sera suffisant pour assurer un débit turbiné constant et égal à 35 m^3/s durant toute la saison sèche à l'aval de l'usine.

Par contre, 1 année sur 7, le volume du réservoir sera insuffisant pour garantir un débit turbiné constant et égal à 35 m^3/s durant toute la saison sèche à l'aval de l'usine: le déficit se matérialisera en fin de saison sèche, avant la reprise des pluies.

5.3.3.4 Hydrogramme sur 24h - saison sèche, cas d'une année très sèche

Fréquence d'occurrence

Lors d'années sèches (environ une année sur sept), si le réservoir atteint son niveau minimal d'exploitation et que le débit naturel de l'Onive est inférieur à 40.7 m^3/s (débit d'équipement 35m^3/s + débit réservé 5.7 m^3/s), il sera possible que le débit turbiné ne soit plus constant, mais varie au cours de la journée.

Mode opératoire possible en cas d'année très sèche

Le mode opératoire techniquement possible qui serait le plus impactant consisterait à turbiner 0m^3/s une partie de la journée, puis 35 m^3/s le reste de la journée (en supposant que toutes les turbines soient disponibles).

Une modélisation numérique de l'impact hydraulique aval a été effectuée pour représenter ce phénomène. Le scénario modélisé correspond aux hypothèses suivantes :

- Année décennale sèche ;
- Réservoir au niveau minimum d'exploitation (pas de soutien d'étiage possible) ;
- Journée type du mois le plus sec (Octobre): le débit naturel de l'Onive entrant dans le réservoir est alors de 16.8 m^3/s;
- Turbinage de l'intégralité du débit entrant sur 24h sur la période de temps la plus courte possible (scénario le plus impactant):

(unité: m^3/s)	Débit réservé	Débit turbiné	Début naturel entrant
Durant 16 heures	5.7	0	16.8
Durant 7 heures	5.7	35	16.8
Durant 1 heure	5.7	21.3	16.8
Moyenne sur 24 h	16.8		16.8

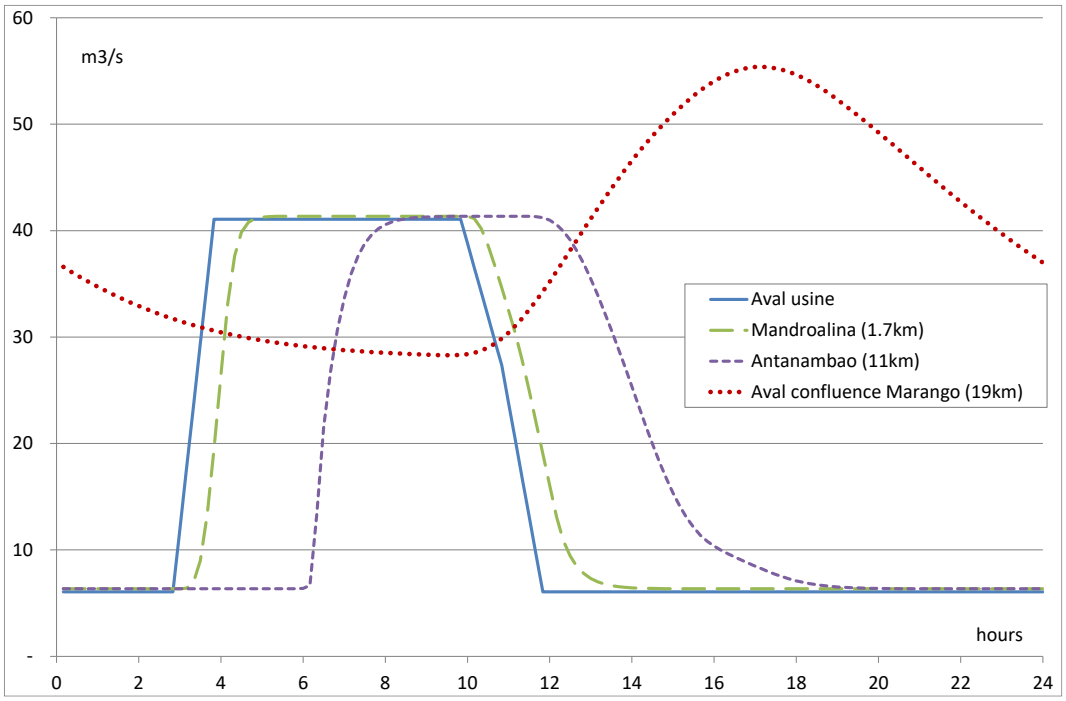
- Apports latéraux correspondant à une année décennale sèche. Les débits des affluents ont été estimés sur la base des débits de l'Onive, au prorata des bassins versants :
  - Affluents de l'Onive entre le barrage et l'usine : 0.36 m^3/s
  - Principal affluent de rive gauche entre l'usine et la confluence du Mangoro : 0.29 m^3/s
  - Principal affluent de rive droite entre l'usine et la confluence du Mangoro : 0.28 m^3/s
  - Mangoro : 21.35 m^3/s

La limite aval modélisée est l'exutoire du long bief plat caractéristique de 7.7 km qui relie l'Onive au Mangoro : cette limite est située 19 km à l'aval de l'usine hydroélectrique. Le choix de cette limite a été fait en considérant (i) l'amortissement progressif des variations de débit à mesure que l'on s'éloigne de l'usine, surtout le long du dernier bief peu pentu, (ii) l'effacement des variations relatives de débit de l'Onive par l'apport du Mangoro, qui augmente de 130% le débit de la rivière. La pertinence du choix de cette limite est confirmée par les résultats présentés ci-dessous.

Impact sur les débits

La modélisation hydraulique montre que les variations de débit induites par les arrêts et reprises de turbinage se propagent le long du lit de l'Onive en étant globalement peu amorties, jusqu'à la confluence avec le Mangoro. À partir de cette confluence, les variations de débit s'amortissent et deviennent beaucoup moins importantes.

Figure 71 - Variations de débit sur 24h à l'aval de l'usine dans le cas le plus impactant



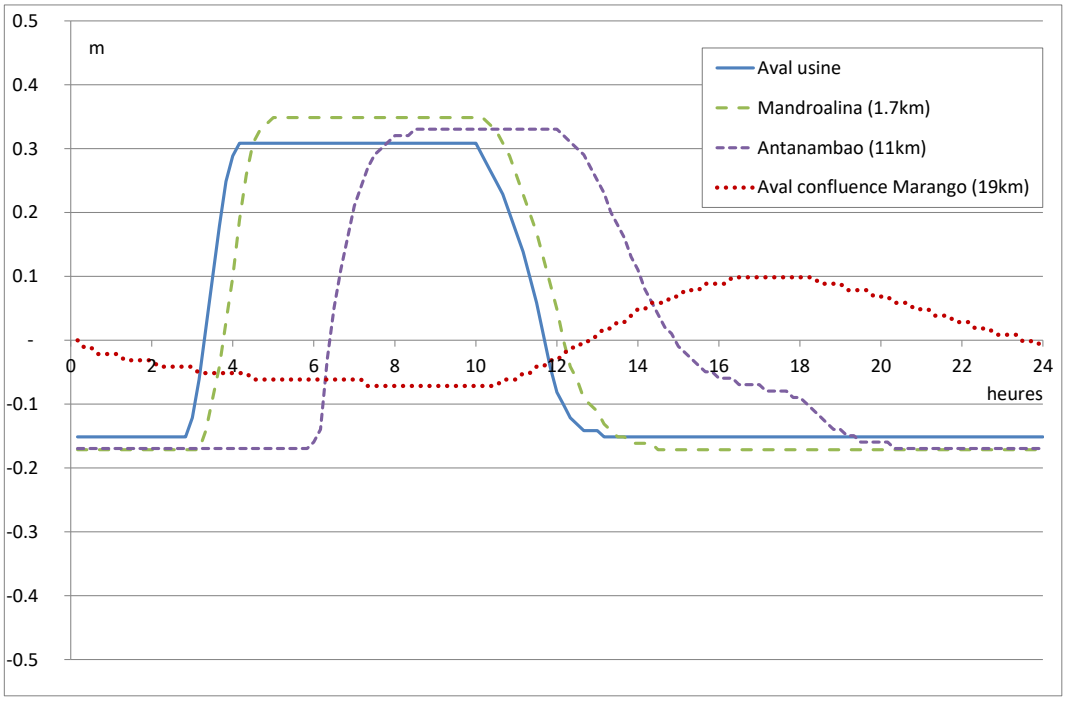
Impact sur les niveaux

Les variations de débit se traduiront par des variations de niveau qui ont été estimées à l'aide du modèle hydraulique. Du fait de la morphologie du lit, constitué d'une série de seuils naturels qui contrôlent le niveau d'eau (voir la Figure 73), les variations de niveau décrites ci-après doivent être considérées comme des ordres de grandeur. Les variations de niveau réelles dépendront de la forme de chaque seuil naturel : cette forme n'est aujourd'hui pas connue.

Les amplitudes journalières attendues dans le cas le plus défavorable (pour rappel, en saison sèche, environ une année sur sept seulement) sont de l'ordre de 50cm.

Ces variations seront anticipées (l'opérateur saura que le niveau minimum d'exploitation du barrage sera atteint) et les populations pourront donc être informées.

Figure 72 - Variations de niveau sur 24h à l'aval de l'usine dans le cas le plus impactant



En simulant un démarrage violent des 7 turbines en l'espace de 5 minutes, les temps de montée des eaux estimés à l'aval sur la base du modèle hydraulique sont compris entre 20 et 40 minutes sur le premier kilomètre. Les vitesses maximales de montée de l'eau sont quant à elle comprises entre 3 et 6 cm/minute. Ces vitesses de montée sont gérables en termes de sécurité du publique, mais nécessitent des mécanismes spécifiques de prévention pour éviter les accidents, essentiellement pour des personnes qui se seraient aventurées dans le lit de la rivière pour une activité statique (pêcheur, enfants jouant sur une île…). Rappelons que ces mécanismes ne seront nécessaires en moyenne que pendant la saison sèche et une année sur sept, lors du démarrage des turbines uniquement.

5.3.4 Débit réservé

5.3.4.1 Pertinence du débit réservé

En l'absence de législation imposant un mode de calcul ou une valeur minimale pour le débit réservé, la définition du débit réservé est le résultat d'un juste équilibre entre

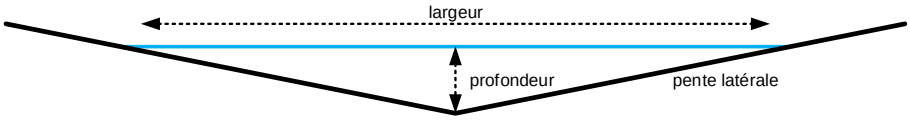
- un objectif d'utilisation efficace de la ressource en eau, et
- un objectif de minimisation des impacts environnementaux et sociaux, en préservant les usages actuels.

Le lit de l'Onive a dans le bief entre le réservoir et l'usine une forme typiquement en V, avec un lit majeur sablo-rocheux, et un lit mineur essentiellement rocheux. La partie centrale du lit ets plus profonde, érodée par le transport solide lors des périodes de crue. Les pentes latérales du lit sont marquées, sans être très raides: elles sont de l'ordre de 1:10 à 1:5 (1 à 2 mètres de profondeur à 10 m du bord).

La vitesse moyenne de l'écoulement est comme dans toute zone de montagne de l'ordre du mètre par seconde:

- Des vitesses plus lentes d'un ordre de grandeur (environ 0.1 m/s) ne sont observées que dans les trous d'eau, là où la profondeur et la largeur du lit sont très élevées du fait d'une singularité morphologique du lit.
- Des vitesses plus rapides d'un ordre de grandeur (environ 10 m/s) ne sont observées que dans les chutes quasi verticales, qui sont nombreuses entre le barrage et l'usine.

Le profil de l'écoulement de l'Onive dans les sections typiques pour des débits de 2, 4, 5.7 et 8 m^3/s, pour des vitesses de l'eau entre 0.5 et 2 m/s est décrit dans le tableau et la figure ci-après:



Vitesse de l'eau (m/s)	Débit (m^3/s)	Pente latérale de 1:5		Pente latérale de 1:10	
		Profondeur	Largeur	Profondeur	Largeur
0.5	2	0.9	8.9	0.6	12.6
	4	1.3	12.6	0.9	17.9
	5.7	1.5	15.1	1.1	21.4
	8	1.8	17.9	1.3	25.3
1.0	2	0.6	6.3	.4	8.9
	4	0.9	8.9	0.6	12.6
	5.7	1.1	10.7	0.8	15.1
	8	1.3	12.6	0.9	17.9
2.0	2	0.4	4.5	0.3	6.3
	4	0.6	6.3	0.4	8.9
	5.7	0.8	7.5	0.5	10.7
	8	0.9	8.9	0.6	12.6

Les fonctions de la rivière Onive qu'il faut préserver au travers du débit réservé sont décrites dans le tableau suivant:

Fonctions physiques	**Besoin en débit pour préserver la fonction**
Transport de l'eau	Fonction préservée indépendamment de la valeur du débit réservé.
Transport des sédiments de l'Onive	Fonction préservée en période de crue indépendamment de la valeur du débit réservé en saison sèche.
Fonctions sociales	**Besoin en eau**
Frontière physique: le débit empêche que le lit de la rivière ne soit aisément traversé à pied et ne devienne un lieu de passage entre les rives gauche et droite de l'Onive.	Fonction préservée tant que le lit n'est pas traversable à pied (vitesse supérieure à 0.5 m/s et profondeur supérieure à 0.5 m): le tableau ci-dessus montre qu'un débit réservé de l'ordre de 2 m^3/s risquerait de ne pas être suffisant, mais qu'un débit de 4 m^3/s conviendrait probablement
Rares activités récréatives ou ménagères (baignade, lessive…)	Quelques dizaines à quelques centaines de litres par seconde.
Aucun prélèvement d'eau pour des activités agricoles ou industrielles consommatrices.	Pas de besoin en débit réservé.
Fonctions environnementales	**Besoin en eau**

Maintenir un milieu aquatique continu.	Le lit formé de rochers est peu perméable, et seul un débit réservé très inférieur à 1 m^3/s risquerait de disparaître localement entre les rochers et pourrait générer des discontinuités.
Maintenir un milieu aquatique courant pour éviter la formation de zones d'eaux stagnantes qui poseraient un problème sanitaire et environnemental.	La zone calme la plus vaste, juste à l'aval du barrage, fait 450m x 55m. En supposant une profondeur de 5m, il faudrait un débit réservé de 1.4 m^3/s pour assurer son renouvellement complet quotidien et ainsi empêcher une qualification d'eau stagnante.
Accès à l'eau de boisson pour la faune	Quelques litres par jour
Préservation de la ripisylve	Du fait des fortes fluctuations naturelles, la ripisylve est déjà composée d'espèces habituées à être hors d'eau une moitié de l'année.
Habitat pour les espèces aquatiques présentant un enjeu de conservation	Une seule espèce déclenchant l'habitat critique fréquente le bief court-circuité: il s'agit de *Rheocles wrightae* (chapitre 4.4.10) qui ne peut toutefois fréquenter que l'extrémité aval du bief, car il ne peut passer les chutes. L'impact du Projet sur cette espèce fera l'objet d'un suivi spécifique, y compris un suivi du débit réservé.

En conclusion:

- Le débit réservé proposé de 5.7 m^3/s permet probablement de conserver les fonctions essentielles de la rivière Onive dans le bief court-circuité: il faudra que le suivi du Projet confirme cela, notamment pour ce qui concerne *Rheocles wrightae* et aussi pour vérifier que le lit n'est nulle part aisément traversable à pied.
- Un débit réservé légèrement inférieur (jusqu'à 4 m^3/s) pourrait possiblement servir les mêmes fonctions, et pourrait être envisagé dans le futur, mais pas avant que le suivi à 5.7 m^3/s ne soit terminé.
- Un débit réservé très inférieur (2 m^3/s ou moins) ne permettrait certainement pas de servir les fonctions, et doit donc être évité.
- Un débit réservé supérieur n'est pour l'instant pas justifié, mais pourrait à long terme être nécessaire si les évolutions telles que le changement climatique le rendaient indispensable.

5.3.4.2 Adaptabilité du débit réservé

En tenant compte des conclusions du chapitre précédent, et en tenant compte des éventualités que (i) un débit de 4 m^3/s s'avére à terme suffisant pour maintenair les fonctions physiques, sociales et environnementales de l'Onive dans le bief court-circuité, ou bien que (ii) un régime de débit réservé différent s'avérerait nécessaire dans le futur, il est prévu que la prise d'eau du débit réservé ait une capacité variable de 4 à 8m^3/s, soit une fluctuation possible de -30 à +40%.

5.3.4.3 Turbinage du débit réservé

Il est prévu que le débit réservé de 5.7 m^3/s soit turbiné (avec une turbine ayant une large plage de fonctionnement à rendement stable) notamment pour permettre l'électrification rurale à proximité du Projet – il s'agit d'une solution qui doit encore être confirmée sur la base d'études détaillées.

Si cette solution est retenue, la conduite d'alimentation de la microcentrale devra être équipée d'un by-pass afin de laisser passer le débit non turbiné et assurer le déversement du débit réservé à tout instant.

Figure 73 – Biefs calmes entrecoupés de seuils naturels à l'aval de l'usine

5.3.5 Mesures d'atténuation

Les impacts du régime modifié sur les récepteurs environnementaux et sociaux sont décrits dans les chapitres 6 et 7.

L'ensemble des mesures d'atténuation liées aux impacts physiques à l'aval sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 104 – Mesures d'atténuation "impact physique à l'aval"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Aval01	Maintien en permanence d'un débit réservé de 5.7m^3/s à l'aval du barrage, à toutes les étapes de la construction et des tests.	Construction et mise en eau	EPC
Aval02	Prise d'eau alimentant le débit réservé dimensionnée de façon à permettre d'ajuster le débit, et avec la possibilité d'alimenter une microcentrale de pied.	Etudes et construction	EPC
Aval03	Lors du premier remplissage de la retenue, planification d'un test d'au moins 16 heures avec seulement le débit réservé appliqué. Observations visuelles sur le bief court-circuité et à l'aval de l'usine (avant et à la fin des 16h) pour vérifier la continuité de l'écoulement et identifier les singularités susceptibles d'apparaître.	Tests, lors de la mise en eau	NEHO, en coordination avec l'EPC
Aval04	Maintien en permanence d'un débit réservé à l'aval du barrage.	Exploitation	NEHO

5.4 Impacts sur le régime sédimentaire

5.4.1 Impacts dans la retenue

Les impacts sur le régime sédimentaire sont des impacts qui dans le cas de grandes retenues s'étalent dans le temps et sont progressifs.

Du fait du mode opératoire de la retenue et du dimensionnement de l'aménagement hydroélectrique, la dynamique suivante des sédiments est attendue dans la retenue:

- Les sédiments les plus fins resteront en suspension et seront entraînés vers le chemin d'eau ou vers les prises d'eau ou l'évacuateur de crue sans s'arrêter dans la retenue.
- Les sédiments les plus grossiers s'arrêteront en queue de retenue tandis que les sédiments de dimension intermédiaire atterriront dans le fond de la retenue à une distance plus ou moins grande du barrage selon leur poids et l'hydrodynamique de la retenue. Le marnage du réservoir au fil des années permettra la migration d'une partie de ces sédiments vers le barrage, tandis que d'autres resteront piégés définitivement dans la retenue.

La dynamique des sédiments atterris dans le fond de la retenue sera largement déterminée par la dynamique du réservoir et par l'hydrologie de l'Onive:

- Le transport sera le plus important lorsqu'en fin de saison sèche le niveau du réservoir est très bas, et que la montée de crue est forte et rapide, permettant ainsi de remobiliser un volume important de sédiments.
- Le transport sera le plus faible lorsqu'en fin de saison sèche le niveau du réservoir est haut (typiquement à la cote d'opération normale), et que la montée de crue est lente, résultant dans des vitesses lentes dans la retenue et une faible capacité de remobilisation des sédiments atterris.

Les vannes de fonds prévues au niveau du barrage et à proximité des prises d'eau permettront d'évacuer les sédiments qui seront amenés à se déposer près du barrage, afin que ceux-ci ne bloquent pas les prises d'eau.

5.4.2 Impacts à l'aval

L'évacuation des sédiments par les vannes de fond se fera logiquement en début de saison des pluies, lorsque (i) le niveau du réservoir sera suffisamment bas pour générer des vitesses d'entraînement importantes, et (ii) le débit entrant sera suffisant pour garantir la production d'électricité tout en ouvrant les vannes de fonds.

Cette façon de procéder reproduira le fonctionnement naturel des crues au cours desquelles le transport solide est toujours le plus important pendant la montrée de crue décrit dans le tableau suivant:

Tableau 105 - Description qualitative du transport sédimentaire au fil de l'année

	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Cote du réservoir année moyenne (m)	1328 m ou plus									1322.5	1320	1317
Débit médian entrant de l'Onive (m3/s)	60.9	122.8	175.6	259.8	216.2	138.0	81.2	59.9	47.7	39.6	32.5	31.5
Apport sédimentaire dans la retenue	Apports importants et croissants				Apports décroissants			Apports faibles				
Dynamique sédimentaire dans la retenue	Déplacement causé par la montée de crue		Atterrissement dans la retenue pleine							Déplacement lié à l'abaissement du niveau du réservoir		

Le volume mort de la retenue est de 6 hm^3. S'il est confirmé que les apports moyens sont de l'ordre de 2 hm^3 de sédiments par an, alors le déficit cumulé en sédiments à terme à l'aval pourrait représenter trois années d'apports de l'Onive à l'amont du site du Projet. C'est surtout les premières années que le déficit sera marqué, le temps que les sédiments les moins fins transitent vers les vannes de fonds. Toutefois, il est important de noter que le lit de l'Onive est essentiellement rocheux jusqu'à sa confluence avec le Mangoro. De ce fait, il n'est pas attendu un enfoncement du lit comme cela aurait pu être le cas si les sédiments étaient le matériau principal du lit à l'aval. Il est par contre possible que la morphologie de certains des bancs de sable situés à l'aval de l'aménagement de Sahofika se modifie au fil des années.

L'impact du Projet sur le régime sédimentaire n'est pas associé à un risque significatif ou immédiat: il ne nécessite pas de mesures d'atténuation en soit, mais il sera nécessaire de suivre son évolution pour garantir la disponibilité sur le long d'une base de données suffisantes pour suivre l'évolution de la dynamique sédimentaire.

5.4.3 Mesures d'atténuation

La seule mesure d'atténuation liée aux impacts sur le régime sédimentaire est récapitulée dans le tableau suivant :

Tableau 106 – Mesures d'atténuation " régime sédimentaire"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Sédi01	En plus du suivi mensuel des matières en suspension (voir action Qeau03), suivi annuel lors des trois premières années puis à intervalle régulier (à déterminer sur la base des 3 premières années) de: • La sédimentation du réservoir (bathymétrie ou lidar) L'évolution des bancs de sable sur les 3 km à l'aval de l'usine hydroélectrique (suivi visuel en saison sèche)	Exploitation	NEHO

5.5 Émissions et rejets polluants

5.5.1 Bruit, poussières et émissions atmosphériques

5.5.1.1 Nature des impacts

Les activités de chantier prévues pour s'étaler sur 54 mois impliquent un ensemble d'émissions atmosphériques sous la forme de bruit, de poussières et d'émissions de gaz tels que les gaz d'échappement. Ces risques concernent essentiellement la période de construction : une fois la phase d'exploitation entamée, les bruits, poussières et rejets atmosphériques du Projet seront négligeables.

Les principales sources des rejets et émissions atmosphériques pendant la construction seront:

- Le déplacement des véhicules et engins de chantier,
- Les travaux de terrassement,

- Les tirs d'explosif,
- Les gaz d'échappement des moteurs thermiques (générateurs, véhicules, etc…) contenant des particules fines et des gaz (Nox, SO2, CO),
- Les sites de production de matériaux (centrale à béton, concasseur, carrière).

Ces rejets et émissions atmosphériques seront présents sur tous les sites de construction mais dans des proportions différentes en fonction des activités menées. Ils concernent aussi les axes d'approvisionnement du chantier.

Les bruits, poussières et rejets atmosphériques peuvent négativement impacter le personnel de chantier et les populations riveraines, s'ils ne sont pas maîtrisés. Pour le personnel de chantier comme pour les populations riveraines, les risques portent sur la santé des personnes (affections du système auditif, affections respiratoires – pharyngite, bronchite, rhinite, etc.), leur bien-être (qualité du sommeil, propreté de l'environnement personnel ou du cadre de travail) et leur sécurité (asphyxie, alarmes inaudibles, mauvaise visibilité sur les pistes).

Les facteurs aggravant de ces risques sont bien connus:

- Entretien et contrôle des moteurs thermiques (gaz d'échappement des véhicules et engins de chantier),
- Etat de sécheresse des routes et surface de circulation non-revêtues et vitesse des véhicules (poussières),
- Travaux en milieu confiné (évacuation des gaz d'échappement et des gaz émis lors des tirs, poussière),
- Horaires des activités (tolérance plus forte pour le bruit le jour),
- Conditions météorologiques (absence de vent…)

A l'exception du dernier, tous ces facteurs aggravants peuvent être atténués par des mesures appropriées.

Les récepteurs les plus sensibles sont également connus:

- Sur les sites de construction, les travailleurs sont de façon diffuse mais continue exposés à ces nuisances,
- Dans les lieux confinés (galerie du chemin d'eau), les travailleurs peuvent être exposés à de fortes concentrations de poussière ou de gaz,
- Les habitations et lieux publics proches des zones d'activité du chantier, notamment:
  - Les habitations le long des axes d'approvisionnement et le long de la ligne de transmission,
  - L'école et plus en recul le village de Faravohitra qui sont situés à proximité du site de construction de l'usine et des principales installations. L'école est à 350 m de l'implantation envisagée pour l'usine hydroélectrique et les installations de chantier.

5.5.1.2 Mesures d'atténuation

L'atténuation des risques liés aux émissions de bruit, de poussières et de rejets atmosphériques consiste à:

- Mettre en place des mesures permettant de réduire les émissions,
- Contrôler les niveaux de bruit, qualité de l'air et rejets sur la base de valeurs seuils préétablies.

Le tableau suivant liste les mesures d'atténuation et de contrôle à mettre en œuvre:

Tableau 107 – Mesures d'atténuation et de suivi "bruit, poussière et rejets atmosphériques"

#	Mesure	Objet	Critères d'achèvement	Mise en œuvre
Atmo01	Arrosage régulier en saison sèche. Mettre en place un suivi des plaintes liées à la poussière et prendre les mesures pour en limiter les impacts	Poussière émise par la circulation des véhicules sur les surfaces non-revêtues utilisées par le Projet	Bonne visibilité pour les conducteurs suivant un autre véhicule. Plaintes traitées	EPC, phase de construction
Atmo02	Limitation de la vitesse des véhicules de chantier à 40 km/h sur les pistes et 15 km/h sur les plates-formes de travail ou dans les installations	Poussière et bruit	Enregistrement (GPS ou tachymètre) et vérification de la vitesse.	EPC, phase de construction
Atmo03	Mise en place de dos d'âne dans les zone habitées (en accord avec les autorités compétentes pour les voies publiques)		Ralentissement effectif des véhicules	EPC, phase de construction
Atmo04	Interdiction de l'usage des explosifs de 21h à 7h pour les travaux en surface (autorisé en souterrain)	Bruit	Horaires respectés	EPC, phase de construction
Atmo05	Mesure continue du bruit à l'école de Faravohitra, un mois avant le démarrage des travaux et durant les travaux. Organisation du chantier de façon à ce que le niveau sonore ambient n'augmente pas de plus de 3dB (guidelines de la SFI)	Bruit	Niveau sonore maintenu en deçà du niveau sonore ambient avant travaux plus 3dB	EPC, phase de construction
Atmo06	Minimisation des émissions: • Mesure avant la première entrée puis mensuel des gaz d'échappement des engins thermiques utilisés dans les tunnels. • Interdiction d'accès au tunnel pour les engins les plus émetteurs en cas de dépassement des seuils.	Poussière et gaz dans les tunnels	Qualité de l'air dans le tunnel durant les heures de travail conforme aux seuils suivants en moyenne (guidelines de la SFI): CO: 55 mg/m^3 NO2: 40 mg/m^3 SO2: 20 mg/m^3 PM2.5: 25 mg/m^3 PM10: 50 mg/m^3	EPC, phase de construction
Atmo07	Mise en place d'une ventilation dans les tunnels permettant d'assurer une qualité de l'air conforme aux standards SFI.			EPC, phase de construction
Atmo08	Mesure continue de la qualité de l'air dans le tunnel: CO, NO2, SO2, PM2.5 et PM10.			EPC, phase de construction
Atmo09	Mesure avant la première utilisation puis semestriel des gaz d'échappement des engins thermiques utilisés sur le chantier.	Emissions des moteurs thermiques	Emissions satisfaisant la norme Euro 3	EPC, phase de construction
Atmo10	Arrêt et interdiction sur le chantier des véhicules émettant un nuage de fumée affectant la visibilité ou la respirabilité de l'air		Véhicules exceptionnellement polluants arrêtés immédiatement et interdits.	EPC, phase de construction
Atmo11	Privilégier l'utilisation de VTT électriques pour les déplacements de l'équipe E&S du Projet		VTT électriques mis à disposition, utilisés et entretenus.	NEHO

5.5.2 Déchets liquides et solides

5.5.2.1 Nature des impacts

Avec plus de mille travailleurs en pointe, le chantier va générer chaque jour plusieurs tonnes de déchets et plusieurs dizaines de m^3 d'eaux usées.

L'ensemble de ces déchets solides et liquides devront être récupérés, triés et traités avant relargage dans l'environnement (eaux usées traitées, eaux de ruissellement ou d'exhaure collectées et décantées, eaux de nettoyage des engins et toupies de béton collectée, décantées et traitées) ou mise en dépôt définitive (déchets solides).

Dans la mesure où il n'existe pas dans la zone du Projet de réseau d'assainissement ou de décharge officielle, le projet va devoir créer ses propres installations et organiser sa propre chaîne de collecte et traitement des déchets, à commencer par la mise en place de réceptacles (poubelles, toilettes…) sur toutes les zones de travail.

5.5.2.2 Collecte, traitement et gestion des déchets

Pour les déchets solides, un tri devra être mis en place. La nature de ce tri dépendra des structures de recyclage existantes à Madagascar : au minimum, les déchets organiques et les déchets métalliques seront triés, les premiers en vue de leur compostage, les seconds en vue de leur recyclage.

Les installations de traitement des déchets liquides et solides respecteront:

- Un principe général consistant à éviter la diffusion incontrôlée de polluants dans l'environnement depuis les sites de relargage des eaux usées ou de stockage / mise en dépôt des déchets;
- Les normes Malgaches en matière de collecte, traitement et gestion des déchets solides et liquides
- Les guidelines générales environnement, Santé Sécurité de la SFI de 2007 pour les principes de mise en œuvre, et pour les valeurs limites des rejets liquides.

La même approche s'appliquera à la période d'exploitation, au cours de laquelle les déchets générés seront toutefois significativement moindres.

5.5.2.3 Mesures d'atténuation des impacts

Le tableau suivant liste les mesures d'atténuation et de contrôle à mettre en œuvre:

Tableau 108 – Mesures d'atténuation et de contrôle "Déchets liquides et solides"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Dech01	Préparation et mise en œuvre d'un plan de collecte, traitement et gestion des déchets liquides et solides pour la phase de construction, tenant compte des trois principes énoncés dans l'EIES (éviter la diffusion incontrôlée des polluants, respect des normes Malgaches, respect des recommandations de la SFI)	Construction	EPC
Dech02	Dans le cadre des formations initiales et ultérieures, sensibilisation des travailleurs à la gestion des déchets solides et liquides.	Construction	EPC
Dech03	Contrôle interne de la collecte des déchets (tenue d'un registre) et de la qualité des effluents.	Construction	EPC

Dech04	Préparation d'un plan de gestion des déchets pour la phase d'exploitation, tenant compte de la hiérarchie de gestion des déchets (réduire, recycler, composter, mettre en décharge), et en distinguant: • Les déchets domestiques de la cité d'exploitation et du personnel. • Les déchets organiques (bois flottants, jacinthes d'eau). • Les déchets industriels résultant des activités d'exploitation et de maintenance.	Exploitation	NEHO

5.5.3 Pollutions accidentelles

5.5.3.1 Nature des risques: phase de construction

Le chantier de construction du barrage et des infrastructures associées est susceptible de générer des pollutions accidentelles, suite par exemple à des déversements accidentels d'hydrocarbures (fuite d'huile, remplissage de réservoir mal effectué…) ou de produits toxiques (solvants, peintures, vernis), d'eaux de nettoyage chargées, etc.

Le risque principal risque de ces pollutions accidentelles est une pollution du sol ou des milieux aquatiques.

La gestion de ce risque passe par la mise en œuvre de mesures de prévention et de mesures correctives en cas d'incident:

- Mesures de prévention:
  - Mise en place systématique de bassins de rétentions ou de réceptacles de collecte en cas de fuite des produits polluants sur leur lieu de stockage ou d'utilisation, de façon à éviter une diffusion incontrôlée dans l'environnement,
  - Création d'espaces bétonnés dédiés pour effectuer le plein des véhicules/engins ou leur entretien, avec collecte des produits de ruissellement.
  - Mise à disposition dans les engins de chantier et sur les sites de chantier de kit de gestion des déversements accidentels.
- Mesures de gestion des déversements accidentels:
  - Confinement de la fuite,
  - Collecte du sol pollué et traitement comme déchet industriel.
- Formation et sensibilisation des travailleurs à l'ensemble des mesures, en particulier les conducteurs d'engins.

5.5.3.2 Nature et gestion des risques: phase d'exploitation

Lors de la phase d'exploitation, les principaux risques de déversement accidentel dans l'environnement seront liés (i) aux installations d'entretien et d'approvisionnement en carburant des véhicules du Projet, et (ii) aux équipements hydromécaniques et électromécaniques.

Afin de prévenir ces risques, l'exploitant devra disposer d'un site dédié à l'entretien et à l'approvisionnement en carburant de ses véhicules.

Les installations supportant des équipements hydromécaniques et électromécaniques, et les sites de stockage des huiles et autre produits pétrochimiques ou chimiques devront être étudiés et dimensionnés de façon à ce qu'une fuite directe dans l'environnement sans

rétention soit impossible. Si cette mesure n'est pas possible pour certains organes en contact direct avec l'eau, alors ces organes utiliseront uniquement des huiles biodégradables.

5.5.3.3 Mesures d'atténuation

L'ensemble des mesures d'atténuation liées aux pollutions accidentelles sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 109 – Mesures d'atténuation "pollution accidentelle"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Poll01	Préparation et mise en œuvre d'un plan de gestion des matières polluantes et des déversements accidentels pour la phase de construction, tenant compte des principes énoncés dans l'EIES.	Construction	EPC
Poll02	Dans le cadre des formations initiales et ultérieures, formation des travailleurs à la prévention et à la gestion des déversements de produits polluants.	Construction	EPC
Poll03	Dimensionnement (i) des installations de l'exploitant supportant des équipements hydromécaniques et électromécaniques, et (ii) des sites de stockage des huiles et autre produits pétrochimiques ou chimiques, de façon à ce qu'une fuite directe dans l'environnement sans rétention soit impossible. Là où cela n'est pas possible, prévoir l'utilisation d'huile biodégradable.	Etude et construction	EPC
Poll04	Construction pour l'exploitant d'installations d'entretien et d'approvisionnement en carburant des véhicules du Projet permettant la rétention des fuites accidentelles et des produits d'entretien.	Etude et construction	EPC
Poll05	Utilisation d'huile biodégradable pour les équipements hydromécaniques et électromécaniques présentant un risque de fuite incontrôlée dans l'environnement, notamment pour tous les organes en contact directe avec l'eau.	Exploitation	NEHO

5.6 Impacts liés au changement climatique

5.6.1 Risques et méthode d'analyse

Le Projet se situe dans une zone climatique caractérisée par des saisons sèches et humides marquées, avec régulièrement des épisodes cycloniques : la saison chaude et pluvieuse s'étend de novembre à avril et la saison sèche de mai à octobre, avec moins de précipitations entre septembre et octobre. Les températures et les précipitations sont inégalement réparties dans la zone du projet, et sont notamment influencées par l'altitude.

Dans un contexte de réchauffement climatique, l'une des premières conséquences attendues de l'augmentation de l'énergie disponible dans l'atmosphère est un accroissement de la variabilité climatique.

L'analyse des risques spécifiques au contexte du Projet Sahofika a été conduite sur la base des données locales et globales disponibles, en suivant la méthodologie du Guide pour la Résilience au Changement Climatique préparé par l'IHA (International Hydropower Association) pour les aménagements hydroélectriques.

5.6.2 Analyse qualitative des risques

L'étape de cadrage sert à apprécier la nature des changements climatiques attendus dans la zone du Projet Sahofika. Les données historiques locales sont utilisées pour identifier les changements passés, tandis que les modèles climatiques globaux sont utilisés pour apprécier les évolutions futures les plus probables.

5.6.2.1 Passé : données climatiques locales

Il n'existe pas dans la zone du Projet Sahofika de station météorologique pouvant fournir de longues séries climatiques. Il existe par ailleurs peu de stations météorologiques disposant de séries de données complètes couvrant plusieurs décennies à Madagascar, et en particulier il n'y en a pas dans la zone du Projet. Les données utilisées dans le cadre du Projet pour décrire la situation météorologique sont donc des données issues de stations voisines ou de séries longues reconstituées au moyen de modèles globaux.

Précipitations

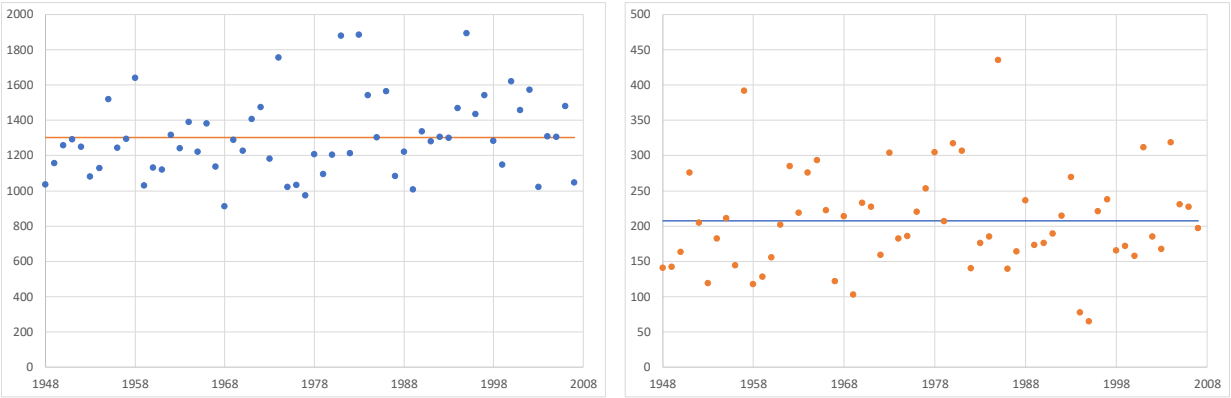
Dans le cadre des études de faisabilité du Projet Sahofika, les données de pluviométrie pour le bassin versant du Projet ont été reconstituées pour la période 1948-2008 en utilisant un modèle de réanalyse, à savoir un modèle global permettant au mieux de fournir une estimation objective des conditions météorologiques passées.

Les cumuls de précipitation calculés pour les saisons humide (Novembre-Avril) et sèche (Mai-Octobre) sont présentés dans la Figure 74.

Ces données pluviométriques indiquent sur les soixante années couvertes :

- Des précipitations de saison humide plus importantes durant les décennies les plus récentes, avec notamment des années humides plus marquées : les trois années les plus humides sont associées aux décennies récentes, tandis que les deux années les moins humides sont associées aux années les plus anciennes.
- Des précipitations de saison sèche relativement stables en moyenne, mais avec une variabilité possiblement croissante : les années les plus sèches et les plus humides sont associées aux années les plus récentes.

Figure 74 - Moyenne et cumul de précipitations en Novembre-Avril et Mai-Octobre 1948-2008 (mm)



5.6.2.2 Futur : modèles climatiques globaux

Le Portail de Connaissance sur le Changement Climatique développé par la Banque Mondiale permet de visualiser les changements climatiques auxquels s'attendre dans les différentes régions du monde, sur la base des 35 principaux modèles utilisés par le GIEC. Il a été utilisé pour obtenir une vision des changements attendus à moyen et long terme dans la région du Projet Sahofika.

Les scénarios de référence considérés sont les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 qui, sans entrer dans des détails trop complexes, correspondent aux scénarios moyen et extrême (réchauffement le plus fort) actuellement envisagés.

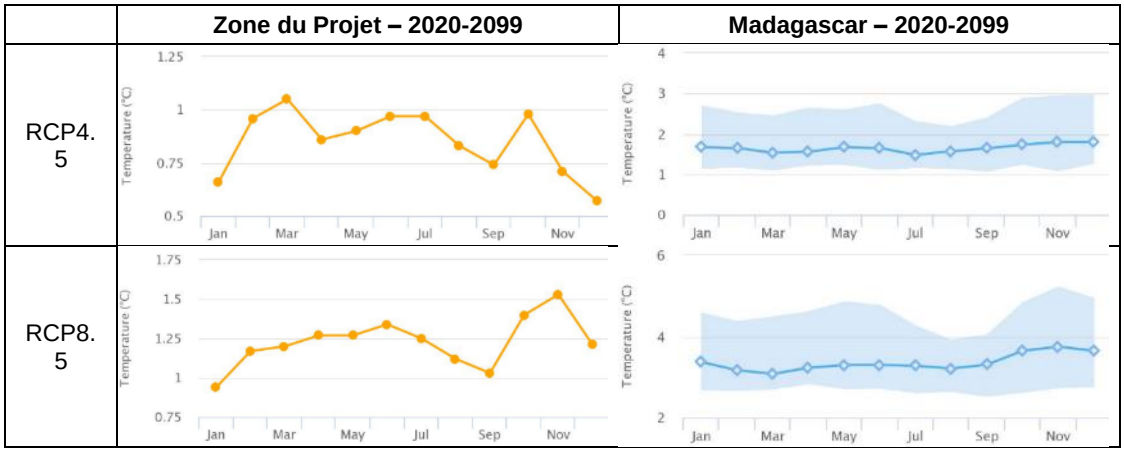
La période de référence considérée est 2020-2099, qui donne une vision des changements attendus à long terme, par rapport à la période de référence 1986-2005. Les résultats indiqués dans ce chapitre sont la moyenne Malgache (médianes et valeurs extrêmes selon les modèles climatiques), et les résultats propres au carreau (1° x 1°) couvrant la zone du Projet (modèle "bcc csm1 1").

Les résultats de ces scénarios sont présentés ci-après.

Température : moyennes mensuelles

L'accroissement des températures attendu dans la zone du Projet par rapport à la période de référence est de +0.7 à 1.5 °C.

Figure 75 - Changement climatique : évolution attendue des températures mensuelles

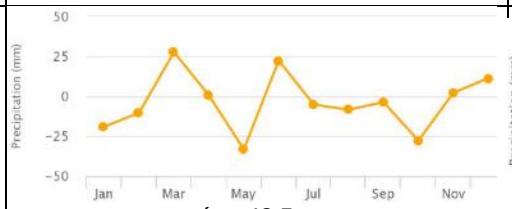
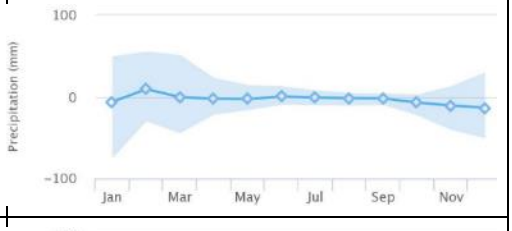
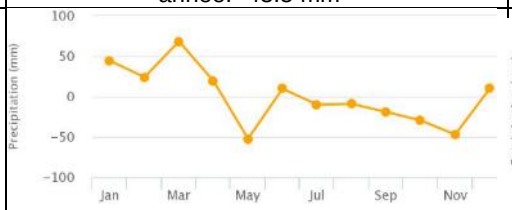
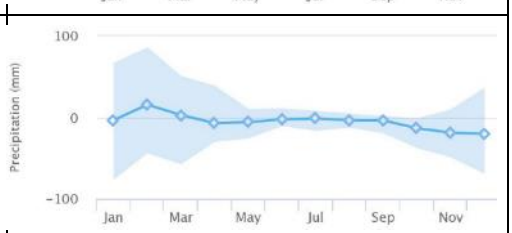


Ce réchauffement est moins marqué que la moyenne Malgache (+1.5 à 4°C), ce qui résulte du fait que les modèles climatiques prévoient une augmentation des températures plus marquée dans la partie Ouest de Madagascar que dans la partie Est. Il s'agit toutefois d'un réchauffement significatif dans un milieu de montagne, où 0.5°C correspondent à l'écart moyen entre deux zones présentant une différence d'altitude de 100m. Un réchauffement de 1.5°C pourrait donc induire le remplacement au niveau de la crête de l'escarpement d'une partie des sylves à lichen de la zone du Projet (forêts les plus hautes) par de la forêt dense humide que l'on trouve actuellement à des altitudes plus basses.

Précipitations : moyennes mensuelles

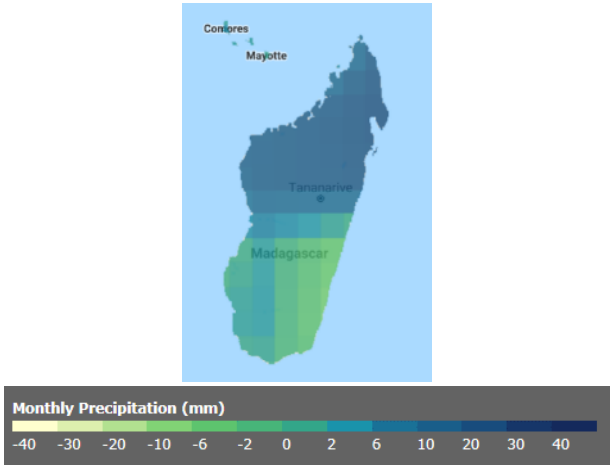
Les variations des précipitations moyennes mensuelles et annuelles attendues selon les modèles et scénarios médians sont faibles : moins de 3% à l'échelle annuelle à long terme.

Figure 76 - Changement climatique : évolution attendue des précipitations mensuelles

	Zone du Projet – 2020-2099	Madagascar – 2020-2099
RCP4.5	 année: -43.5 mm	
RCP8.5	 année: +8.0 mm	

Ces faibles variations ne sont pas spécifiques à la zone du Projet, mais au contraire se retrouvent à l'échelle de Madagascar, mais avec une forte variabilité régionale : En conséquence du changement climatique, il est anticipé que le Nord de Madagascar reçoive un peu plus de précipitations, tandis que les Sud en recevrait légèrement moins. Pour la zone du Projet, au Sud-Est d'Antananarivo, le régime de précipitation mensuel moyen ne devrait pas changer (ce qui n'exclue toutefois pas une plus forte variabilité).

Figure 77 - Changement climatique : évolution attendue des précipitations mensuelles à l'horizon 2099 (RCP8.5)

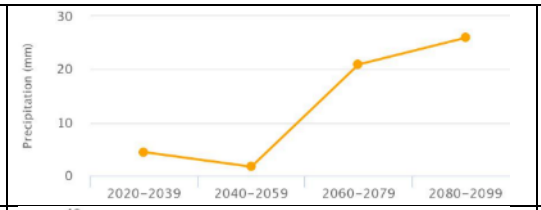
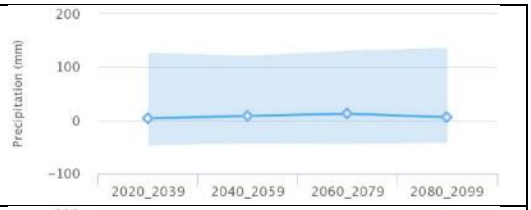
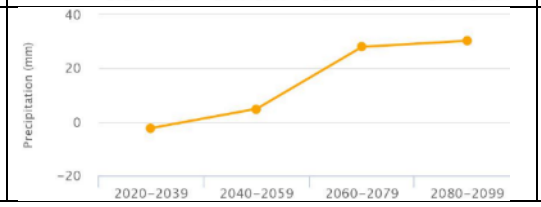
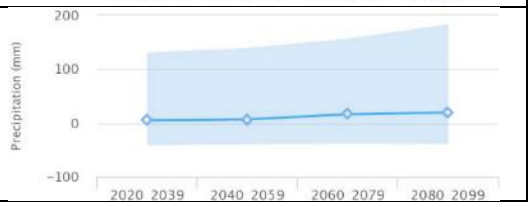


Précipitation maximale sur 24 heures - temps de retour 25 ans

Les variations des précipitations maximales sur 24h (typiquement au cours d'un épisode cyclonique) attendues selon les modèles et scénarios médians sont elles aussi faibles, avec dans la zone du Projet Sahofika des valeurs de l'ordre de 30mm de précipitations supplémentaires sur 24h pour un événement de 25 ans de temps de retour, ce qui représente environ 10% du volume moyen mensuel des précipitations en saison des pluies.

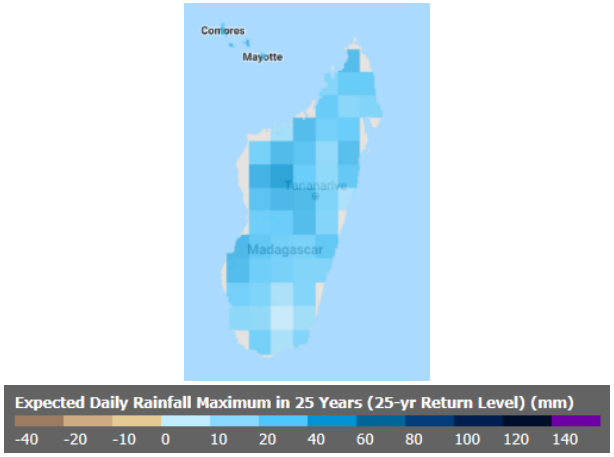
Figure 78 - Changement climatique : évolution attendue des températures mensuelles

	Zone du Projet – 2020-2099	Madagascar – 2020-2099

RCP4.5		
RCP8.5		

Ce résultat est cohérent avec la médiane des projections pour Madagascar, mais il est important de souligner la forte variabilité des résultats des différents modèles à l'échelle de Madagascar, comme le montre la figure suivante, et donc l'incertitude qui touche l'évolution attendue des précipitations extrêmes.

Figure 79 - Changement climatique : évolution attendue des précipitations journalières de temps de retour 25 ans à l'horizon 2099 (RCP8.5)



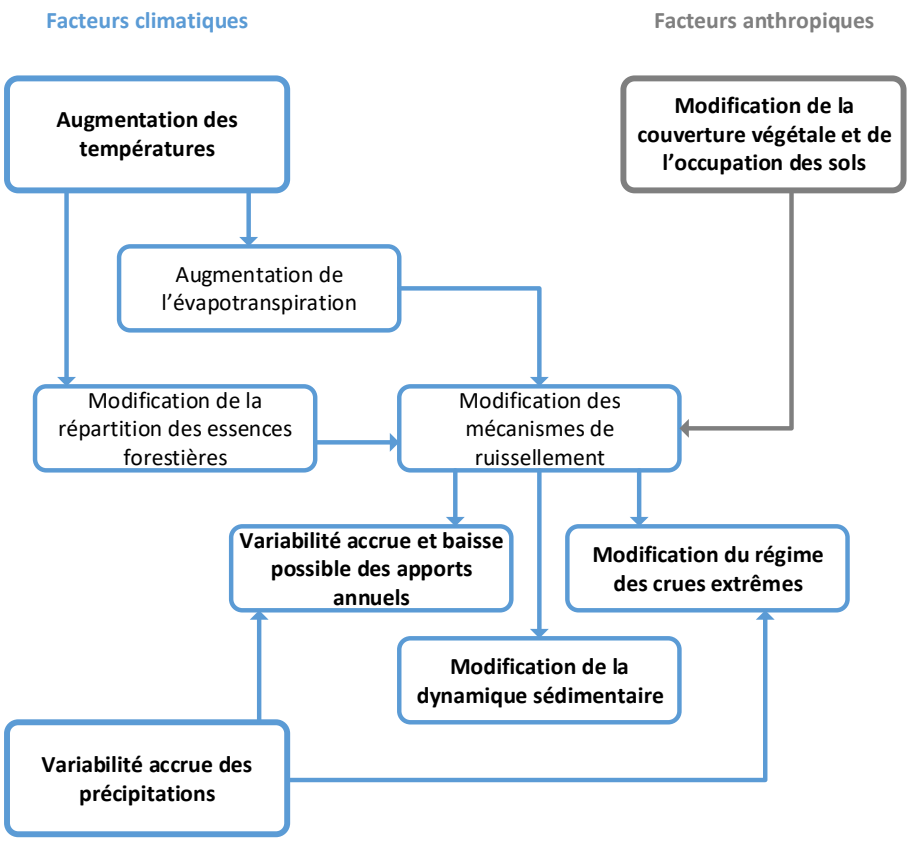
5.6.2.1 Facteurs de changement non-climatiques

Le déboisement et le changement d'utilisation et d'occupation des sols, avec une conversion des zones forestières en zones de culture et le terrassement des bas-fonds pour la culture du riz sont des facteurs très importants de modification des écoulements de surface et donc du régime des crues dans la zone du Projet.

Les surfaces qui ont été déboisées au cours des dernières années dans le bassin versant du Projet sont très importantes et l'on peut supposer que la modification des mécanismes de ruissellement a impactée significativement les dynamiques hydrologiques et sédimentaires de la zone du Projet.

Le déboisement et la conversion des sols est un facteur important à prendre en compte dans l'appréciation des changements pouvant affecter à long terme le Projet Sahofika, sans oublier que ces changements pourraient, par le biais d'initiatives de reboisement, être réversibles.

5.6.2.2 Résumé des changements attendus dans la zone du Projet



5.6.3 Registre et analyse des risques

Le registre suivant liste les facteurs de changement climatique susceptibles de générer des risques dans le cadre du projet Sahofika.

Facteur de risque induit par le changement climatique	**Echelle de temps**	**Conséquence possible**	**Ampleur de l'impact** (faible, significatif, important)	**Probabilité** (possible, probable, certain)	**Risque** (faible, significatif, important)
Baisse des apports naturels moyens du réservoir (évapotranspiration accrue)	Progressif, moyen à long terme	Production d'énergie : peu de conséquences sur la production d'énergie en année moyenne car le réservoir se remplit chaque année	Faible	Certain	Faible
Baisse des apports naturels moyens des affluents à l'aval du barrage, impactant les écosystèmes.	Progressif, moyen à long terme	Le débit réservé est très largement supérieur au débit des affluents et l'Onive ne serait donc pas touchée par une baisse de l'hydraulicité de ces affluents.	Faible	Possible	Faible
Variabilité accrue des apports annuels : augmentation de la fréquence ou de l'intensité des années sèches	Progressif, moyen à long terme	Production d'énergie : conséquences sur le productible et sur la continuité du service	Faible	Certain	Faible
Intensification des phénomènes extrêmes pouvant affecter la sécurité du barrage (crues)	Evénement sporadique	Sécurité du barrage : Crue dépassant la crue de projet anticipée	Important	Possible	Important
Intensification des phénomènes extrêmes pouvant affecter la ligne de transmission électrique (vent)	Evénement sporadique	Transmission de l'énergie : Vent dépassant les critères de dimensionnement de la ligne et perte de la ligne d'évacuation de l'énergie	Significatif	Possible	Significatif
Apport accru en sédiments et baisse de la capacité du réservoir.	Progressif, moyen à long terme	Production d'énergie : peu de risque de réduction significative de la capacité du réservoir, dont les sédiments doivent de toute façon être chassés régulièrement.	Faible	Probable	Faible
Evolution de la répartition des espèces des écosystèmes forestiers causée par l'augmentation de la température	Progressif, moyen à long terme	Impact possible sur les programmes de reboisement, les mesures d'atténuation du Projet, ou sur les écosystèmes du bassin versant.	Significatif	Certain	Significatif
Accroissement de la précarité des populations voisines du Projet du fait des évolutions climatiques	Progressif, court à long terme	Tensions et difficultés sociales aux abords du Projet.	Significatif	Probable	Significatif

5.6.4 Mesure de résilience et d'atténuation du risque climatique

Des mesures de résilience et d'atténuation du risque climatique sont proposées pour chacun des risques identifiés. Lors de la définition de ces mesures, il a été tenu compte de la nature évolutive du risque climatique : d'une part, la connaissance de la zone du Projet Sahofika, et notamment son contexte hydrométéorologique, va considérablement s'améliorer avec la mise en œuvre du Projet. D'autre part, la connaissance des conséquences du changement climatique va également s'améliorer avec le temps.

Les facteurs de risque listés dans le registre des risques (chapitre précédent) qui sont associés à un risque faible sont liés au régime hydrologique et sédimentaire de l'Onive : du fait de leur faible enjeu, ces facteurs de risque ne nécessitent pas pour l'instant de mesure d'atténuation, mais ils doivent faire l'objet d'un suivi et d'une réévaluation régulière.

Pour les facteurs de risque qui sont associés à un risque significatif, des mesures d'atténuation spécifiques sont définies :

- Suivi météorologique pour la ligne de transmission
- Suivi des écosystèmes forestiers du bassin versant
- Sensibilisation des populations de la zone du Projet au risque climatique et intégration d'un objectif de résilience climatique dans les mesures d'accompagnement social du Projet Sahofika (Plan de Développement Communautaire).

Pour le facteur de risque associé à un risque important, à savoir le risque de crue dépassant les prévisions faites pour le dimensionnement du Projet, il est recommandé qu'une modélisation du risque climatique plus fine (réduction d'échelle) soit effectuée durant les études de détail et que l'aménagement soit conçu de façon à pouvoir intégrer un éventuel accroissement futur de sa capacité d'évacuation des crues.

L'ensemble de ces mesures est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 110 – Mesures d'atténuation changement climatique

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Clim01	Modélisation du risque climatique (réduction d'échelle) : calcul de la sensibilité des crues de Projet aux évolutions climatiques attendues, et conception l'aménagement hydroélectrique de façon à pouvoir intégrer un éventuel accroissement futur de sa capacité d'évacuation des crues.	Etudes de détail	EPC
Clim02	Suivi hydrologique journalier des apports de l'Onive	Exploitation	NEHO
Clim03	Suivi sédimentaire hebdomadaire des apports de l'Onive (matière en suspension)	Exploitation	NEHO
Clim04	Suivi sédimentaire annuel de la retenue	Exploitation	NEHO
Clim05	Suivi météorologique au site du barrage	Exploitation	NEHO
Clim06	Suivi météorologique – ligne de transmission : • Définition de deux points de suivi et installation des stations • Exploitation et maintenance des stations	Construction Exploitation	EPC NEHO

Clim07	Sensibilisation des populations de la zone du Projet au risque climatique et intégration d'un objectif de résilience climatique dans les mesures d'accompagnement social du Projet Sahofika (Plan de Développement Communautaire).	Construction et exploitation	NEHO
Clim08	Vérification tous les dix ans des crues de projet, sur la base des données hydrologiques acquises. Suivi des écosystèmes forestiers du bassin versant : sur la base d'images satellitaires, cartographie tous les 10 ans des surfaces boisées et des types de forêts. Vérification de la résilience de l'aménagement conformément au guide de résilience climatique de l'IHA.	Exploitation	NEHO

5.7 Émissions de Gaz à Effet de Serre

5.7.1 Émissions relatives à la construction

Les émissions relatives à la construction ont été estimées sur la base des volumes et quantités nécessaires à la réalisation du Projet. La méthodologie suivie est celle de la banque interaméricaine de développement (IDB, 2012): c'est la méthodologie la plus récente et la plus complète existante. Elle fournit des facteurs d'émissions qui, appliqués aux quantités et volumes du projet (fournis par l'entreprise EPC) permettent de déduire l'empreinte des activités de construction, exprimée en tonnes de CO2eq. Les facteurs d'émission de la dernière version de la base Carbone de l'ADEME ont également été utilisés (ADEME, 2014).

Tableau 111 – Emissions de gaz à effet de serre liées à la construction

Matériaux	Quantité		Empreinte CO2eq		Bilan CO2eq (tonnes)
Déboisement forêt tropicale dense	35	ha	310 200	kgCO2eq/ha	10 857
Béton dosé à 350kg	235 000	m^3	1905	kgCO2eq/m^3	447 675
Béton dosé à 150 kg	245 000	m^3	816	kgCO2eq/m^3	200 025
Déblais meubles	3 800 000	m^3	36.7	kgCO2eq/m^3	139 460
Remblais meubles	2 710 000	m^3	36.7	kgCO2eq/m^3	99 457
Acier (armatures, conduite forcée)	31 200 000	kg	1.1	kgCO2eq/kg	34 320
Carburant	13 600 000	litre	2.7	kgCO2eq/l	36 720
Poste et ligne / aluminium (câbles)	1 500 000	kg	9	kgCO2eq/kg	13 500
Total					**982 014**

Les émissions de gaz à effet de serre liées à la construction représentent une empreinte carbone estimée à 982 014 tonnes CO2eq, soit un ordre de grandeur de 1 millions de tonnes CO2eq.

5.7.2 Émissions relatives au réservoir

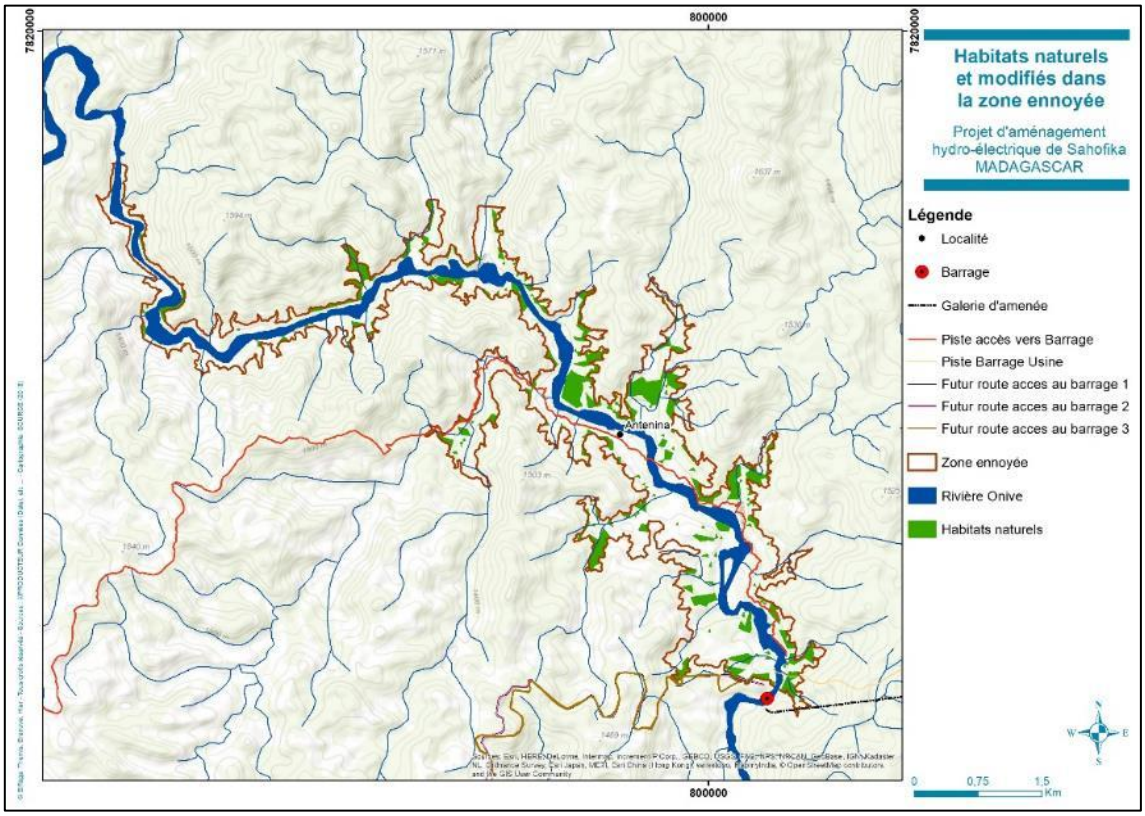
5.7.2.1 Contenu carbone des superficies ennoyées

Les superficies qui, du fait de la création de la retenue, vont être converties en habitat aquatique ont été calculées sur la base de l'imagerie et de la topographie lidar du Projet. Leur contenu carbone a été établi sur la base des données moyennes de l'IPCC (IPCC, 2003).

Tableau 112 - Superficie et contenu carbone des zones noyées

Occupation du sol	Superficie (ha)			Contenu carbone	
	Avant mise en eau	Après mise en eau	variation	tC/ha	tC
Cultures et jachères	616		-616	10	6 160
Foret	145		-145	130	18 850
Eau	129	890	761	0	0
Total	**890**	**890**	**0**		**25 010**

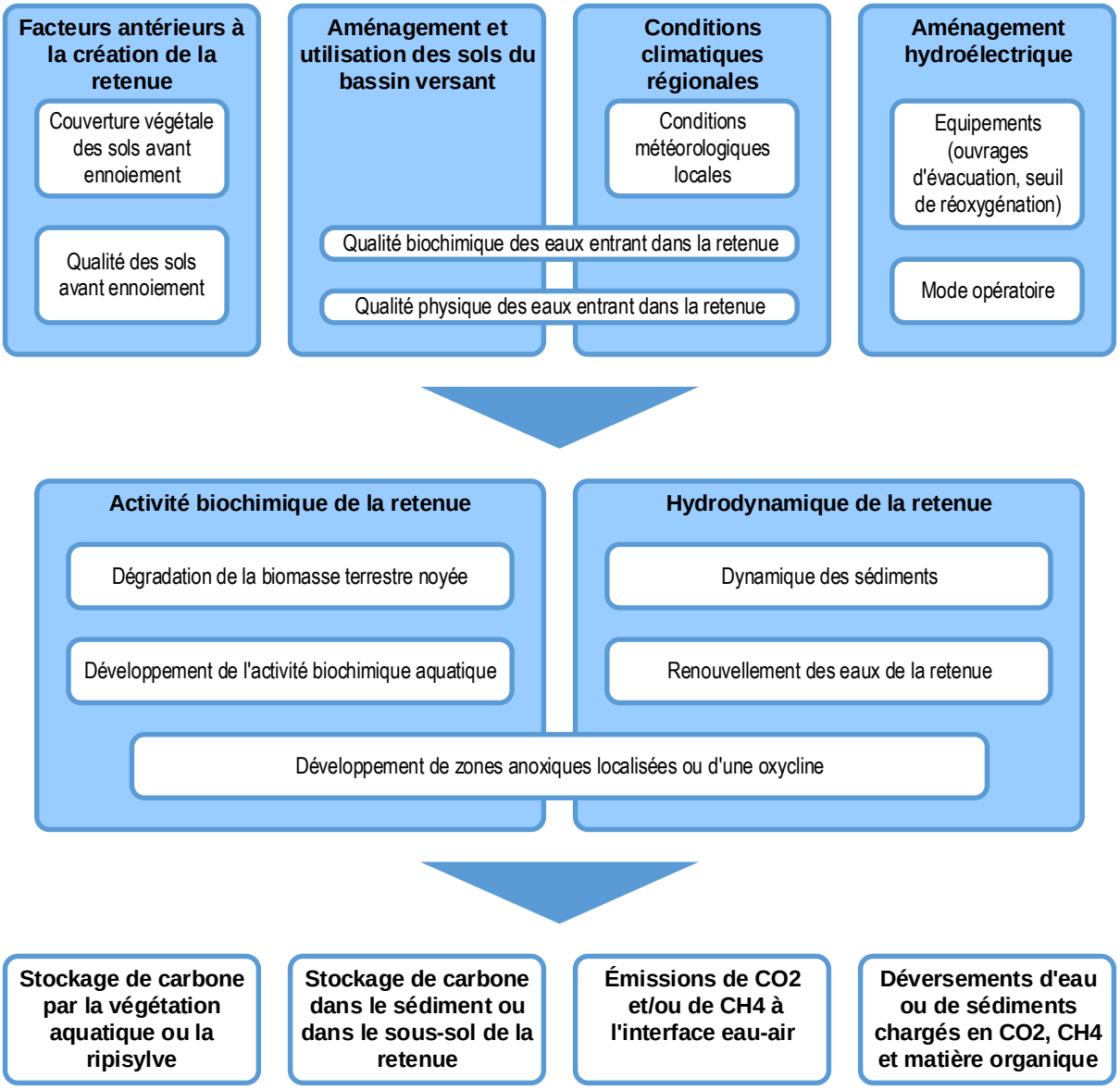
Figure 80 – Carte des habitats naturels et modifiés dans la zone ennoyée



5.7.2.2 Processus de conversion du carbone mobilisable en CO2 et en CH4

Devenir du carbone mobilisable noyé en permanence

Les émissions de gaz carbonique CO2 et de méthane CH4 générées par la création d'un aménagement hydroélectrique tel que celui de Sahofika dépendent d'un ensemble de processus complexes et interdépendants, décrits de façon simplifiée dans le schéma suivant :



Facteurs déterminants

Les facteurs déterminants des futures émissions de GES dans le cas de Sahofika sont les suivants :

La **couverture végétale et la nature des sols** de la zone d'ennoiement avant création de la retenue est le paramètre déterminant des apports en carbone de la retenue à court terme (durant les premières années suivant le remplissage). À plus long terme, c'est la qualité des eaux en provenance de l'amont qui sera le facteur déterminant.

L'hydrodynamique de la retenue déterminera les échanges verticaux entre les couches profondes (les plus susceptibles d'être anoxiques) et les couches superficielles (les plus susceptibles d'être oxygénées) de la retenue, et donc la diffusion des gaz (CO2, CH4 et O2) à l'interface eau-air. L'hydrodynamique de la retenue n'est pour l'instant pas connue précisément, même si les trois phénomènes qui la détermineront sont identifiés :

- La variation de la qualité (physique et biochimique) et du débit des eaux entrant dans la retenue : le brassage induit à l'amont par les apports de l'Onive aura probablement un effet sur quelques kilomètres mais pas sur l'ensemble de la retenue (longue de 13 km). La retenue n'a aucun autre apport significatif capable de générer des brassages à l'échelle de la retenue.
- Le climat local : le cisaillement induit par le vent et l'effet des vagues peuvent favoriser le brassage des eaux de la retenue. Toutefois, la zone du projet est globalement peu ventée : les phénomènes de vent fort qu'elle connaît sont épisodiques et généralement sous forme de rafales à l'approche d'épisodes pluvio-orageux ou lors d'événements cycloniques. Par ailleurs, la profondeur moyenne relativement élevée de la retenue (de l'ordre de 20 m), ainsi que le contour dendritique du réservoir seront peu favorables à un brassage généralisé en profondeur des eaux de la retenue du seul fait des phénomènes de surface.
- L'exploitation du barrage influera d'une part sur la qualité des eaux déversées à l'aval (susceptible de varier en fonction des saisons, selon que le barrage surverse ou pas) et d'autre part sur le marnage.

La séquestration de carbone par les sédiments et dans le sous-sol de la retenue sera due à un ensemble complexe de phénomènes que l'on peut résumer en deux causes :

- La minéralisation du carbone organique disponible du fait de processus biologiques ou chimiques ;
- Le piégeage de carbone organique ou inorganique dans ou sous les sédiments, par absence de voie de migration vers les eaux de la retenue : ce phénomène sera plus intense dans les zones où les sédiments fins seront amenés à s'accumuler pour former une couche peu perméable, capable de retenir des éléments carbonés non solubles, ou d'empêcher la migration des produits de décomposition de la biomasse enterrée.

5.7.2.3 Mode de dégradation aérobie ou anaérobie de la biomasse noyée

Dans le cas de la retenue de Sahofika, le taux de renouvellement des eaux sera très variable au cours de l'année, avec toutefois la certitude d'un renouvellement complet des eaux plusieurs fois par an.

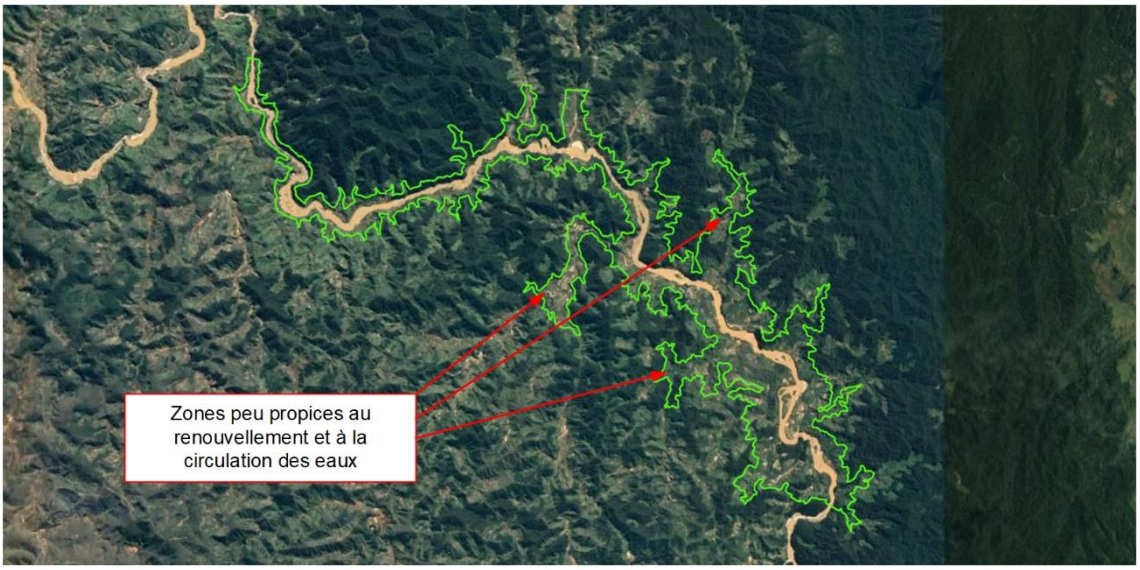
Tableau 113 – Taux et temps de renouvellement des eaux du réservoir (réservoir plein 140 hm³)

Mois	Débit entrant	Taux de renouvellement	Temps de renouvellement complet théorique (jours)
Janvier	194.2	372%	8.3
Février	263.4	504%	6.2
Mars	231.1	442%	7.0
Avril	138.0	264%	11.7
Mai	82.3	157%	19.7
Juin	60.9	116%	26.6
Juillet	48.0	92%	33.8
Août	39.5	76%	41.1
Septembre	33.0	63%	49.1

Octobre	32.8	63%	49.4
Novembre	63.3	121%	25.6
Décembre	130.5	250%	12.4

Etant donné (i) la relativement bonne oxygénation des eaux entrant dans le réservoir mais aussi la demande biologique et chimique en oxygène marquée (voir le Tableau 15), (ii) l'absence dans les conditions actuelles de zones anoxiques et (iii) le temps de renouvellement des eaux variable au cours de l'année, le développement de zones anoxiques dans la future retenue est possible mais devrait rester localisé aux zones où la circulation des eaux sera limitée par la configuration de la retenue. Cela se traduira localement par une décomposition anaérobie de la biomasse noyée et donc par une transformation du carbone décomposé en CO2 et CH4.

Figure 81 – Zones peu propices au renouvellement et à la circulation des eaux



Le tableau ci-dessous présente les principaux enseignements chiffrés de la revue de 29 articles ou publications scientifiques. Ces cas d'étude sont décrits ici à titre de comparaison, et parce qu'ils ont été très bien documentés. Bien évidemment, le Projet Sahofika présente des différences avec ces projets (sa surface boisée noyée est par exemple très inférieure à celle de Petit Saut qui était intégralement boisé), mais la description des phénomènes de génération de gaz à effet de serre qui s'y sont produits sont très intéressants car ils fournissent une indication de ce qui peut être attendu dans lme cadre du Projet.

Il est important de noter que les émissions de GES des réservoirs hydroélectriques ont été calculées pour certaines études à la surface des seuls réservoirs, sans tenir compte des émissions à l'aval. Dans le cas de Petit Saut, la totalité des rejets à l'aval (dégazage et estuaire) ont été pris en compte.

Tableau 114 - Résultats de mesure des émissions de GES de différents réservoirs tropicaux

Etude de cas	Caractéristiques	Emissions
Petit Saut	surface noyée : 300 / 360 km² (moye/max) volume du réservoir : 2.5/3.5 km3 (min/max) profondeur moyenne : 11.3 m temps de séjour moyen : 5.2 mois biomasse noyée : estimée en 1997 à 9.85 MtC profondeur de l'oxycline : 5 à 7 m	cumul 3 premières années (1994-1996) : ► C: 1.1 Mt (82% CO_2, 18% CH_4) ► éqCO2: 9.1 Mt (37% CO_2, 63% CH_4) cumul sur 10 ans (1993-2003): ► C: 2.2 Mt (86% CO_2, 14% CH_4) ► éqCO2: 16.4 Mt (43% CO_2, 57% CH_4) cumul 3 dernières années (2001-2003): ► C: 0.35 Mt (89% CO_2, 11% CH_4) ► éqCO2: 2.3 Mt (51% CO_2, 49% CH_4)
Rosa et Al (2006)	Emission de gaz à effet de serre par 9 réservoirs hydroélectriques au Brésil, entre 3 et 25 degrés de latitude Sud.	Emissions d'éqCO2 par les réservoirs: ► sous forme de CO2: 1558 t/km²/an (min: 62, max 3100) ► sous forme de CH4: 716 t/km²/an (min:80, max: 1800) En omettant les deux cas extrêmes, les équivalents CO2 sont émis pour 73% sous forme de CO2 et pour 27% sous forme de CH4 (96% du carbone relargué sous forme de CO2 et 4% sous forme de CH4)
Barros et Al (2011)	Etude des emissions de CO2 and CH4 sur la base des données issues de 85 réservoirs hydroélectriques situés entre 68°N et 25°S. 141 estimations d'émissions de CO2 et 89 estimations d'émissions de CH4 ont été utilisées.	Emissions de CO_2 en mg C par m² par jour (R^2=0.40): C-CO_2=exp(3.06-0.16 log(age) -0.01 latitude + 0.41 log(DOC)) – 400 Emissions de CH_4 en mg C par m² par jour (R^2=0.53): C-CH_4=exp(1.33-0.36 log(age)-0.32 log(depth)+0.39 log(DOC)-0.01 latitude) âge : en années latitude: en degrés DOC : carbone organique dissous entrant en mgC/m²/jour profondeur moyenne de la retenue en m

Il est également utile de rappeler ici les expériences de décomposition aérobie de la matière organique réalisées sur le barrage de Nam Leuk (Laos):

Type de matière organique	Temps nécessaire pour atteindre 50% de décomposition (jours)
Racines (< 20 mm diamètre)	302
Feuillage	340
Végétation basse	380
Litière	463
Bois mort	1 733
Racines (> 20 mm diamètre)	> 1 733
Troncs	6 932

5.7.2.4 Hypothèses retenues pour le calcul des émissions brutes de GES

Les hypothèses présentées dans le tableau ci-dessous s'appliquent à l'estimation des émissions de GES causées par la dégradation de la biomasse dans la zone noyée au niveau de la retenue normale. Les émissions incluent les gaz en provenance (i) de la

surface de la retenue (pour l'essentiel par diffusion) et (ii) de l'aval de la retenue (dégazage et diffusion). La dégradation de la biomasse souterraine (troncs et racines) et du carbone du sol n'ont pas été pris en compte car ils ne sont déterminants ni à court terme ni à long terme.

Tableau 115 - Hypothèses de dégradation de la biomasse noyée

Type de carbone mobilisable	Hypothèse faite	Base des hypothèses
Biomasse tendre (feuilles, cultures, savanes, herbes)	Part amenée à se décomposer sous forme gazeuse: 100 %	Cette partie de la biomasse correspond à la fraction dont la décomposition sera la plus rapide. Elle est donc la moins susceptible d'être stockée dans le sédiment; nous considérons qu'elle se dégradera intégralement
	Temps de demi-décomposition: 1.5 an	Le temps de décomposition est basé sur les résultats de Nam Leuk (cf. tableau ci-dessus) et de petit saut (temps de demi-décomposition = 2.5 ans)
	Le carbone est émis sous forme de CO2 à hauteur de 80% en moyenne	La part de carbone émis sous forme de CO2 est estimée ainsi: le minimum (75%) correspond à un équilibre (50/50) entre les processus aérobie été anaérobie. Les valeurs sont cohérentes avec les résultats observés à Petit Saut (82%).
Biomasse dure (troncs et branches, partie ligneuse visible)	Part amenée à se décomposer sous forme gazeuse: 50 %	Petit Saut: 42 % de la biomasse totale (noyée et aérienne). Tous les auteurs s'accordent sur le fait qu'une part significative de la biomasse des troncs ne se décompose probablement jamais sous forme gazeuse.
	Temps de demi-décomposition: 20 ans	Nam Leuk: 19,2 ans Petit Saut: 23 ans
	La part du carbone relargué sous forme de CH4 est estimée à 7.5%	Concernant la part de carbone amenée à se décomposer sous forme de CH4, la littérature consultée indique des taux de 4% à 11 %.

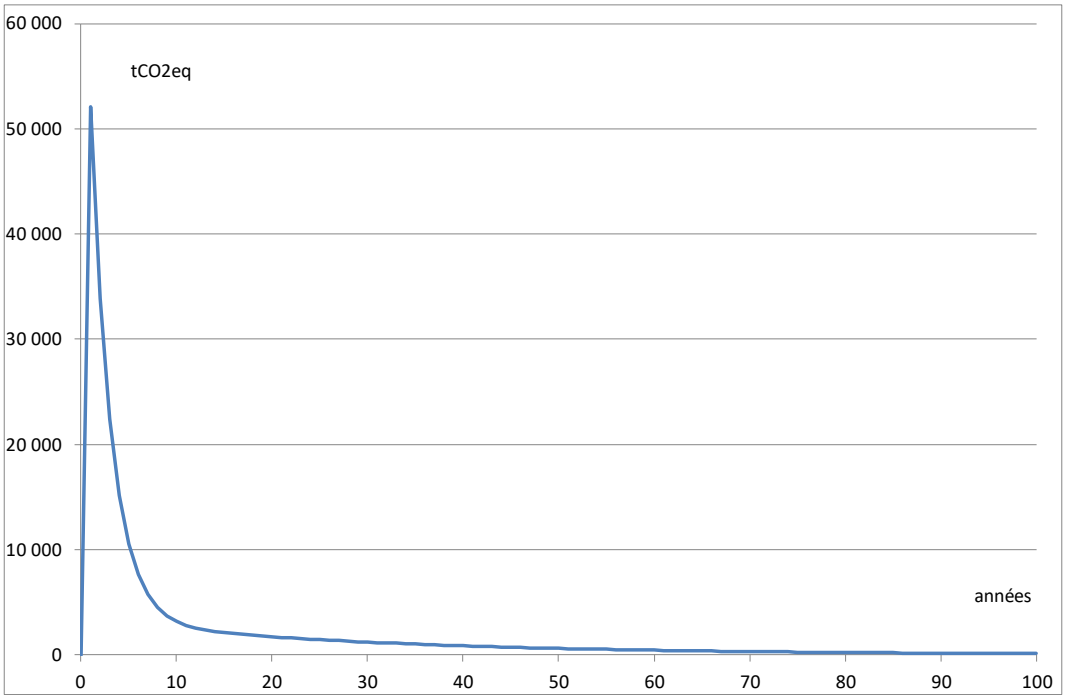
5.7.2.5 Émissions de gaz à effet de serre du réservoir de Sahofika

Les émissions de gaz à effet de serre du réservoir de Sahofika ont été estimées pour une durée de 100 ans. En première approximation les émissions nettes ont été supposées égales aux émissions brutes. Le feuillage a été considéré comme représentant 0,2 % de la biomasse des arbres.

Enfin, les émissions de GES sont estimées en eqCO2 : il a été considéré que le pouvoir de réchauffement du CH_4 sur un cycle de vie de 100 ans est 25 fois supérieur à celui du CO_2.

Comme le montre le graphique suivant, les émissions se concentrent sur les premières années. L'année zéro correspond au déboisement partiel de la retenue. **Les émissions de gaz à effet de serre cumulées sur 100 ans représentent un total de 225 356 tCO2éq**, essentiellement concentré sur les premières années.

Figure 82 – Emissions de GES liées à la décomposition de la biomasse



5.7.3 Comparaison avec d'autres sources d'énergie

Le tableau ci-dessous présente une comparaison des émissions nettes spécifiques à l'aménagement de Sahofika comparée à d'autres sources d'énergie :

Tableau 116 - Émissions de GES comparées avec d'autres sources d'énergie

Source d'énergie	Émissions moyennes gCO2/kWh		
	Trois premières années	10 premières années	100 ans
Charbon	929		
Fuel	760		
Gaz naturel (TAG)	551		
Mix énergétique de Madagascar[6]	464.8		
Sahofika	**23.0**	**10.1**	**1.4**

Le tableau montre que l'aménagement de Sahofika sera dès les premières années très significativement moins émetteur qu'un équivalent thermique (source pour le charbon, fuel et gaz naturel: IPCC).

Sur la base d'un productible annuel moyen de 1570 GWh et en comparaison avec le mix énergétique moyen actuel de Madagascar, **l'aménagement hydroélectrique de Sahofika permettra sur les dix premières années d'éviter 7.14 millions de tonnes de CO2eq**.

[6] Jean-Philippe Praene, Vanessa Rakotoson. Environmental sustainability of electricity generation under insular context : An LCA-based scenario for Madagascar and Reunion island by 2050. International Journal of Engineering Researches and Management Studies, IJERMS, 2017, 2 (4), pp.24-42

5.8 Impacts sur la qualité des eaux

5.8.1 Risque d'eutrophisation du réservoir

Les analyses de qualité des effectuées dans le cadre de l'EIES (voir chapitre 4.1.5) ont mis en évidence une demande biologique et chimique en oxygène marquée, ainsi que des teneurs en nutriments (nitrates et phosphates) suffisantes pour contribuer à d'éventuels phénomènes d'eutrophisation.

A ces nutriments s'ajouteront ceux générés par la décomposition de la biomasse noyée dans le réservoir (voir la description du processus de décomposition de la biomasse dans le chapitre 5.7.2.3). Le renouvellement complet des eaux de la retenue plusieurs fois par an (en moyenne 25 fois par an) permettra d'empêcher une eutrophisation généralisée et durable des eaux de la retenue. Toutefois, le réservoir comporte des zones qui, du fait de leur configuration, seront peu propices au renouvellement et à la circulation des eaux et seront donc plus susceptibles de s'eutrophiser. Ces zones sont dès à présent identifiables (voir la Figure 81) et pourront donc être suivies au cours de la vie de l'aménagement. Afin de minimiser les risques d'eutrophisation, deux actions peuvent être mises en place :

- L'élimination de la végétation dans les zones les plus végétalisées (forêts) avant la mise en eau : les surfaces forestières dans l'emprise du réservoir couvrent une superficie de l'ordre de 145 ha, ce qui représente une surface pouvant être déboisée intégralement au cours des années de construction.
- Le suivi des zones du réservoir peu propices au renouvellement et à la circulation des eaux, en prêtant une attention particulière au développement des espèces aquatiques envahissantes telles que la jacinthe d'eau, présente à Madagascar mais pour l'instant absente de la zone du Projet. Ce suivi consistera en des observations visuelles effectuées de façon trimestrielle dans les zones concernées.

5.8.2 Risque de pollution du réservoir

Les analyses de qualité des effectuées dans le cadre de l'EIES (voir chapitre 4.1.5) ont montré l'absence ou la très faible présence des polluants non organiques (pesticides, métaux lourds) dans les eaux de l'Onive. Par contre, il est probable que la présence ou l'installation de lieux d'habitation à proximité du réservoir génère un risque de pollution des eaux de surface. Afin de prévenir ce risque, une limite de 100m au-delà de la cote des plus hautes eaux du réservoir a été incluse dans le plan d'action de réinstallation, afin d'éviter une proximité trop importante des habitations avec la retenue. Cette limite de 100m jouera aussi un rôle de sécurité, pour éviter que des habitations avec potentiellement des enfants en bas âge ne soient trop proches de l'eau.

Le Projet devra suivre le fait que personne ne s'installe dans cette zone de 100m dans le futur.

5.8.3 Qualité des eaux à l'aval

5.8.3.1 A l'aval du barrage

Les eaux qui seront déversées depuis le barrage auront une qualité variable, selon qu'elles soient déversées par l'évacuateur de crue (eaux de surface oxygénées) ou évacuées par des prises d'eau plus profondes (eaux possiblement moins ou pas oxygénées). La présence de multiples seuils et rapides naturels importants à l'aval du barrage dans le lit

de l'Onive permettra toutefois de réoxygéner et de dégazer rapidement les eaux déversées, et ainsi de rééquilibrer leur teneur en gaz dissous.

Il est anticipé que la qualité biochimique des eaux à l'aval du barrage ne sera pas significativement altérée par l'exploitation de l'aménagement de Sahofika, mais ce point devra être vérifié par le biais d'un suivi de la qualité des eaux, la teneur en oxygène étant le paramètre le plus important.

5.8.3.2 A l'aval de l'usine hydroélectrique

Les eaux qui seront turbinées par l'usine hydroélectrique et reversées dans l'Onive auront une qualité biochimique proche de celle des eaux de la retenue au niveau de la prise d'eau, avec une variation possible des teneurs en gaz dissous au passage dans les turbines Pelton : un dégazage sera possible notamment en cas de formation dans le réservoir d'une oxycline à un niveau supérieur à celui de la prise d'eau. Ce dégazage permettrait de rééquilibrer la teneur en gaz dissous des eaux rejetées, en éliminant les gaz en excès et en réoxygénant l'eau turbinée ce qui serait important pour les écosystèmes aquatiques (si cela s'avérait nécessaire du fait de la formation d'une oxycline haute).

Comme à l'aval du barrage, il est anticipé que la qualité biochimique des eaux à l'aval de l'usine hydroélectrique ne sera pas significativement altérée par l'exploitation de l'aménagement de Sahofika, mais ce point devra être vérifié par le biais d'un suivi de la qualité des eaux, avec ici aussi la teneur en oxygène comme élément le plus important.

5.8.4 Mesures d'atténuation

L'ensemble des mesures d'atténuation liées à la qualité des eaux sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 117 – Mesures d'atténuation "qualité des eaux"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Qeau01	Elimination de la végétation dans les zones les plus végétalisées (forêts) avant la mise en eau (env. 145 ha). La possibilité pour les populations de récupérer les bois dans la zone ennoyée sera étudiée avec la DGEF.	Construction, avant mise en eau	EPC ou NEHO
Qeau02	Suivi visuel et olfactif trimestriel des zones du réservoir peu propices au renouvellement et à la circulation des eaux, en prêtant une attention particulière au développement des espèces aquatiques envahissantes telles que la jacinthe d'eau.	Exploitation	NEHO
Qeau03	Suivi hebdomadaire de la teneur en oxygène des eaux à l'aval de l'usine hydroélectrique (100m à l'aval) et du barrage (500m à l'aval). Suivi mensuel : NO3, PO4, DBO5 et matière en suspension. Suivi annuel (octobre): métaux lourds et pesticides eau et sédiments	Construction: dernière année avant exploitation Exploitation, 1ère et 2ème années	NEHO
Qeau04	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi annuel de la qualité des eaux, sur la base des résultats des deux premières années (Qeau03)	Exploitation, 3ème année et après	NEHO

5.9 Rupture de barrage

5.9.1 Méthode de l'analyse

Les conséquences d'une rupture de barrage ont été évaluées pour les besoins de l'EIES à l'aide des outils suivants :

- Les données topographiques et images satellitaires publiquement disponibles (Google Earth et Opentopomap) ont été utilisées pour connaître la morphologie de la vallée et localiser les villages susceptibles d'être impactés. Les images satellitaires disponibles sont de très bonne qualité et permettent de localiser les villages ou même les maisons isolées jusqu'à l'embouchure du Mangoro dans l'océan. Les données topographiques sont par contre de qualité variable, surtout dans les zones où les cours de l'Onive et du Mangoro sont les plus encaissés. La topographie est le point limitant de l'analyse.
- Une modélisation numérique des écoulements consécutifs d'une rupture du barrage a été effectuée en utilisant un modèle unidimensionnel transitoire HEC-RAS).

La rupture a été modélisée pour les conditions suivantes :

- Réservoir plein à la cote 1335 (200 hm^3 retenus) - conditions de crue centennale ;
- Bassin du Mangoro en crue centennale à l'amont de la confluence Onive-Mangoro. Les débits naturels entrants utilisés pour la modélisation ont été répartis au prorata des superficies des sous-bassins. Ils sont présentés dans le Tableau 118.
- Rupture du barrage avec formation en 6 heures d'une brèche du haut vers le bas, sur toute la hauteur du barrage et sur une largeur en pied de 40m.

Tableau 118 – Débit de base - crue centennale à l'échelle du bassin amont

Rivière	Mangoro à la confluence avec l'Onive	Onive au site du barrage	Apports latéraux entre le barrage et l'usine	Principal affluent de rive gauche de l'Onive avant confluence avec le Mangoro	Principal affluent de rive droite de l'Onive avant confluence avec le Mangoro
Bassin versant (km^2)	5800	4565	97	80	75
Débit (m^3/s)	2962	2331	49	41	38

5.9.2 Description du modèle hydraulique

Le modèle s'étend du barrage-réservoir à l'océan.

Des profils en travers ont été positionnés partout où des villages, hameaux ou habitations isolées proches de l'eau ont été identifiés, comme le montre la figure suivante.

Figure 83 - Exemple de profil en travers au niveau d'un village riverain du Mangoro

La topographie de ces profils a été évaluée sur la base du modèle de terrain numérique de Google Earth, avec les corrections suivantes :

- La largeur du lit a été ajustée pour coïncider à la largeur exacte mesurable sur les images satellite, afin d'obtenir une représentation suffisamment fine du volume d'eau nécessaire à l'étalement latéral de l'onde de crue ;
- Certains profils ont été recalés en altitude par interpolation, notamment dans les sections étroites situées entre des zones plus larges, ou le krigeage utilisé par le modèle de terrain avait tendance à faire remonter puis redescendre la rivière.

Une bathymétrie standardisée a été utilisée pour chaque profil en travers : 1 mètre de profondeur à 10m du bord et 3m de profondeur au centre de la rivière.

Les conditions hydrauliques amont et aval suivantes ont été utilisées :

- Loi hauteur-volume du Projet Sahofika pour le réservoir amont
- Niveau d'eau égal à zéro à l'arrivée dans l'océan.

Les pertes de charges linéaires ont été calculées pour un coefficient de Manning partout égal à 0.05, et un calcul en écoulement stationnaire avec le débit moyen de l'Onive et du Mangoro a été utilisé pour vérifier que ce coefficient ne donnait pas de résultats absurdes (niveaux d'eau trop faibles ou trop élevées par rapport aux limites du lit).

Les coefficients de contraction et d'expansion par défaut ont été conservés (0.1 et 0.3), et la précision des calculs a été portée à 1 mm pour les lignes d'eau et 0.001 m^3/s pour les débits.

5.9.3 Résultats et analyse de sensibilité

La modélisation numérique a permis de mettre en évidence les résultats suivants :

- Du fait de la forte pente, les phénomènes gravitaires jouent un rôle important (le nombre de Froude est souvent supérieur à 1) : en conséquence, le barrage se vide rapidement et l'onde de crue se déplace vite en s'étalant peu sur la longueur du trajet. L'onde de crue se ressent au niveau de l'océan (à 140 km du barrage) 9 heures et 15 minutes après le début de la rupture, et y atteint son pic 2.5 heures plus tard, soit 11 heures et 45 minutes après la rupture. Cela représente une vitesse moyenne de 15.1 km/h (4.2 m/s).
- Une crue centennale ayant été prise comme condition initiale, la modélisation a mis en évidence le fait que plusieurs zones habitées étaient possiblement exposées à l'inondation pour cette crue, avant même le passage de l'onde de rupture du barrage. Les résultats présentés ci-après tiennent compte de cet état de fait.
- Le passage d'une onde de rupture de barrage est rapide (quelques heures) et du fait de la clémence du climat à Madagascar, l'urgence pour éviter des victimes consisterait essentiellement en cas de rupture à mettre les personnes à l'abri.
- Les seules infrastructures stratégiques susceptibles d'être impactées sont le pont et l'usine hydroélectrique du Projet.

Le Tableau 119 et la Figure 85 présentent les 47 sites habités identifiés entre le barrage et l'océan, et leur niveau d'exposition à une crue centennale ou à une rupture du barrage (un lieu habité a été considéré exposé à un épisode de crue s'il était situé à moins de 5 m au-dessus de la ligne d'eau) : notez qu'il s'agit de résultats préliminaires produits pour les besoins de l'EIES et qui devront être confirmés par une modélisation plus précise lors de la réalisation du Projet Sahofika.

La Figure 84 montre un exemple de village, Ambinanisahasaty (profil 90741) installé sur les deux rives du Mangoro et qui est probablement exposé dès la crue centennale. Cet exemple illustre le fait que, dans la plupart des cas, les villages sont en coteau et les habitations ne sont pas toutes également exposées ou protégées.

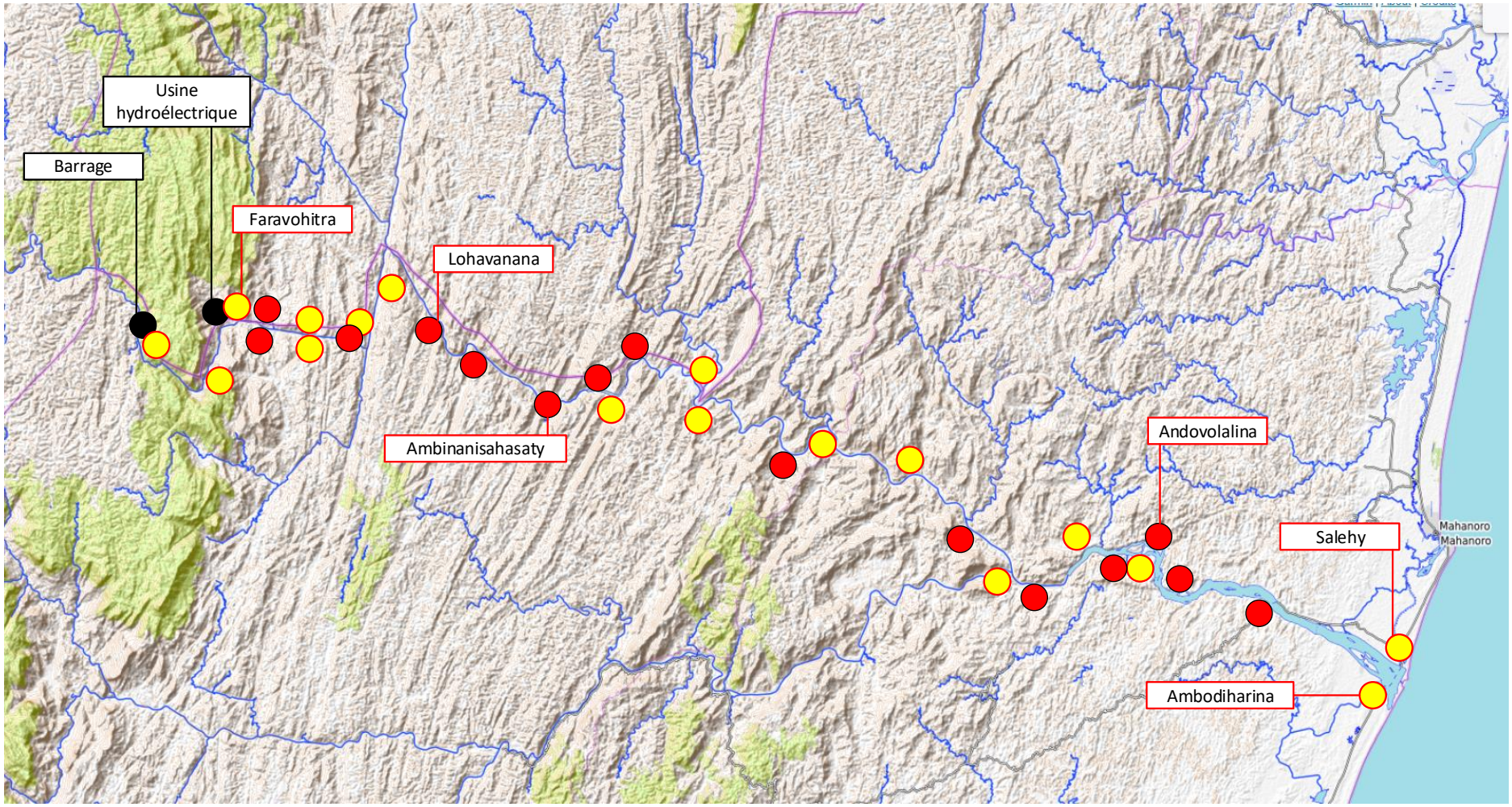
Figure 84 – Exemple de village probablement exposé dès la crue centennale

Tableau 119 – Exposition des villages aval à une crue centennale et à une rupture du barrage

Profil (km)	Rive gauche		Rive droite		Cote de l'eau (m)			Habitations possiblement exposées en cas de :
	Nom	Altitude (m)	Nom	Altitude (m)	Conditions normales	Crue centennale	Maximum en cas de rupture de barrage	
143580	Barrage							
141853	Maison isolée	1291			1278	1282	1288	Rupture de barrage
140696			Maison isolée	1300	1268	1270	1276	
136083			Maison isolée	1088	1060	1064	1069	
134974			Maison isolée	1015	1006	1009	1013	Rupture de barrage
129077	Faravohitra	612			603	607	614	Rupture de barrage
127090	Hameau 32	602	Hameau 33	602	598	603	610	Crue centennale ou rupture de barrage
121811	Hameau 30	572	Hameau 31	573	562	566	575	Rupture de barrage
120373			Hameau 29	588	557	563	571	
118903	Atanambao	559	Atanambao		550	559	567	Crue centennale ou rupture de barrage
117612			Hameau 28	560	548	554	562	Rupture de barrage
113429	Hameau 27	559			545	551	558	
107563	Hameau 26	561				547	552	
105280			Hameau 25	554	535	542	546	
104298			Lohavanana	541	533	537	541	Crue centennale ou rupture de barrage
97702			Hameau 24	440	433	439	442	
90741	Ambinanisahasaty	369	Ambinanisahasaty	373	361	365	369	
85919	Hameau 23	352			348	355	359	
85483			Hameau 22	362	347	354	359	Rupture de barrage
82119	Hameau 21	351			344	347	350	Crue centennale ou rupture de barrage
79537	Hameau 20	329			315	318	322	
76427			Hameau 19 (promontoire)	317	300	307	312	Rupture de barrage
74237			Hameau 18	316	299	302	305	
69856	Hameau 16	280	Hameau 17	278	260	265	268	

Profil (km)	Rive gauche		Rive droite		Cote de l'eau (m)			Habitations possiblement exposées en cas de :
	Nom	Altitude (m)	Nom	Altitude (m)	Conditions normales	Crue centennale	Maximum en cas de rupture de barrage	
65067	Hameau 15	251			236	239	243	
62242			Hameau 14	231	220	228	234	Crue centennale ou rupture de barrage
58259			Hameau 13	230	216	221	225	Rupture de barrage
54081	Hameau 12	176			158	161	162	
51308	Hameau 11	127			110	115	118	
48341	Hameau 10	88			76	80	84	Rupture de barrage
41242			Hameau 9	68	59	67	71	Crue centennale ou rupture de barrage
37763	Hameau 8	84			53	59	63	
36250			Hameau 7	63	48	54	58	Rupture de barrage
34474			Hameau 6	50	44	50	54	Crue centennale ou rupture de barrage
29050	Hameau 5	43			32	36	39	Rupture de barrage
26361			Hameau 4	33	27	30	33	Crue centennale ou rupture de barrage
23464	Andovolalina	31			23	28	31	
22469			Hameau 3	33	22	26	30	Rupture de barrage
19149	Hameau 1	23	Hameau 2	24	16	20	23	Crue centennale ou rupture de barrage
10855	traversée	12	traversée	12	6	10	12	
4371	Betsizaraina	15			1	4	6	
0	Salehy	6	Ambodiharina	6	0	1	2	Rupture de barrage
	Océan							

Figure 85 – Exposition des villages aval à une crue centennale et à une rupture du barrage



Village exposé à la crue centennale et à l'onde de rupture du barrage

Village exposé à l'onde de rupture du barrage mais pas à la crue centennale

Nota: sur la Figure 85, les villages cités dans le Tableau 119 mais qui ne sont pas exposés à l'onde de rupture de barrage ne sont pas indiqués pour des questions de lisibilité.

Une analyse de sensibilité des résultats du modèle hydraulique a été conduite, en modifiant (i) le coefficient de rugosité de Manning, et (ii) en simulant des ruptures deux fois plus lentes ou deux fois plus rapides. Les résultats de cette étude de sensibilité sont présentés dans le Tableau 120 :

Tableau 120 – Analyse de sensibilité du modèle de rupture de barrage

	Modèle utilisé (Manning = 0.05 et rupture en 6h)	Modèle avec Manning = 0.04	Modèle avec rupture en 12h	Modèle avec rupture en 3h
Début de l'arrivée de l'onde à Faravohitra	1h 00'	1h 00'	1h 40'	0h 45'
Arrivée du pic de l'onde à Faravohitra	4h 30'	4h 25'	8h 40'	2h 25'
Fin de l'onde à Faravohitra	16h 40'	16h 40'	20h 30'	14h 50'
Cote maximale de l'eau à Faravohitra	614.12 m	612.93 m	612.72 m	614.95 m
Débit de pointe à Faravohitra	+ 8 503 m^3/s	+ 8 546 m^3/s	+ 5 995 m^3/s	+ 10 263 m^3/s
Début de l'arrivée de l'onde à l'océan	9h 15'	8h 50'	11h 15'	7h 55'
Arrivée du pic de l'onde à l'océan	11h 45'	10h 50'	15h 30'	9h 55'
Fin de l'onde à l'océan	22h 20'	23h 40'	30h	20h 30'
Débit de pointe à l'océan	+ 6 232 m^3/s	+ 6 477 m^3/s	+ 4 972 m^3/s	+ 6 806 m^3/s

Note : La rupture du barrage commence à 0h 00'. Le débit de pointe indiqué est celui qui vient en plus du débit de crue centennale de base.

L'analyse de sensibilité du modèle hydraulique de rupture du barrage montre :

- Une influence marquée de la vitesse de rupture du barrage sur la vitesse et le pic de l'onde de crue à l'aval. La vitesse de rupture du barrage reste cependant un paramètre qu'il n'est pas possible d'évaluer précisément, car il dépend d'éléments déclencheurs qui ne sont par nature pas anticipés (faiblesse géologique, erreur humaine, etc…).
- Une influence limitée des différents scénarios sur les variations de niveau.

La plus importante incertitude perçue lors de la préparation et de l'utilisation du modèle hydraulique est celle liée à la topographie, notamment l'altitude exacte des maisons les plus exposées par rapport au lit de la rivière. C'est essentiellement ce point qui nécessitera d'être vérifié sur le terrain lors de la préparation du plan d'urgence relatif au barrage.

5.9.4 Mesures d'atténuation

L'analyse de rupture de barrage a montré la présence de 46 zones habitées situées à l'aval du barrage, entre celui-ci et l'océan. Sur ces 46 lieux, 13 ne seraient probablement pas exposés à une rupture du barrage, 16 seraient exposés à une rupture du barrage, mais pas à une crue centennale, et enfin, 17 seraient probablement exposés à une rupture du barrage, et à une crue centennale : ces chiffres sont indiqués en utilisant le conditionnel, car un modèle affiné de rupture de barrage devra être réalisé (avec des visites de sites) pour confirmer l'exposition réelle des villages.

En l'absence de structure de sécurité civile dans le pays, le Projet mettra en place un système d'alerte qui devra permettre aux populations concernées de s'abriter en cas de crue exceptionnelle, que celle-ci soit naturelle ou causée par un dysfonctionnement ou une rupture du barrage. Le risque supplémentaire causé par une potentielle rupture du barrage sera ainsi compensé par une réduction de l'exposition des populations aux crues naturelles. Ce système d'alerte nécessitera un moyen de communication : le Projet optera pour une solution de type VHF (ou équivalent), permettant de combiner système d'alerte et désenclavement des populations grâce à la possibilité d'échanges vocaux.

L'ensemble de ces mesures est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 121 – Mesures d'atténuation "rupture de barrage"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Rupt01	Visite de tous les lieux habités exposés à l'aval, en tenant compte de la remontée possible des eaux dans le Mangoro à l'amont de la confluence avec l'Onive. Vérification de la topographie locale, des cotes de crues historiques, de l'altitude des maisons par rapport au lit de la rivière et de la présence de sites de refuge facilement accessibles à pied.	Construction, avant mise en eau	EPC
Rupt02	Modèle hydraulique de crue décennale, centennale et de rupture du barrage, basé sur le projet détaillé et la visite de terrain. Identification des villages exposés et des sites de refuge possibles.	Construction, avant mise en eau	EPC
Rupt03	Préparation d'un plan d'intervention d'urgence selon le modèle défini dans l'EIES.	Construction, avant mise en eau	EPC
Rupt04	Mise en place des éléments opérationnels du plan d'intervention d'urgence, notamment l'information et la formation des villageois, les moyens de communication et d'alerte des villages concernés (VHF ou antennes de téléphonie), et le marquage des zones de refuge dans les villages concernés.	Construction, avant mise en eau	EPC
Rupt05	Exploitation et maintenance du système de communication décrit dans l'action Rupt04.	Exploitation	NEHO
Rupt06	Tous les dix ans : vérification et mise à jour du plan d'intervention d'urgence.	Exploitation	NEHO

5.9.5 Contenu du plan d'intervention en cas d'urgence

5.9.5.1 Causes envisageables

Le Plan d'Intervention en cas d'Urgence (PIU) qui sera préparé préalablement au remplissage de la retenue aura pour but de définir les mesures à mettre en œuvre par NEHO en cas de situation d'urgence risquant d'impacter des populations à l'aval, et nécessitant par conséquent une information ou une intervention des services de la protection civile.

Les situations d'urgence pertinentes dans le contexte du Projet sont les suivantes :

- Déversement par l'aménagement de Sahofika d'un débit égal ou supérieur à la crue décennale sans risque de rupture du barrage, pour l'une des raisons suivantes :
  - Crue naturelle
  - Abaissement du réservoir pour une raison d'urgence technique
- Déversement (ou risque de déversement) par l'aménagement de Sahofika d'un débit excédant la capacité des évacuateurs de crue, avec risque de rupture du barrage, pour l'une des raisons suivantes :
  - Perte d'intégrité du barrage ou de ses organes
  - Débit entrant supérieur à la capacité d'évacuation du barrage de Sahofika

Chacune de ces situations d'urgence fera l'objet d'une modélisation permettant d'apprécier les conséquences à l'aval d'un tel événement.

5.9.5.2 Structure du plan d'intervention en cas d'urgence de Sahofika

Le PIU sera préparé en conformité avec les recommandations du CIGB (ICOLD, 2017).

Le PIU sera constitué de trois documents :

Tableau 122 - Contenu du Plan d'Intervention en Cas d'Urgence

	Contenu minimum	Vie du document
Analyse des risques	• Scénarios types pouvant générer une situation d'urgence (brèche, déversement exceptionnel…) • Modélisation de l'onde aval pour chaque scénario ainsi que pour des crues naturelles décennales ou centennales • Cartographie pour chaque scénario de la progression et de l'ampleur de l'onde d'inondation et des zones habitées impactées	Document interne destiné à la préparation des PIU interne et externe. Révision tous les dix ans.

PIU interne	a. Nom ou fonction des personnes de NEHO habilitées à déclencher des procédures d'urgence et de la personne responsable des mesures d'atténuation sur le site du barrage et de leur coordination ; b. Nom, fonction et contact des personnes de NEHO habilitées à contacter les villages à l'aval pour leur ordonner de rejoindre les sites de refuge ; c. Nom ou fonction du responsable des liaisons avec les autorités Malgaches ; d. Noms et contacts des représentants des autorités Malgaches à contacter en cas de situation d'urgence ; e. Pour chaque scénario (cf. analyse des risques), description des mesures à prendre en interne pour maîtriser cette situation ou cet événement et pour en limiter les conséquences, cette description devant s'étendre à l'équipement de sécurité et aux ressources disponibles ; f. Mesures visant à limiter les risques pour les personnes se trouvant sur le site de l'aménagement hydroélectrique, y compris système d'alerte et conduite à tenir lors du déclenchement de l'alerte ; g. Dispositions prises pour que, en cas d'incident, les autorités Malgaches soit informées rapidement, type d'informations à fournir immédiatement et mesures concernant la communication d'informations plus détaillées au fur et à mesure qu'elles deviennent disponibles ; h. Au besoin, dispositions prises pour former le personnel aux tâches dont il sera censé s'acquitter et, le cas échéant, coordonner cette action avec les services d'urgence externes ; i. Dispositions d'urgence visant à soutenir les populations ayant perdu leurs habitations.	Document interne Revue tous les ans Révision tous les dix ans
PIU externe	a. Nom, fonction et contact des personnes de NEHO habilitées à contacter les autorités Malgaches pour déclencher des procédures d'urgence ; b. Plan et description technique de l'aménagement de Sahofika ; c. Description des scénarios d'urgence et cartographie pour chaque scénario de la progression et de l'ampleur de l'onde d'inondation (cf. analyse des risques) ; d. Dispositions visant à soutenir les mesures d'atténuation prises sur le site.	Document destiné aux autorités Malgaches Révision tous les dix ans ou à la demande des autorités Malgaches

6 Évaluation et atténuation des impacts sociaux

6.1 Zone d'influence sociale détaillée

La zone d'influence sociale détaillée du Projet est décrite dans le tableau suivant.

Tableau 123 – Zone d'influence du projet et les impacts identifiés

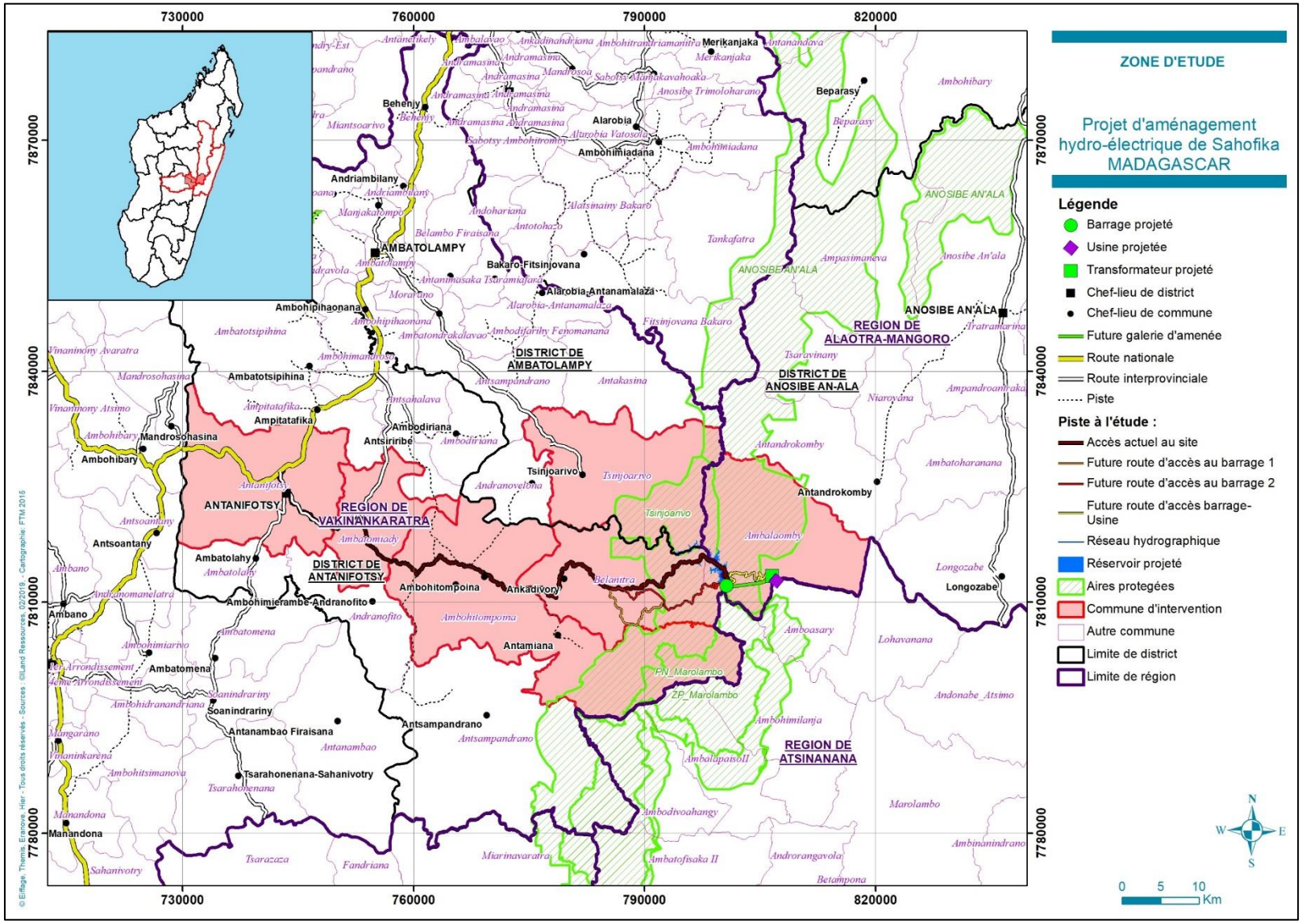
Type d'impact	Zone d'influence
Trafic : impacts liés à la circulation des véhicules et des personnes	Piste d'accès principal entre Antanifotsy et Antenina en passant par Belanitra Axes piétonniers entre Antenina et Faravohitra
Nuisances : impacts liés aux bruits et poussières causés par le Projet	Villages et habitations isolés d'Antenina à Faravohitra Villages situés le long de la piste principale d'Antanifotsy à Antenina
Afflux de personnes/emploi local : impacts et risques liés à l'afflux de personnes et à l'emploi local	Afflux : Villages et terrains proches des chantiers de construction (Antenina et Faravohitra). Emploi : population des villages impactés et les chercheurs d'emploi venant de l'extérieur de la zone impactée.
Santé et sécurité : risques pour la santé et sécurité des populations et des travailleurs	Toutes les communes impactées par le projet dans les trois (3) districts : Antanifotsy, Ambatolampy, Anosibe An'ala
Patrimoines : impacts sur le patrimoine culturel matériel et immatériel	La zone autour du barrage et de la retenue, la Centrale et les infrastructures connexes Le long de la piste entre Antanifotsy et Antenina
Usage des ressources naturelles : impacts sur l'accès aux ressources naturelles (eau, rivière, PFNL, bois d'œuvre, faune/flore sauvage, services écosystémiques)	Ressources naturelles liées à la rivière Onive et à ses rives (de l'amont de la retenue à l'aval de l'usine), et aux milieux traversés par le projet entre Antenina et Faravohitra. La forêt
Risques spécifiques aux personnes vulnérables ;	Toutes les communes impactées par le projet dans les trois (3) districts : Antanifotsy, Ambatolampy, Anosibe An'ala
Risques spécifiques aux femmes (approche genre)	Toutes les communes impactées par le projet dans les trois (3) districts : Antanifotsy, Ambatolampy, Anosibe An'ala

La zone d'influence des sites d'implantation du projet d'aménagement hydroélectrique de Sahofika s'étant sur les entités administratives suivantes :

- Six (6) communes : Belanitra, Tsinjoarivo, Ambalaomby, Ambatomiady, Ambohitompoina et Antanifotsy
- Trois (3) districts : Antanifotsy, Ambatolampy et Anosibe An'Ala
- Deux (2) régions : Vakinankaratra et Alaotra Mangoro

La carte ci-après présente l'étendue de la zone d'analyse des impacts sociaux

Figure 86 – Carte de la zone d'analyse des impacts sociaux



6.2 Description des sources d'impacts sur le milieu humain

Les impacts physiques décrits dans le chapitre 5 sont les sources initiales des impacts sociaux décrits ci-après.

6.2.1 Construction/amélioration des routes d'accès

La construction et l'amélioration de routes entraînent durant la phase de travaux un certain nombre de risques sociaux (risques d'accidents, nuisances, ou gênes) qui sont liés essentiellement aux activités des engins de construction que l'on va retrouver sur les routes aménagées.

Le transport de déblai et de remblai, les travaux d'épandage de matériaux et de compactage nécessitent des engins qui se retrouvent rarement sur les routes de la région.

6.2.2 Approvisionnement du chantier

Le transport des équipements et matériaux qui se fera sur les routes réhabilitées ou créées entraînera des risques pour les usagers de la route. Le trafic va augmenter significativement sur certaines sections par rapport à la situation actuelle. Par ailleurs, plusieurs chargements exceptionnels devront être acheminés jusqu'au barrage.

6.2.3 Présence de la base-vie et du chantier

Un minimum de deux bases-vie seront construites : une dans la zone du barrage et une autre dans la zone de l'usine. La présence des bases vie et du chantier va attirer des populations à la recherche d'un emploi ou ayant des services ou des produits à vendre.

La présence de travailleurs allochtones de différentes cultures générera des risques, par exemples de troubles sociaux ainsi que de transmission de maladies diverse.

6.2.4 Construction de l'aménagement hydroélectrique

La construction de l'aménagement hydroélectrique va entraîner une circulation intense autour des sites de chantier, et de nombreuses nuisances (bruit, poussière…) durant les 54 mois de la phase de de construction.

6.2.5 Mise en eau du réservoir

La création du réservoir entraînera l'ennoiement de zones habitées et cultivées: Il s'agit sur le plan socio-économique du principal impact négatif du Projet. Ces aspects sont traités dans le Plan d'Action de Réinstallation (PAR) qui complète la présente EIES. Dans le cadre du présent rapport, seuls les impacts sociaux autres que ceux liés à la perte de terres, de moyens de subsistance ou de lieux d'habitation sont traités.

6.2.6 Exploitation de l'aménagement hydroélectrique

Les impacts lors de la phase d'exploitation seront essentiellement liés aux questions de sécurité du public: trafic sur les pistes créées, impacts hydrauliques à l'aval, accès au réservoir….

Les sources d'impacts peuvent être énumérées comme suit à titre indicatif suivant les différentes phases du projet :

Tableau 124 - Les sources d'impacts potentielles suivant les différentes phases du projet

PHASE DE PROJET	SOURCE D'IMPACTS
PHASE DE PRÉPARATION	La phase de préparation est déjà grandement avancée et les premières sources d'impact ont déjà pu être identifiées : Présence de travailleurs Demande de biens et de service Enquête et investigations Processus des informations et de consultation : rencontre individuelle et en groupe
PHASE DE CONSTRUCTION	Travaux de génie civil Débroussaillage, Décapage et terrassement Déblais et remblais Travaux d'aménagement et de création des voies d'accès Construction des Bases-vie des travailleurs migrants et leur exploitation Afflux de population et accès à l'emploi local Transport d'équipement et de matériel lourd Grue, Camion-benne et Compacteur Matériaux et équipements pour la conduite forcée et la cheminée Transport de matériaux de construction Ciment pour la construction du barrage Matériaux de construction pour les bâtiments Matériaux de construction pour les routes Déplacements du personnel Mise en eau (remplissage du réservoir)
PHASE D'EXPLOITATION	Création du Réservoir Installations en bordure du réservoir Modification du régime et de la qualité des eaux Marnage du réservoir Protection et sécurité des installations Transport de matériel et circulation du personnel

L'ensemble des procédures liées à l'acquisition des trerres et à la compensation des pertes de moyens de subsistance sont décrites dans Plan d'Action de Réinstallation (PAR) qui complète la présente EIES.

Afin d'éviter des incidents liés à la conduite de travaux dans des zones n'ayant pas été acquises ou compensées par le Projet, il sera important que l'EPC mette en place une procédure d'entrée dans les terrains, incluant une validation et un marquage des zones libérées et accessibles au Projet, et une formation des personnels susceptibles d'entrer dans de tels terrains.

Tableau 125 - Risques et mesures d'atténuation "entrée dans les terrains"

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Exécution de travaux ou d'activités dans des terrains n'ayant pas été acquis ou libérés des droits	Faible	Entr01	Mise en place une procédure d'entrée dans les terrains, incluant une validation et un marquage des zones libérées et accessibles au Projet, et une formation des personnels susceptibles d'entrer dans de tels terrains	Avant et pendant la construction	EPC

6.3 Enjeux, opportunités et risques sociaux

Les principaux enjeux et risques en lien avec la mise en œuvre du projet sont définis ci-après :

6.3.1 Routes: désenclavement et sécurité des communautés

Pendant la phase de construction, les voies d'accès qui mènent à la zone du projet, à savoir entre Antanifotsy et le barrage / Centrale, seront utilisées par des véhicules lourds ce qui n'est pas le cas actuellement. La présence soutenue de ces véhicules sur les routes entraînera des risques d'accident.

En dehors des véhicules du projet, la route une fois réhabilitée incitera d'autres véhicules à pratiquer cette piste et par conséquent, augmentera la densité des trafics. La population locale n'étant pas habituée à ce genre de trafics, les risques d'accidents peuvent devenir plus importants.

L'accès routier qui sera créé de Belanitra à Faravohitra va jouer un rôle de désenclavement très important, notamment pour les populations proches de l'usine hydroélectrique. Toutefois, en phase de construction comme en phase d'exploitation, le trafic public sur cette piste devra être régulé, pour des raisons touchant à (i) la sécurité routière, (ii) la traversée de deux aires protégées (Marolambo NP et NAP de Tsinjoarivo), et (iii) la responsabilité générale du concessionnaire en tant que propriétaire de la piste.

6.3.2 Autosuffisance alimentaire

Environ 890 hectares de terres seront noyés par la formation du réservoir, dont environ 30 % de terres agricoles utilisées par les personnes affectées par le réservoir. Les bas-fonds dans la zone du réservoir sont utilisés pour la culture du riz et autre produit de consommation courante. La disparition de cette zone entraînera une perte de moyens de subsistance qui est traitée dans le cadre du PAR.

6.3.3 Pression sur les aires protégées

La perte de terres agricoles risque d'entraîner des pressions supplémentaires sur les aires protégées notamment du fait que :

Les personnes qui ne sont pas déplacées dans le cadre du PAR pourraient chercher des sites de productions agricoles qui correspondent à leurs habitudes de production. Ces sites de production sont souvent les forêts.

Le réservoir nouvellement créé permettra d'accéder à des zones protégées par des pirogues et des barques ce qui pourra entraîner une pression accrue sur ces dernières

La construction / réhabilitation des pistes entraînera un afflux migratoire, avec un risque accru pour les aires protégées, les nouveaux arrivants sans emploi pouvant avoir tendance à se rapprocher de la forêt pour avoir plus de facilités d'accès à des ressources.

6.3.4 Gestion du foncier

La grande majorité des personnes exploite les terres sans aucun droit foncier. Le Projet va pour sa part sécuriser le foncier des terrains sur lesquelles seront bâtis ses infrastructures.

De façon à protéger les populations déplacées, le projet assurera également la sécurisation foncière des sites de réinstallation pour le compte des personnes déplacées de façon à ce que ces dernières puissent avoir une pleine jouissance de ces terres. L'ensemble de ses activités risquent de fragiliser la situation foncière des personnes non déplacées qui seront seules sans titre foncier.

6.3.5 Marché des produits locaux

Du fait de la perte de sites de production, de la perturbation des transports sur les routes menant aux différents sites de production, de la demande plus élevés du fait de la présence des travailleurs, de la monétisation de l'économie locale du fait de la création d'emplois, mais également de la présence des migrants qui viendront dans la zone pour chercher du travail, une augmentation sensible des prix des produits locaux est anticipée.

6.3.6 Stabilité sociale

Plusieurs systèmes de production locaux seront déstabilisés de façon temporaire ou permanente. Des conflits pourraient voir le jour entre les personnes qui seront déplacées et les personnes qui ne le seront pas, mais également entre les populations autochtones et allochtones et les nouveaux arrivants (chercheurs d'emploi, commerçants de toute sorte, vente de services, etc.).

L'utilisation du réservoir pourrait également devenir une source de conflit: il est fort possible que des populations habituées à la pêche sur des plans d'eau migrent vers le réservoir pour y développer leurs activités.

Les pouvoirs traditionnels locaux pourraient également être mis à mal du fait que le projet en phase de construction risque d'être piloté au niveau régional / national.

La présence de travailleurs étrangers et notamment les risques de migration spontanée de personnes à la recherche d'emploi (qui a déjà commencé avec la période d'étude et de planification actuelle) pourraient également avoir un effet néfaste sur la stabilité sociale.

6.3.7 Santé

Le principal risque relatif à la santé publique pour un chantier de grande ampleur comme celui du Projet Sahofika est le risque de prolifération des Maladies Sexuellement Transmissibles (MST) dans la zone. Les éléments suivants sont susceptibles d'augmenter les risques de prolifération des maladies transmissibles dans la zone :

- L'arrivée des travailleurs pour les activités de construction ;
- La création de points de rencontre potentiels tels que les marchés provisoires, crées généralement de façon spontanée en fonction des besoins des travailleurs dans le cadre du projet ;
- La création / recherche d'emploi : des personnes extérieures seront attirées par le projet et vont venir dans la zone dans le but de trouver un travail.

Ces cas ont été déjà observés lors des activités de la phase de préparation du Projet:

- Le flux migratoire : en plus des migrants temporaires, d'autres personnes peuvent venir dans la zone pour s'y installer définitivement lorsqu'ils vont voir les potentiels, notamment après la réhabilitation de la piste. Ce point est essentiel d'autant plus que la zone est marquée par des zones potentielles à l'exploitation d'or.
- Le tourisme : la création / réhabilitation de la piste peut développer le tourisme dans la zone en relation avec la présence des aires protégées. Les flux touristiques peuvent malheureusement également contribuer à l'augmentation du risque de prolifération des MST.

6.3.8 Pratiques locales

L'arrivée des étrangers, d'allochtones peuvent avoir des impacts négatifs dans la communauté locale s'ils ne respectent pas les pratiques locales. Les sites sacrés, les rituels, les différentes pratiques locales constituent généralement un sujet sensible aux yeux de la population locale.

6.4 Analyse contextuelle

Les éléments qui guident la mise en œuvre des mesures d'atténuation du projet sont les suivants :

- Une population jeune : 50 % de la population a moins de 18 ans.
- Niveau de scolarisation faible : 50 % de la population n'arrive qu'au niveau d'école primaire ou moins.
- Près de 75 % de la population vit essentiellement de l'agriculture et utilise des méthodes de production adaptées aux situations et au moyen des populations, mais toutefois très peu efficaces et dépendantes de la météorologie et des ressources forestières en partie.
- L'élevage est pratiqué de manière traditionnelle, sans contrôles vétérinaires et sans amélioration de races et majoritairement en mode extensif.
- La pêche et l'aquaculture sont des pratiques très secondaires, mais néanmoins existantes dans la zone.
- L'énergie consommée est essentiellement ligneuse.
- Dans la zone, le taux de déforestation va de 1 à 2 % par an selon le niveau d'enclavement. En extrayant les aires protégées créées, il n'y a pratiquement plus de forêt et de matière ligneuse que les ménages puissent utiliser.
- Le territoire est enclavé et il n'y a pas d'accès direct à la mer. La mauvaise qualité des voies de communication existantes dans la région handicape le commerce, mais a également permis de maintenir la pression sur les aires protégées et les forêts à un niveau relativement faible comparativement à d'autres zones du pays, ce qui motive la réalisation de nouvelles aires protégées à cet endroit.
- La gestion du foncier se fait sur des bases traditionnelles et elle demeure extrêmement problématique.
- Environ 50 % des ménages ont des revenus monétaires de moins de 8 millions de MGA par an (2200 USD/an) soit pour un ménage moyen de 7 personnes 0,86 USD/jour par personne. 50 % de la population affectée vive avec l'équivalent de moins de 2 USD par jour-personne.
- La circulation sur les routes se fait majoritairement par ordre d'importance en vélo ou pousse-pousse, à pied, en motocyclette et en charrette. Les camions et autres véhicules motorisés représentent moins de 1 %, du fait de la mauvaise qualité de la route, ce qui explique faiblesse des échanges commerciaux.

Le projet pourrait générer les changements suivants:

- L'amélioration des voies d'accès entraînera un désenclavement de la zone et la fin de certains monopoles commerciaux : les productions pourront sortir de la zone plus aisément et les prix de vente des productions s'équilibreront avec ceux du marché au niveau régional / national.
- Le processus d'enregistrement foncier pour les terres du Projet ainsi que celles liées à la réinstallation permettra de mettre en place une procédure d'enregistrement des droits fonciers qui pourrait être répliquée et utilisée dans la zone.
- Le projet générera une amélioration de réseaux cellulaires GSM existant pour couvrir la région, autant pour la période de travaux de construction que d'exploitation, ce qui aura pour conséquence de désenclaver la région en ce qui a trait aux possibilités de communication avec l'extérieur.
- Une amélioration de l'accès à l'électricité au niveau national mais aussi au niveau local avec les initiatives qui seront portées par le concessionnaire pour développer l'électrification rurale dans les environs de la zone du Projet.
- Développement de l'économie locale (fourniture de biens et services) du aux retombées de la présence d'un grand opérateur industriel.

Le projet étant majeur pour la région, il entraînera un changement profond au niveau socio-économique du fait que :

- Les voies de circulation existantes seront améliorées.
- De nouvelles routes seront créées.
- Des centaines d'emplois directs et indirects seront créés, à court et à moyen terme et par ailleurs apporteront un développement de compétences au niveau de la population locale.
- Les échanges commerciaux seront facilités.
- Il y aura une monétarisation beaucoup plus importante des services et échange divers.
- Le potentiel touristique de la zone sera singulièrement accru.
- La production agricole et animale trouvera un marché supplémentaire de proximité.
- Le prix de certains produits augmentera, d'autre deviendront plus accessibles.
- La mixité ethnique sera augmentée du fait de la présence des travailleurs et des migrants.
- Plusieurs centaines de ménages seront déplacés.
- De nouveaux villages seront créés.
- L'inflation sera un risque fort: la zone qui se développe actuellement pratiquement en autarcie du fait des difficultés d'approvisionnement et de commercialisation sera rapidement désenclavée et ouverte au commerce et à la demande des travailleurs salariés du Projet.

Les principaux impacts sociaux commenceront avec les travaux d'amélioration des routes existantes et de création des nouvelles routes, ils seront par la suite plus concentrés autour lieux d'embauche, des bases-vies et des sites des travaux et sur les routes par lesquelles arriveront les équipements et les matériels de construction.

Les impacts socio-économiques positifs et négatifs seront à leur apogée au cœur de la période de construction de l'aménagement hydroélectrique. Cette situation durera environ 4 ans et se réduira rapidement après le remplissage de la retenue, la mise en service de l'aménagement et le démarrage de l'exploitation.

Les sources d'impact sont de nature similaire pour les différentes composantes de l'aménagement hydroélectrique. Il y aura par contre un phénomène d'amplification au fur et à mesure que les différents sites de chantiers démarreront :

- Augmentation du nombre de travailleurs
- Augmentation de la consommation en intrants
- Augmentation de la fréquence d'utilisation des routes
- Augmentation des échanges commerciaux
- Augmentation de la consommation d'eau et de ressources alimentaires locales
- Augmentation des déblais

La construction de la ligne de transport d'énergie ne connaîtra pas ce phénomène d'amplification: ses impacts seront localisés et diffus et temporaires, avec plusieurs chantiers mobiles.

6.5 Impacts et mesures d'atténuation

6.5.1 Hiérarchie d'atténuation des impacts et impacts résiduels

L'approche retenue pour la définition des impacts suit les exigences de la législation Malgache et des politiques de la SFI et de la BAD, qui requiert que impacts soient atténués de la façon suivante (en reprenant les termes de la législation Malgache):

- En priorité, chercher à "Supprimer" l'impact afin de l'éviter,
- En second lieu, s'il s'avère impossible de supprimer l'impact, chercher à le "Réduire" autant que possible.
- Si les mesures de réduction d'un impact ne permettent de le rendre insignifiant, l'impact restant après réduction est appelé impact résiduel et des mesures d'atténuation supplémentaires sont mises en œuvre pour le "Compenser".

6.5.2 Importance des impacts

Afin de faciliter la lecture de l'EIES et l'identification des impacts les plus importants, l'importance de chacun des impacts a été notée comme suit :

Tableau 126 – Définition de l'importance des impacts sociaux

Probabilité d' occurrence	**Conséquences**		
	Impact limité dans le temps ou l'espace, sans conséquence sur la vie ou les moyens de subsistance	Impact étendu ou durable sans conséquence sur la vie ou les moyens de subsistance	Impact sur la vie ou les moyens de subsistance
Très probable	Modéré	Important	Important
Possible	Faible	Modéré	Important
Peu probable	Faible	Faible	Modéré

6.6 Conditions de travail

Les principaux risques liés aux conditions d'emploi durant la phase des travaux mais aussi durant la phase d'exploitation sont liés aux formes d'emploi illégal ou de discrimination qui pourraient se développer le long de la chaîne de sous-traitance. Le respect de la législation Malgache et des principes de la SFI et de la BAD devra être assurés et contrôlés pour l'ensemble des prestataires impliqués dans le Projet. Notons que dans le cadre du Projet, l'âge minimum des travailleurs sera porté à 18 ans (la législation autorise le travail à partir de 15 ans).

L'ensemble des risques et les mesures d'atténuation associées sont récapitulées dans le tableau suivant; toutes permettent de supprimer ou minimiser les risques décrits:

Tableau 127 - Risques et mesures d'atténuation "conditions de travail"

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Formes de travail ou d'engagement illicites, notamment: • Travail des mineurs (moins de 18 ans), • Engagement de personnel sans engagement formel déclaré aux services de l'Etat, • Engagement de personnel sans contrat écrit, • Heures supplémentaires non-payées, • Toute forme de discrimination ou de harcèlement.	Modéré	Trav01	• Préparer une politique de ressources humaines (RH) reprenant les principes clés de la législation Malgache et des standards de la SFI et de la BAD, incluant l'obligation du respect de cette politique par toutes les entreprises engagées sur le projet, et une information à l'embauche des travailleurs sur le contenu de cette politique. • Divulguer cette politique sur les tableaux d'affichage dans les lieux sociaux du Projet (bureaux, cités…). • Inclure cette politique dans tous les contrats d'entreprise engagées en sous-traitance, en exigeant (i) le respect de cette politique par ces entreprises et (ii) l'obligation d'exiger son respect par toute entreprise contractée à son tour par ce sous-traitant.	Etudes, construction et exploitation	EPC avant exploitation, NEHO ensuite
		Trav02	• Contrôle régulier (au démarrage et une fois par mois) du respect de la politique RH par les entreprises travaillant pour le Projet, sur la base d'audit auprès des travailleurs. • Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut.		
		Trav03	Mise à disposition des travailleurs dans le cadre de la politique RH d'un mécanisme de recours, conforme aux standards de la SFI et de la BAD		
Inégalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Modéré	Trav04	Assurer un environnement de travail propice aux deux sexes (notamment pas de toilettes ou de vestiaires unisexe) en phases construction et exploitation.	Etudes, construction et exploitation	EPC avant exploitation, NEHO ensuite
		Trav05	Indiquer explicitement dans les offres que les postes sont ouverts aux hommes comme aux femmes.		
		Trav06	Pour les postes qualifiés ou à responsabilité, assurer un équilibre hommes/femmes des candidats présélectionnés et invités à passer un entretien d'embauche		

6.7 Santé-sécurité des travailleurs

6.7.1 Phase de construction

La phase de construction nécessite la mise en œuvre d'un ensemble d'activités qui sont toutes, à des degrés divers, associées à des risques d'accident . Certaines des activités qui seront menées sur le chantier sont particulièrement à risque car elles laissent peu ou pas de place à l'erreur ou peuvent avoir des conséquences sévères, par exemple: travaux en hauteur, travaux en excavations ou en milieux confinés, travaux sur des systèmes électriques, travaux sur des systèmes sous pression, travaux sur, au-dessus de ou dans l'eau, usage d'explosifs, mouvements d'engins de chantiers lourds.

Les accidents de la route seront également un risque important dans le cadre du Projet en phase construction comme en phase exploitation, du fait des distances à parcourir, de la raideur de certains accès (descente de l'escarpement rocheux vers l'usine), du mauvais état fréquent des voies publiques et des véhicules qui les utilisent, et enfin des conditions météorologiques difficiles qui peuvent se produire.

Pour la phase de construction, l'EPC sera responsable de l'organisation et de la gestion des risques santé-sécurité dans le périmètre des installations et des sites de travaux: toutes les personnes entrant sur ces sites (travailleurs, fournisseurs, visiteurs, employés de NEHO…) devront se plier aux règles de l'EPC, qui devront en contrepartie être clairement informées de ces règles. La capacité de l'EPC à préparer et mettre en œuvre un plan de gestion de la santé-sécurité des travailleurs correspondant aux exigences les plus strictes, et le fait que l'EPC dispose d'outils modernes de gestion de la santé-sécurité et de méthodes éprouvées sur d'autres chantiers d'ampleur similaire ont été des facteurs déterminants dans le choix de l'entreprise EPC.

L'EPC préparera un "Plan Santé-Sécurité des travailleurs" dont l'objectif sera de supprimer ou minimiser les risques d'accident. Il sera complété par un "Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence" destiné à définir les moyens et méthodes mis en œuvre pour gérer toute situation d'urgence qui pourrait se produire. Les spécifications pour ces deux plans sont précisées ci-après.

L'EPC préparera par ailleurs un Plan de Gestion de la Base-Vie et de la Cité des travailleurs, dont le but sera de fournir aux travailleurs un cadre de vie sain.

6.7.1.1 Spécifications pour le Plan Santé-Sécurité des travailleurs de l'EPC

Ce plan sera préparé en référence aux éléments suivants:

- Chapitre "Santé-Sécurité des travailleurs" de l'EIES
- Directives ESS de la SFI:
  - Chapitre 2 "Hygiène et sécurité au travail"
  - Chapitre 4.2 "Hygiène et sécurité au travail"

Ce plan décrira en particulier les éléments suivants:

- Règles et organisation santé/sécurité.
- Formation du personnel
- Équipements de protection collectifs.

- Équipements de protection individuels.
- Moyens médicaux (staff, équipement, assurances), suivi médical des travailleurs et gestion des premiers secours.
- Activités sujettes à une formation spécifique, à un permis ou à une autorisation préalable.
- Procédures d'analyse préalable des risques et d'approbation des conditions de travail pour les nouvelles tâches ou les activités à risque, notamment: travaux en excavations, travaux en hauteur, levage, stockage et usage des explosifs, travaux sur ou sous l'eau, systèmes sous tension, systèmes sous pression.
- Plan de gestion du trafic à l'intérieur de la zone du chantier, incluant les mesures de réduction des risques pour les travailleurs.
- Minimisation de l'exposition des travailleurs aux bruit, poussières et émissions atmosphériques (voir actions Atmo01 à Atmo10 de l'EIES)
- Suivi HSE et enregistrement des incidents et accidents (pour transmission à NEHO): accidents évités de justesse, incident/accident sans arrêt de travail, accident avec arrêt de travail, fatalités.
- Régulation des accès aux installations relatives chantier:
  - Gardiennage.
  - Séparation du chantier et des zones publiques.
  - Prévention des intrusions.
- Obligations contractuelles standardisées pour le respect et la mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs de l'EPC par toute la chaîne des sous-traitants de l'EPC intervenant sur les installations et zones de travaux sous le contrôle de l'EPC.

6.7.1.2 Spécifications pour le Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence de l'EPC

Ce plan sera préparé en référence aux éléments suivants:

- Chapitre "Santé-Sécurité des travailleurs" de l'EIES
- Chapitre 3.7 "Préparation et interventions en cas d'urgence" des directives ESS générales de la SFI

Ce plan intégrera les risques catastrophiques d'origine naturelle (cyclone) ou pas, telles qu'une rupture de batardeau ou un effondrement partiel du tunnel.

Ce plan tiendra compte de l'absence dans la zone du Projet de structure de secours ou de soin susceptibles d'être mobilisées rapidement sur la zone (hôpital, pompiers, SAMU…).

Le Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence de l'EPC couvre l'ensemble des personnes intervenant sur les installations et zones de travaux sous le contrôle de l'EPC ou exposées aux activités sous le contrôle de l'EPC, que ces personnes soient des travailleurs de l'EPC, des travailleurs des sous-traitants ou des personnes du public.

6.7.1.3 Plan de Gestion de la Base-Vie et de la Cité des travailleurs

Ce plan sera préparé en référence aux éléments suivants:

- Chapitre "Santé-Sécurité des travailleurs" de l'EIES
- Guide SFI pour le logement des travailleurs (ici)

Le plan inclura la mise en place d'une cantine pour les travailleurs (conformément à la législation Malgache) fournissant une nourriture saine aux travailleurs.

6.7.2 Phase d'exploitation

Pour la phase d'exploitation, les risques de certaines activités purement liées à la construction seront éliminés, mais certains risques subsisteront, par exemple ceux liés à la circulation des véhicules. NEHO développera pour cette phase un système de gestion de la santé-sécurité pour ses travailleurs, basé sur une analyse des risques et au standard ISO45001.

L'ensemble des risques et les mesures d'atténuation associées sont récapitulées dans le tableau suivant; toutes visent à supprimer ou minimiser les risques décrits.

Tableau 128 - Risques et mesures d'atténuation "santé-sécurité des travailleurs"

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Tout type d'accident ou incident dans le cadre des activités de construction	Important	Sstr01	Préparation et mise en œuvre d'un Plan Santé-Sécurité des travailleurs pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Avant et pendant la construction	EPC
Situation d'urgence d'origine naturelle ou technoclogique	Important	Sstr02	Préparation et mise en œuvre d'un Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Avant et pendant la construction	EPC
Responsabilité Santé-sécurité non clairement définie	Important	Sstr03	Désignation au sein de l'EPC d'un Responsable Santé-Sécurité en charge de la préparation, mise à jour et mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs et du Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence. Le Responsable Santé-Sécurité rapporte directement au directeur de chantier, et définit les ressources dont il a besoin pour assurer et contrôler la mise en œuvre des deux plans suscités.	Avant et pendant la construction	EPC
Respect effectif des règles de santé-sécurité par la chaîne des sous-traitants	Important	Sstr04	Inclure les obligations contractuelles standardisées pour le respect et la mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs de l'EPC dans tous les contrats des entreprises de la chaîne de sous-traitance.	Lors de la contractualisation des sous-traitants	EPC
	Important	Sstr05	Contrôle continu du respect du Plan Santé-Sécurité des travailleurs par les entreprises travaillant pour le Projet, organisé par le Responsable Santé-Sécurité. Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut.	Pendant la construction	EPC
Comportement du personnel de sécurité	Modéré	Sstr06	Si du personnel de sécurité (privé ou public détaché) est contracté pour le Projet, assurer une formation de ces personnes aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Etudes, construction et exploitation	EPC avant exploitation, NEHO ensuite
Cadre sain pendant les heures non-travaillées	Important	Sstr07	Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion de la Base-Vie et de la Cité des travailleurs pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Pendant la construction	EPC
Risque lié au SIDA et autres MST	Important	Sstr08	Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique des travailleurs (induction) et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population, les travailleurs et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection.	Avant et pendant la construction	EPC (travailleurs) et NEHO (populations)
Risque sanitaire lié à la nourriture et à l'eau	Modéré	Sstr09	Mettre à disposition de l'eau potable sur toutes les installations et les sites de travaux. Former les travailleurs (induction) aux risques d'intoxication alimentaire ou par l'eau de boisson.	Pendant la construction	EPC

6.8 Sécurité des communautés

6.8.1 Phase de construction

Les installations de chantier et les sites de travaux seront interdits au public. Les principaux risques pour la sécurité du public dans la phase de construction sont donc liés aux interactions public/Projet dans le cadre de l'utilisation du domaine public par le projet: l'utilisation des voies publiques par les véhicules du Projet, et les nuisances générées ou les risques d'accident avec des tiers sont à cet égard les principaux risques.

Ce risque est accentué par l'absence d'alternative au transport routier, et l'absence de fournisseurs importants dans la zone du Projet.

Les nuisances générées par le trafic sont le bruit, les poussières et les émissions atmosphériques: ces impacts et les mesures d'atténuation associés ont été décrit dans le chapitre 5.5.1.

L'atténuation des risques d'accident nécessite d'une part la mise en place pendant la phase de construction d'un plan de gestion spécifique, d'autre part des mesures visant à minimiser les interactions avec les tiers sur les pistes qui seront sous le contrôle du Projet.

6.8.1.1 Spécifications pour le Plan de Gestion relatif au Trafic Routier et aux Accès de l'EPC

Ce plan sera préparé en référence aux éléments suivants:

- Chapitres "Bruit, poussières et émissions atmosphériques" et "Santé-sécurité des communautés" de l'EIES
- Directives ESS de la SFI:
  - chapitre 3.4 "Sécurité de la circulation"
  - chapitre 3.5 "Transport de matières dangereuses"

Ce plan incluera notamment:

- Des limitations de vitesse propres aux véhicules du Projet, avec mise en place de GPS ou tachymètres pour le suivi et le contrôle.
- Un programme de formation des chauffeurs, portant sur les règles de base (respect des limites de vitesse, port de la ceinture de sécurité, état du véhicule).
- Des restrictions à la circulation de nuit ou lors de précipitations intenses.

6.8.1.2 Atténuation des risques d'interaction sur les pistes du chantier

De Belanitra à Farovohitra, le Projet va construire des pistes qui lui seront propres et qui auront donc un statut privatif - en tenant toutefois compte du fait que ces pistes seront situées dans les zones tampons de deux aires protégées, le Parc National de Marolambo, et la NAP de Tsinjoarivo.

La présence de ces pistes carrossables va générer une attente des populations ou des autres utilisateurs potentiels (services de l'état, etc) qu'il ne semble pas réaliste de vouloir contenir durant les cinq années de construction par le biais d'une interdiction stricte d'utilisation. Il est par contre indispensable que l'utilisation de cette piste par le public durant la période de construction soit régulée pour éviter tout accident. Il est donc proposé que soient mises en œuvre le mécanisme suivant:

- Le Projet met en place une navette faisant l'aller-retour Belanitra-Faravohitra une fois le matin et une fois le soir, de jour:
  - Cette navette est gérée par l'équipe sociale de NEHO, qui tient des statistiques sur l'utilisation de la navette (nombre de passagers et poids des bagages) en vue de la phase d'exploitation.
  - Les passagers sont acceuillis sur préinscription, dans les limites des places disponibles.
  - Le trajet est payant, à un prix correspondant à la pratique pour un transport public à Madagsacar sur cette distance. Les sommes collectées sont reversées pour les actions du plan de développement communautaire du Projet.
  - La navette ne circule que les jours où les conditions météorologiques le permettent et où l'EPC ne l'interdit pas.
- Les représentants des services de l'état ou des aires protégées qui souhaitent utiliser la piste pour accéder à des zones desservies par ces pistes s'adressent à l'équipe sociale de NEHO. Ces personnes laissent dans tous les cas leur véhicule propre à Belanitra sauf pour les véhicules de secours ou pour les véhicules des gestionnaires des aires protégées pour des missions de contrôle.
- Pour la circulation des piétons, vélos, motos et charrettes de Belanitra au site du barrage:
  - afin d'éviter les risques d'accident, construction d'une piste piéton - vélo – moto charrette le long de la route proposée, dans le but de séparer les trafics.
  - Actions de sensibilisation dans les villages sur l'utilisation de cette piste par les piétons , vélos, motos et charrettes.
- Du site du barrage à Faravohitra (piétons uniquement):
  - Mise en place d'un passage piéton sur le pont.
  - Sécurisation du sentier piéton allant du barrage à Faravohitra relativement aux risques d'interaction avec le trafic du Projet en aménageant les points de croisement de la piste carrossable et du chemin piéton ou en construisant localement des contournements.

6.8.2 Phase d'exploitation

Les risques pour la sécurité du public durant la phase d'exploitation sont liés à:

- La circulation des véhicules et les risques d'accident: ce risque est de même nature que pendant la phase de construction, mais de moindre ampleur du fait du trafic moindre. L'expérience de la phase de construction permettra de mettre en place une utilisation régulée de la piste Belanitra-Faravohitra, avec pour but de désenclaver en sécurité les villages situés près de l'usine hydroélectrique. Il faut garder à l'esprit que la piste qui descendra de l'escarpement sera longue et raide (environ 10 km à 10% de pente moyenne) et qu'il serait inconséquent d'y laisser circuler librement tout véhicule.
- Les opérations d'exploitation de l'aménagement hydroélectrique, et notamment toutes les variations rapides de débit susceptibles de se produire à l'aval du barrage ou de l'usine hydroélectrique, du fait de l'exploitation du Projet.
- La navigation sur le réservoir: les populations sont déjà habituées à ne pas naviguer lors de crues importantes, et à ne pas approcher le site du barrage en pirogue car celui-ci est suivi de rapides dangereux. Il faudra sensibiliser les populations pour qu'elles gardent cette habitude : avec le barrage comme maintenant, une personne entraînée vers l'aval en période de crue serait perdue. Une interdiction de navigation sur 1km à l'amont du barrage sera mise en place (cette interdiction pourra être levée pour des cas particuliers tels que la recherche d'un corps).

- La dangerosité du réservoir pour les enfants: les eaux calmes de la retenue pourraient donner une fausse impression de sécurité aux enfants ne sachant pas nager, et il faudra, entre autres pour cette raison, éviter que des familles ne s'installent près du réservoir.

L'ensemble des risques et les mesures d'atténuation associées sont récapitulées dans le tableau suivant; toutes visent à supprimer ou minimiser les risques décrits.

Tableau 129 - Risques et mesures d'atténuation "sécurité des communautés"

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Accidents liés à la circulation des véhicules du chantier et impliquant des tiers	Important	Séco01	Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion relatif au Trafic Routier et aux Accès pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES. Ce plan inclura une interdiction du trafic d'approvisionnement du chantier passant par Belanitra le lundi, jour de marché de Belanitra. Ce plan inclura également un suivi du trafic des personnes et des véhicules pour adapter si nécessaire les règles de circulation des véhicules du Projet.	Avant et pendant la construction	EPC
	Important	Séco02	Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion relatif au Trafic Routier et aux Accès pour la phase d'exploitation, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Exploitation	NEHO
Acceptation du Projet si la piste Belanitra-Faravohitra créée pour le Projet est totalement interdite aux populations et aux tiers. Risque d'accident en cas d'utilisation anarchique de la route créée.	Faible	Séco03	Mise en place une navette faisant l'aller-retour Belanitra-Faravohitra une fois le matin et une fois le soir, de jour: • Cette navette est gérée par l'équipe sociale de NEHO, qui tient des statistiques sur l'utilisation de la navette (nombre de passagers et poids des bagages) en vue de la phase d'exploitation. • Les passagers sont acceuillis sur préinscription, dans les limites des places disponibles. • Le trajet est payant, à un prix correspondant à la pratique pour un transport public à Madagsacar sur cette distance. Les sommes collectées sont reversées pour les actions du plan de développement communautaire du Projet. • La navette ne circule que les jours où les conditions météorologiques le permettent et où l'EPC ne l'interdit pas. Les représentants des services de l'état ou des aires protégées qui souhaitent utiliser la piste pour accéder à des zones desservies par ces pistes s'adressent à l'équipe sociale de NEHO. Ces personnes laissent dans tous les cas leur véhicule propre à Belanitra sauf pour les véhicules de secours ou pour les véhicules des gestionnaires des aires protégées pour des missions de contrôle.	Pendant la construction	Equipe sociale de NEHO

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Interactions avec les piétons et vélos	Important	Séco04	Pour la circulation des piétons, vélos, motos et charrettes de Belanitra au site du barrage: • afin d'éviter les risques d'accident, construction d'une piste piéton- vélo le long de la route proposée, dans le but de séparer les trafics véhicule et pétions ou vélo. L'utilisation par les motos de cette piste est interdite. • Actions de sensibilisation dans les villages sur l'utilisation de cette piste par les piétons et les vélos. Du site du barrage à Faravohitra (piétons uniquement): • Mise en place d'un passage piéton public sur le pont. • Sécurisation du sentier piéton allant du barrage à Faravohitra relativement aux risques d'interaction avec le trafic du Projet en aménageant les points de croisement de la piste carrossable et du chemin piéton ou en construisant localement des contournements.	Avant et pendant la construction	EPC
Acceptation du Projet si la piste Belanitra-Faravohitra créée pour le Projet est totalement interdite aux populations et aux tiers. Risque d'accident en cas d'utilisation anarchique de la route créée.	Important	Séco05	Organisation d'un séminaire consultatif avec les représentants des populations, les représentants de l'état et les gestionnaires des aires protégées pour la mise en place d'un mécanisme de circulation permettant de désenclaver la zone de l'usine hydroélectrique, tout en minimisant les risques d'accident ou d'utilisation de la piste pour des activités impactant les aires protégées.	Avant la phase d'exploitation	NEHO
	Important	Séco06	Mise en place sur la base des conclusions du séminaire d'une circulation régulée, gérée par NEHO en coordination avec les gestionnaires des aires protégées.	Exploitation	NEHO
Risques liés aux variations rapides de débit induites par les manœuvres des vannes du barrage	Important	Séco07	Mise en place de panneaux interdisant l'accès à la rivière à tous les chemins sur 500 m à l'aval	Pendant la construction	EPC
	Important	Séco08	Sensibilisation aux risques de variations rapides de débit des personnes les plus exposées, notamment les personnes vivant à l'aval et les enfants vivant dans les environs (moins de 5km) du barrage), dès la période de remplissage et de test des vannes.	Exploitation	NEHO
	Important	Séco09	Programmation et/ou prévision des variations de débit qui peuvent être anticipées (déversement dû à la montée de crue, vidange des sédiments), inspection visuelle de l'aval du barrage avant ouverture des vannes et information préalable des populations à l'aval en utilisant si nécessaire le système de communication décrit dans l'action Rupt04.	Exploitation	NEHO
Sécurité des personnes navigant sur le réservoir	Modéré	Séco10	Mise en place d'un câble aérien matérialisant l'interdiction de naviguer sur la retenue à moins de 1km du barrage.	Avant la mise en eau	EPC
	Modéré	Séco11	Information et sensibilisation des piroguiers.	Avant la mise en eau	NEHO
Protection des populations contre les crues naturelles (impact positif)	Impact positif	Séco12	Sur la base des actions Rupt02 à Rupt04, mettre en place un mécanisme d'alerte des populations aval en cas de crue naturelle exceptionnelle susceptible de les impacter.	Avant exploitation	EPC

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Risques liés aux variations rapides de débit induites par les arrêts et reprises de turbinage de l'usine hydroélectrique	Modéré	Séco13	Mettre en place une alarme sonore audible à l'aval de l'usine, depuis la rivière en face de Faravohitra et dans les sites exposés identifiés au cours des tests de l'action Aval03.	Pendant la mise en service	EPC
Sensibilisation des plus jeunes	Modéré	Séco14	Organiser annuellement une viste du barrage et de l'usine pour une classe d'âge déterminée (en général: 10 ans), afin de les éveiller et sensibiliser aux risques liés à l'exploitation.	Exploitation	NEHO
Sécurité des familles autour du réservoir	Modéré	Séco15	Expropriation et délimitation (bornage ou équivalent) d'une bande de 100 m autour du réservoir avec interdiction de s'y installer. Vérification annuelle que personne ne s'est réinstallé dans cette zone.	Mise en œuvre du PAR et exploitation	NEHO

6.9 Santé des communautés

6.9.1 Phase de construction

Lors de la phase de construction, les principaux risques pour la santé des communautés seront liés à:

- L'augmentation de l'incidence du SIDA et autres maladies sexuellement transmissibles;
- Les risques sanitaires en cas de développement de bidonvilles ou d'établissements insalubres (maladies gastro-intestinales, diarrhée, choléra) liés à l'installation anrarchique d'opportunistes.
- L'exposition aux nuisances des activités du chantier (bruit, poussières et émissions atmosphériques), en particulier le long des axes de circulation, qui sont susceptibles d'affecter le sommeil ou d'aggraver des symptomes respiratoires.

6.9.2 Phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le principal risque pour la santé est le possible développement de maladies d'origine hydrique. On note toutefois que, du fait d'une température de l'air nettement plus faible, la zone du réservoir n'est pas aussi propice au développement des moustiques que la zone de l'usine, et un impact n'est pas actuellement certain: ce point devra donc faire l'objet d'un suivi.

Le risque de propagation des MST perdurera dans la pahse d'exploitation si la zone du Projet s'ouvre au tourisme.

L'ensemble des risques et les mesures d'atténuation associées sont récapitulées dans le tableau suivant; toutes visent à supprimer ou minimiser les risques décrits.

Tableau 130 - Risques et mesures d'atténuation "santé des communautés"

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Augmentation de l'incidence du VIH et d'autres maladies sexuellement transmissibles associées à la construction ou au développement touristique.	Important	Saco01	Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection. (voir aussi action Sstr08)	Avant, pendant la construction et pendant l'exploitation	NEHO
Augmentation de l'incidence des infections gastro-intestinales associées à la présence d'établissements humains informels crées par les travailleurs/migrants	Modéré	Saco02	Mettre en œuvre un programme de sensibilisation et d'information des personnes dans les zones concernées, qui permette d'aider à l'identification des risques, et diffuse les mesures d'hygiène de base.	Avant et pendant la construction	NEHO
Développement possible des maladies hydriques	Modéré	Saco03	Renforcement de capacité et suivi des statistiques sur les maladies hydriques traitées par les centres de santé de la zone d'influence	Exploitation	NEHO
	Modéré	Saco04	Délimitation (bornage ou marquage équivalent durable dans le temps) d'une bande de 100 m autour du réservoir.	Construction	EPC
	Modéré	Saco05	Expropriation de la zone délimitée autour du réservoir avec interdiction de s'y installer (voir mesure Séco15). Vérification annuelle que personne ne s'est réinstallé dans cette zone.	Mise en œuvre du PAR	NEHO
Risques sur la santé dus à l'exposition des populations aux bruits, poussières et émissions atmosphériques des activités de construction	Modéré	Saco06	Minimisation de l'exposition des populations aux bruit, poussières et émissions atmosphériques (voir actions Atmo01 à Atmo10 de l'EIES)	Etudes, construction et exploitation	EPC avant exploitation, NEHO ensuite

6.10 Emploi local et afflux de population

6.10.1 Description de la problématique dans le contexte du Projet

La construction de l'aménagement de Sahofika puis la formation du réservoir vont générer l'arrivée de personnes qui auront été embauchées en lien avec le Projet, ou de migrants volontaires à la recherche d'opportunités économiques nouvelles. Ces migrants seront en majorité des personnes qui abandonneront des conditions de vie jugées défavorables ou moins intéressantes, et qui s'installeront dans la zone du Projet parce qu'elles auront été embauchées, ou simplement en raison d'une opportunité perçue liée au Projet sans garantie spécifique d'emploi.

Le terme de "migrants" recouvre donc un large spectre de choix individuels ou familiaux et de micro-dynamiques sociales qui varieront au cours de la vie du Projet. Toutefois, du fait de la situation insulaire de Madagascar, ces migrants seront pour l'essentiel issus de Madagascar. Les "migrants" pourront être:

- Des personnes originaires de la zone mais l'ayant quittée, par exemple pour la métropole d'Antananarivo, et qui reviendront s'installer chez des proches ou chez eux pour profiter du Projet afin d'améliorer leurs conditions de vie ou d'emploi.
- Des personnes employées par le Projet (par NEHO, l'EPC ou les sous-traitants de l'EPC) et qui seront parfois accompagnées de leur famille.
- Des entrepreneurs et des fournisseurs de biens ou de services (et leurs employés éventuels) qui s'installeront dans la zone, soit en tant que fournisseurs directs du Projet, soit pour profiter de l'accroissement local des échanges économiques.
- Des personnes attirées par l'exploitation des ressources rendues accessibles par le Projet.
- Des personnes à la recherche d'un emploi, qualifié ou non.

6.10.2 Impacts du Projet en termes de flux de personnes

Le besoin direct en main d'œuvre du Projet, évalué en pic à plusieurs centaines d'emplois locaux non qualifiés, est une opportunité significative pour les populations des villages affectés par le Projet et les villages riverains, d'une part en termes de gain direct (revenus) mais aussi du point de vue de l'expérience qu'acquerront les personnes employées en travaillant sur un grand chantier organisé.

A ces emplois directs doivent être ajoutés les nouvelles opportunités qui seront créées par les emplois induits. Les besoins en produits vivriers, et en services seront multipliés, offrant de nouveaux marchés à conquérir par les populations.

En phase d'exploitation, l'installation de la cité d'exploitation près du barrage devrait également s'accompagner du développement d'opportunités commerciales de vente de biens et de service.

Enfin le développement des échanges économiques et le désenclavement de la zone du Projet seront des sources importantes de revenus à long terme et augmenteront les opportunités pour les personnes originaires ou non de la zone du Projet d'y trouver un emploi.

Au-delà de ces impacts positifs, l'arrivée de population dans la zone est également associée à un certain nombre d'impacts négatifs qui sont décrits ci-après.

6.10.2.1 Insécurité, prostitution et violences envers les femmes et jeunes filles

L'afflux massif de population, quelle qu'en soit la raison, le contexte et le lieu, peut s'accompagner d'une augmentation de l'insécurité.

L'arrivée de travailleurs installés loin de leurs familles et aux revenus plus importants que ceux des populations locales, ainsi que l'arrivée de jeunes hommes en recherche d'emploi, peut favoriser les comportements agressifs ou inappropriés liés à la consommation d'alcool, le développement de la prostitution et des violences envers les femmes et les jeunes filles. L'augmentation du nombre d'établissements de jeu et de boisson sont des facteurs supplémentaires favorisant l'apparition de ces violences.

Une conséquence associée est généralement l'augmentation des prévalences de maladies sexuelles transmissibles dont le SIDA. La prévalence des maladies sexuellement transmissibles dans la zone pourrait augmenter significativement.

Ces risques concernent principalement:

- Belanitra, bourg important, où débutera la nouvelle route privative amenant au site du barrage, est le point par lequel passeront toutes les personnes en provenance d'Antsirabé ou Antananarivo. Devrait toutefois être le village où ces risques seront les plus forts à cause de plusieurs facteurs défavorables. Belanitra a une certaine capacité d'accueil, et est déjà un lieu d'échanges économiques.
- Antenina et les environs du barrage: cette zone a une faible capacité d'accueil et une population disposant de revenus limités. Les habitations situées dans l'emprise du barrage et du réservoir seront par ailleurs déplacées physiquement
- Faravohitra sera le principal lieu d'arrivée et d'ancrage des migrants à la recherche d'un emploi en provenance de la partie basse du bassin de l'Onive, du fait de la proximité avec le chantier de l'usine hydroélectrique. Ce village a aussi une faible capacité d'accueil et une population disposant de revenus limités.

6.10.2.2 Conflits sociaux

Des conflits sociaux et culturels peuvent également surgir lors d'un afflux important de populations d'origines et de cultures diverses. Ils peuvent naître de la méconnaissance ou l'incompréhension mutuelle de la culture de l'autre qui peut être interprétée comme un manque de respect ou des provocations. Le non-respect des Fady par des personnes non-informées (migrants ou travailleurs) peut par exemple être un facteur déclencheur.

Ces conflits peuvent éclater en relation avec les non-Malgaches travaillant sur le Projet, ou entre populations Malgaches, notamment entre les nouveaux arrivants et les personnes installées de longue date dans les villages affectés par le Projet.

6.10.2.3 Conflits liés à l'accès à l'emploi

La question de la préférence locale pour l'accès à l'emploi peut être source de conflits importants: elle doit pour cette raison être discutée et clarifiée avec l'ensemble des parties prenantes.

Les attentes relatives au Projet en matière d'emploi sont fortes. Le principe établi par NEHO est de privilégier l'emploi de personnes issues des villages impactés par l'emprise du Projet pour les emplois non qualifiés. Cela appelle un certain nombre de commentaires:

- Le Projet n'aura peut-être pas la possibilité d'embaucher toutes les personnes qui le souhaitent. L'emploi se conformera aux exigences de la législation (par exemple une personne qui sait conduire un camion ne sera pas engagée comme chauffeur si elle n'a pas le permis).
- L'emploi de personnes par le Projet va accroître la pression sur le marché de l'emploi local, et notamment sur la disponibilité en main d'œuvre, par exemple pour les activités agricoles
- Certaines des personnes qui seront embauchées localement pourraient ne pas s'adapter aux exigences du chantier (règles de santé-sécurité, suivi des instructions, ponctualité) et pourraient donc devoir être licenciées. Il existe un risque que ces personnes, avec celles qui n'auront pas été embauchées du tout, forment des groupes qui s'opposeront de diverses façons au Projet.
- Il sera important que le mécanisme de recrutement local mis en place soit transparent et égalitaire en termes d'identification des ressortissants des villages impactés d'opportunité pour.

6.10.2.4 Conflits fonciers

La zone du projet est historiquement peu sujette aux conflits fonciers, et aucune occurrence d'incidents violents liés au foncier n'a été rapportée au cours des années récentes. Cela ne veut pas dire qu'aucun incident n'a jamais eu lieu, mais si tel a été le cas, ils n'ont certainement pas attiré l'attention des médias ou des universitaires. Ceci semble indiquer que les incidents, s'il y en a eu, étaient plutôt d'ampleur limitée et ont été résolus par les autorités locales sans implication du gouvernement central, de la police ou de l'armée.

Les tensions liées aux questions foncières vont probablement s'intensifier progressivement avec l'arrivée de populations supplémentaires, sans nécessairement devenir violentes. Les causes probables les plus évidentes de l'accroissement attendu de ces tensions sont:

- Pressions croissantes sur la terre par rapport à la croissance démographique, avec pour conséquence que les locaux éprouvent des difficultés à trouver des terres pour la plantation et l'agriculture, accusent de cette situation des «migrants» ayant obtenu des terres qu'ils ne «méritaient» pas, et tournent leur colère contre ceux-ci;
- Allégations de non-respect des coutumes locales par des migrants;
- Interférence politique, quand des politiciens alimentent les ressentiments pour renforcer leur base électorale;
- Malentendus sur des accords fonciers informels et imprécis, les propriétaires fonciers coutumiers pensant qu'ils louaient simplement des terres sur une base temporaire, et les migrants pensant avoir compris qu'ils en avaient un usage permanent, le droit de planter des arbres ou de bâtir, le droit de vendre ou de transférer, etc. .

6.10.2.5 Augmentation de la pression sur les ressources naturelles

L’augmentation de la population combinée aux pertes de terres, à la distribution des compensations monétaires ainsi que l’abandon éventuel des activités agricoles au profit des emplois sur le chantier du Projet risquent de se traduire par une pression accrue sur les ressources alimentaires agricoles et naturelles (bois, PFNL, pêche, braconnage). L'amélioration des pistes de la zone et donc des chaînes commerciales pourraient toutefois limiter les difficultés d’approvisionnement alimentaires des villages. A contrario, des phénomènes de collusion entre grossistes pour organiser des pénuries et artificiellement augmenter les prix sont également possibles.

Le Parc national de Marolambo et la NAP de Tsinjoarivo pourraient subir de fortes pressions (collecte de produits forestiers non ligneux, braconnage etc.). Les risques de répercussion sur le milieu naturel sont réels.

6.10.2.6 Risques de réinstallation sur les terres du Projet

La libération des emprises su Projet, et notamment du réservoir et de sa bande de sécurité de 100m, ne se fera pas simultanément avec leur utilisation par le Projet: il existe un risque de voir des personnes s'installer sur des terrains libérés par le Projet.

Ce risque ne sera d'ailleurs pas spécifique à la période de construction, et concernera aussi la période d'exploitation, durant laquelle il faudra s'assurer que personne ne vient s'installer dans la limite des plus hautes eaux, augmentée d'une bande de protection de 100m.

6.10.2.7 Augmentation de la pression sur les services de base à la population

Les infrastructures présentes dans les villages affectés ne peuvent répondre à une arrivée importante de population. L'accès à l'eau, déjà difficile et problématique pour les populations dans l'ensemble des 5 villages affectés, sera un enjeu majeur et cela dès la phase de construction.

Les infrastructures présentes dans les villages de la zone du Projet n'ont pas aujourd'hui la capacité de pouvoir répondre aux besoins provoqués par un afflux important de personne. Certaines infrastructures, telle que l'éducation et les services de santé sont déjà très largement sous dimensionnées et ne permettent pas de répondre aux besoins des populations.

6.10.2.8 Changement des modes de vie

La construction du barrage et la formation du réservoir vont entraîner des modifications importantes dans la zone. Certaines personnes, voire certaines familles, seront contraintes de changer d'activité ou devront faire preuve de résilience pour adapter leurs activités aux nouvelles contraintes et aux rapides mutations du contexte socio-économique.

Les zones habitées proches du barrage et de l'usine hydroélectrique vont accueillir les bureaux et la cité d'exploitation ainsi que des services associés (école, gendarmerie, pharmacies etc.) et se transformer peu à peu en petites villes. Ce phénomène sera accentué par le fait que ces lieux vont se retrouver sur de nouvelles voies d'accès et de circulations de biens et de personnes. Tous ces facteurs peuvent affecter de manière plus ou moins significative les habitudes de vie des villages concernés.

La transformation de ces zones rurales, l'arrivée de nouvelles autorités et la diminution des terres disponibles pourrait conduire à une diminution ou un changement de l'autorité traditionnelle. La proactivité des autorités traditionnelles, leur capacité à tirer parti des nouvelles opportunités qui leurs sont offertes et leur capacité à répondre aux besoins de leurs populations dans le nouveau contexte qui se profile seront déterminants dans le maintien ou non de l'autorité traditionnelle.

6.10.2.9 Mesure d'atténuation et de gestion

Suivi démographique dans la zone

Un suivi démographique trimestriel dans la zone du Projet sera mis en place. Ce suivi couvrira les secteurs d'Antenina, Belanitra et Faravohitra et permettra à NEHO de suivre les dynamiques et d'identifier les zones où l'afflux se concentre.

Sensibilisation des populations aux problèmes de santé et de violence sur les femmes

Des actions de sensibilisation aux MST et relatives aux risques de violences pour les femmes sont programmées dans le cadre du programme de mesures contre les risques sur la santé publique prévu par l'EIES. Ces actions commenceront avant le début de la construction.

Mise en place d'un mécanisme de recrutement clair, transparent et égalitaire

Le recrutement pour le chantier sera essentiellement le fait de l'EPC et de ses sous-traitants: l'EPC devra donc mettre en place dans le cadre de son PGESC un système de recrutement de la main d'œuvre cohérent avec les objectifs de NEHO et permettant d'atténuer l'afflux de population:

- Main d'œuvre non qualifiée: priorité (sans garantie d'embauche) aux travailleurs locaux issus des familles déplacées par le Projet - Les noms de ces personnes et leurs compétences éventuelles seront fournis par NEHO.
- Recrutement avec égalité des chances entre hommes et femmes.
- Interdiction de l'embauche sur site de travaux.
- Mise en place de bureaux de recrutement décentralisés pour éviter une accumulation des chercheurs d'emploi sur les sites de chantier:
  - Antananarivo: personnel qualifié (bac +2 ou plus)
  - Antanifotsy: personnel qualifié (bac +2 ou plus) et peu qualifié (niveau bac ou moins).
  - Belanitra : personnel peu qualifié (niveau bac ou moins) ou non qualifié.
  - Sahofika : personnel peu qualifié (niveau bac ou moins) ou non qualifié.
- Transparence du processus de recrutement.

L'Entrepreneur EPC devra préparer une procédure détaillée de recrutement, également applicable à ses sous-traitants, qui prenne en compte ces principes.

Le recrutement qui sera effectué directement par NEHO suivra les mêmes règles.

Appui au renforcement des infrastructures publiques

NEHO mènera durant la phase de construction un programme d'amélioration des infrastructures collectives des villages. Ce programme sera reconduit à la discrétion de NEHO en phase d'exploitation. Les modalités de mise en œuvre de ce programme seront définies dans le mécanisme de développement communautaire (voir le chapitre « Plan de Développement Communautaire ») qui sera établi avant le début de la construction. Dans le principe, ce mécanisme fonctionnera ainsi:

- Les montants disponibles seront définis par NEHO.
- L'électrification rurale sera une priorité.

- NEHO organisera des réunions avec des représentants des populations et de l'administration pour identifier les actions à réaliser avec ces montants.
- NEHO aura la possibilité de refuser certaines demandes, notamment celles relatives à des infrastructures non durables à long terme, ou ne servant que des intérêts particuliers.

Sensibilisation aux pratiques culturelles de la zone

L'induction que recevront les travailleurs embauchés par l'EPC et ses sous-traitants ou NEHO inclura une sensibilisation aux habitudes et pratiques culturelles de la zone du Projet, notamment les fady et interdits décrits dans le chapitre 4.2.17.2. Cette sensibilisation aura pour but d'atténuer les risques de conflit liés aux écarts de culture. Un code de conduite à adopter par les employés sera notamment préparé par l'EPC.

NEHO contribuera aussi à la connaissance

Protection renforcée des aires protégées

Un ensemble d'actions sont prévues pour atténuer les impacts négatifs que l'afflux de population pourrait avoir sur la biodiversité dans les aires protégées (Parc de Marolambo et NAP de Tsinjoarivo). Cela inclut:

- L'assistance matérielle pour une meilleure protection.
- L'interdiction de consommer ou introduire dans l'enceinte du chantier et de zones de vie de la viande de faune sauvage.
- La sensibilisation des travailleurs aux enjeux de conservation dans la zone du Projet.
- Le contrôle avec les gestionnaires des aires protégées du trafic des véhicules traversant les aires protégées

L'ensemble des risques et les mesures d'atténuation associées sont récapitulées dans le tableau suivant; toutes visent à supprimer ou minimiser les risques décrits.

Tableau 131 - Risques et mesures d'atténuation "Afflux de populations"

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Méconnaissance du développement démographique dans la zone	Important	Affl01	Suivi démographique trimestriel dans la zone du Projet. Ce suivi couvrira les secteurs d'Antenina, Belanitra et Faravohitra et permettra à NEHO de suivre les dynamiques et d'identifier les zones où l'afflux se concentre.	Avant, pendant la construction et pendant l'exploitation	NEHO
Problèmes de santé et de violence sur les femmes	Important	Affl02	Des actions de sensibilisation aux MST et relatives aux risques de violences pour les femmes sont programmées dans le cadre du programme de mesures contre les risques sur la santé publique prévu par l'EIES. Ces actions commenceront avant le début de la construction.	Avant et pendant la construction	NEHO
Besoin d'un mécanisme de recrutement clair, transparent et égalitaire	Modéré	Affl03	l'EPC devra mettre en place dans le cadre de son PGESC un système de recrutement de la main d'œuvre	Avant et pendant la construction	EPC
Accès à l'emploi des personnes réinstallées	Modéré	Affl04	Priorité d'accès à l'emploi (sans garantie d'embauche) aux travailleurs locaux issus des familles déplacées par le Projet - Les noms de ces personnes et leurs compétences éventuelles seront fournis par NEHO	Avant et pendant la construction	EPC et NEHO
Absence ou saturation des infrastructures publiques	Modéré	Affl05	Préparation et mis en œuvre d'un programme d'amélioration des infrastructures collectives des villages et d'un Plan de Développement Communautaire, incluant une composante électrification rurale. Budget pour la phase construction: 2.5 M€	Etudes, construction et exploitation	NEHO
	Modéré	Affl06	Détachement en coordination avec l'administration de représentants des forces de l'ordre à Faravohitra et à proximité du site du barrage, formés aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Etudes, construction et exploitation	NEHO
Non-respect par le Projet ou les nouveaux arrivants des pratiques culturelles de la zone	Modéré	Affl07	L'induction que recevront les travailleurs embauchés par NEHO, l'EPC et ses sous-traitants inclura une sensibilisation aux habitudes et pratiques culturelles de la zone du Projet, notamment les Fady. Cette sensibilisation aura pour but d'atténuer les risques de conflit liés aux écarts de culture.	Pendant toute la durée du Projet	EPC et NEHO
	Modéré	Affl08	Un code de conduite à adopter par les employés sera préparé par l'EPC.	Pendant la construction	EPC

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Impact accru sur les aires protégées	Important	Affl09	Un ensemble d'actions sont prévues pour atténuer les impacts négatifs que l'afflux de population pourrait avoir sur la biodiversité dans les aires protégées (Parc de Marolambo et NAP de Tsinjoarivo). Cela inclut: • L'assistance matérielle pour une meilleure protection. • L'interdiction de consommer ou introduire dans l'enceinte du chantier et de zones de vie de la viande de faune sauvage. • La sensibilisation des travailleurs aux enjeux de conservation dans la zone du Projet. • Le contrôle avec les gestionnaires des aires protégées du trafic des véhicules traversant les aires protégées	Pendant toute la durée du Projet	NEHO
Mauvaise information des populations, rumeurs, accès difficile à l'information	Modéré	Affl10	Préparer et mettre en œuvre un plan d'engagement des parties prenantes avant le début des travaux, incluant un mécanisme de recours et de gestion des conflits.	Pendant toute la durée du Projet	NEHO
Prolifération d'activité économique informelle (alcool, prostitution, viande braconnée, recel)	Modéré	Affl11	Fournir le maximum de service au sein des bases-vie. Établir des règles de gestion quant aux fonctions des base-vie avec des horaires établis pour les employés. Contrôle des entrées sur la base-vie. Ne pas permettre l'établissement de campement spontané à l'intérieur d'un rayon de protection des Bases-vie. Rayon à définir avec les autorités locales.	Avant et pendant la construction	EPC
Augmentation de prix de certaines denrées/produits. Risque de collusion entre grossistes ou revendeurs pour créer des pénuries artificielles de façon à faire augmenter les prix.	Modéré	Affl12	Suivi hebdomadaire sur le prix des marchés locaux pour les produits alimentaires de base. Intervenir en cas de changement anormal de ces prix par rapport à l'historique. En cas de besoins, faire des ententes avec des revendeurs de façon à préfinancer des achats/transports pour appuyer le maintien des prix.	Avant et pendant la construction	Equipe sociale de NEHO
Non-respect des fady et interdits par les populations	Modéré	Affl13	Sensibilisation du personnel de l'EPC et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Avant et pendant la construction	EPC
	Modéré	Affl14	Discussion avec les « notables » du village dans la partie Betsimisaraka (Sahofika,) avant commencement des travaux, pour expliquer que le chantier va faire des travaux de terrassement mais pas des travaux agricoles. S'assurer avec les notables que cela est compatible avec le fady interdisant le travail de la terre le mardi.	Avant la construction	NEHO
	Modéré	Affl15	Sensibilisation du personnel de NEHO et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Pendant toute la durée du Projet	NEHO
Respect de l'information des autorités et administrations locales	Modéré	Affl16	Mise en place d'une procédure de déclaration systématique des interventions des équipes du Projet (NEHO, EPC et toute autre partie impliquée dans le Projet)	Pendant toute la durée du Projet	NEHO

6.11 Impacts culturels

Les risques d'impacts culturels et cultuels sont principalement liés aux trouvailles archéologiques possibles, ainsi qu'à une bonne gestion des interactions du chantier avec les lieux cultuels ou les tombes qui sont présents dans la région.

Sur ce dernier point, ce sont les infrastructures linéaires (routes et lignes) qui posent les principaux risques. Le PAR décrit les risques et les mesures d'accompagnement pour la zone du réservoir et du barrage.

L'ensemble des risques et les mesures d'atténuation associées sont récapitulées dans le tableau suivant; toutes visent à supprimer ou minimiser les risques décrits.

Tableau 132 - Risques et mesures d'atténuation "impacts culturels"

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Risque lié aux pertes de bien culturel enfoui non identifié préalablement	Faible	Cult01	Préparation et mise en œuvre d'une procédure de découverte fortuite à tout entrepreneur qui effectuera des excavations ou des déblais. Formation des personnels en charge des excavations (ou de leur suivi) sur la nature des trouvailes possibles et les mesures à appliquer en cas de trouvaille.	Avant et pendant la construction	EPC
Risques liés aux lieux cultuels existants	Modéré	Cult02	Cartographie détaillée des sites cultuels et des tombes durant les études de terrain d'implantation des infrastructures linéaires (routes et pistes), et engagement avec les parties prenantes pour s'accorder sur les mesures d'évitement.	Etudes et construction	EPC

6.12 Plan de Développement Communautaire

6.12.1 Objectif

Pour la bonne intégration du Projet dans son environnement social, NEHO prévoit de mettre en œuvre un ensemble de mesures d'accompagnement communautaires. Dans un contexte différent, ces actions auraient été orientées vers les populations vulnérables, mais dans la mesure où 84 % des personnes affectées par le Projet vivent sous le seuil de pauvreté, le Plan de Développement Communautaire sera destiné à cette population dans son ensemble.

NEHO mènera durant la phase de construction un programme d'amélioration des infrastructures collectives des villages. Dans le principe, ce mécanisme fonctionnera ainsi:

- Les montants disponibles seront définis par NEHO.
- L'électrification rurale sera une priorité.
- NEHO organisera des réunions avec des représentants des populations et de l'administration pour identifier les actions à réaliser avec ces montants.
- NEHO aura la possibilité de refuser certaines demandes, notamment celles relatives à des infrastructures non durables à long terme, ou ne servant que des intérêts particuliers.

6.12.2 Opportunité de développement des infrastructures

Les infrastructures publiques sont dans la zone du Projet très rares et les populations manquent d'infrastructures et de services de base: voies de circulation, électricité, eau potable, assainissement, téléphonie, centre de santé… Il existe des écoles mais elles ont très peu de moyens.

NEHO a choisi, sur une base volontaire encadrée par le référentiel ISO 26000 ("responsabilité sociétale de l'entreprise") de contribuer à l'amélioration de cette situation, mais ne pourra subvenir à l'ensemble des besoins. Cette possibilité a été évoquée dès l'offre remise par le Concessionnaire, avec une proposition indicative d'électrification rurale qui était formulée ainsi:

"L'installation d'une turbine sur la restitution du débit réservé garantit une puissance à l'échelle de la consommation de l'aménagement lui-même (y compris cité d'exploitation) et de ces communautés. En effet, il existe plusieurs villages dans un rayon de 10 km autour du barrage, qui pourraient consommer 250 à 500 kVA.

Ce projet d'électrification rurale nécessiterait : (i) une ou des lignes en 20 kV (AAAC 37 mm² 3 phases), (ii) des lignes basse-tension, (iii) des transformateurs 20kV/B2, et (iv) des poteaux en bois."

Les attentes des populations formulées durant les diverses réunions et discussions dans le cadre de la préparation de l'EIES étaient relatives pour l'essentiel aux pistes d'accès et à l'électrification.

La réalisation du Projet va de facto entraîner la réalisation de certaines infrastructures nécessaires au Projet, la plus évidente étant la voie de communication reliant l'usine au réseau routier national.

6.12.3 Points d'attention

La réalisation d'infrastructures dans certains villages va modifier leur attractivité et par conséquent leur développement économique et démographique. Dans la mesure où le Projet est situé entre un Parc National et une Nouvelle Aire Protégée, il faudra que les choix d'infrastructures qui seront réalisés soient compatibles avec les plans de gestion de ces zones, et intègrent la nécessité de ne pas contribuer à augmenter les pressions anthropiques sur les aires prévues pour la conservation de la biodiversité.

Le Projet n'a par ailleurs pas vocation à se substituer aux services de l'état, ou à jouer le rôle d'exploitant des infrastructures publiques qu'il aurait contribué à réaliser. Il faudra donc que les aspects institutionnels soient intégrés dans la définition des infrastructures qui seront proposées, avec pour chaque sous-projet une vision claire des responsabilités:

- qui possédera l'infrastructure ?
- qui l'exploitera ?
- qui paiera pour l'exploitation et la maintenance (et éventuellement qui collectera les paiements)?

A la demande des communes, le Projet appliquera un principe de responsabilisation des communes en les impliquant dans la maîtrise d'ouvrage des infrastructures relevant du plan de développement communautaire.

La sélection des villages et hameaux bénéficiaires devra intégrer les aspects suivants:

- Les initiatives et programmes en cours ou prévus, qu'ils soient conduits par des acteurs étatiques, internationaux ou non-gouvernementaux;
- Les plans de gestion des aires protégées;
- L'obligation de principe d'intégrer les zones de réinstallation ainsi que les villages proches du Projet parmi les bénéficiaires, tout en cherchant à éviter d'augmenter les concentrations de population près des zones de conservation de la biodiversité;
- La disposition des opérateurs nationaux ou privés à opérer dans la zone;
- La capacité des foyers à payer les services qui seront payants;
- Les coûts de réalisation des infrastructures.

6.12.4 Répartition actuelle des populations

Les populations susceptibles d'être aidées par le Projet sont inégalement réparties.

À l'ouest, d'Antanifotsy vers Antenina (zone barrage/réservoir): on passe progressivement d'un environnement goudronné/électrifié aisément accessible depuis la capitale, à une zone de pistes non carrossables et non desservies par le réseau électrique. L'accès principale au Projet se fera par cette zone, qui de fait bénéficiera d'une amélioration de la piste.

Entre le site du barrage et l'usine, il n'y a pas de village.

À l'Est de l'usine hydroélectrique, il existe quelques villages près du site de l'usine (notamment Faravohitra et Sahofika) qui sont reliés entre eux par des chemins piétons ou en pirogue. Ces villages ne sont pas reliés à une agglomération importante de l'Est: Lorsqu'ils veulent aller à Antananarivo, les habitants de ces villages franchissent à pied l'escarpement et rejoignent la zone du barrage/réservoir puis Antanifotsy où ils récupèrent des transports collectifs. Vu depuis Antanifotsy, on peut pratiquement regarder cette zone

Est comme un cul-de-sac (même si elle est connectée par la rivière ou par les chemins à des zones encore plus isolées en allant encore plus loin vers l'Est).

6.12.5 Cadre proposé pour les actions de développement communautaires

6.12.5.1 Principes

Les actions financées par le projet seront mises en œuvre dans la zone suivante:

- Entre Antanifotsy et Antenina;
- Dans les villages proches de l'usine (notamment Faravohitra et Sahofika)
- Dans les zones de réinstallation

Les actions financées par le projet seront définies:

- En consultation avec les populations concernées, leurs représentants et les services décentralisés de l'État;
- En coordination avec les acteurs (institutionnels, internationaux, privés ou de la société civile) menant des programmes de conservation ou de développement dans la zone;
- En conformité avec les lois malgaches et les plans de gestion des aires protégées.

Les actions financées par le projet devront:

- Inclure un montage institutionnel et financier formalisé et garantissant leur pérennité;
- favoriser le développement économique des villages, le développement touristique et la réduction à long terme de la dépendance aux ressources naturelles
- Combiner de façon équilibrée des aménagements à effet immédiat (accès à l'électricité, au réseau de téléphonie portable…) et des mesures à long terme (appui à l'éducation, formation);
- Bénéficier à la collectivité ou à des groupes représentatifs de la collectivité (par exemple les écoliers, les femmes, les pêcheurs, les agriculteurs, etc.).

6.12.5.2 Identification des actions à mener

Un consultant ou une organisation de la société civile sera recruté pour identifier un programme d'actions, sur la base des principes énoncés ci-dessus.

Le consultant intégrera le fait que les éléments suivants sont nécessaires au Projet et seront de toute façon construits. Ils pourront donc être partagés avec les populations de la zone du Projet:

- La piste réhabilitée d'Antanifotsy au barrage, le statut (privé ou public) de cette piste restant à confirmer;
- La voie de communication passant par la crête du barrage et allant jusqu'à l'usine et Faravohitra. Il est recommandé que le statut de cette piste reste privé, pour que le SPV puisse en réguler l'utilisation (état des véhicules, barrières de pluie, vitesse…);
- Un réseau de téléphonie mobile autour du barrage et de l'usine.

6.12.5.3 Approche retenue pour l'électrification rurale

Une analyse préliminaire de la demande et de l'offre a été conduite par le projet concernant l'électrification rurale. Une étude détaillée reste à mener, mais les principes suivants ont été retenus:

- La solution initialement envisagée est cohérente, avec quelques ajustements qui nécessitent d'être étudiés tels que la possibilité ou non de connecter les villages proches de l'usine à partir de l'usine (pour ne pas avoir une ligne de distribution aérienne allant du barrage à l'usine). L'utilisation de solutions autonomes (par exemple photovoltaïques avec batteries) peut également être envisagée, car très courante à Madagascar.
- Des études techniques détaillées restent à mener pour définir la composante « électrification rurale » du Projet.
- Des mesures temporaires rapides pourraient être mises en place pour fournir de l'électricité aux populations dès la phase de construction, par exemple au moyen de bornes solaires.

Dans tous les cas, les modalités de mise en œuvre de l'électrification rurale, seront définies en coordination et sous le contrôle de l'Agence de Développement de l'Electrification Rurale (ADER) qui est l'autorité compétente en la matière.

6.12.5.4 Budget

Le budget "développement communautaire" anticipé pour la phase construction est de 2.5 M€, soit 0.5% du montant de l'investissement.

6.12.6 Plan d'actions de développement communautaire

Tableau 133 - Plan d'actions de développement communautaire

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Devt01	Si la solution de microcentrale est retenue, mise en place sur la prise d'eau pour le débit réservé d'un by-pass, permettant la connection d'une microcentrale, et automatisé pour reverser à la rivière les eaux non utilisées par la microcentrale afin de satisfaire l'obligation de débit réservé.	Etudes et construction	EPC
Devt02	Mise en place d'une solution technique permettant d'alimenter un réseau de distribution local depuis l'usine	Etudes et construction	EPC
Devt03	Etudes détaillées techniques et montage juridique et institutionnel pour la mise en œuvre de la composante électrification rurale du Projet, incluant des mesures temporaires rapides pourraient être mises en place pour fournir de l'électricité aux populations dès la phase de construction, par exemple au moyen de bornes solaires.	Démarrage du Projet	NEHO
Devt04	Préparation d'un plan de développement communautaire détaillé sur la base des principes retenus dans l'EIES.	Après la définition de la composante électrification rurale	NEHO

6.13 Impacts et mesures d'atténuation - corridor de la ligne de transmission

Pour orienter l'analyse des impacts socio-économique par rapport aux descriptions du cadre initial de la zone d'étude, les points suivants ont été notés comme principales sources d'impact au niveau socio-économique:

- Acquisition et utilisation des terrains (ces questions-là sont traitées séparément dans le Cadre d'acquisition des terrains et de compensation de la ligne de transmission):
  - Acquisitions des terres (emplacement des pylônes)

- Préparation des sites et installation des chantiers (pour la construction des postes, la pose des pylônes) et le stockage des matériels et matériaux
- Exploitation des carrières et des emprunts (pour les graviers et sable)

- Opportunités et nuisances pendant la construction:
  - Circulation des véhicules et des camions pour l'approvisionnement des chantiers en matériaux et matériels et engins pour les travaux (pose des pylônes)
  - Recrutement de la main d'œuvre et sa présence sur les sites des travaux
  - Nettoyage et remise en état des sites perturbés après les travaux
- Travaux d'entretien (infrastructures et emprises).

L'ensemble des risques et les mesures d'atténuation associées sont récapitulées dans le tableau suivant; toutes visent à supprimer ou minimiser les risques décrits.

Tableau 134 - Risques et mesures d'atténuation "construction et exploitation de la ligne"

Nature du risque	Risque	#	Mesure d'atténuation	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Impacts sur les récepteurs sociaux sensibles en phase construction	Faible	Lign01	Définir et optimiser d'un point de vue technique et social le tracé exact de la ligne de transmission, de façon à minimiser les impacts sociaux et socio-économiques, entre Belanitra et Antananarivo, en tenant compte des sensibilités listées dans l'EIES.	Avant et pendant la construction	EPC
Impacts sur les récepteurs sociaux sensibles en phase exploitation	Faible	Lign02	Informer les populations le long de la ligne de leurs droits et devoirs relativement à la ligne. Planifier les opérations de maintenance de façon à minimiser les impacts sur les récoltes et productions agricoles. .	Exploitation	NEHO

7 Évaluation et atténuation des impacts environnementaux

7.1 Impacts et mesure d'atténuation

7.1.1 Hiérarchie d'atténuation des impacts et impacts résiduels

L'approche retenue pour la définition des impacts suit les exigences de la législation Malgache et des politiques de la SFI et de la BAD, qui requiert que impacts soient atténués de la façon suivante (en reprenant les termes de la législation Malgache):

- En priorité, chercher à "Supprimer" l'impact afin de l'éviter,
- En second lieu, s'il s'avère impossible de supprimer l'impact, chercher à le "Réduire" autant que possible.
- Si les mesures de réduction d'un impact ne permettent de le rendre insignifiant, l'impact restant après réduction est appelé impact résiduel et des mesures d'atténuation supplémentaires sont mises en œuvre pour le "Compenser".

7.1.2 Importance des impacts

Afin de faciliter la lecture de l'EIES et l'identification des impacts les plus importants, l'importance de chacun des impacts a été notée comme suit, en références aux espèces menacées au sens de la léghislation Malgache ou selon les critères des bailleurs de fonds pour les "habitats critiques":

Tableau 135 – Définition de l'importance des impacts environnementaux

Probabilité d' occurrence	**Conséquences**		
	Impact limité dans le temps ou l'espace sur la faune ou la flore, sans conséquence sur des espèces menacées ou des habitats naturels	Impact sur la faune ou la flore étendu ou durable, sans conséquence sur les espèces menacées ou des habitats naturels	Impact sur des espèces menacées ou des habitats naturels
Très probable	Modéré	Important	Important
Possible	Faible	Modéré	Important
Peu probable	Faible	Faible	Modéré

7.2 Impacts sur les habitats terrestres

7.2.1 Nature des impacts

Les impacts physiques du Projet Sahofika ont été décrits dans le chapitre 5. Ils se traduiront à leur tour par des impacts les composantes des habitats et de la biodiversité qui seront négativement affectées par ces impacts physiques, et que l'on appelle les récepteurs environnementaux.

7.2.1.1 Perte/Dégradation/perturbation des habitats

Ce type d'impact concerne tous les habitats qui vont réceptionner ou être proche des infrastructures du Projet.

Entre l'usine hydroélectrique et le barrage

La piste d'accès et la ligne de transmission entre le barrage et l'usine, y compris l'accès à la cheminée d'équilibre, ont une emprise sur les blocs forestiers considérés comme des habitats critiques car (i) ils abritent des espèces à forts enjeux écologiques, et (ii) ils sont déjà menacés à cause de la déforestation et de la surexploitation des ressources naturelles. Les travaux entraîneront une perte supplémentaire de cet habitat.

Autour de l'usine et du barrage, l'emprise la plus importante est celle du réservoir et des infrastructures qui seront bâties temporairement ou définitivement pour le Projet.

Entre le barrage et la sortie du Parc de Marolambo

Les piste d'accès et la ligne de transmission entre le barrage et la sortie du Parc de Marolambo traversent différentes formations végétales au sein de la zone de protection (= zone tampon) du Parc de Marolambo. Le tracé initialement envisagé, d'une longueur de 10.1 km, traversait le site sous transfert de gestion de Fisoronana.

De la sortie du Parc de Marolambo à Antananarivo

La ligne de transmission ne traverse sur cette zone que des habitats modifiés, dont des plantations d'eucalyptus ou de pin utilisées par les populations comme sources de bois.

Bilan des surfaces:

Par principe de précaution vis-à-vis des éléments du projet restant à détailler, un coefficient de majoration de 20% a été arbitrairement appliqué aux habitats terrestres.

Tableau 136 – Surface impactée totale actuelle du projet sur les différents habitats.

TOTAL		**Emprise (ha) majorée pour les habitats terrestres**	%
Habitats Naturels (critiques)	Forêt dense humide de moyenne altitude	213	16%
	Sylves à lichens	3	0%
Habitats Modifiés	Culture	174	13%
	Forêt secondaire	752	56%
	Formation dégradée	57	4%
Eau (habitat modifié)		144	11%
TOTAL		1 341	100%

7.2.1.2 Modification des types d'habitat

La montée du niveau de l'eau, les émissions (bruit, poussières) du projet, les activités de construction puis d'exploitation entraîneront un changement de la structure fonctionnelle de certains habitats, et par conséquent une modification de leur attractivité pour les espèces de faune et de flore qui les utilisent actuellement.

7.2.1.3 Diversification et intensification des menaces sur la faune et la flore

L'ouverture des pistes d'accès (vers barrage et entre barrage et usine), l'accroissement démographique par l'arrivée des personnels du projet et des migrants représenteront des sources de menaces pour la faune et la flore. Il y a un risque réel d'augmentation de la demande en ressources naturelles par les populations et du non-respect de l'intégrité écologique de l'écosystème et de la biodiversité par les personnes qui emprunterons les pistes d'accès ouvertes par le projet.

7.2.1.4 Risques d'incendies

Les causes possibles d'incendies sont multiples mais la principale source est liée au stockage et à l'utilisation des produits hydrocarbures nécessaires au fonctionnement des véhicules, engins et appareil portatifs de chantier. Les différents types d'habitats existants dans la zone sont susceptibles de brûler, particulièrement en saison sèche.

7.2.1.5 Risques d'érosion

Les risques d'érosions ont été décrits dans le chapitre 5.2.1 concernant les impacts physiques. L'érosion peut entraîner une perte d'habitats de la faune et de la flore, une perturbation ou dégradation des habitats à cause de l'envasement et des pollutions pour le milieu aquatique

7.2.1.6 Nuisances lumineuses

L'éclairage nocturne continu pendant la phase de construction et d'exploitation est une source de nuisance potentielle pour certaines espèces de faune aussi diurnes que nocturnes (insectes, reptiles, chauve-souris…). Les sources lumineuses et l'éclairage continu peuvent dérégler le mode de vie de ces espèces, ou les tuer.

7.2.2 Impacts sur les récepteurs environnementaux

7.2.2.1 Destruction d'individus de faune et flore

Lors des travaux de construction (construction, aménagement, remise en état de la piste, défrichement), des véhicules seront utilisés pour transporter des matériaux ; des engins seront mobilisés pour le terrassement et autres activités de construction. De ce fait, la destruction d'individus floristiques et faunistiques au cours de ces travaux est certaine.

7.2.2.2 Fuite de la faune

Les perturbations causées par le Projet (impacts physiques) dans le milieu naturel nuiront à certaines espèces de faune et favoriseront en conséquence l'émigration. Les espèces les plus sensibles seront obligées de quitter leur lieu habituel à cause des nuisances générées par le projet. Par ailleurs, les activités du projet peuvent perturber le cycle de reproduction et les comportements de certains groupes d'animaux, due au changement du domaine vital, voire du régime alimentaire.

7.2.2.3 Introduction et prolifération des espèces exotiques envahissantes

Toutes les activités contribuant au changement ou à la transformation de l'occupation du sol par le projet sont susceptibles de favoriser l'introduction et le développement des espèces exotiques envahissantes dans la zone. Les activités de transport des matériaux de construction, les mouvements des véhicules sont parmi les causes de leur introduction dans la zone. Comme des espèces envahissantes sont déjà présentes dans la zone, leur propagation peut être favorisée par les travaux de mise en place des infrastructures si les mesures de luttes appropriées ne sont pas prises en compte par le projet. Ces espèces sont nocives pour la biodiversité et l'écosystème et difficiles à maîtriser surtout dans une écorégion comme la zone d'emprise du projet.

7.2.2.4 Risque de collision des espèces aviaires le long de la ligne à haute tension

Les risques d'électrocution ou de collision avec les lignes électriques sont une cause importante de mortalité des oiseaux. Dans le cas d'une ligne 220kV la longueur des isolateurs (typiquement 2.50m ou plus) et plus généralement les distances entre les pièces métalliques soumises à des niveaux de tension différents sont telles que le risque d'électrocution est nul. Le risque de collision est lui par contre réel, notamment pour les oiseaux évoluant dans des conditions de faible visibilité (nuit, brouillard) ou à haute vitesse. Le câble de garde, du fait de son petit diamètre qui le rend moins visible et du fait de sa position au-dessus des autres câbles, est celui qui génère le risque le plus important.

En l'absence des grands migrateurs dans le territoire malgache et compte tenu des résultats des inventaires de la faune aviaire dans la zone d'emprise du projet, les espèces d'oiseaux susceptibles d'être impactées par l'électrocution et les collisions sont :

- Entre le départ de la ligne électrique à Sahofika jusqu'à Belanitra, les espèces de rapaces à habitat forestier, dont *Accipiter francesiae, A. henstii, A. madagascariensis, Buteo brachypterus, Aviceda madagascariensis,* et *Polyboroides radiatus* ;
- Entre Belanitra et Antananarivo, les espèces de rapaces adaptées aux milieux ouverts (savanes, pseudo-steppe, plantations, etc.) dont *Falco newtoni, F. eleonorae, Milvus aegyptius*.

Excepté l'autour de Henst *(Accipiter henstii)* ayant un statut quasi-menacé-NT, ces espèces n'ont pas de statut de conservation particulier et aucune ne déclenche les critères "habitats critiques".

7.2.3 Mesures d'évitement et de réduction des risques

7.2.3.1 Programme d'information et de sensibilisation de la population et des employés

Avant le démarrage et pendant les travaux, le Projet mettra en œuvre un programme d'information et de sensibilisation de la population et des travailleurs sur les risques pour la faune et la flore dans la zone du Projet, les bénéfices d'un milieu naturel protégé et d'une biodiversité riche, et les mesures mises en œuvre par le Projet en ce sens.

Ce programme sera préparé avec les gestionnaires ou promoteurs des zones de conservation de la biodiversité et inclura:

- Sensibilisation et information de la population concernée sur le Projet et les mesures de protection de la biodiversité;
- Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés du projet sur les mesures environnementales prises par le projet ;
- Interdiction d'accès des personnes autres que les personnels dans les chantiers et interdiction de circulation des employés du projet dans les zones non autorisées, et notamment les habitats à enjeux écologique ;
- Évaluation continue de l'efficacité des mesures prises afin de les corriger ou les ajuster si nécessaire.

7.2.3.2 Évitement au maximum des habitats naturels et critiques lors de l'implantation définitive

Les principes d'implantation des tracés de route et de ligne d'évacuation de l'énergie dans les zones les plus sensibles ont fait l'objet de nombreux échanges entre les équipes techniques et environnementales et sociales lors de la préparation de l'EIES, afin de

minimiser les impacts sur les zones sensibles proches du Projet: ce travail a été décrit dans le chapitre 2.6.2.

Il reste aujourd'hui à définir et optimiser d'un point de vue technique et social l'implantation exacte des infrastructures du Projet (durant les études détaillées), de façon à minimiser les impacts sur la biodiversité et sur les récepteurs sociaux.

Entre Antananarivo et Belanitra

Cette zone ne traverse aucune aire protégée et aucun habitat naturel, mais elle traverse des plantations d'eucalyptus et de pins utilisées par les populations, et qu'il faudra éviter au maximum.

Concernant les routes (principales ou d'accès à des points de construction de pylônes), de façon à éviter la création de nouvelles pistes dans cette zone, il a été décidé d'utiliser les pistes existantes au maximum, en les réhabilitant là où cela est nécessaire.

Entre Belanitra et le barrage

Cette zone traverse la zone de protection (zone tampon) du Parc de Marolambo. Elle est peu densément peuplée mais on y trouve des zones boisées naturelles (leur nombre augmente vers l'Est, à l'approche du corridor forestier) et des zones boisées gérées par les populations. Le Projet va dans cette zone construire la ligne de transmission, mais aussi une route d'accès au barrage, car il n'existe pas ici de piste carrossable.

Le principe qui a été retenu pour cette zone est d'adopter une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées, avec implication des VOI.

Entre le barrage et l'usine hydroélectrique

Cette zone traverse le corridor forestier, qui est très riche en termes de biodiversité. Elle n'est presque pas peuplée et est majoritairement couverte de forêts qui abritent des espèces de faune et de flore d'un grand intérêt. Le Projet va dans cette zone construire la ligne de transmission et une route d'accès reliant l'usine hydroélectrique au barrage, car il n'existe pour l'instant que des accès piétons.

Les principes qui ont été retenus pour cette zone sont les suivants:

- la ligne de service et les réseaux de communication pourront utiliser la galerie du chemin d'eau et l'on pourra donc pour ces deux infrastructures éviter les impacts.
- Le tracé retenu (voir chapitre 2.6.2) est celui qui permet de réduire autant que possible les impacts environnementaux, en utilisant les zones déjà impactées et en évitant ainsi de créer un nouveau corridor en plus du corridor piéton existant. Dans cette option la ligne de transmission sera enterrée sur 1.6 km, là où le tracé sélectionné traverse la plus grande largeur de forêt (positionnement exact à confirmer dans la phase d'études détaillées).

Optimisation de l'implantation des infrastructures temporaires ou permanentes

Cette mesure concerne les infrastructures temporaires ou permanentes qui seront nécessaires dans la zone du barrage: carrières, zones de déblais, sites de stockage, camps et zones de chantiers, et la cité d'exploitation.

La position exacte et l'emprise de ces infrastructures n'est pas définie et l'EIES prescrit donc l'approche suivante afin de minimiser les impacts:

- Utiliser autant que possible l'emprise du futur réservoir pour les infrastructures temporaires et les sites d'extraction (sans exposer les sites aux crues de l'Onive);
- Au niveau du barrage, hors de la zone du réservoir:
  - Implanter les infrastructures temporaires en rive droite de l'Onive (à l'Ouest) plutôt qu'en rive gauche pour minimiser les risques envers la nouvelle aire protégée;
  - Éviter les habitats naturels et les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.
- Au niveau de l'usine :
  - Éviter les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.

7.2.3.3 Mesures de préservation du continuum écologique pour la faune

Les infrastructures linéaires (ligne et piste d'accès) entre le barrage et l'usine risquent d'altérer la connectivité génétique pour la faune et la flore? Ce risque est très variable selon les espèces et leur écologie et dépend de plusieurs facteurs tels que l'interruption physique du continuum forestier causé par le déboisement, la modification de l'occupation du sol, ou le bruit des véhicules.

Ce risque a déjà été réduit par le choix de l'implantation des infrastructures linéaires dans la partie la plus impactée, déboisée et fréquentée du corridor forestier. Des mesures complémentaires sont adoptées pour lutter au mieux contre la fragmentation du corridor forestier dans le cadre du Projet:

- La ligne de transmission sera enterrée sur 1.6 km, là où le tracé sélectionné traverse la plus grande largeur de forêt (positionnement exact à confirmer dans la phase d'études détaillées).
- La largeur des pistes (bande roulante) sera limitée à 5 m dans les zones boisées, pour conserver dans la mesure du possible la continuité de la canopée.
- Le trafic de nuit (entre 20h et 6h) entre le barrage et l'usine sera interdit pour les activités programmables ou régulières du chantier ou de l'exploitation, et sera réservé aux cas d'urgence et aux circonstances exceptionnelles.

7.2.3.4 Évitement ou réduction des impacts sur les individus (flore et faune) à fort enjeu de conservation

Flore

Plusieurs espèces végétales menacées rencontrées dans la zone élargie d'étude peuvent se retrouver sur les sites d'accès et/ou d'implantation des infrastructures et activités associées. Les défrichements peuvent entraîner la disparition des individus ou d'une population de ces espèces menacées. Les mesures suivantes sont à adopter en cas de présence de ces espèces :

- Le repérage, marquage et localisation précis des espèces de flore ayant déclenché l'habitat critique (voir 4.4) en vue de leur évitement lors de l'implantation exacte des infrastructures dans les zones de forêt ;
- L'adaptation au maximum des emprises et activités à impacts potentiels pour éviter de leur porter atteinte.

Faune : Le défrichement de la végétation puis la circulation sur les pistes pourraient tuer des animaux peu mobiles (petits mammifères, caméléons, lézards, amphibiens), des juvéniles (oisillons) ou des animaux à domaine vital restreint (écrevisses).

Afin de réduire les impacts négatifs dus aux activités de construction puis d'exploitation sur l'ensemble de ces espèces animales forestières et surtout les espèces à enjeux, les mesures suivantes sont préconisées et doivent être prises en compte :

- Saisonnalité des travaux de coupe des grands arbres susceptibles de porter des nids d'oiseaux: Afin de minimiser les impacts sur les oiseaux nichant dans les zones forestières (entre le barrage et l'usine), les coupes de grands arbres pour la libération des emprises se feront hors de la période de nidification préférée des oiseaux, qui correspond aux mois de Août à Décembre.
- Défrichement et déboisement séquencés après l'implantation définitive des infrastructures traversant des zones de forêt, afin de faire fuir la faune:
  - Abattage des arbres
  - Laisser 24h à la faune résiduelle pour fuir (notamment reptiles, type caméléons, entomofaune),
  - Finalisation du défrichement et nettoyage de la zone avec stockage de la végétation collectée sur les bords des emprises en vue de son broyage ou compostage (pas de brûlage).
- Les grands arbres identifiés comme supports d'alimentation (espèces frugivores) et dortoirs des lémuriens doivent être évités. Ces arbres seront facilement reconnaissables par l'abondance des jeunes plants et la présence d'excréments ;
- Minimisation du risque d'écrasement de faune:
  - Régulation du trafic entre le barrage et l'usine (la route n'est libre d'accès à tous les véhicules)
  - Sensibilisation des chauffeurs et formation à l'enlèvement des espèces de faune des voies de circulation,
  - Restrictions sur la circulation de nuit,
  - Vitesse limitée à 40 km/h entre le barrage et l'usine,
  - Monitoring et géoréférencement des points d'écrasement.

7.2.3.5 Lutte contre l'introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes

L'introduction d'autres espèces invasives, outre les espèces exotiques envahissantes identifiées lors des inventaires, est possible notamment via les mouvements de transports des matériaux de construction par les véhicules du projet, et les mouvements des travailleurs. La lutte contre l'introduction et la propagation de ces espèces dans la zone d'emprise du projet e doit être assurée par le Projet.

Durant les travaux et pendant la période de reprise de la végétation native sur les aires sujettes à revégétalisation, le suivi et la gestion des EEE sont importants car le développement de ces espèces peut limiter le développement des espèces natives. Une attention particulière est à porter sur tous les matériaux importés et stockés. Le projet devra adopter des mesures à appliquer lors de la réalisation des activités de nettoyage des parcelles, de décapage et terrassement pour :

- Identifier les espèces envahissantes présentes dans le chantier et ses environs avant la réalisation des travaux ;
- Arracher manuellement ou mécaniquement les EEE arbustives ou arborées en s'assurant que le système racinaire est bien enlevé ;
- Éradiquer ces espèces par le biais des mesures appropriées (élimination et incinération sur place des débris des végétaux) ;
- Effectuer une étude préalable des sites d'approvisionnement des matériaux (carrières, autres).

7.2.3.6 Eviter l'utilisation des ressources naturelles locales

Les travaux de construction et de mise en place des infrastructures nécessitent l'utilisation des matériaux locaux comme le bois, l'eau, les graviers et autres. Une demande excessive, non rationnelle par le projet entraînerait une surexploitation de ces ressources et deviendrait une menace pour l'écosystème et la biodiversité. Pour ces raisons, le Projet doit organiser sa chaîne d'approvisionnement de façon à éviter les impacts sur les zones boisées existantes dans les environs du Projet. Les bois utilisés dans les constructions doivent être issus d'entités ayant une autorisation de coupe et/ou de vente émanant des services compétents, dans le cas où l'approvisionnement se fait à Madagascar.

7.2.3.7 Interdiction des feux et minimisation du risque d'incendie

Les feux ouverts seront interdits pendant toute la période de construction et d'exploitation.

Le risque d'incendie sera minimisé en:

- Equipant les poste/sites de chantier où des produits inflammables sont utilisés d'extincteurs,
- Formant le personnel à l'utilisation des extincteurs, et en,
- Rappelant les règles de base concernant l'utilisation des produits inflammables.

7.2.3.8 Appui et accompagnement des gestionnaires des zones sous statut pour la protection de la biodiversité

La phase de construction et d'exploitation des infrastructures durera plusieurs années et entraînera des mouvements en matière de personnes dans la zone. Les capacités des gestionnaires des zones sous statuts doivent être renforcés afin qu'elles assurent au mieux le respect des réglementations régissant les zones et puissent contribuer à la protection de la biodiversité.

Cette mesure sera détaillée en concertation avec les entités concernées, la DGEF et les DREF compétentes. Elle concerne:

- MNP, en tant que gestionnaire du Parc de Marolambo,
- Sadabe, en tant que promoteur de la NAP de Tsinjoarivo
- Le futur gestionnaire potentiel (possiblement Sadabe)
- Les VOI

7.2.3.9 Minimisation de la pollution lumineuse

Les sites de construction et d'exploitation seront conçus et gérés de façon à minimiser l'impact de la pollution lumineuse avec les actions suivantes:

- Éviter l'éclairage continu, et privilégier le déclenchement par détecteurs de présence pour l'éclairage extérieur de confort,
- Utiliser des ampoules de basse luminosité ou utiliser un éclairage orienté vers les sol pour les éclairages extérieurs.

7.2.3.10 Protection des espèces CITES et lutte contre le braconnage

Les espèces listées CITES dans la zone du Projet relèvent essentiellement de l'Annexe II, à savoir " (i) toutes les espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce des spécimens de ces espèces n'était pas soumis à une réglementation stricte, et (ii) certaines espèces qui

doivent faire l'objet d'une réglementation, afin de rendre efficace le contrôle de leur commerce".

Le Projet va, du fait de la création de routes, possiblement faciliter l'accès à ces espèces et à leur exploitation illégale, au à d'autres formes d'activités illégales telles que le braconnage.

Un programme et des mesures spécifiques de protection de ces espèces et de lutte contre le commerce illégal et le braconnage seront définis avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées dans le cadre des actions déjà prévues de régulation du trafic et de renforcement du contrôle et de la protection de la biodiversité.

7.2.3.11 Réduction du risque de collision avec la ligne électrique

Le risque de collision concerne essentiellement les rapaces et le câble de garde, lors des phases de piquer vers des proies identifiées au sol, c'est-à-dire lors d'un vol à grande vitesse allant du haut vers le bas.

Dans le corridor forestier où le plus grand nombre d'espèces potentiellement affectées est présent, des "bird diverters" tridimensionnels (pas des bird diverters bi-dimensionnel pendant sous le câble) seront mis en place sur les câbles de garde.

Figure 87 – Exemple de bird diverter tridimensionnel

7.2.4 Mesures compensatoires et d'accompagnement visant les milieux terrestres

Les normes de performance de la SFI et de la BafD exigent que le projet ne cause pas de perte nette de biodiversité (habitats naturels) et génèrent un gain net pour les espèces et habitats considérés comme « critiques ». Du fait de ces exigences, et étant donné les impacts résiduels du projet après les mesures d'évitement et de réduction des risques décrites au chapitre 7.2.3, des mesures compensatoires au titre de la biodiversité terrestre sont nécessaires.

La compensation vise à contrebalancer par des actions positives les effets résiduels négatifs non évités par la conception d'un projet ou insuffisamment atténués par la mise en œuvre de mesures de réduction. Il s'agit de mettre en œuvre des mesures compensatoires à proximité du des milieux impactés afin de garantir leur fonctionnalité, de manière pérenne. En d'autres termes, la compensation doit permettre de conserver globalement et, dans le cas du projet de Sahofika, du fait du caractère critique des habitats impactés, d'améliorer la qualité environnementale des milieux.

Etant données les hypothèses actuelles sur l'emprise des infrastructures, le projet va détruire environ 216 ha de forêt naturelle, considérée comme un habitat naturel critique, dont 213 ha de forêt dense de moyenne altitude et 3 ha de sylve à lichen.

7.2.4.1 Restauration des zones dégradées dans les forêts adjacentes au corridor forestier

La restauration active (travaux de plantation et de reboisement d'espèce native avec mise en défens effective contre les coupes, le pâturage et les feux) des zones dégradées dans les forêts adjacentes au corridor forestier principal a pour but de compenser les pertes en habitats forestiers critiques pour de nombreuses espèces patrimoniales (oiseaux, reptiles, amphibiens, mammifères). Il s'agira, à terme, de revenir à la structure, la diversité et la dynamique de l'écosystème original, en rétablissant ses fonctions essentielles (production primaire, résilience, protection), et en permettant aux populations locales de bénéficier de certains de ses multiples services écosystémiques.

Basé sur le calcul des surfaces impactées par chaque élément du projet (barrage, zone ennoyée, pistes, base vie, cheminée d'équilibre, etc.) à préciser lors des études détaillées, la perte en habitat critique de forêt dense humide de moyenne altitude et forêt à sylves et lichens a été estimée à 216 Ha. L'effort de reforestation prévu concernera, à terme, une surface égale au double de la surface effectivement impactée (par exemple, 432 ha, si la surface de 216 ha est confirmée).

Plusieurs décennies seront nécessaires pour que les terrains restaurés commencent à retrouver des fonctionnalités proches de celle d'une forêt native. Notons toutefois que la restauration est mise en œuvre ici en complément d'une contribution à la conservation de l'essentiel du massif forestier impacté, et que la proximité avec ce massif encore largement intact devrait assurer une meilleure efficacité aux efforts de restauration.

Il est recommandé de mener ce programme de restauration forestière avec les buts suivants:

- Atteindre une surface de reboisement pérenne égale au double de la surface perdue.
- Assurer ou restaurer la connectivité entre lambeaux forestiers restants.
- Identifier les sites à restaurer en coopération avec MNP et la NAP de Tsinjoarivo - Ambalaomby, en visant des sites au sein des zones gérées et de préférence protégées par ces entités ou dans les zones de transfert de gestion.
- Dans les zones anciennement défrichées en amont du barrage, afin d'optimiser la protection du barrage contre l'ensablement et la protection des affluents alimentant l'Onive, venant de la NAP en création de Tsinjoarivo - Ambalaomby.

La restauration préconisée dans le cadre de ce projet doit faire appel à :

- Une analyse écologique fine de l'état de dégradation des forêts : Une observation sommaire lors des travaux de terrain a permis de constater que la qualité de l'écosystème forestier de la zone est très hétérogène, avec une fragmentation importante, et ne présentant globalement que des arbres de petite taille ;
- Un engagement d'un ensemble d'acteurs et d'objectifs à moyen et à long terme : la présence des VOI et des gestionnaires des aires protégées , gestionnaire de ces ressources forestières est un atout pour la mise en œuvre de la restauration forestière ;
- Un appel à diverses techniques forestières : la mise en défens ou la production de plants autochtones en pépinière.

Les plants de reboisement seront fournis par le projet (qui pourrait avoir sa propre pépinière). Les terrains restaurés devront faire l'objet d'un statut de protection efficace et pérenne, dans le cadre de la gouvernance des ressources naturelles à mettre en place dans le périmètre du projet et aux abords des aires protégées existantes.

7.2.4.2 Appui à la conservation des forêts naturelles de la NAP de Tsinjoarivo et du Parc National de Marolambo

Le projet contribuera à la mise en place de la NAP de Tsinjoarivo et à la protection du Parc National de Marolambo. Les modalités précises de ce soutien restent à définir, en partenariat avec les entités gestionnaires de ces aires protégées et leurs différentes parties-prenantes (dont les autorités publiques pertinentes).

Il est d'ores et déjà suggéré de contribuer à réduire significativement le taux de déforestation affectant ces aires protégées en renforçant les capacités de surveillance et de contrôle des activités illégales de défrichement, braconnage, etc. Malgré les incertitudes entourant leur estimation, les surfaces ainsi « épargnées » pourront dès lors être comptabilisées parmi les « gains » de biodiversité générés par le projet.

Dans ce cadre, il serait utile, comme cela a été suggéré par la DREDD de Vakinankaratra, que soit mis en place un chef de triage pour assurer la verbalisation des délits , avec un statut spécifique lui permettant de travailler dans les deux circonscriptions de Vakinankaratra et Alaotra-Mangoro.

7.2.4.3 Appui à la mise à jour des données de la ZICO

Afin d'éviter d'accroître les disparités entre les données ornithologiques du Projet et les données de la ZICO de la Forêt Classée de l'ONVIE, le projet contribuera à l'actualisation des données de la ZICO, par le biais de l'ONG référente de la ZICO, à savoir Asity Madagascar. Les modalités précises de ce soutien restent à définir, et pourront être étendues à d'autres activités plus spécifiques de conservation des oiseaux dans le cadre du Plan d'Action Biodiversité.

7.2.4.4 Programme de reboisement dans les zones de transfert de gestion

Il est précisé que la gestion du VOI existant à Antenina sera déterminée en coordination avec le MNP et la DREDD qui sont les autorités compétentes.

Concernant la zone de réinstallation, avec l'amélioration de l'accès vers le site et l'exploitation des infrastructures, de nouveaux arrivants seront attendus dans la zone, en plus des personnes qui seront relocalisées. Ces arrivées vont sûrement augmenter les besoins en bois notamment pour les bois d'œuvre et de service.

Afin d'éviter les pressions sur les forêts naturelles dans les zones sous statut, et les terrains ciblés pour la restauration forestière, il est préconisé de développer dès la phase de construction un programme de reboisement avec des essences à croissance rapide.

Ce reboisement devrait être effectué dans les zones de prairies en dehors des zones de forêts naturelles, afin de rendre disponible rapidement des bois de service. Le reboisement ne sera pas effectué sur des zones agricoles, sauf accord amiable explicite avec les personnes concernées. Le plan d'aménagement des VOI déterminera les différentes zones à planter ainsi que les modalités de mise en œuvre.

Les plants de reboisement seront fournis par le projet (qui pourrait avoir sa propre pépinière).

Une expérience en matière de reboisement existe dans la zone.

Une hypothèse de production est avancée ci-après :

- Plantation d'Eucalyptus, essence à croissance rapide et pouvant donner des fûts de qualité pouvant servir de bois d'œuvre et de service ;
- La plantation est effectuée sur un sol acide (ancien tavy ou sols anciennement forestiers) mais bénéficiant d'un minimum d'entretien, de soins sylvicoles et d'un minimum de protection (notamment contre les feux)
- Soins sylvicoles à appliquer :
  - Éclaircie (de 1000 individus à la plantation à 500 individus par hectare à partir de la 5ème année. L'éclaircie est une opération consistant à supprimer un certain nombre d'arbres d'une parcelle au profit de ceux laissés en place ;
  - Élagages à la fin de l'année 2 et fin de l'année 4. L'élagage est une technique consistant à remonter régulièrement la couronne des arbres destinés à la production de bois d'œuvre, afin de limiter le développement des nœuds, en coupant régulièrement les branches ;
  - Protection contre les feux : pare feux, gardiennage.

A noter que pour un premier cycle de production de 5 ans, le diamètre moyen obtenu est de 35 cm. Pour un hectare de reboisement de 5 ans, on aura donc 500 individus représentant 187 m^3.

7.2.5 Mesures de suivi écologique

7.2.5.1 Suivi écologique des habitats

La phase de construction et d'installation des infrastructures durera plusieurs années et entraînera la destruction et/ou la dégradation de certains habitats. Pour ces raisons, un suivi écologique devra être réalisé pour étudier l'évolution des habitats et de la faune et de la flore remarquables. Ce suivi concernera l'ensemble des zones forestières et les espèces faunistiques et floristiques à fort enjeux écologique. Un état initial sera réalisé au préalable puis des suivis périodiques seront préconisés pendant et à la fin de la phase d'installation. Le processus consiste à :

- Mettre en place des parcelles permanentes de suivi avant, pendant et après les travaux afin d'évaluer l'état de conservation des habitats et les espèces remarquables associées ;
- Effectuer des contrôles réguliers des populations des espèces à enjeux de conservation ;
- Analyser les informations observées sur les changements engendrés par le projet ;
- Identifier et mettre en œuvre les mesures d'ajustement si nécessaire.

7.2.5.2 Suivi écologique d'espèces cibles et adaptation

Un programme de suivi d'un certain nombre d'espèces cibles, de faune et de flore et ayant déclenché des analyses d'habitats critiques sera entrepris avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées, dans le but de:

- Vérifier sur le long terme l'absence de perte nette de biodiversité,
- Identifier les mesures adaptatives à mettre éventuellement en œuvre,
- Améliorer la connaissance de ces espèces et ainsi contribuer à leur protection.

7.2.6 Récapitulatif des mesures d'atténuation - milieux terrestres

L'ensemble des mesures d'atténuation liées à la biodiversité terrestre sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 137 – Mesures d'atténuation "biodiversité terrestre"

Nature du risque	Risque	#	Mesure	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Méconnaissance par la population ou les employés de NEHO des mesures de protection de la biodiversité mises en œuvre par le projet	Faible	BioT01	• Sensibilisation et information de la population concernée sur le Projet et les mesures de protection de la biodiversité. • Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de NEHO sur les mesures environnementales prises par le projet.	Avant démarrage des travaux, durant la construction et l'exploitation	NEHO
Méconnaissance par les employés de l'EPC des mesures de protection de la biodiversité mises en œuvre par le projet	Faible	BioT02	Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de l'EPC et de la chaîne de sous-traitants sur les mesures environnementales prises par le projet.	Avant et pendant la construction	EPC
Risque d'emprise du projet supérieure à celle estimée en cas d'accès incontrôlé des personnes aux habitats les plus sensibles dans le cadre du projet	Modéré	BioT03	Interdiction d'accès des personnes autres que les personnels dans les chantiers et interdiction de circulation des employés du projet dans les zones non autorisées, et notamment les habitats à enjeux écologique.	Pendant la construction	EPC
Impacts liés à la construction des infrastructures linéaires sur l'environnement et en particulier les zones boisées.	Faible	BioT04	Implantation des infrastructures linéaires entre Antananarivo et Belanitra: • Eviter au maximum les zones boisées pour minimiser le déboisement (utiliser des images aériennes/satellites récentes et des visites sur le terrain pour identifier les zones boisées/déboisées). Utiliser les pistes existantes au maximum, en les réhabilitant là où cela est nécessaire plutôt que de créer des pistes nouvelles.	Etudes et construction	EPC
Impacts liés à la construction des infrastructures linéaires sur l'environnement et en particulier les zones de transfert de gestion.	Modéré	BioT05	Entre Belanitra et le barrage: Adopter une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées; consultation des VOI et de NEHO pour approbation des zones boisées affectées	Etudes et construction	EPC

Nature du risque	Risque	#	Mesure	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Impacts disproportionnés sur les espèces et habitats sensibles en cas d'implantation inconsidérée des infrastructures, et risque de non-conformité avec le principe de hiérarchie d'atténuation.	Important	BioT06	Entre le barrage et l'usine hydroélectrique: Faire passer la ligne de service et les réseaux de communication par la galerie du chemin d'eau. Pour le tracé de route et de ligne: • Reconnaître et utiliser au maximum les zones déjà impactées comme décrit dans l'EIES. • Enterrer la ligne de transmission enterrée sur 1.6 km, là où le tracé sélectionné traverse la plus grande largeur de forêt. • Limiter la largeur des pistes (bande roulante) à 5 m dans les zones boisées. • Faire valider les implantations par NEHO.	Etudes et construction	EPC
Impacts disproportionnés sur les espèces et habitats sensibles en cas d'implantation inconsidérée des infrastructures, et risque de non-conformité avec le principe de hiérarchie d'atténuation.	Important	BioT07	Optimisation de l'implantation des infrastructures temporaires ou permanentes: • Utiliser autant que possible l'emprise du futur réservoir pour les infrastructures temporaires et les sites d'extraction (sans exposer les sites aux crues de l'Onive); • Au niveau du barrage, hors de la zone du réservoir: (i) Implanter les infrastructures temporaires en rive droite de l'Onive (à l'Ouest) plutôt qu'en rive gauche pour minimiser les risques envers la nouvelle aire protégée et (ii) Éviter les habitats naturels et les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique. • Au niveau de l'usine : Éviter les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.	Etudes et construction	EPC
Impacts liés à la construction des infrastructures linéaires sur les zones de transfert de gestion des VOI.	Modéré	BioT08	Consulter les VOI et les gestionnaires/promoteurs des aires protégées pour la validation des tracés ou implantations proposés par l'EPC pour les infrastructures entre Belanitra et l'usine.	Etudes et construction	NEHO
Fragmentation du corridor causée par la circulation des véhicules durant la construction.	Important	BioT09	Le trafic de nuit (entre 20h et 6h) entre le barrage et l'usine sera interdit pour les activités programmables ou régulières du chantier, et sera réservé aux cas d'urgence et aux circonstances exceptionnelles approuvées par NEHO. Mise en place de barrières et de postes de garde aux extrémités de la forêt.	Construction	EPC
Fragmentation du corridor causée par la circulation des véhicules durant l'exploitation.	Important	BioT10	Le trafic de nuit (entre 19h et 7h) entre le barrage et l'usine sera interdit pour les activités programmables ou régulières de l'exploitation, et sera réservé aux cas d'urgence et aux circonstances exceptionnelles. Mise en place de barrières et de postes de garde aux extrémités de la forêt (gestion coordonnée avec le promoteur / gestionnaire de la NAP)	Exploitation	NEHO

Nature du risque	Risque	#	Mesure	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Impacts sur les espèces de flore ayant un enjeu de conservation entre le barrage et l'usine	Important	BioT11	Protection de la flore menacée (entre le barrage et l'usine): • Le repérage, marquage et localisation précis des espèces de flore ayant déclenché l'habitat critique listées dans l'EIES en vue de leur évitement lors de l'implantation exacte des infrastructures dans les zones de forêt ; • L'adaptation au maximum des emprises et activités à impacts ou le déplacement des spécimens concernés pour éviter de leur porter atteinte.	Etudes et construction	EPC
Mise en œuvre insuffisante des mesures de protection de la flore (action de suivi)	Modéré	BioT12	Suivi des actions de protection de la flore menacée par l'EPC.	Etudes et construction	NEHO
Impacts sur les espèces de faune ayant un enjeu de conservation entre le barrage et l'usine	Important	BioT13	Protection de la faune menacée (entre le barrage et l'usine): • Défrichement et déboisement séquencés après l'implantation définitive des infrastructures traversant des zones de forêt, afin de faire fuir la faune: (i) Abattage des arbres, puis (ii) Laisser 24h à la faune résiduelle pour fuir (notamment reptiles, type caméléons, entomofaune), puis (iii) Finalisation du défrichement et nettoyage de la zone avec stockage de la végétation collectée sur les bords des emprises en vue de son broyage ou compostage (pas de brûlage). • Afin de minimiser les impacts sur les oiseaux nichant dans les zones forestières (entre le barrage et l'usine), les coupes de grands arbres pour la libération des emprises se feront hors de la période de nidification préférée des oiseaux, qui correspond aux mois de Août à Décembre. • Les grands arbres identifiés comme supports d'alimentation (espèces frugivores) et dortoirs des lémuriens doivent être évités. Ces arbres seront facilement reconnaissables par l'abondance des jeunes plants et la présence d'excréments ; • Minimisation du risque d'écrasement de faune: (i) Sensibilisation des chauffeurs et formation à l'enlèvement des espèces de faune des voies de circulation, et (ii) Vitesse limitée à 40 km/h entre le barrage et l'usine.	Construction	EPC
Mise en œuvre insuffisante des mesures de protection de la faune (action de suivi)	Modéré	BioT14	Suivi des actions de protection de la faune menacée par l'EPC.	Etudes et construction	NEHO

Nature du risque	Risque	#	Mesure	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Impacts sur les espèces de faune ayant un enjeu de conservation entre le barrage et l'usine	Important	BioT15	Minimisation du risque d'écrasement de faune: • Régulation du trafic entre le barrage et l'usine en coordination avec le promoteur / gestionnaire de la NAP et avec consultation des populations (la route n'est libre d'accès à tous les véhicules) • Sensibilisation des chauffeurs et formation à l'enlèvement des espèces de faune des voies de circulation, • Restrictions sur la circulation de nuit, • Vitesse limitée à 40 km/h entre le barrage et l'usine, • Monitoring et géoréférencement des points où des spécimens de faune ont été écrasés.	Exploitation	NEHO
Introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes	Modéré	BioT16	Lutte contre l'introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes: • Identifier les espèces envahissantes présentes dans le chantier et ses environs avant la réalisation des travaux ; • Arracher manuellement ou mécaniquement les EEE arbustives ou arborées en s'assurant que le système racinaire est bien enlevé ; • Éradiquer ces espèces par le biais des mesures appropriées (élimination et incinération sur place des débris des végétaux) ; • Effectuer une étude préalable des sites d'approvisionnement des matériaux (carrières, autres).	Etudes et construction	EPC
Risque d'incendie accru du fait de la présence du Projet.	Modéré	BioT17	Prévention des incendies: • Les feux ouverts sont interdits pendant toute la période de construction. • Equiper les poste/sites de chantier où des produits inflammables sont utilisés d'extincteurs, • Former le personnel à l'utilisation des extincteurs, et en, • Rappeler les règles de base concernant l'utilisation des produits inflammables.	Construction	EPC
Insuffisance des moyens dont disposent les gestionnaires / promoteurs des aires protégées et les VOI pour renforcer la protection, la conservation et la surveillance des aires sous statut.	Important	BioT18	Appui et accompagnement des gestionnaires des zones sous statut pour la protection de la biodiversité.	Construction et exploitation	NEHO

Nature du risque	Risque	#	Mesure	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Impact lumineux de l'éclairage sur les espèces nocturnes.	Faible	BioT19	Minimisation de la pollution lumineuse • Éviter l'éclairage continu, et privilégier le déclenchement par détecteurs de présence pour l'éclairage extérieur de confort, • Utiliser des ampoules de basse luminosité ou utiliser un éclairage orienté vers les sol pour les éclairages extérieurs.	Construction	EPC
Impact lumineux de l'éclairage sur les espèces nocturnes.	Modéré	BioT20	Minimisation de la pollution lumineuse • Éviter l'éclairage continu, et privilégier le déclenchement par détecteurs de présence pour l'éclairage extérieur de confort, • Utiliser des ampoules de basse luminosité ou utiliser un éclairage orienté vers les sol pour les éclairages extérieurs.	Exploitation	NEHO
Risque d'accroissement du commerce illégal des espèces CITES du fait de l'amélioration de l'accès à la zone du Projet.	Important	BioT21	Préparation et mise en œuvre d'un programme de protection des espèces CITES et de lutte contre le commerce illégal et le braconnage défini avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées dans le cadre des actions déjà prévues de régulation du trafic et de renforcement du contrôle et de la protection de la biodiversité.	Exploitation	NEHO
Destruction de forêts naturelles dans l'emprise des infrastructures entre le barrage et l'usine.	Important	BioT22	Préparation et mise en œuvre d'un programme de restauration de zones dégradées dans les forêts adjacentes au corridor forestier (surface définitive égale au double des surfaces boisées perdues).	Construction et exploitation	NEHO
Augmentation de la pression sur les espèces protégées ou menacées dans les aires protégées.	Important	BioT23	Appui à la conservation des forêts naturelles de la NAP de Tsinjoarivo et du Parc National de Marolambo.	Construction et exploitation	NEHO
Pression accrue sur les zones sous transfert de gestion, besoins accrus en bois	Modéré	BioT24	Programme d'appui aux VOI: reboisement dans les zones de transfert de gestion et préservation des services écosystémiques.	Construction et exploitation	NEHO
Insuffisance des mesures d'atténuation et dégradation des habitats entre le barrage et l'usine (mesure de suivi).	Faible	BioT25	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi écologique des habitats entre le barrage et l'usine, intégrant l'influence du changement climatique sur la sylve à lichen.	Construction et exploitation	NEHO
Insuffisance des mesures d'atténuation pour les espèces de faune et de flore les plus sensibles entre le barrage et l'usine (mesure de suivi).	Faible	BioT26	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi d'un certain nombre d'espèces cibles, de faune et de flore et ayant déclenché des analyses d'habitats critiques sera entrepris avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées (à combiner avec la mesure précédente).	Construction et exploitation	NEHO
Risque de collision des rapaces avec les câbles de garde de la ligne de transmission.	Modéré	BioT27	Entre l'usine et le barrage, mise en place de "bird diverters" tridimensionnels sur les câbles de garde.	Construction	EPC

Nature du risque	Risque	#	Mesure	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Disparités entre les données ornithologiques du Projet et les données de la ZICO	Faible	BioT28	Appui à la mise à jour des données de la ZICO de la Forêt Classée de l'Onive, en collaboration avec l'ONG référente.	Construction	NEHO

7.3 Impacts sur les milieux aquatiques

7.3.1 Nature des impacts

L'impact physique du projet sur le milieu aquatique est résumé sur le tableau ci-dessous.

Tableau 138 – Impact du projet sur les milieux aquatiques en phase exploitation

Secteur hydrographique	Impact du projet sur milieux aquatiques	
	Km de cours d'eau	Surface (ha)
ONIVE + affluents impactés amont barrage (zone ennoyée)	32,0	144
ONIVE, tronçon court circuité	14,0	84
ONIVE aval usine, jusqu'à la confluence avec le Mangoro	19,0	190

7.3.2 Impacts sur les récepteurs environnementaux

7.3.2.1 Modification de l'habitat aquatique

En amont du barrage (retenue)

Au niveau de la retenue en amont du futur barrage, le Projet entraînera une modification de l'hydromorphologie du fleuve et par conséquent de l'habitat pour la faune et la flore aquatique. Les divers faciès d'écoulements fluviatiles seront remplacés par un plan d'eau. Cette modification morphologique s'accompagnera de modifications d'ordre physico-chimiques décrites dans le chapitre 5.8.

Ces altérations physico-chimiques se cumuleront à celles déjà existantes dans l'Onive du fait de la déforestation et de l'orpaillage.

La montée d'eau liée entraînera l'ennoiement d'une surface d'environ 144 ha de cours d'eau (Onive et affluents).

En aval de la retenue

Les altérations physico-chimiques se répercuteront en aval de la retenue, avec également un régime sédimentaire différent, causé par à un régime hydraulique différent.

7.3.2.2 Obstacle à la continuité écologique

La présence du barrage constituera un obstacle infranchissable à la continuité écologique. Les espèces migratrices en particulier ne parviendront plus à accéder aux zones situées en amont du barrage. Quatre (4) espèces sont concernées d'après les inventaires et enquêtes à l'échelle de l'aire d'étude dont 3 de façon probable en amont du barrage ; il s'agit des 2 espèces d'Anguillidae (*Anguilla marmorata, Anguilla mossambica)* et de deux espèces de Gobiidae (*Sicyopterus franouxi* et *Awaous aeneofuscus*). L'enjeu lié à ces espèces est moyen. Même si aucune espèce n'est menacée selon l'UICN, leur préservation constitue pour l'essentiel un enjeu pour les personnes qui les pêchent (voir le chapitre 4.2.10.5 relatif à la pêche). A l'échelle des populations, la construction du barrage n'est pas en mesure de mettre en péril ces espèces, mais elle constituera un élément potentiel supplémentaire de fragmentation de leur habitat et de diminution des populations.

Les espèces non migratrices et notamment les espèces menacées représentant un enjeu fort telles que *Rheocles wrightae et Astacoïdes caldwelli* ne sont pas concernées par cette problématique. En effet, elles ne sont pas migratrices et pourront accomplir l'intégralité de leur cycle de vie en aval du barrage pour *Rheocles wrightae* et sur les affluents pour *Astacoïdes caldwelli*.

7.3.2.3 Obstacle à la continuité sédimentaire

Le barrage constituera un obstacle à la continuité sédimentaire sur le long terme et engendrera une accumulation des sédiments en amont de la retenue et notamment des sédiments fins et un déficit en aval. Cependant ce phénomène n'est pas permanent car les sédiments pourront transiter au gré des crues et dès lors que la côte minimale d'exploitation sera approchée voire atteinte.

7.3.2.4 Réduction du débit et de l'habitat dans le bief court-circuité

Une partie importante du débit sera captée au niveau du barrage et alimentera les turbines placées dans l'usine. Le bief court-circuité (BCC) créé entre ces deux points présente un linéaire de cours d'eau d'environ 14 km et une surface estimée de 80 ha environ.

La réduction du débit y sera notable en saison sèche, lorsque seul le débit réservé (5.7 m3/s) sera déversé dans le bief court-circuité. La baisse de débit engendrera une réduction de l'habitat aquatique sur le tronçon concerné. Cependant, les espèces menacées à fort enjeux ne fréquentent que la partie extrême aval du bief concerné (1.5 km de long, à l'amont de l'usine hydroélectrique), car elles ne peuvent franchir les chutes.

7.3.2.5 Modification du régime hydrologique en aval du barrage

Entre le barrage et l'usine

Le débit transitant dans le BCC aura en saison sèche une valeur supérieure ou égale au débit réservé, fixé à ce stade à 5.7 m3/s, et complété par quelques apports latéraux peu significatifs depuis les affluents (quelques dixièmes de m3/s). En période de hautes eaux, le remplissage de la retenue en amont entraînera un retard de crue en fin de saison sèche. Ce retard et donc cet impact potentiel dépendra du niveau minimal atteint par la retenue et du temps de remplissage de celle-ci en fonction des précipitations sur le bassin versant amont.

En aval de l'usine

Le débit à l'aval de l'usine sera à l'étiage le plus souvent proche de 40.7 m^3/s (débit réservé augmenté du débit turbiné de 35 m^3/s), sans tenir compte des apports latéraux marginaux entre barrage et usine. Les débits d'étiage seront par conséquent augmentés (« soutien d'étiage »), tandis que les crues seront retardées dans la saison de hautes eaux étant donné que l'onde de crue ne pourra se propager qu'à partir du remplissage effectif du réservoir.

En outre, l'aménagement produira en dessous de sa capacité uniquement :

- En période de maintenance d'une des turbines (débit turbiné stable réduit à 30m^3/s) ;
- En période très sèche (en moyenne 1 année sur 7 selon les modélisations effectuées) ; auquel cas il est possible, si le réservoir atteint son niveau minimum en cours de saison sèche que le débit turbiné n'atteigne 35 m^3/s qu'une partie de la journée (production aux heures de pointe).

Ce fonctionnement en année très sèche (1 année sur 7) se traduira par des variations rapides et fréquentes (quotidiennes) du débit et donc du niveau d'eau en aval de l'usine. Les études hydrauliques menées montrent que ces variations de débit et de hauteur d'eau impacteront l'Onive jusqu'à la confluence avec le fleuve Mangoro (sur un linéaire de 19 km environ en aval de l'usine).

Ce fonctionnement peut entraîner :

- En phase de montée d'eau une augmentation des contraintes hydrauliques pénalisantes notamment pour les espèces pélagiques telles que les Rheocles, menacées et affectionnant les milieux lents ou peu courants, qui seront donc susceptibles d'être sensible à ces variations de débit.
- En phase de redescente un piégeage de la faune aquatique dans des poches d'eau.

7.3.2.6 Prolifération d'espèces aquatiques exotiques envahissantes

La transition entre une mosaïque d'habitats aquatiques relativement diversifiée en termes de faciès d'écoulement vers une zone lentique uniforme favorisera les espèces les moins exigeantes et présentant des capacités de développement rapides en particulier les espèces exotiques envahissantes ; carpe *Cyprinus carpio* ou *Channa maculata*, prédateur notamment de *Rheocles wrightae*. Ces espèces sont déjà présentes dans l'Onive et ses affluents depuis de nombreuses années. Il a cependant été relevé que ces espèces sont plus abondantes sur les zones amont que les zones aval, ces dernières étant celles hébergeant les poissons arc en ciel menacés.

Par ailleurs les populations d'écrevisses indigènes sont en déclin à l'échelle nationale, du fait de la dégradation de leur habitat d'une part mais aussi du fait de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes et de leur pêche pour la consommation et la vente. Ces deux derniers facteurs limitants peuvent être favorisés par les déplacements de population pendant la construction et l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique. Rappelons également que sur le bassin du Mangoro près de Moramanga, l'espèce exotique envahissante *Procambarus virginalis* est présente depuis plusieurs années.

7.3.2.7 Mortalité et blessures de la faune aquatique dans les ouvrages

La prise d'eau situé au niveau du barrage est susceptible d'entraîner des poissons vers la conduite forcée puis vers les turbines, avec une mort assurée du fait de la hauteur de chute et du type de turbine utilisé, quelle que soit la taille ou le stade de développement du poisson.

Le turbinage du débit réservé au niveau du barrage dans la perspective d'une électrification locale est également susceptible d'entraîner des poissons vers la turbine, générant de même une mortalité et des blessures de façon variable.

Cet impact est cependant à nuancer et mettre en perspective avec le fait que ces 2 prises d'eau sont prévues à 33 m sous le niveau normal de la retenue (au stade Etude de Faisabilité). Par conséquent, les poissons n'évolueront à proximité et ne pourraient être entraînés vers le chemin d'eau des turbines que lors des années très sèches.

Il n'y a par ailleurs pas d'espèces présentant une enjeu de conservation dans l'Onive à l'amont du barrage.

7.3.3 Mesures d'évitement et de réduction des risques

7.3.3.1 Mise en service environnementale

La phase d'exploitation de l'aménagement sera précédée d'une phase de tests et d'un remplissage progressif.

Lors du premier remplissage de la retenue, il est prévu (Action Aval 03) la planification d'un test d'au moins 16 heures avec seulement le débit réservé appliqué. Au cours de ce test, des observations visuelles sur le bief court-circuité et à l'aval de l'usine (avant et à la fin des 16h) pour vérifier la continuité de l'écoulement et identifier les singularités susceptibles d'apparaître seront réalisés.

Des ichthyologues seront associés à ce test, afin d'évaluer exactement l'impact possible des différentes variations et conditions environnementales sur l'habitat des espèces aquatiques dans l'Onive voire sur les espèces elles-mêmes. Les paramètres relevés pourront être les variations de vitesse d'écoulement, de surface mouillée et de zones à risque (profondeur insuffisante, vitesse excessive par exemple pour les espèces aquatiques et en particulier pour *Rheocles wrightae*).

7.3.3.2 Maintien et pertinence du débit réservé

Le maintien du débit réservé à tout instant est essentiel à la préservation de la vie aquatique dans le tronçon court-circuité. La valeur qui a été choisie à ce stade (5.7 m3/s) permettra d'assurer un écoulement continu formant une rivière à proprement parler, mais de taille réduite par rapport à l'Onive en régime naturel.

Il sera indispensable que ce débit réservé soit maintenu à tout instant, y compris lors des opérations de fermeture de la rivière pour la construction du barrage.

Par ailleurs, comme un Habitat Critique a été identifié au niveau des milieux aquatiques de l'aire d'étude rapprochée (*Rheocles wrightae* menacée EN selon l'UICN) et plus particulièrement sur le secteur aval du BCC (aval rapides), il sera nécessaire d'évaluerla pertinence du régime de débit réservé adopté, sur l'extrémité aval du bief court-circuité. En l'état actuel des connaissances sur l'écologie de *Rheocles Wrightae*, il n'est pas possible de conclure sur un impact significatif de la mise en place de ce débit réservé sur les populations de cette espèce.

7.3.4 Mesures compensatoires/d'accompagnement pour milieux aquatiques et rivulaires

Les normes de performance de la SFI et de la BafD exigent que le projet ne cause pas de perte nette de biodiversité (habitats naturels) et génèrent un gain net pour les espèces et habitats considérés comme « critiques ». Du fait de ces exigences, et étant donné les impacts résiduels du projet après les mesures d'évitement et de réduction des risques décrites au chapitre 7, des mesures compensatoires au titre de la biodiversité terrestre sont nécessaires.

La compensation vise à contrebalancer par des actions positives les effets résiduels négatifs non évités par la conception d'un projet ou insuffisamment atténués par la mise en œuvre de mesures de réduction. Il s'agit de mettre en œuvre des mesures compensatoires à proximité du des milieux impactés afin de garantir leur fonctionnalité, de manière pérenne. En d'autres termes, la compensation doit permettre de conserver globalement et, dans le cas du projet de Sahofika, du fait du caractère critique des habitats impactés, d'améliorer la qualité environnementale des milieux.

Etant données les hypothèses actuelles sur l'emprise des infrastructures, le projet pourrait possiblement affecter 27,5 km d'habitat critique pour les poissons du genre *Rheocles*, dont 19 km entre l'usine et la confluence avec le Mangoro, des impacts positifs seraient également possibles mais ne sont pas certains.

7.3.4.1 Approfondissement des connaissances sur Rheocles wrightae et Rheocles sp. Ambatovy

Cette mesure est un préalable à tout projet de restauration en faveur de l'espèce. En effet, la revue bibliographique a permis de souligner les lacunes de connaissance sur ces espèces.

Les deux volets de cette mesure porteront prioritairement sur (i) le séquençage génétique de l'espèce dans la perspective du déploiement des techniques de recherche de l'espèce par ADN environnemental (ADNe), (ii) la description plus fine de l'habitat et de l'écologie de l'espèce via un effort de prospection couplé par ADNe dans un premier temps afin de cibler les zones où l'espèce est présente (échelle tronçon hydrographique), puis par inventaire piscicole traditionnel dans un second temps (pêche électrique, engins de pêche) sur les tronçons ayant révélé la présence de l'espèce, afin de décrire l'habitat de l'espèce plus précisément (température et physico-chimie in situ, vitesses d'écoulement, profondeurs, faciès d'écoulement, substrat, colmatage,…). L'aire d'étude de cette mesure serait le bassin du Mangoro, avec un focus sur la zone du Projet.

Etant donné le fort taux d'endémisme chez le genre Rheocles, cette mesure permettra en complément de vérifier s'il n'existe pas une sous-espèce spécifique à la zone d'étude.

Cette mesure sera réalisée en coordination avec l'UICN (pour que la connaissance acquise soit disponible pour tous) afin de contribuer à l'amélioration de la connaissance de cette espèce et ainsi participer à sa meilleure protection et conservation.

7.3.4.2 Lutte ciblée et adaptée contre les espèces exotiques envahissantes

La transition entre une mosaïque d'habitats aquatiques relativement diversifiés en termes de faciès d'écoulement en amont de la retenue vers une zone lentique uniforme favorisera les espèces les moins exigeantes et présentant des capacités de développement rapides telles que les espèces exotiques envahissantes: carpe *Cyprinus carpio* ou *Channa maculata*, prédateur notamment des *Rheocles*. Cependant, ces espèces sont déjà présentes dans l'Onive et certains de ses affluents sur toute l'aire d'étude rapprochée depuis de nombreuses années et les poissons arc en ciel parviennent cependant à se maintenir.

En plus de ce risque, s'ajoute celui de l'introduction de l'espèce d'écrevisse exotique envahissante *Procambarus virginalis*. Déjà présente sur le bassin du Mangoro près de Moramanga, depuis plusieurs années, elle représente une menace majeure pour les espèces endémiques d'écrevisse du fait de sa capacité de reproduction par parthénogenèse (Jones *et al.,* 2008).

Cette lutte sera nécessairement couplée à la mesure suivante qui permet une implication de la population locale sur la problématique des EEE aquatiques.

Au préalable une recherche bibliographique des différentes mesures de gestion existantes et réalisées à l'échelle internationale sur les espèces ciblées sera effectuée. Elle permettra de présélectionner certaines actions dont la faisabilité sera analysée. Les modes d'intervention les plus réalistes étant donné le contexte de la zone d'étude et les moyens mobilisables seront retenus et un plan d'action sera élaboré.

Un suivi via des inventaires piscicoles et des enquêtes auprès des pêcheurs et des populations locales permettront d'évaluer l'efficacité de l'action, et au besoin de la corriger.

7.3.4.3 Sensibilisation des populations locales pour cibler la capture des Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) plutôt que les espèces menacées (R. wrightae) et écrevisses indigènes

La littérature indique que de nombreuses espèces et notamment les espèces de poissons endémiques menacées telles que les *Rheocles* sont régulièrement consommées par les populations locales. Cette pression de pêche s'ajoute aux différents facteurs limitants s'exerçant sur l'espèce.

Les enquêtes effectuées ont confirmé que certaines espèces rares ou menacées subissent une pression de pêche. C'est notamment le cas des *Rheocles* (« zono » en malgache) mais aussi des écrevisses (« orana » en malgache). Cependant, les enquêtes ont également révélé que du fait de la raréfaction de la ressource halieutique (en lien avec les conséquences de l'orpaillage et de la déforestation), la pression de pêche diminue depuis plusieurs années.

L'utilisation de certaines techniques de pêche traditionnelles (pêche à la ligne ou à l'aide de filets maillants ou non maillants à grosse maille) permettent de cibler des espèces moins exigeantes et moins patrimoniales. Ces espèces sont souvent des EEE telles que les : carpe, les tilapias majoritairement exotiques et Channa maculata. Ces espèces sont déjà pêchées et appréciées pour la consommation.

Par conséquent, une sensibilisation de la population locale aux enjeux écologiques peut, via des réunions sur sites au travers des Fokontany par exemple, favoriser la préservation des espèces rares et menacées dont les *Rheocles* et les écrevisses indigènes.

Ce type de mesure peut également permettre d'impliquer les populations locales et les rendre acteurs de la gestion de leur patrimoine naturel.

7.3.5 Récapitulatif des mesures d'atténuation - milieux aquatiques

L'ensemble des mesures d'atténuation liées à la biodiversité aquatique sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 139 – Mesures d'atténuation "biodiversité aquatique"

Nature du risque	Risque	#	Mesure	Mise en œuvre	
				Période	Responsable
Impact du régime hydrologique modifié sur les habitats à l'aval du barrage et de l'usine	Important	BioA01	Lors de la mise en œuvre de l'action Aval03: des ichthyologues seront associés à ce test, afin d'évaluer exactement l'impact possible des différentes variations et conditions environnementales sur l'habitat des espèces aquatiques dans l'Onive voire sur les espèces elles-mêmes.	Lors du premier remplissage de la retenue	NEHO en coordination avec EPC
Asséchement total du lit à l'aval du barrage.	Faible	BioA02	Maintien du débit réservé à tout instant dans le bief court-circuité (5.7 m^3/s)	Construction et mise en service	EPC
Asséchement total du lit à l'aval du barrage.	Modéré	BioA03	Maintien du débit réservé à tout instant dans le bief court-circuité (5.7 m^3/s)	Exploitation	NEHO
Mises en œuvre de mesures de protection inadaptées du fait de la faible connaissance de l'écologie de l'espèce.	Important	BioA04	Approfondissement des connaissances sur Rheocles wrightae et Rheocles sp. Ambatovy, en coordination avec l'UICN et amélioration de la connaissance de cette espèce pour contribuer à sa meilleure protection et conservation.	Construction et exploitation	NEHO
Risques possible pour Rheocles wrightae du fait du projet.	Important	BioA05	Mesures de conservation pour les espèces Rheocles wrightae et Rheocles sp. Ambatovy (si impacts avérés par le monitoring).		NEHO
Développement d'espèces envahissantes (faune ou flore aquatique) dans le réservoir.	Modéré	BioA06	Lutte ciblée et adaptée contre les espèces exotiques envahissantes aquatiques.	Exploitation	NEHO
Développement d'espèces envahissantes (faune ou flore aquatique) dans le réservoir.	Modéré	BioA07	Sensibilisation des populations locales pour cibler la capture des Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) plutôt que les espèces menacées (R. wrightae) et écrevisses indigènes.	Exploitation	NEHO

7.4 Impacts sur les services écosystémiques et mesures d'atténuation

Tableau 140 - Impacts sur les services écosystémiques prioritaires et mesures d'atténuation

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Mesures d'atténuation**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	
APPROVISIONNEMENTS					
Récolte	Oui	Oui	Oui	Oui	Voir le PAR
Bétail	Oui	Oui	Non	Partiel	Voir le PAR
Pêche	Oui Par exemple les anguilles espèces migratrices seront impactées	Oui (activité de pêche pratiquée localement dans l'Onive et ses affluents mais l'activité est de moins en moins pratiquée du fait de la raréfaction de la ressource)	Non	Oui	Assistance à la conversion à la pêche des espèces qui se développeront dans la retenue, en remplacement de la pêche des anguilles
Aliments sauvages : cueillette et chasse	Partiel	Oui	Non	Non	Appui aux VOI (voir Action BioT24)
Produits biochimiques, médecines naturelles et produits pharmaceutiques	Partiel	Partiel	Non	Non	Appui aux VOI (voir Action BioT24)
Bois et autres fibres de bois	Partiel	Partiel	Non	Non	Appui aux VOI (voir Action BioT24)

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Mesures d'atténuation**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	
Eau douce	Oui Modification de l'habitat aquatique et de la physico-chimie de l'eau dans le réservoir et sur le tronçon court circuité (TCC) et modification des débits dans le TCC et en aval de l'usine	Oui : Les ménages utilisent l'eau de l'Onive pour des usages agricoles et l'eau des affluents (amont barrage) pour les usages domestiques et agricoles	Non	Oui	Voir le PAR
Irrigation des rizières	Partiel	Oui : L'eau des affluents notamment en amont du barrage est dérivée pour alimenter les rizières	Non	Oui	Voir le PAR
Orpaillage	Oui : Augmentation des activités d'orpaillage en amont du barrage dans la perspective de l'ennoiement de la zone qui sera alors rendue inaccessible. Puis dès la mise en eau du barrage, suppression de cette activité au niveau de la retenue	Oui : L'orpaillage entraîne un défrichement des zones alluviales, une érosion des sols	Non	Oui	Voir le PAR

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Mesures d'atténuation**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	
Ressources génétiques	Partiel : l'Onive assure la connectivité des peuplements de faune aquatique mais aussi ornithologique en favorisant les échanges entre les populations de l'amont et l'aval et de l'eau douce à l'eau salée (4 espèces de poissons migrateurs) L'aménagement sera un élément supplémentaire de fragmentation de leur biotope	Oui	Non	Non	La partie amont du barrage ne sera probablement plus accessible aux espèces migratrices. Les espèces migratrices de la zone ne sont pas associées à des enjeux de conservation. Pas de mesure d'atténuation.
REGULATION					
Régulation du climat local / Régional	Partiel	Oui	Oui	Partiel	Contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Pas de mesure d'atténuation.

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Mesures d'atténuation**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	
Régulation de l'eau	Oui : Amont barrage : Remplacement d'un régime fluvial par un régime lacustre sur un linéaire d'une quinzaine de kilomètres en amont du barrage (création d'une retenue d'eau) Modification de l'hydrologie du fleuve dans le bief court-circuité (17 km environ) Modification des conditions hydrologiques dans le TCC et à l'aval de l'usine Impact positif sur le soutien d'étiage et l'écrêtage des crues en aval du barrage	Oui	Oui	Oui	Voir les mesures relatives aux impacts à l'aval (Aval01 à Aval04).
Régulation de l'érosion	Oui : De grandes surfaces seront défrichées durant le chantier ce qui accroît le risque d'érosion sur un terrain déjà très sensible à l'érosion	Oui : L'érosion impacte l'agriculture qui est l'activité et la source de revenus principale des populations affectées par le projet	Oui	Oui	Voir les mesures relatives à la maîtrise de l'érosion (Ero01 à Ero04).

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Mesures d'atténuation**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	
Purification de l'eau et de traitement des déchets	Oui Les risques de dégradation et de pollution des sols, du fait des travaux de construction et des risques accrus d'érosion des sols, sont susceptible d'impacter la capacité des écosystèmes et des terrains à filtrer l'eau et à la débarrasser de ses polluants organiques.	Oui	Partiel	Oui	Voir les mesures relatives à la gestion des déchets (Dech01 à Dech04).
Régulation des maladies	Partiel : La modification des habitats aquatiques (disparition des faciès rapides en amont du barrage au profit de zones lacustres lentes et profondes favorisera les vecteurs de maladies déjà présents cependant tel que *Schistozoma,* vecteur des bilharzioses.	Oui	Oui	Partiel	Voir les mesures relatives à la prévention des maladies hydriques (Saco03 et Saco04).
Régulation des catastrophes naturelles	Partiel Écrêtement des petites crues mais impact probablement faible sur les crues les plus fortes	Partiel	Non	Non	Réduction du risque à l'aval pour les populations. Voir la mesure Séco12.
SOUTIEN					

	Niveau d'impact (Type I)	**Pertinence pour les communautés affectées (Type I)**	**Niveau de dépendance (Type II)**	**Niveau de contrôle de la gestion (Type I et II)**	**Mesures d'atténuation**
	Le Projet est-il susceptible d'entraîner un impact significatif sur le service écosystémique	L'impact se traduira-t-il par un impact négatif direct sur les moyens de subsistance, la santé, la sécurité et/ou le patrimoine culturel des communautés affectées ?	Le projet dépend-il directement du service pour ses opérations primaires ?	Le projet a-t-il le contrôle direct sur la gestion ou une influence notable sur le service ?	
Capture et recyclage des éléments nutritifs	Partiel : Capture de l'azote et nitrates dans la retenue d'eau stockée dans le sédiment principalement et relargués épisodiquement dans l'eau de l'Onive mais non valorisés	Oui : pollution possible de l'eau par azote et nitrates dans l'eau de l'Onive (phénomènes d'accumulation/relargage)	Non	Partiel	Voir les mesures Qeau01 à Qeau04 relatives à la préservation de la qualité des eaux
Production primaire	Partiel	Oui	Non	Partiel	Voir les mesures Qeau01 à Qeau04 relatives à la préservation de la qualité des eaux

Tableau 141 – Mesures d'atténuation "services écosystémiques"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Ecos01	Assistance à la conversion à la pêche des espèces qui se développeront dans la retenue, en remplacement de la pêche des anguilles.	Première année de remplissage de la retenue	NEHO

7.5 Plan d'action pour la biodiversité

En complément des mesures d'atténuation décrites dans le chapitre 7, un plan d'action pour la biodiversité (PAB) sera préparé par le Projet pour assurer et vérifier une absence de perte nette (et un gain net là où cela est possible) de biodiversité pour les espèces nécessitant une analyse des habitats critiques identifiées dans l'EIES.

Le PAB couvrira la période de construction et la période d'exploitation. Il sera préparé dans la continuité de l'EIES et inclura:

- Un calendrier et un détail de l'ensemble des actions relatives à la protection de la biodiversité.
- Un calendrier et des mesures d'appui pour la création effective de la NAP de Tsinjoarivo.
- Une définition affinée des unités de gestion discrète introduites dans l'EIES.
- Une évaluation des pertes en habitats critiques et des risques de perte nette de biodiversité malgré les mesures d'atténuation décrites dans l'EIES, par espèce ou par taxon si cela est pertinent.
- Un programme de mesures d'atténuation supplémentaires et de suivi pour vérifier l'absence de pertes nettes, défini en consultation avec les gestionnaires / promoteurs des aires protégées proches du Projet, et avec les organisations de la société civile impliquées dans la conservation des espèces à Madagascar et plus précisément dans les environs de la zone du Projet.
- Justification de l'additionnalité des mesures avec les politiques publiques et programmes en cours ou à venir à Madagascar, en portant une attention particulière pour quel es mesures ne viennent pas en remplacement ou en doublon de financements déjà présents ou prévus.
- La définition de seuils qualitatifs ou quantitatifs et d'objectifs temporels permettant de confirmer la réussite des actions mises en œuvre, ou au contraire indiquant l'échec d'une mesure d'atténuation et la nécessité de mettre en œuvre des mesures correctives.

.

Tableau 142 – Mesures d'atténuation "Plan d'Action Biodiversité"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Pab01	Préparation, mise en œuvre et suivi d'un Plan d'Action Biodiversité	Préparation avant construction puis mise en œuvre.	NEHO

8 Impacts cumulatifs

Ce chapitre étudie les risques d'impacts cumulatifs avec d'autres projets hydroélectriques. L'analyse est limitée au secteur de l'hydroélectricité (ligne incluse), car il n'existe pas dans la zone d'autre projets d'infrastructure ou de programme de grande ampleur susceptible de générer des impacts cumulatifs avec le Projet.

8.1 Description des autres aménagements hydroélectriques envisageables

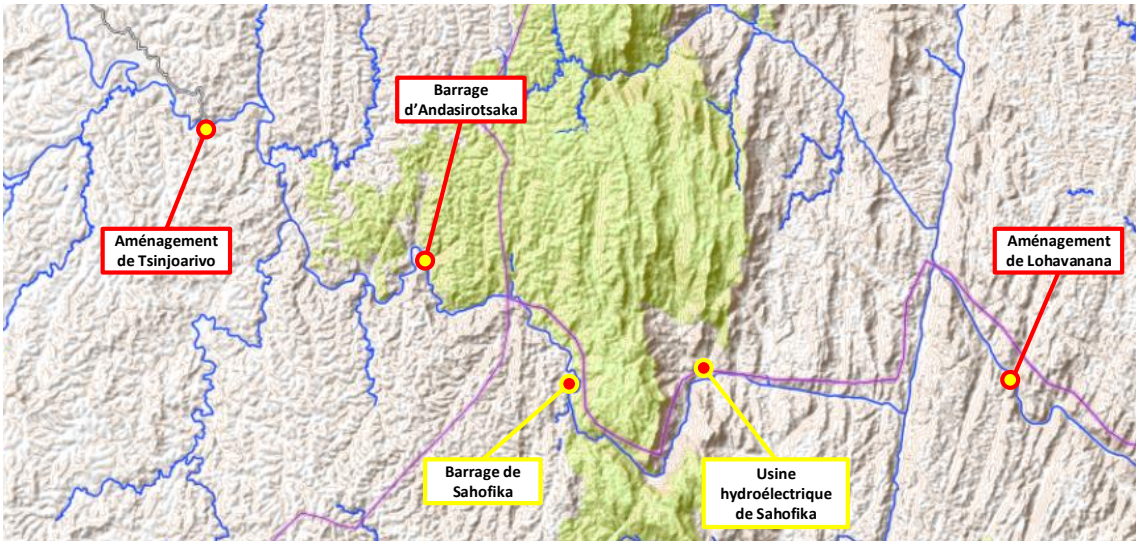
La possibilité de construire des barrages hydroélectriques sur le cours de l'Onive et du Mangoro a été étudiée depuis les années 1960.

Trois aménagements (outre celui de Sahofika) ont été identifiés et étudiés:

- Le site de Tsinjoarivo
- Le site d'Andasirotsaka
- Le site de Lohavanana

Ces trois sites sont localisés sur la carte ci-dessous et décrits dans la suite du chapitre.

Figure 88 - Localisation des aménagements hydroélectriques envisagés dans le bassin de l'Onive et du Mangoro



8.1.1 Aménagement hydroélectrique de Tsinjoarivo

Le site de Tsinjoarivo est situé sur l'Onive, à l'amont de Sahofika. Il a été étudié par SEM - EDF en 1964. Il est inclus dans l'appel à manifestation d'intérêt lancé par le MEEH en 2017.

Il s'agit d'un aménagement au fil de l'eau, de moyenne puissance (15 à 45 MW) qui utilise une chute de 50m existante avec des caractéristiques hydrologiques proches de celle de Sahofika. Le site est contraint par les rizières existantes (il noierait une vaste plaine agricole) et par la proximité du site historique de Tsinjoarivo (voir le chapitre 4.2.11.3).

Figure 89 – Le site et la chute de Tsinjoarivo

La chute d'eau naturelle de Tsinjoarivo serait située environ 39 km à l'amont du barrage de Sahofika (ou 26 km en amont de la retenue en hautes eaux), en suivant le cours de l'Onive et du Mangoro.

L'étude de 1964 proposait un équipement à 21 MW pour un débit turbiné de 50 m^3/s et un productible de 115 GWh/an. La demande locale étant hors de proportion avec la production et l'aménagement ayant un faible productible garanti, celui-ci a vocation à alimenter le réseau interconnecté d'Antananarivo-Antsirabé. Il serait possible que l'aménagement soit connecté à la ligne 225kV du Projet, ou bien qu'il soit connecté à un poste de plus bas voltage.

8.1.2 Barrage de régulation d'Andasirotsaka

Le site d'Andasirotsaka est un site qui a été envisagé sur l'Onive pour la mise en place d'une régulation complémentaire (pas pour de la production hydroélectrique). Il est situé à 1,5km de l'extrémité de la retenue de Sahofika à la cote 1325, et son pied serait noyé lors des épisodes de crues importants. Il pourrait être envisagé dans le futur, si les aménagements aval de Sahofika et de Lohavanana sont développés.

Ce projet n'a pas fait l'objet d'études récentes.

8.1.3 Aménagement hydroélectrique de Lohavanana

Les informations sur cet aménagement proviennent du "comparatif des aménagements" réalisé en Décembre 2009 et inclus dans l'étude de préfaisabilité d'un grand aménagement hydroélectrique pour les réseaux interconnectés à Madagascar, réalisé dans le cadre du Plan de Restructuration et de Rénovation du Secteur de l'Energie et de l'Electricité (P2RS2E).

Le site de Lohavanana est situé sur le Mangoro, donc à l'aval de la confluence Onive-Mangoro. Il bénéficie d'un très grand bassin versant (11 500 km^2). L'aménagement envisagé coupe par une boucle du Mangoro par une galerie de 2000 m, et exploite ainsi une chute de 110 m. La prise d'eau de l'aménagement hydroélectrique de Lohavanana serait située environ 27 km à l'aval de l'usine hydroélectrique de Sahofika, en suivant le cours de l'Onive et du Mangoro.

Figure 90 – Emplacement du projet Lohavanana

Il s'agit d'un aménagement au fil de l'eau qui a été étudié en 2001 avec les caractéristiques suivantes :

- Petite capacité de régulation journalière (production en pointe), mais pas saisonnière.
- Débit moyen annuel : 314 m^3/s
- Débit d'équipement 150 m^3/s
- Chute brute 109 m
- Puissance installée 4x30 MW pour un productible de 915 GWH/an.

L'aménagement de Sahofika induirait une régularisation des débits en aval, et bénéficierait donc au projet de Lohavanana. L'augmentation de débit atteindrait 20 m^3/s en année sèche, ce qui représenterait une part très significative du débit d'étiage à Lohavanana et permettrait son équipement de façon plus économique.

Les principaux impacts du projet de Lohavanana sont relatifs à l'ennoiement de zones habitées et cultivées à l'amont, et l'impact sur la continuité écologique dans le bief court-circuité.

L'aménagement hydroélectrique de Lohavanana a également vocation à alimenter le réseau interconnecté d'Antananarivo-Antsirabé, probablement via une ligne 225 kV étant donné sa puissance installée. Cette ligne devrait, comme celle du Projet, traverser le corridor forestier.

8.1.4 Probabilité et calendrier de réalisation des ouvrages

En termes d'agenda, nous baserons l'analyse des impacts cumulatifs sur les hypothèses suivantes:

Tableau 143 - Probabilité et agenda de construction des autres barrages de l'Onive

Aménagement	Probabilité de réalisation	Dates probables de constructions
Aménagement hydroélectrique de Sahofika	En cours de préparation, mise en service vers 2024	2020-2024
Aménagement hydroélectrique de Tsinjoarivo	Probable, appel d'offre effectué	à court ou moyen terme

Aménagement hydroélectrique de Lohavanana	Possible, pas d'appel d'offre en cours	à moyen ou long terme
Barrage de régulation d'Andasirotsaka	Peu plausible, pas d'appel d'offre en cours	à moyen ou long terme, et pas avant que Sahofika et/ou Lohavanana ne soient en service

8.2 Analyse des impacts cumulatifs

L'analyse présentée ci-après suit l'approche recommandée dans le manuel de bonnes pratiques pour l'évaluation des impacts cumulatifs émis par la SFI.

8.2.1 Limites spatiales et temporelles

Le cadre spatial de l'analyse des impacts cumulatifs liés aux projets hydroélectriques à l'aval correspond au bassin du Mangoro (incluant le bassin de l'Onive), aux emprises des éventuels réservoirs qui seraient formés, et aux milieux (sociaux ou naturels) proches de ces emprises et qui pourraient donc être dans leur aire d'influence.

L'analyse n'a pas de limite temporelle dans la mesure où elle couvre la période de construction, puis la période d'exploitation des aménagements considérés.

8.2.2 Identification des récepteurs environnementaux et sociaux

Les récepteurs environnementaux et sociaux sont l'ensemble des aires, habitats, espèces, personnes et acteurs socio-économiques susceptibles d'être impactés en cas de réalisation des aménagements projetés dans les limites spatiales définies pour l'évaluation des impacts cumulatifs. Le tableau suivant présente une description de ces récepteurs:

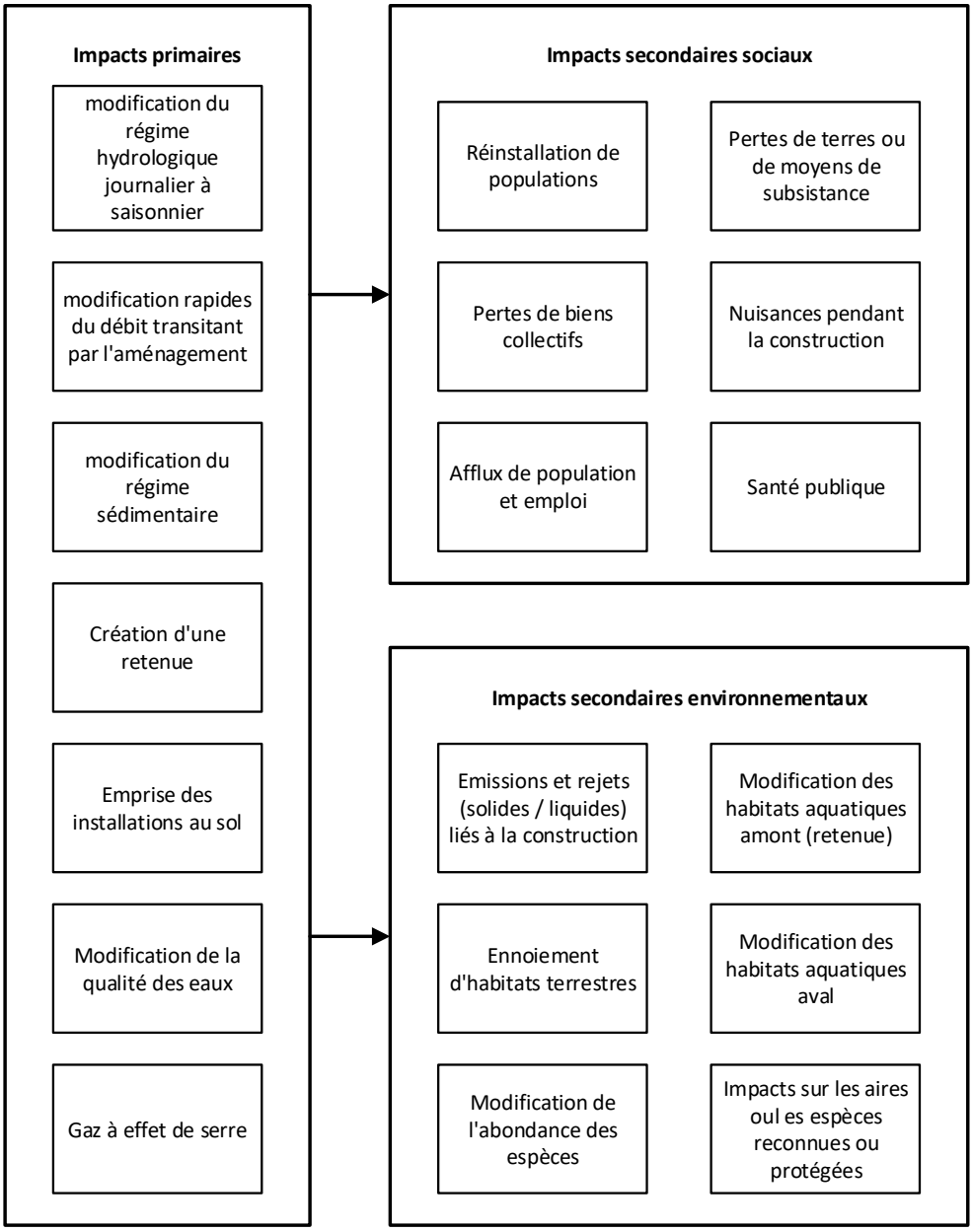
Tableau 144 - Impacts cumulatifs: récepteurs environnementaux et sociaux

Récepteur	Sahofika	Tsinjoarivo	Andasirotsaka	Lohavanana
Déplacement physique	Env. 500 foyers	Probablement plusieurs centaines de foyers	Probablement plusieurs dizaines ou centaines de foyers	Probablement plusieurs dizaines de foyers
Activités socio-économiques impactées	agriculture familiale	agriculture familiale, grandes surfaces concernées	agriculture familiale, grandes surfaces concernées	agriculture familiale, faibles surfaces concernées
Impact sur les infrastructures publiques	Réhabilitation et création d'un accès routier d'Antanifotsy à Sahofika.	Réhabilitation de l'accès routier d'Antanifotsy à Tsinjoarivo.	Création d'un accès routier, probablement depuis celui de Sahofika	Création d'un accès routier, probablement depuis celui de Sahofika
Milieux aquatiques impactés	Habitat aquatique modifié de l'Onive. Une espèce de poisson EN à l'aval des chutes.	Habitat aquatique modifié de l'Onive.	Habitat aquatique modifié de l'Onive.	Habitat aquatique naturel du Mangoro de l'Onive. Au moins une espèce de poisson EN.
Traversée du corridor forestier	Oui, pour la route et la ligne, sur environ 3.5 km à vol d'oiseau	non	non	Comme sahofika

Récepteur	Sahofika	Tsinjoarivo	Andasirotsaka	Lohavanana
Aires protégées ou reconnues internationalement impactées	Projet situé dans la zone de protection du Parc de Marolambo. Ligne et piste traversant la NAP de Tsinjoarivo	Site proposé au patrimoine culturel mondial à proximité.	Projet situé dans la zone de protection du Parc de Marolambo	Ligne et piste traversant la NAP de Tsinjoarivo

8.2.3 Mode d'évaluation des impacts cumulatifs probables

L'analyse supplémentaire des impacts cumulatifs étant centrée sur les aménagements hydroélectriques, l'analyse proposée reprend une approche impacts primaires / impacts secondaires classique pour les aménagements de cette nature:



8.2.4 Impacts cumulatifs primaires

Ainsi que le montre le Tableau 145, il existe quatre types d'impacts cumulatifs primaires négatifs susceptibles d'être générés par la construction d'aménagements hydroélectriques l'amont ou à l'aval du Projet Sahofika : il s'agit des impacts liés au transport de sédiments, à la formation de retenues d'eau, à la fragmentation des milieux aquatiques, et les impacts liés à la modification de la qualité des eaux et aux émissions de gaz à effet de serre.

Tableau 145 - Impacts cumulatifs primaires

	Impacts cumulatifs de Sahofika et…		
	…Tsinjoarivo	**…Andasirotsaka**	**…Lohavanana**
Modification du régime hydrologique saisonnier aval	Ouvrage au fil de l'eau, pas de modification du régime hydrologique saisonnier. **► Pas d'impact cumulatif**	Ouvrage destiné à la modification du régime hydrologique saisonnier. **► Impact cumulatif positif sur le soutien d'étiage**	Ouvrage au fil de l'eau, pas de modification du régime hydrologique saisonnier. **► Pas d'impact cumulatif**
Modification du régime hydrologique journalier aval	En cas de fonctionnement en pointe journalière de Tsinjoarivo, les variations de débit seront absorbées par le réservoir de Sahofika.	Les éventuelles variations de débit seront absorbées par le réservoir de Sahofika.	Lohavanana a la capacité de fonctionner en pointe journalière indépendamment de Sahofika.
	► Pas d'impact cumulatif		
Modification du régime sédimentaire	Aménagement fonctionnant au fil de l'eau, avec une faible capacité de rétention des sédiments. **► Pas d'impact cumulatif**	Réservoir avec marnage annuel, susceptible de retenir une partie des sédiments comme Sahofika. **► Impact primaire cumulatif sur le transport de sédiments**	Aménagement fonctionnant au fil de l'eau, avec une faible capacité de rétention des sédiments. **► Pas d'impact cumulatif**
Création d'une retenue	Chacun des ouvrages proposés implique la formation d'une retenue et les impacts correspondant, notamment la perte de terres agricoles, vont nécessairement se cumuler. **► Impact primaire cumulatif: formation de retenues**		
Fragmentation du milieu aquatique	Les deux ouvrages utilisent des chutes existantes, et le cours supérieur de l'Onive est un habitat aquatique modifié sans enjeu de conservation. Une fois Sahofika construit, il n'y aura plus d'enjeu de fragmentation à l'amont **► Pas d'impact cumulatif**		Aménagement impactant pour la continuité écologique qui s'ajoutera à celui de Sahofika. **► Impact primaire cumulatif sur la fragmentation du milieu aquatique**
Modification de la qualité des eaux **Gaz à effet de serre**	Les problèmes de qualité des eaux résulteront pour l'essentiel du relargage de nutriments par la biomasse noyée et de l'ennoiement de surfaces terrestres potentiellement cultivées. Les volumes de nutriments ou de pesticides mobilisés croîtront avec le nombre de retenues, et ces polluants chimiques ou organiques transiteront vers l'aval d'un barrage vers l'autre en s'accumulant. Comme la qualité des eaux sera essentiellement affectée durant les premières années (typiquement 2 à 4 ans) suivant la mise en eau des barrages, plus la construction des barrages serait concomitante, plus les impacts négatifs sur la qualité des eaux et sur les émissions de gaz à effet de serre se cumuleront. Le risque concerne essentiellement Tsinjoarivo, car les autres aménagements ont une faible probabilité d'être mis en service en même temps que Sahofika.		
	► Impact primaire cumulatif: modification de la qualité des eaux et gaz à effet de serre	**► Pas d'impact cumulatif**	

Les conséquences de ces impacts primaires sur les récepteurs environnementaux et sociaux précédemment identifiés sont décrites dans les chapitres suivants.

8.2.5 Impacts cumulatifs secondaires sur les récepteurs sociaux

Tableau 146 - Impacts cumulatifs secondaires sur les récepteurs sociaux

	Impacts cumulatifs de Sahofika et…		
	…Tsinjoarivo	**…Andasirotsaka**	**…Lohavanana**
Réinstallation de populations	Tous les aménagements considérés nécessitent la réinstallation de foyers. Les impacts cumulatifs pourraient se produire si des foyers affectés se réinstallaient dans des zones qui seraient à leur tour expropriées pour la réalisation d'un des autres aménagements. **► Impact cumulatif secondaire social possible: ré-expropriation par les projets ultérieurs de personnes déplacées physiquement par le Projet**		
Pertes de terres	La problématique est similaire au cas précédent. Les impacts cumulatifs pourraient se produire si les propriétaires terriens affectés acquéraient avec les compensations des terres dans des zones qui seraient à leur tour expropriées pour la réalisation d'un autre aménagement. **► Impact cumulatif secondaire social possible: ré-expropriation par les projets ultérieurs de terres acquises en compensation des terres perdues du fait du Projet**		
Pertes de moyens de subsistance: accès aux terres agricoles	Ce risque concerne les personnes qui exploitent des terres (qu'elles ne possèdent pas forcément) pour de la production agricole ou agro-forestière. Comme pour les deux cas susmentionnés, les impacts cumulatifs pourraient se produire si des personnes affectées par le Projet louaient en compensation de leurs pertes de revenus des terres dans des zones qui seraient à leur tour expropriées pour la réalisation d'un autre aménagement. **► Impact cumulatif secondaire social possible: ré-expropriation par les projets ultérieurs de terres exploitées en compensation de revenus perdus du fait du Projet**		
Pertes de moyens de subsistance: pêche	Ce risque concerne les personnes qui pêchent dans la zone du Projet des anguilles (seule espèce migratrice pêchée). Les impacts cumulatifs pourraient se produire si des personnes affectées par le Projet réorientaient leur stratégie de revenus vers une activité de pêche des anguilles à l'aval du Projet (pas à l'amont, où les anguilles n'accéderont plus), dans les biefs qui seraient à leur tour possiblement délaissés par les anguilles en cas de construction de Lohavanana.		
	► Pas de risque d'impact cumulatif secondaire social		**► Impact cumulatif secondaire social possible: nouvelle perte de moyen de subsistance pour les personnes ayant réorienté leur stratégie de revenus vers la pêche à l'anguille à l'aval du Projet**
Pertes de biens collectifs ou d'infrastructures publiques	En l'absence de pertes d'infrastructures publiques ou collectives causées par le Projet, des impacts cumulatifs ne sont pas possibles. **► Pas d'impact cumulatif**		
Nuisances pendant la construction	Les nuisances liées à la construction des aménagements hydroélectriques sont locales et l'éloignement spatial ainsi que temporel des activités de construction des trois projets exclut les risques d'impacts cumulatifs. **► Pas d'impact cumulatif**		
Afflux de population et emploi	L'éloignement spatial ainsi que temporel des activités de construction des trois projets exclut les risques d'impacts cumulatifs négatifs. Par contre, un enchaînement opportun de la construction des aménagements aval permettraient aux personnes ayant acquis une expérience sur un projet de valoriser cette expérience sur les projets suivants. **► Pas d'impact cumulatif négatif**		

	Impacts cumulatifs de Sahofika et…		
	…Tsinjoarivo	**…Andasirotsaka**	**…Lohavanana**
Santé publique	L'éloignement spatial ainsi que temporel des activités de construction des trois projets exclut les risques d'impacts cumulatifs négatifs lors de la phase de construction. Par contre, les risques liés aux maladies d'origine hydriques propres aux retenues d'eau dans la région pourraient s'accroître avec l'augmentation des surfaces noyées. Cela reste toutefois à confirmer dans le cadre d'une analyse du développement de telles maladies dans le cadre du Projet. **► Impact cumulatif secondaire social possible: accroissement des risques de maladies hydriques après remplissage des réservoirs**		

8.2.6 Impacts cumulatifs secondaires sur les récepteurs environnementaux

Tableau 147 - Impacts cumulatifs secondaires sur les récepteurs environnementaux

	Impacts cumulatifs de Sahofika et…		
	…Tsinjoarivo	**…Andasirotsaka**	**…Lohavanana**
Émissions et rejets (solides / liquides) liés à la construction	Les risques de pollution atmosphérique, liquide ou solide liée à la construction des aménagements hydroélectriques sont locaux et l'éloignement spatial ainsi que temporel des activités de construction des trois projets exclut les risques d'impacts cumulatifs. **► Pas d'impact cumulatif**		
Modification et fragmentation des habitats aquatiques	Ce risque ne concerne que l'aval du Projet Sahofika, car le haut cours de l'Onive est un habitat modifié dominé par des espèces introduites. En cas de construction du Projet de Lohavanana, les milieux aquatiques à l'aval de l'aménagement de Sahofika seraient fragmentés si aucune mesure de débit réservé et de passage à poisson n'est prise à Lohavanana.		
	► Pas d'impact cumulatif		**► Impact cumulatif secondaire environnemental: perte et fragmentation des habitats aquatiques pour les espèces anadromes ou à enjeu de conservation à l'aval de Sahofika**
Ennoiement d'habitats terrestres	Les surfaces d'habitats terrestres naturels perdus augmenteront avec le nombre de projets et l'étendue de leurs réservoirs. Toutefois, eu égard à la petite taille des retenues, à la faible quantité d'habitats naturels qu'elles abritent, et à leur éloignement du Projet Sahofika, le risque d'impacts cumulatifs significatifs sur la perte d'habitats terrestres naturels n'est pas jugé plausible, sauf si des reboisements étaient effectués dans l'emprise des futures retenues au titre de compensation. **► Impact cumulatif secondaire environnemental possible: ennoiement par les projets ultérieurs de terres reboisées en compensation des habitats naturels perdus du fait du Projet**		
Impacts sur les aires reconnues ou protégées	**► Pas d'impact cumulatif**	La pression sur les aires protégées va augmenter avec le nombre d'aménagements (emprise de la retenue de Andasirotsaka sur le MNP, ligne électrique de Lohavanana dans la NAP), car celles-ci serviront de refuge aux espèces (terrestres, chiroptères et avifaune) ayant par ailleurs perdus des habitats. **► Impact cumulatif secondaire environnemental: pression accrue sur les aires protégées**	

8.3 Mesures d'atténuation des impacts cumulatifs

Les mesures proposées pour atténuer les risques liés aux impacts cumulatifs sont décrites ci-après. Elles prennent en compte le fait que la construction à court terme de l'aménagement de Tsinjoarivo est jugée plus probable que celle des autres aménagements.

Tableau 148 - Mesures d'atténuation des impacts cumulatifs

Impact cumulatif identifié	Mesure d'atténuation proposée	Risque résiduel
Ré-expropriation par les projets ultérieurs de: • personnes déplacées physiquement par le Projet • terres acquises en compensation des terres perdues du fait du Projet • terres exploitées en compensation de terres perdues du fait du Projet	**Action:** Ne pas prévoir de site de réinstallation pour le Projet Sahofika dans l'emprise des autres projets. Informer les populations affectées par le Projet du risque de construction d'autres aménagements hydroélectriques. Assister les personnes voulant des informations plus précises à y accéder, sur la base des informations publiquement disponibles. **Mise en œuvre:** NEHO, équipe sociale. **Calendrier:** lors de la préparation du PAR et des consultations publiques avec les personnes affectées par le Projet.	Faible (le risque résiduel se matérialisera si une personne impactée par le Projet choisit en connaissance de cause d'orienter sa stratégie de vie vers l'une des zones susceptibles d'être ennoyées par un aménagement ultérieur, et que par la suite cet aménagement est effectivement construit.)
Nouvelle perte de moyen de subsistance pour les personnes ayant réorienté leur stratégie de revenus vers la pêche à l'aval du Projet		
Accroissement des risques de maladies hydriques après remplissage des réservoirs	**Action:** Divulgation du programme d'actions mis en œuvre dans le cadre du Projet pour atténuer les risques liés aux maladies hydriques dans le cadre du Projet, et des résultats du suivi avec les autres projets. **Mise en œuvre:** NEHO, équipe sociale. Divulgation des informations sur le site internet de NEHO. **Calendrier:** au fur et à mesure que les actions sont mises en œuvre et les résultats du suivi effectué disponibles.	Nul à faible sur la zone d'influence du Projet (les maladies hydriques susceptibles de se développer sur les différentes retenues sont a priori les mêmes, et donc les solutions adoptées pour Sahofika couvriront les risques supplémentaires éventuellement générés par les retenues aval)
Perte et fragmentation des habitats aquatiques pour les espèces anadromes ou à enjeu de conservation à l'aval de Sahofika	**Action:** Ne pas adopter pour Sahofika de mesures d'atténuation des risques sur la biodiversité qui dépendent d'habitats qui seraient à leur tour impactés si les aménagements ultérieurs étaient développés. Partager les résultats de suivi de la biodiversité de Sahofika (sur le site internet du Projet) pour permettre aux autres projets de bénéficier de l'expérience de Sahofika. **Mise en œuvre:** NEHO, équipe environnementale. **Calendrier:** Lors de la préparation et de la mise en œuvre de l'EIES.	Aucun
Ennoiement par les projets ultérieurs de terres reboisées en compensation des habitats naturels perdus du fait du Projet		

Pression accrue sur les aires protégées ou reconnues	**Action:** Divulguer les informations sur les actions mises en œuvre pour soutenir la NAP de Tsinjoarivo et le MNP. Renforcement des capacités de la NAP de Tsinjoarivo et du MNP dans l'évaluation et la gestion des impacts négatifs. **Mise en œuvre:** NEHO, équipe environnementale. **Calendrier:** Divulgation des informations dès qu'elles deviennent disponibles. Renforcement des capacités lors de la première année de construction du Projet.	Faible si les développeurs ultérieurs s'alignent sur les bonnes pratiques introduites par le Projet et respectent la législation nationale.

L'ensemble des mesures d'atténuation liées aux impacts cumulatifs sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 149 – Mesures d'atténuation "impacts cumulatifs"

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Cumu01	Ne pas prévoir de site de réinstallation pour le Projet Sahofika dans l'emprise des autres projets. Informer les populations affectées par le Projet du risque de construction d'autres aménagements hydroélectriques. Assister les personnes voulant des informations plus précises à y accéder, sur la base des informations publiquement disponibles.	Lors de la préparation du RAP et des consultations publiques avec les personnes affectées par le Projet	NEHO, équipe sociale.
Cumu02	Divulgation du programme d'actions mis en œuvre dans le cadre du Projet pour atténuer les risques liés aux maladies hydriques dans le cadre du Projet, et des résultats du suivi avec les autres projets. Divulgation des informations sur le site internet de NEHO.	Au fur et à mesure que les actions sont mises en œuvre et les résultats du suivi effectué disponibles	NEHO, équipe sociale.
Cumu03	Ne pas adopter pour Sahofika de mesures d'atténuation des risques sur la biodiversité qui dépendent d'habitats qui seraient à leur tour impactés si les aménagements ultérieurs étaient développés. Partager les résultats de suivi de la biodiversité de Sahofika (sur le site internet du Projet) pour permettre aux autres projets de bénéficier de l'expérience de Sahofika.	Lors de la préparation et de la mise en œuvre de l'EIES	NEHO, équipe environnementale.
Cumu04	Divulguer les informations sur les actions mises en œuvre pour soutenir la NAP de Tsinjoarivo et le MNP. Renforcement des capacités de la NAP de Tsinjoarivo et du MNP dans l'évaluation et la gestion des impacts négatifs.	Dès la première année de construction du Projet.	NEHO, équipe environnementale.

9 Plan de gestion environnemental et social

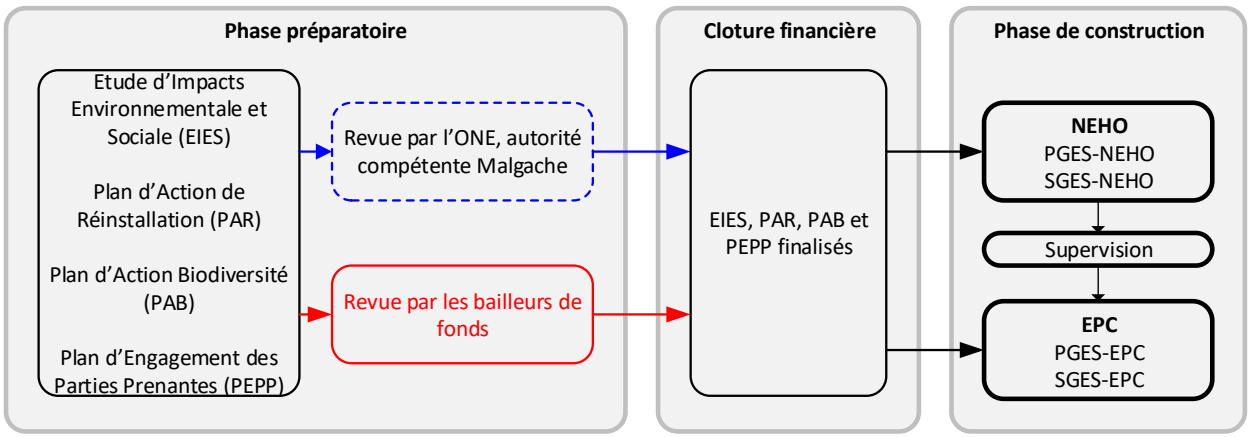
9.1 Plans de NEHO et de l'EPC

L'atteinte des objectifs E&S passe par la mise en œuvre des actions définies dans la présente EIES. NEHO est responsable de la bonne mise en œuvre de ces actions vis-à-vis des autorités Malgaches compétentes, de ses actionnaires et des bailleurs de fonds qui financent le Projet.

Tenant compte du fait que (i) le Projet sera exécuté jusqu'à sa mise en service par une entreprise privée par le biais d'un contrat EPC, et (ii) une part significative des actions E&S du Projet seront en phase de construction mises en œuvre par cette entreprise, il a été décidé de séparer le Plan de Gestion E&S en deux parties:

- Le PGES-EPC sera préparé et mis en œuvre par l'entreprise EPC (voir chap. 9.39.3).
- le PGES-NEHO sera mis en œuvre par NEHO (voir chapitre 9.4).

9.2 Cheminement E3S jusqu'à la phase de construction



9.3 PGES-EPC

9.3.1 Vie du document

La version opérationnelle du PGES de l'EPC sera préparée et finalisée ainsi:

- Sur la base des actions identifiées dans l'EIES comme relevant de l'EPC, l'entreprise EPC prépare un draft du PGES-EPC.
- Le draft du PGES-EPC est revu par NEHO, puis finalisé par l'entreprise EPC jusqu'à approbation de NEHO pour former la version initiale du PGES-EPC.
- Le PGES-EPC est ensuite le document de référence pour le suivi au quotidien de la performance E&S des activités de l'EPC, sans toutefois prévaloir sur les documents contractuels ou juridiquement opposables du Projet.

Le PGES-EPC est ensuite traité comme un document vivant qui est mis à jour durant la phase de construction s'il s'avère que cela est nécessaire, par exemple:

- si l'EPC ou NEHO identifient des améliorations nécessaires à apporter au PGES-EPC pour corriger des éléments qui le nécessitent;

- si l'une des autorités compétentes de l'état ou l'un des bailleurs de fonds du Projet exige une modification pour corriger une non-conformité.

9.3.2 Contenu du PGES-EPC

Le tableau suivant présente une synthèse des actions à mettre en œuvre par l'entreprise de travaux.

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Opti01	Optimisation de la gestion des déblais et remblais pour minimiser les volumes extraits des zones d'emprunt et les volumes mis en dépôt définitif.	Etudes et construction	EPC
Opti02	Définition et optimisation technique, environnementale et sociale du tracé exact de la ligne et de la route d'accès, en adoptant une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées., sur la base de l'EIES.	Etudes et construction	EPC
Opti03	Implantation de la piste et de la ligne de transmission entre le barrage et l'usine selon les tracés sélectionnés dans l'EIES et en utilisant le plus possible les zones déjà déboisées. L'implantation exacte lors des études détaillées doit être effectuée sur la base de reconnaissances de terrain qui associent des équipes techniques et environnementales pour effectivement s'assurer que les impacts environnementaux sont aussi minimisés à ce stade. La ligne de transmission sera enterrée sur 1.6 km, conformément aux recommendation de l'EIES.	Etudes et construction	EPC
Opti04	Pour l'implantation des infrastructures temporaires ou permanentes non définies à ce jour, sélectionner les sites en associant des experts environnementaux et sociaux. Utiliser autant que possible l'emprise du futur réservoir pour les infrastructures temporaires et les sites d'extraction. Au niveau du barrage, hors de la zone du réservoir: • implanter les infrastructures temporaires en rive droite de l'Onive (à l'Ouest) plutôt qu'en rive gauche pour minimiser les risques envers la nouvelle aire protégée; • éviter les habitats naturels et les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique. Au niveau de l'usine : éviter les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.	Etudes et construction	EPC
Opti06	Aménager le long de la conduite forcée des passages pour les utilisateurs actuels (piétons, animaux domestiques) en nombre et lieux cohérents par rapport aux passages déjà existants.	Etudes et construction	EPC
Ero01	Préparation d'un plan de gestion des terrassements/déblais/remblais et de prévention de l'érosion soumis à l'approbation de NEHO et reprenant les principes du chapitre 5.2.1.2 de l'EIES.	Pré-construction	EPC
Ero02	Engagement dans l'équipe de l'EPC d'un "Erosion control manager" en charge de la mise en œuvre du plan préparé dans le cadre de l'action Ero01.	Construction	EPC

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Ero03	Mise en place d'ouvrages de franchissement sur tous les cours d'eau devant être franchis par des véhicules ou engins de chantier.	Construction	EPC
Ero04	Façonnement des zones de mise en dépôt définitives des matériaux excédentaires de façon à faciliter leur intégration paysagère.	Etudes et construction	EPC
Aval01	Maintien en permanence d'un débit réservé de 5.7m^3/s ou plus à l'aval du barrage, à toutes les étapes de la construction et des tests.	Construction et mise en eau	EPC
Aval02	Prise d'eau alimentant le débit réservé dimensionnée de façon à permettre d'ajuster le débit, et avec la possibilité d'alimenter une microcentrale de pied.	Etudes et construction	EPC
Atmo01	Arrosage régulier en saison sèche. Mettre en place un suivi des plaintes liées à la poussière et prendre les mesures pour en limiter les impacts	Phase de construction	EPC
Atmo02	Limitation de la vitesse des véhicules de chantier à 40 km/h sur les pistes et 15 km/h sur les plates-formes de travail ou dans les installations	Phase de construction	EPC
Atmo03	Mise en place de dos d'âne dans les zone habitées (en accord avec les autorités compétentes pour les voies publiques)	Phase de construction	EPC
Atmo04	Interdiction de l'usage des explosifs de 21h à 7h pour les travaux en surface (autorisé en souterrain)	Phase de construction	EPC
Atmo05	Mesure continue du bruit à l'école de Faravohitra, un mois avant le démarrage des travaux et durant les travaux. Organisation du chantier de façon à ce que le niveau sonore ambient n'augmente pas de plus de 3dB (guidelines de la SFI)	Phase de construction	EPC
Atmo06	Minimisation des émissions: • Mesure avant la première entrée puis mensuel des gaz d'échappement des engins thermiques utilisés dans les tunnels. Interdiction d'accès au tunnel pour les engins les plus émetteurs en cas de dépassement des seuils.	Phase de construction	EPC
Atmo07	Mise en place d'une ventilation dans les tunnels	Phase de construction	EPC
Atmo08	Mesure continue de la qualité de l'air dans le tunnel: CO, NO2, SO2, PM2.5 et PM10.	Phase de construction	EPC
Atmo09	Mesure avant la première utilisation puis semestriel des gaz d'échappement des engins thermiques utilisés sur le chantier.	Phase de construction	EPC
Atmo10	Arrêt et interdiction sur le chantier des véhicules émettant un nuage de fumée affectant la visibilité ou la respirabilité de l'air	Phase de construction	EPC
Dech01	Préparation et mise en œuvre d'un plan de collecte, traitement et gestion des déchets liquides et solides pour la phase de construction, tenant compte des trois principes énoncés dans l'EIES (éviter la diffusion incontrôlée des polluants, respect des normes Malgaches, respect des recommandations de la SFI)	Construction	EPC
Dech02	Dans le cadre des formations initiales et ultérieures, sensibilisation des travailleurs à la gestion des déchets solides et liquides.	Construction	EPC
Dech03	Contrôle interne de la collecte des déchets (tenue d'un registre) et de la qualité des effluents.	Construction	EPC
Poll01	Préparation et mise en œuvre d'un plan de gestion des matières polluantes et des déversements accidentels pour la phase de construction, tenant compte des principes énoncés dans l'EIES.	Construction	EPC
Poll02	Dans le cadre des formations initiales et ultérieures, formation des travailleurs à la prévention et à la gestion des déversements de produits polluants.	Construction	EPC

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Poll03	Dimensionnement (i) des installations de l'exploitant supportant des équipements hydromécaniques et électromécaniques, et (ii) des sites de stockage des huiles et autre produits pétrochimiques ou chimiques, de façon à ce qu'une fuite directe dans l'environnement sans rétention soit impossible. Là où cela n'est pas possible, prévoir l'utilisation d'huile biodégradable.	Etude et construction	EPC
Poll04	Construction pour l'exploitant d'installations d'entretien et d'approvisionnement en carburant des véhicules du Projet permettant la rétention des fuites accidentelles et des produits d'entretien.	Etude et construction	EPC
Clim01	Modélisation du risque climatique (réduction d'échelle) : calcul de la sensibilité des crues de Projet aux évolutions climatiques attendues, et conception l'aménagement hydroélectrique de façon à pouvoir intégrer un éventuel accroissement futur de sa capacité d'évacuation des crues.	Etudes de détail	EPC
Clim06	Suivi météorologique – ligne de transmission : • Définition de deux points de suivi et installation des stations Exploitation et maintenance des stations	Construction	EPC
Qeau01	Elimination de la végétation dans les zones les plus végétalisées (forêts) avant la mise en eau (env. 145 ha) . La possibilité pour les populations de récupérer les bois dans la zone ennoyée sera étudiée avec la DGEF.	Construction, avant mise en eau	EPC ou NEHO
Rupt01	Visite de tous les lieux habités exposés à l'aval, en tenant compte de la remontée possible des eaux dans le Mangoro à l'amont de la confluence avec l'Onive. Vérification de la topographie locale, des cotes de crues historiques, de l'altitude des maisons par rapport au lit de la rivière et de la présence de sites de refuge facilement accessibles à pied.	Construction, avant mise en eau	EPC
Rupt02	Modèle hydraulique de crue décennale, centennale et de rupture du barrage, basé sur le projet détaillé et la visite de terrain. Identification des villages exposés et des sites de refuge possibles.	Construction, avant mise en eau	EPC
Rupt03	Préparation d'un plan d'intervention d'urgence selon le modèle défini dans l'EIES.	Construction, avant mise en eau	EPC
Rupt04	Mise en place des éléments opérationnels du plan d'intervention d'urgence, notamment l'information et la formation des villageois, les moyens de communication et d'alerte des villages concernés (VHF ou antennes de téléphonie), et le marquage des zones de refuge dans les villages concernés.	Construction, avant mise en eau	EPC
Entr01	Mise en place une procédure d'entrée dans les terrains, incluant une validation et un marquage des zones libérées et accessibles au Projet, et une formation des personnels susceptibles d'entrer dans de tels terrains	Avant et pendant la construction	EPC

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Trav01	• Préparer une politique de ressources humaines (RH) reprenant les principes clés de la législation Malgache et des standards de la SFI et de la BAD, incluant l'obligation du respect de cette politique par toutes les entreprises engagées sur le projet, et une information à l'embauche des travailleurs sur le contenu de cette politique. • Divulguer cette politique sur les tableaux d'affichage dans les lieux sociaux du Projet (bureaux, cités…). Inclure cette politique dans tous les contrats d'entreprise engagées en sous-traitance, en exigeant (i) le respect de cette politique par ces entreprises et (ii) l'obligation d'exiger son respect par toute entreprise contractée à son tour par ce sous-traitant.	Etudes et construction	EPC
Trav02	• Contrôle régulier (au démarrage et une fois par mois) du respect de la politique RH par les entreprises travaillant pour le Projet, sur la base d'audit auprès des travailleurs. Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut.	Etudes et construction	EPC
Trav03	Mise à disposition des travailleurs dans le cadre de la politique RH d'un mécanisme de recours, conforme aux standards de la SFI et de la BAD	Etudes et construction	EPC
Trav04	Assurer un environnement de travail propice aux deux sexes (notamment pas de toilettes ou de vestiaires unisexe) en phases construction et exploitation.	Etudes et construction	EPC
Trav05	Indiquer explicitement dans les offres que les postes sont ouverts aux hommes comme aux femmes.	Etudes et construction	EPC
Trav06	Pour les postes qualifiés ou à responsabilité, assurer un équilibre hommes/femmes des candidats présélectionnés et invités à passer un entretien d'embuache	Etudes et construction	EPC
Sstr01	Préparation et mise en œuvre d'un Plan Santé-Sécurité des travailleurs pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Avant et pendant la construction	EPC
Sstr02	Préparation et mise en œuvre d'un Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Avant et pendant la construction	EPC
Sstr03	Désignation au sein de l'EPC d'un Responsable Santé-Sécurité en charge de la préparation, mise à jour et mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs et du Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence. Le Responsable Santé-Sécurité rapporte directement au directeur de chantier, et définit les ressources dont il a besoin pour assurer et contrôler la mise en œuvre des deux plans suscités.	Avant et pendant la construction	EPC
Sstr04	Inclure les obligations contractuelles standardisées pour le respect et la mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs de l'EPC dans tous les contrats des entreprises de la chaîne de sous-traitance.	Lors de la contractualisation des sous-traitants	EPC
Sstr05	Contrôle continu du respect du Plan Santé-Sécurité des travailleurs par les entreprises travaillant pour le Projet, organisé par le Responsable Santé-Sécurité. Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut.	Pendant la construction	EPC
Sstr06	Si du personnel de sécurité (privé ou public détaché) est contracté pour le Projet, assurer une formation de ces personnes aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Etudes, construction et exploitation	EPC avant exploitation, NEHO ensuite

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Sstr07	Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion de la Base-Vie et de la Cité des travailleurs pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Pendant la construction	EPC
Sstr08	Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique des travailleurs (induction) et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population, les travailleurs et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection.	Avant et pendant la construction	EPC (travailleurs) et NEHO (populations)
Sstr09	Mettre à disposition de l'eau potable sur toutes les installations et les sites de travaux. Former les travailleurs (induction) aux risques d'intoxication alimentaire ou par l'eau de boisson.	Pendant la construction	EPC
Séco01	Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion relatif au Trafic Routier et aux Accès pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES. Ce plan inclura une interdiction du trafic d'approvisionnement du chantier passant par Belanitra le lundi, jour de marché de Belanitra. Ce plan inclura également un suivi du trafic des personnes et des véhicules pour adapter si nécessaire les règles de circulation des véhicules du Projet.	Avant et pendant la construction	EPC
Séco04	Pour la circulation des piétons, vélos, motos et charrettes de Belanitra au site du barrage: • afin d'éviter les risques d'accident, construction d'une piste piéton- vélo le long de la route proposée, dans le but de séparer les trafics véhicule et pétions ou vélo. L'utilisation par les motos de cette piste est interdite. • Actions de sensibilisation dans les villages sur l'utilisation de cette piste par les piétons et les vélos. Du site du barrage à Faravohitra (piétons uniquement): • Mise en place d'un passage piéton public sur le pont. Sécurisation du sentier piéton allant du barrage à Faravohitra relativement aux risques d'interaction avec le trafic du Projet en aménageant les points de croisement de la piste carrossable et du chemin piéton ou en construisant localement des contournements.	Avant et pendant la construction	EPC
Séco07	Mise en place de panneaux interdisant l'accès à la rivière à tous les chemins sur 500 m à l'aval	Pendant la construction	EPC
Séco10	Mise en place d'un câble aérien matérialisant l'interdiction de naviguer sur la retenue à moins de 1km du barrage.	Avant la mise en eau	EPC
Séco12	Sur la base des actions Rupt02 à Rupt04, mettre en place un mécanisme d'alerte des populations aval en cas de crue naturelle exceptionnelle susceptible de les impacter.	Avant exploitation	EPC
Séco13	Mettre en place une alarme sonore audible à l'aval de l'usine, depuis la rivière en face de Faravohitra et dans les sites exposés identifiés au cours des tests de l'action Aval03.	Pendant la mise en service	EPC
Saco04	Délimitation (bornage ou marquage équivalent durable dans le temps) d'une bande de 100 m autour du réservoir.	Construction	EPC
Saco06	Minimisation de l'exposition des populations aux bruit, poussières et émissions atmosphériques (voir actions Atmo01 à Atmo10 de l'EIES)	Etudes, construction	EPC
Affl03	l'EPC devra mettre en place dans le cadre de son PGESC un système de recrutement de la main d'œuvre	Avant et pendant la construction	EPC

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Affl04	Priorité d'accès à l'emploi (sans garantie d'embauche) aux travailleurs locaux issus des familles déplacées par le Projet - Les noms de ces personnes et leurs compétences éventuelles seront fournis par NEHO	Avant et pendant la construction	EPC et NEHO
Affl07	L'induction que recevront les travailleurs embauchés par NEHO, l'EPC et ses sous-traitants inclura une sensibilisation aux habitudes et pratiques culturelles de la zone du Projet, notamment les Fady. Cette sensibilisation aura pour but d'atténuer les risques de conflit liés aux écarts de culture.	Pendant toute la durée du Projet	EPC et NEHO
Affl08	Un code de conduite à adopter par les employés sera préparé par l'EPC.	Pendant la construction	EPC
Affl11	Fournir le maximum de service au sein des bases-vie. Établir des règles de gestion quant aux fonctions des base-vie avec des horaires établis pour les employés. Contrôle des entrées sur la base-vie. Ne pas permettre l'établissement de campement spontané à l'intérieur d'un rayon de protection des Bases-vie. Rayon à définir avec les autorités locales.	Avant et pendant la construction	EPC
Affl13	Sensibilisation du personnel de l'EPC et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Avant et pendant la construction	EPC
Cult01	Préparation et mise en œuvre d'une procédure de découverte fortuite à tout entrepreneur qui effectuera des excavations ou des déblais. Formation des personnels en charge des excavations (ou de leur suivi) sur la nature des trouvailles possibles et les mesures à appliquer en cas de trouvaille.	Avant et pendant la construction	EPC
Cult02	Cartographie détaillée des sites cultuels et des tombes durant les études de terrain d'implantation des infrastructures linéaires (routes et pistes), et engagement avec les parties prenantes pour s'accorder sur les mesures d'évitement.	Etudes et construction	EPC
Lign01	Définir et optimiser d'un point de vue technique et social le tracé exact de la ligne de transmission, de façon à minimiser les impacts sociaux et socio-économiques, entre Belanitra et Antananarivo, en tenant compte des sensibilités listées dans l'EIES.	Avant et pendant la construction	EPC
BioT02	Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de l'EPC et de la chaîne de sous-traitants sur les mesures environnementales prises par le projet.	Avant et pendant la construction	EPC
BioT03	Interdiction d'accès des personnes autres que les personnels dans les chantiers et interdiction de circulation des employés du projet dans les zones non autorisées, et notamment les habitats à enjeux écologique.	Pendant la construction	EPC
BioT04	Implantation des infrastructures linéaires entre Antananarivo et Belanitra: • Eviter au maximum les zones boisées pour minimiser le déboisement (utiliser des images aériennes/satellites récentes et des visites sur le terrain pour identifier les zones boisées/déboisées). • Utiliser les pistes existantes au maximum, en les réhabilitant là où cela est nécessaire plutôt que de créer des pistes nouvelles.	Etudes et construction	EPC

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
BioT05	Entre Belanitra et le barrage: • Adopter une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées; consultation des VOI et de NEHO pour approbation des zones boisées affectées	Etudes et construction	EPC
BioT06	Entre le barrage et l'usine hydroélectrique: Faire passer la ligne de service et les réseaux de communication par la galerie du chemin d'eau. Pour le tracé de route et de ligne: • Reconnaître et utiliser au maximum les zones déjà impactées comme décrit dans l'EIES. • Enterrer la ligne de transmission enterrée sur 1.6 km, là où le tracé sélectionné traverse la plus grande largeur de forêt. • Limiter la largeur des pistes (bande roulante) à 5 m dans les zones boisées. • Faire valider les implantations par NEHO.	Etudes et construction	EPC
BioT07	Optimisation de l'implantation des infrastructures temporaires ou permanentes: • Utiliser autant que possible l'emprise du futur réservoir pour les infrastructures temporaires et les sites d'extraction (sans exposer les sites aux crues de l'Onive); • Au niveau du barrage, hors de la zone du réservoir: (i) Implanter les infrastructures temporaires en rive droite de l'Onive (à l'Ouest) plutôt qu'en rive gauche pour minimiser les risques envers la nouvelle aire protégée et (ii) Éviter les habitats naturels et les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique. • Au niveau de l'usine : Éviter les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.	Etudes et construction	EPC
BioT09	Le trafic de nuit (entre 20h et 6h) entre le barrage et l'usine sera interdit pour les activités programmables ou régulières du chantier, et sera réservé aux cas d'urgence et aux circonstances exceptionnelles approuvées par NEHO. Mise en place de barrières et de postes de garde aux extrémités de la forêt.	Construction	EPC
BioT11	Protection de la flore menacée (entre le barrage et l'usine): • Le repérage, marquage et localisation précis des espèces de flore ayant déclenché l'habitat critique listées dans l'EIES en vue de leur évitement lors de l'implantation exacte des infrastructures dans les zones de forêt ; • L'adaptation au maximum des emprises et activités à impacts ou le déplacement des spécimens concernés pour éviter de leur porter atteinte.	Etudes et construction	EPC

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
BioT13	Protection de la faune menacée (entre le barrage et l'usine): • Défrichement et déboisement séquencés après l'implantation définitive des infrastructures traversant des zones de forêt, afin de faire fuir la faune: (i) Abattage des arbres, puis (ii) Laisser 24h à la faune résiduelle pour fuir (notamment reptiles, type caméléons, entomofaune), puis (iii) Finalisation du défrichement et nettoyage de la zone avec stockage de la végétation collectée sur les bords des emprises en vue de son broyage ou compostage (pas de brûlage). • Afin de minimiser les impacts sur les oiseaux nichant dans les zones forestières (entre le barrage et l'usine), les coupes de grands arbres pour la libération des emprises se feront hors de la période de nidification préférée des oiseaux, qui correspond aux mois de Août à Décembre. • Les grands arbres identifiés comme supports d'alimentation (espèces frugivores) et dortoirs des lémuriens doivent être évités. Ces arbres seront facilement reconnaissables par l'abondance des jeunes plants et la présence d'excréments ; • Minimisation du risque d'écrasement de faune: (i) Sensibilisation des chauffeurs et formation à l'enlèvement des espèces de faune des voies de circulation, et (ii) Vitesse limitée à 40 km/h entre le barrage et l'usine.	Construction	EPC
BioT16	Lutte contre l'introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes: • Identifier les espèces envahissantes présentes dans le chantier et ses environs avant la réalisation des travaux ; • Arracher manuellement ou mécaniquement les EEE arbustives ou arborées en s'assurant que le système racinaire est bien enlevé ; • Éradiquer ces espèces par le biais des mesures appropriées (élimination et incinération sur place des débris des végétaux) ; • Effectuer une étude préalable des sites d'approvisionnement des matériaux (carrières, autres).	Etudes et construction	EPC
BioT17	Prévention des incendies: • Les feux ouverts sont interdits pendant toute la période de construction. • Equiper les poste/sites de chantier où des produits inflammables sont utilisés d'extincteurs, • Former le personnel à l'utilisation des extincteurs, et en, • Rappeler les règles de base concernant l'utilisation des produits inflammables.	Construction	EPC
BioT19	Minimisation de la pollution lumineuse • Éviter l'éclairage continu, et privilégier le déclenchement par détecteurs de présence pour l'éclairage extérieur de confort, • Utiliser des ampoules de basse luminosité ou utiliser un éclairage orienté vers les sol pour les éclairages extérieurs.	Construction	EPC

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
BioT27	Entre l'usine et le barrage, mise en place de "bird diverters" tridimensionnels sur les câbles de garde.	Construction	EPC
BioA01	Lors de la mise en œuvre de l'action Aval03: des ichthyologues seront associés à ce test, afin d'évaluer exactement l'impact possible des différentes variations et conditions environnementales sur l'habitat des espèces aquatiques dans l'Onive voire sur les espèces elles-mêmes.	Lors du premier remplissage de la retenue	NEHO en coordination avec EPC
BioA02	Maintien du débit réservé à tout instant dans le bief court-circuité (5.7 m^3/s)	Construction et mise en service	EPC
Devt01	Si la solution de microccentrale est retenue, mise en place sur la prise d'eau pour le débit réservé d'un by-pass, permettant la connection d'une microcentrale, et automatisé pour reverser à la rivière les eaux non utilisées par la microcentrale afin de satisfaire l'obligation de débit réservé.	Etudes et construction	EPC
Devt02	Mise en place d'une solution technique permettant d'alimenter un réseau de distribution local depuis l'usine	Etudes et construction	EPC

9.4 PGES-NEHO

9.4.1 Mise en œuvre du PGES-NEHO

Le PGES-NEHO pour la phase de construction est décrit dans le chapitre 9.4.2. Sous la forme d'un récapitulatif de l'ensemble des actions identifiées dans l'EIES comme étant à la charge de NEHO. Le PGES-NEHO n'est pas sujet à modification, sauf de commun accord avec les bailleurs de fonds ou les autorités compétentes, si une modification apparaît comme étant nécessaire pour assurer la légalité ou la conformité du Projet.

Pour organiser et suivre la mise en œuvre du Le PGES-NEHO, NEHO développera pour la phase de construction un Système de Gestion Environnemental et Social (SGES) structuré selon les standards ISO9001/14001, avec le contenu suivant:

Tableau 150 – Structure du SGES de NEHO

Chapitre	Titre
1	Politique environnementale et sociale de NEHO
2	Aspects environnementaux et sociaux
3	Cadre réglementaire
4	Objectifs
5	Plans de gestion environnemental et social
6	Organisation et responsabilités
7	Formation, sensibilisation et renforcement des compétences
8	Communication
8.1	Réunions et rapports réguliers internes
8.2	Réunions et rapports réguliers externes
8.3	Réunions et rapports exceptionnels
9	Documentation du SGES
10	Contrôle opérationnel

11	Prevention et intervention en cas de situation d'urgence
12	Suivi et indicateurs de suivi
13	Gestion des non-conformités, actions correctives et de prévention
14	Revue de direction trimestrielle

9.4.2 Contenu du PGES-NEHO - Phase construction

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Opti05	Supervision environnementale et sociale du Projet, pour contrôler la mise en œuvre des actions Opti01 à Opti04 et valider les choix effectués.	Phase de construction	NEHO
Atmo11	Privilégier l'utilisation de VTT électriques pour les déplacements de l'équipe E&S du Projet	Construction et exploitation	NEHO
Clim07	Sensibilisation des populations de la zone du Projet au risque climatique et intégration d'un objectif de résilience climatique dans les mesures d'accompagnement social du Projet Sahofika (Plan de Développement Communautaire).	Construction et exploitation	NEHO
Qeau01	Elimination de la végétation dans les zones les plus végétalisées (forêts) avant la mise en eau (env. 145 ha). La possibilité pour les populations de récupérer les bois dans la zone ennoyée sera étudiée avec la DGEF.	Construction, avant mise en eau	EPC ou NEHO
Qeau03	Suivi hebdomadaire de la teneur en oxygène des eaux à l'aval de l'usine hydroélectrique (100m à l'aval) et du barrage (500m à l'aval). Suivi mensuel : NO3, PO4, DBO5 et matière en suspension. Suivi annuel (octobre): métaux lourds et pesticides eau et sédiments	Construction: dernière année avant exploitation Exploitation, 1ère et 2ème années	NEHO
Sstr08	Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique des travailleurs (induction) et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population, les travailleurs et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection.	Avant et pendant la construction	EPC (travailleurs) et NEHO (populations)

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Séco03	Mise en place une navette faisant l'aller-retour Belanitra-Faravohitra une fois le matin et une fois le soir, de jour: • Cette navette est gérée par l'équipe sociale de NEHO, qui tient des statistiques sur l'utilisation de la navette (nombre de passagers et poids des bagages) en vue de la phase d'exploitation. • Les passagers sont acceuillis sur préinscription, dans les limites des places disponibles. • Le trajet est payant, à un prix correspondant à la pratique pour un transport public à Madagsacar sur cette distance. Les sommes collectées sont reversées pour les actions du plan de développement communautaire du Projet. • La navette ne circule que les jours où les conditions météorologiques le permettent et où l'EPC ne l'interdit pas. Les représentants des services de l'état ou des aires protégées qui souhaitent utiliser la piste pour accéder à des zones desservies par ces pistes s'adressent à l'équipe sociale de NEHO. Ces personnes laissent dans tous les cas leur véhicule propre à Belanitra sauf pour les véhicules de secours ou pour les véhicules des gestionnaires des aires protégées	Pendant la construction	Equipe sociale de NEHO
Séco05	Organisation d'un séminaire consultatif avec les représentants des populations, les représentants de l'état et les gestionnaires des aires protégées pour la mise en place d'un mécanisme de circulation permettant de désenclaver la zone de l'usine hydroélectrique, tout en minimisant les risques d'accident ou d'utilisation de la piste pour des activités impactant les aires protégées.	Avant la phase d'exploitation	NEHO
Séco11	Information et sensibilisation des piroguiers.	Avant la mise en eau	NEHO
Séco15	Expropriation et délimitation (bornage ou équivalent) d'une bande de 100 m autour du réservoir avec interdiction de s'y installer. Vérification annuelle que personne ne s'est réinstallé dans cette zone.	Mise en œuvre du PAR et exploitation	NEHO
Saco01	Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection. (voir aussi action Sstr08)	Avant, pendant la construction et pendant l'exploitation	NEHO
Saco02	Mettre en œuvre un programme de sensibilisation et d'information des personnes dans les zones concernées, qui permette d'aider à l'identification des risques, et diffuse les mesures d'hygiène de base.	Avant et pendant la construction	NEHO
Saco05	Expropriation de la zone délimitée autour du réservoir avec interdiction de s'y installer (voir mesure Séco15). Vérification annuelle que personne ne s'est réinstallé dans cette zone.	Mise en œuvre du PAR	NEHO
Affl01	Suivi démographique trimestriel dans la zone du Projet. Ce suivi couvrira les secteurs d'Antenina, Belanitra et Faravohitra et permettra à NEHO de suivre les dynamiques et d'identifier les zones où l'afflux se concentre.	Avant, pendant la construction et pendant l'exploitation	NEHO

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Affl02	Des actions de sensibilisation aux MST et relatives aux risques de violences pour les femmes sont programmées dans le cadre du programme de mesures contre les risques sur la santé publique prévu par l'EIES. Ces actions commenceront avant le début de la construction.	Avant et pendant la construction	NEHO
Affl04	Priorité d'accès à l'emploi (sans garantie d'embauche) aux travailleurs locaux issus des familles déplacées par le Projet - Les noms de ces personnes et leurs compétences éventuelles seront fournis par NEHO	Avant et pendant la construction	EPC et NEHO
Affl05	Préparation et mis en œuvre d'un programme d'amélioration des infrastructures collectives des villages et d'un Plan de Développement Communautaire, incluant une composante électrification rurale. Budget pour la phase construction: 2.5 M€	Etudes, construction et exploitation	NEHO
Affl06	Détachement en coordination avec l'administration de représentants des forces de l'ordre à Faravohitra et à proximité du site du barrage, formés aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Etudes, construction et exploitation	NEHO
Affl07	L'induction que recevront les travailleurs embauchés par NEHO, l'EPC et ses sous-traitants inclura une sensibilisation aux habitudes et pratiques culturelles de la zone du Projet, notamment les Fady. Cette sensibilisation aura pour but d'atténuer les risques de conflit liés aux écarts de culture.	Pendant toute la durée du Projet	EPC et NEHO
Affl09	Un ensemble d'actions sont prévues pour atténuer les impacts négatifs que l'afflux de population pourrait avoir sur la biodiversité dans les aires protégées (Parc de Marolambo et NAP de Tsinjoarivo). Cela inclut: • L'assistance matérielle pour une meilleure protection. • L'interdiction de consommer ou introduire dans l'enceinte du chantier et de zones de vie de la viande de faune sauvage. • La sensibilisation des travailleurs aux enjeux de conservation dans la zone du Projet. Le contrôle avec les gestionnaires des aires protégées du trafic des véhicules traversant les aires protégées	Pendant toute la durée du Projet	NEHO
Affl10	Préparer et mettre en œuvre un plan d'engagement des parties prenantes avant le début des travaux, incluant un mécanisme de recours et de gestion des conflits.	Pendant toute la durée du Projet	NEHO
Affl12	Suivi hebdomadaire sur le prix des marchés locaux pour les produits alimentaires de base. Intervenir en cas de changement anormal de ces prix par rapport à l'historique. En cas de besoins, faire des ententes avec des revendeurs de façon à préfinancer des achats/transports pour appuyer le maintien des prix.	Avant et pendant la construction	Equipe sociale de NEHO
Affl14	Discussion avec les « notables » du village dans la partie Betsimisaraka (Sahofika,) avant commencement des travaux, pour expliquer que le chantier va faire des travaux de terrassement mais pas des travaux agricoles. S'assurer avec les notables que cela est compatible avec le fady interdisant le travail de la terre le mardi.	Avant la construction	NEHO
Affl15	Sensibilisation du personnel de NEHO et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Pendant toute la durée du Projet	NEHO

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
BioT01	• Sensibilisation et information de la population concernée sur le Projet et les mesures de protection de la biodiversité. • Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de NEHO sur les mesures environnementales prises par le projet.	Avant démarrage des travaux, durant la construction et l'exploitation	NEHO
BioT08	Consulter les VOI et les gestionnaires/promoteurs des aires protégées pour la validation des tracés ou implantations proposés par l'EPC pour les infrastructures entre Belanitra et l'usine.	Etudes et construction	NEHO
BioT12	Suivi des actions de protection de la flore menacée par l'EPC.	Etudes et construction	NEHO
BioT14	Suivi des actions de protection de la faune menacée par l'EPC.	Etudes et construction	NEHO
BioT18	Appui et accompagnement des gestionnaires des zones sous statut pour la protection de la biodiversité.	Construction et exploitation	NEHO
BioT22	Préparation et mise en œuvre d'un programme de restauration de zones dégradées dans les forêts adjacentes au corridor forestier (surface définitive égale au double des surfaces boisées perdues)	Construction et exploitation	NEHO
BioT23	Appui à la conservation des forêts naturelles de la NAP de Tsinjoarivo et du Parc National de Marolambo	Construction et exploitation	NEHO
BioT24	Programme d'appui aux VOI: reboisement dans les .zones de transfert de gestion et préservation des services écosystémiques	Construction et exploitation	NEHO
BioT25	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi écologique des habitats entre le barrage et l'usine, intégrant l'influence du changement climatique sur la sylve à lichen.	Construction et exploitation	NEHO
BioT26	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi d'un certain nombre d'espèces cibles, de faune et de flore et ayant déclenché des analyses d'habitats critiques sera entrepris avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées (à combiner avec la mesure précédente).	Construction et exploitation	NEHO
BioT28	Appui à la mise à jour des données de la ZICO de la Forêt Classée de l'Onive, en collaboration avec l'ONG référente.	Construction	NEHO
BioA01	Lors de la mise en œuvre de l'action Aval03: des ichthyologues seront associés à ce test, afin d'évaluer exactement l'impact possible des différentes variations et conditions environnementales sur l'habitat des espèces aquatiques dans l'Onive voire sur les espèces elles-mêmes.	Lors du premier remplissage de la retenue	NEHO en coordination avec EPC
BioA04	Approfondissement des connaissances sur Rheocles wrightae et Rheocles sp. Ambatovy.	Construction et exploitation	NEHO
Ecos01	Assistance à la conversion à la pêche des espèces qui se développeront dans la retenue, en remplacement de la pêche des anguilles.	Première année de remplissage de la retenue	NEHO
Pab01	Préparation, mise en œuvre et suivi d'un Plan d'Action Biodiversité	Préparation avant construction puis mise en œuvre	NEHO

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Cumu01	Ne pas prévoir de site de réinstallation pour le Projet Sahofika dans l'emprise des autres projets. Informer les populations affectées par le Projet du risque de construction d'autres aménagements hydroélectriques. Assister les personnes voulant des informations plus précises à y accéder, sur la base des informations publiquement disponibles.	Lors de la préparation du RAP et des consultations publiques avec les personnes affectées par le Projet	NEHO, équipe sociale.
Cumu02	Divulgation du programme d'actions mis en œuvre dans le cadre du Projet pour atténuer les risques liés aux maladies hydriques dans le cadre du Projet, et des résultats du suivi avec les autres projets. Divulgation des informations sur le site internet de NEHO.	Au fur et à mesure que les actions sont mises en œuvre et les résultats du suivi effectué disponibles	NEHO, équipe sociale.
Cumu03	Ne pas adopter pour Sahofika de mesures d'atténuation des risques sur la biodiversité qui dépendent d'habitats qui seraient à leur tour impactés si les aménagements ultérieurs étaient développés. Partager les résultats de suivi de la biodiversité de Sahofika (sur le site internet du Projet) pour permettre aux autres projets de bénéficier de l'expérience de Sahofika.	Lors de la préparation et de la mise en œuvre de l'EIES	NEHO, équipe environnementale.
Cumu04	Divulguer les informations sur les actions mises en œuvre pour soutenir la NAP de Tsinjoarivo et le MNP. Renforcement des capacités de la NAP de Tsinjoarivo et du MNP dans l'évaluation et la gestion des impacts négatifs.	Dès la première année de construction du Projet.	NEHO, équipe environnementale.
Devt03	Etudes détaillées techniques et montage juridique et institutionnel pour la mise en œuvre de la composante électrification rurale du Projet, incluant des mesures temporaires rapides pourraient être mises en place pour fournir de l'électricité aux populations dès la phase de construction, par exemple au moyen de bornes solaires.	Démarrage du Projet	NEHO
Devt04	Préparation d'un plan de développement communautaire détaillé sur la base des principes retenus dans l'EIES.	Après la définition de la composante électrification rurale	NEHO

9.4.1 Contenu du PGES-NEHO - Phase exploitation

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Aval03	Lors du premier remplissage de la retenue, planification d'un test d'au moins 16 heures avec seulement le débit réservé appliqué. Observations visuelles sur le bief court-circuité et à l'aval de l'usine (avant et à la fin des 16h) pour vérifier la continuité de l'écoulement et identifier les singularités susceptibles d'apparaître.	Tests, lors de la mise en eau	NEHO, en coordination avec l'EPC
Aval04	Maintien en permanence d'un débit réservé de 5.7m^3/s ou plus à l'aval du barrage.	Exploitation	NEHO

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Sédi01	En plus du suivi mensuel des matières en suspension (voir action Qeau03), suivi annuel lors des trois premières années puis à intervalle régulier (à déterminer sur la base des 3 premières années) de: • La sédimentation du réservoir (bathymétrie ou lidar) • L'évolution des bancs de sable sur les 3 km à l'aval de l'usine hydroélectrique (suivi visuel en saison sèche)	Exploitation	NEHO
Atmo11	Privilégier l'utilisation de VTT électriques pour les déplacements de l'équipe E&S du Projet	Construction et exploitation	NEHO
Dech04	Préparation d'un plan de gestion des déchets pour la phase d'exploitation, tenant compte de la hiérarchie de gestion des déchets (réduire, recycler, composter, mettre en décharge), et en distinguant: • Les déchets domestiques de la cité d'exploitation et du personnel. • Les déchets organiques (bois flottants, jacinthes d'eau). Les déchets industriels résultant des activités d'exploitation et de maintenance.	Exploitation	NEHO
Poll05	Utilisation d'huile biodégradable pour les équipements hydromécaniques et électromécaniques présentant un risque de fuite incontrôlée dans l'environnement, notamment pour tous les organes en contact directe avec l'eau.	Exploitation	NEHO
Clim02	Suivi hydrologique journalier des apports de l'Onive	Exploitation	NEHO
Clim03	Suivi sédimentaire hebdomadaire des apports de l'Onive (matière en suspension)	Exploitation	NEHO
Clim04	Suivi sédimentaire annuel de la retenue	Exploitation	NEHO
Clim05	Suivi météorologique au site du barrage	Exploitation	NEHO
Clim06	Suivi météorologique - ligne de transmission : • Définition de deux points de suivi et installation des stations Exploitation et maintenance des stations	Exploitation	NEHO
Clim07	Sensibilisation des populations de la zone du Projet au risque climatique et intégration d'un objectif de résilience climatique dans les mesures d'accompagnement social du Projet Sahofika (Plan de Développement Communautaire).	Construction et exploitation	NEHO
Clim08	Vérification tous les dix ans des crues de projet, sur la base des données hydrologiques acquises. Suivi des écosystèmes forestiers du bassin versant : sur la base d'images satellitaires, cartographie tous les 10 ans des surfaces boisées et des types de forêts. Vérification de la résilience de l'aménagement conformément au guide de résilience climatique de l'IHA.	Exploitation	NEHO
Qeau02	Suivi visuel trimestriel des zones du réservoir peu propices au renouvellement et à la circulation des eaux, en prêtant une attention particulière au développement des espèces aquatiques envahissantes telles que la jacinthe d'eau.	Exploitation	NEHO
Qeau03	Suivi hebdomadaire de la teneur en oxygène des eaux à l'aval de l'usine hydroélectrique (100m à l'aval) et du barrage (500m à l'aval). Suivi mensuel : NO3, PO4, DBO5 et matière en suspension. Suivi annuel (octobre): métaux lourds et pesticides eau et sédiments	Construction: dernière année avant exploitation Exploitation, 1ère et 2ème années	NEHO
Qeau04	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi annuel de la qualité des eaux, sur la base des résultats des deux premières années (Qeau03)	Exploitation, 3ème année et après	NEHO

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Rupt05	Exploitation et maintenance du système de communication décrit dans l'action Rupt04.	Exploitation	NEHO
Rupt06	Tous les dix ans : vérification et mise à jour du plan d'intervention d'urgence.	Exploitation	NEHO
Trav01	• Préparer une politique de ressources humaines (RH) reprenant les principes clés de la législation Malgache et des standards de la SFI et de la BAD, incluant l'obligation du respect de cette politique par toutes les entreprises engagées sur le projet, et une information à l'embauche des travailleurs sur le contenu de cette politique. • Divulguer cette politique sur les tableaux d'affichage dans les lieux sociaux du Projet (bureaux, cités…). Inclure cette politique dans tous les contrats d'entreprise engagées en sous-traitance, en exigeant (i) le respect de cette politique par ces entreprises et (ii) l'obligation d'exiger son respect par toute entreprise contractée à son tour par ce sous-traitant.	Exploitation	NEHO
Trav02	• Contrôle régulier (au démarrage et une fois par mois) du respect de la politique RH par les entreprises travaillant pour le Projet, sur la base d'audit auprès des travailleurs. Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut.	Exploitation	NEHO
Trav03	Mise à disposition des travailleurs dans le cadre de la politique RH d'un mécanisme de recours, conforme aux standards de la SFI et de la BAD	Exploitation	NEHO
Trav04	Assurer un environnement de travail propice aux deux sexes (notamment pas de toilettes ou de vestiaires unisexe) en phases construction et exploitation.	Exploitation	NEHO
Trav05	Indiquer explicitement dans les offres que les postes sont ouverts aux hommes comme aux femmes.	Exploitation	NEHO
Trav01	• Préparer une politique de ressources humaines (RH) reprenant les principes clés de la législation Malgache et des standards de la SFI et de la BAD, incluant l'obligation du respect de cette politique par toutes les entreprises engagées sur le projet, et une information à l'embauche des travailleurs sur le contenu de cette politique. • Divulguer cette politique sur les tableaux d'affichage dans les lieux sociaux du Projet (bureaux, cités…). Inclure cette politique dans tous les contrats d'entreprise engagées en sous-traitance, en exigeant (i) le respect de cette politique par ces entreprises et (ii) l'obligation d'exiger son respect par toute entreprise contractée à son tour par ce sous-traitant.	Exploitation	NEHO
Sstr06	Si du personnel de sécurité (privé ou public détaché) est contracté pour le Projet, assurer une formation de ces personnes aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Exploitation	NEHO
Séco02	Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion relatif au Trafic Routier et aux Accès pour la phase d'exploitation, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Exploitation	NEHO
Séco06	Mise en place sur la base des conclusions du séminaire d'une circulation régulée, gérée par NEHO en coordination avec les gestionnaires des aires protégées.	Exploitation	NEHO
Séco08	Sensibilisation aux risques de variations rapides de débit des personnes les plus exposées, notamment les personnes vivant à l'aval et les enfants vivant dans les environs (moins de 5km) du barrage), dès la période de remplissage et de test des vannes.	Exploitation	NEHO

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Séco09	Programmation et/ou prévision des variations de débit qui peuvent être anticipées (déversement dû à la montée de crue, vidange des sédiments), inspection visuelle de l'aval du barrage avant ouverture des vannes et information préalable des populations à l'aval en utilisant si nécessaire le système de communication décrit dans l'action Rupt04.	Exploitation	NEHO
Séco14	Organiser annuellement une viste du barrage et de l'usine pour une classe d'âge déterminée (en général: 10 ans), afin de les éveiller et sensibiliser aux risques liés à l'exploitation.	Exploitation	NEHO
Séco15	Expropriation et délimitation (bornage ou équivalent) d'une bande de 100 m autour du réservoir avec interdiction de s'y installer. Vérification annuelle que personne ne s'est réinstallé dans cette zone.	Mise en œuvre du PAR et exploitation	NEHO
Saco01	Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection. (voir aussi action Sstr08)	Avant, pendant la construction et pendant l'exploitation	NEHO
Saco03	Renforcement de capacité et suivi des statistiques sur les maladies hydriques traitées par les centres de santé de la zone d'influence	Exploitation	NEHO
Saco06	Minimisation de l'exposition des populations aux bruit, poussières et émissions atmosphériques (voir actions Atmo01 à Atmo10 de l'EIES)	Exploitation	NEHO
Affl05	Préparation et mis en œuvre d'un programme d'amélioration des infrastructures collectives des villages et d'un Plan de Développement Communautaire, incluant une composante électrification rurale.	Etudes, construction et exploitation	NEHO
Affl06	Détachement en coordination avec l'administration de représentants des forces de l'ordre à Faravohitra et à proximité du site du barrage, formés aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Etudes, construction et exploitation	NEHO
Affl07	L'induction que recevront les travailleurs embauchés par NEHO et ses sous-traitants inclura une sensibilisation aux habitudes et pratiques culturelles de la zone du Projet, notamment les Fady. Cette sensibilisation aura pour but d'atténuer les risques de conflit liés aux écarts de culture.	Pendant toute la durée du Projet	NEHO
Affl09	Un ensemble d'actions sont prévues pour atténuer les impacts négatifs que l'afflux de population pourrait avoir sur la biodiversité dans les aires protégées (Parc de Marolambo et NAP de Tsinjoarivo). Cela inclut: • L'assistance matérielle pour une meilleure protection. • L'interdiction de consommer ou introduire dans l'enceinte du chantier et de zones de vie de la viande de faune sauvage. • La sensibilisation des travailleurs aux enjeux de conservation dans la zone du Projet. Le contrôle avec les gestionnaires des aires protégées du trafic des véhicules traversant les aires protégées	Pendant toute la durée du Projet	NEHO
Affl10	Préparer et mettre en oeuvre un plan d'engagement des parties prenantes avant le début des travaux, incluant un mécanisme de recours et de gestion des conflits.	Pendant toute la durée du Projet	NEHO
Affl15	Sensibilisation du personnel de NEHO et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Pendant toute la durée du Projet	NEHO

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
Lign02	Informer les populations le long de la ligne de leurs droits et devoirs relativement à la ligne. Planifier les opérations de maintenance de façon à minimiser les impacts sur les récoltes et productions agricoles.	Exploitation	NEHO
BioT01	• Sensibilisation et information de la population concernée sur le Projet et les mesures de protection de la biodiversité. • Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de NEHO sur les mesures environnementales prises par le projet.	Avant démarrage des travaux, durant la construction et l'exploitation	NEHO
BioT10	Le trafic de nuit (entre 19h et 7h) entre le barrage et l'usine sera interdit pour les activités programmables ou régulières de l'exploitation, et sera réservé aux cas d'urgence et aux circonstances exceptionnelles. Mise en place de barrières et de postes de garde aux extrémités de la forêt (gestion coordonnée avec le promoteur / gestionnaire de la NAP)	Exploitation	NEHO
BioT15	Minimisation du risque d'écrasement de faune: • Régulation du trafic entre le barrage et l'usine en coordination avec le promoteur / gestionnaire de la NAP et avec consultation des populations (la route n'est libre d'accès à tous les véhicules) • Sensibilisation des chauffeurs et formation à l'enlèvement des espèces de faune des voies de circulation, • Restrictions sur la circulation de nuit, • Vitesse limitée à 40 km/h entre le barrage et l'usine, • Monitoring et géoréférencement des points où des spécimens de faune ont été écrasés.	Exploitation	NEHO
BioT18	Appui et accompagnement des gestionnaires des zones sous statut pour la protection de la biodiversité.	Construction et exploitation	NEHO
BioT20	Minimisation de la pollution lumineuse • Éviter l'éclairage continu, et privilégier le déclenchement par détecteurs de présence pour l'éclairage extérieur de confort, • Utiliser des ampoules de basse luminosité ou utiliser un éclairage orienté vers les sol pour les éclairages extérieurs.	Exploitation	NEHO
BioT21	Préparation et mise en œuvre d'un programme de protection des espèces CITES et de lutte contre le commerce illégal et le braconnage défini avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées dans le cadre des actions déjà prévues de régulation du trafic et de renforcement du contrôle et de la protection de la biodiversité.	Exploitation	NEHO
BioT22	Préparation et mise en œuvre d'un programme de restauration de zones dégradées dans les forêts adjacentes au corridor forestier (surface définitive égale au double des surfaces boisées perdues)	Construction et exploitation	NEHO
BioT23	Appui à la conservation des forêts naturelles de la NAP de Tsinjoarivo et du Parc National de Marolambo	Construction et exploitation	NEHO
BioT24	Programme d'appui aux VOI: reboisement dans les .zones de transfert de gestion et préservation des services écosystémiques	Construction et exploitation	NEHO
BioT25	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi écologique des habitats entre le barrage et l'usine, intégrant l'influence du changement climatique sur la sylve à lichen.	Construction et exploitation	NEHO

#	Mesure	Mise en œuvre	
		Période	Responsable
BioT26	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi d'un certain nombre d'espèces cibles, de faune et de flore et ayant déclenché des analyses d'habitats critiques sera entrepris avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées (à combiner avec la mesure précédente).	Construction et exploitation	NEHO
BioA03	Maintien du débit réservé à tout instant dans le bief court-circuité (5.7 m^3/s)	Exploitation	NEHO
BioA04	Approfondissement des connaissances sur Rheocles wrightae et Rheocles sp. Ambatovy.	Construction et exploitation	NEHO
BioA05	Mesures de conservation pour les espèces Rheocles wrightae et Rheocles sp. Ambatovy (si impacts avérés par le monitoring).		NEHO
BioA06	Lutte ciblée et adaptée contre les espèces exotiques envahissantes aquatiques.	Exploitation	NEHO
BioA07	Sensibilisation des populations locales pour cibler la capture des Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) plutôt que les espèces menacées (R. wrightae) et écrevisses indigènes	Exploitation	NEHO
Pab01	Mise en œuvre et suivi du Plan d'Action Biodiversité	Exploitation	NEHO

10 Programmes de surveillance et de suivi

10.1 Organisation

La surveillance et le suivi environnemental et social du Projet seront organisés et gérés par l'équipe E&S de NEHO.

Le système de gestion environnemental et social qui sera préparé pour le projet décrira les modalités de ce suivi. Les principes suivants ont toutefois été arrêtés:

- Un comité de suivi du Projet impliquant d'une part (i) les gestionnaires et promoteurs des aires protégées et les VOI et d'autre part (ii) des experts indépendants et reconnus sera mis en place. Il aura accès aux documents de suivi et jouera un rôle consultatif qui lui permettra d'apporter des conseils à l'équipe E&S de NEHO en charge du suivi.
- Le suivi sera axé sur:
  - Le suivi de la mise en œuvre effective des mesures du PGES et de l'EIES.
  - L'identification et la définition des mesures adaptives dont la nécessité pourrait apparaître si certains objectifs du PGES n'étaient pas atteints.
  - Le suivi des évolutions légales ou réglementaires environnementales et sociales applicables au projet, en vue de leur bonne mise en œuvre.

Le programme de surveillance et de suivi sera revu et adapté si nécessaire pour la phase d'exploitation.

Dans la mesure du possible, toutes les actions de surveillance et de suivi qui le permettent seront effectuées en impliquant directement les populations (suivi participatif).

10.2 Exigences et obligations légales et réglementaires

Les programmes de surveillance et de suivi du Projet seront menés avec pour objectif essentiel de respecter les exigences de:

- La législation Malgache;
- Les traités et conventions internationaux ratifiés par la République de Madagascar;
- Les exigences environnementales et sociales des bailleurs de fonds impliqués dans le Projet.

10.3 Mécanismes et fréquence d'envoi des rapports périodiques

Les rapports présentant les résultats de surveillance et de suivi environnemental et social reprenant l'intégralité des mesures décrites dans les deux chapitres suivants , seront envoyés à l'ONE et aux bailleurs de fonds:

- Tous les six mois durant la phase de construction;
- Tous les ans durant la phase d'exploitation.

10.4 Plan de surveillance

Les mesures de surveillance sont décrites (par phase et par composante) dans les tableaux suivants. Ce plan de surveillance sera revu au démarrage des travaux puis de façon régulière pour assurer sa pertinence. Toute modification substantielle sera au préalable discutée avec l'ONE et les bailleurs de fonds.

Le plan de surveillance est organisé en deux composantes et deux phases.

Les deux composantes sont:

- Composante "Aménagement hydroélectrique": cette composante comprend l'ensemble des infrastructures qui seront construites entre la zone du barrage-réservoir (inclus) et la zone de l'usine hydroélectrique (incluse), y compris la voie d'accès du barrage à l'usine et la ligne d'évacuation de l'énergie de l'usine au barrage.
- Composante "Infrastructures linéaires": cette composante comprend la ligne d'évacuation de l'énergie, du barrage à son point de connexion à Antananarivo, et les voies d'accès qui seront construites ou réhabilitées pour le Projet dans cette même zone, qu'il s'agisse des voies d'accès à l'aménagement hydroélectrique, ou des voies d'accès à des sites de chantiers (carrières, site d'implantation des pylônes, etc…).

Les deux phases sont:

- Construction: l'ensemble des activités nécessaires à la mise en service du Projet, y compris les travaux de finition ou de remise en état résultants de la phase de construction et qui pourraient s'étendre au-delà de la date de mise en service.
- Exploitation: l'ensemble des activités d'exploitation et de maintenance nécessaires à la production d'électricité par la composante "aménagement hydroélectrique" et à son évacuation dans le réseau national par la composante "infrastructures linéaires".

10.4.1 Composante aménagement hydroélectrique - Phase construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Optimisation de l'aménagement hydroélectrique	Opti01: Optimisation de la gestion des déblais et remblais pour minimiser les volumes extraits des zones d'emprunt et les volumes mis en dépôt définitif.	Volumes, caractéristiques et lieux d'extraction ou de mise en dépôt des matériaux.	Note justificative à produire et approuver avant l'ouverture de nouveaux sites d'extraction ou de mise en dépôt	Avant toute ouverture de nouveaux sites d'extraction ou de mise en dépôt	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant toute la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Optimisation de l'aménagement hydroélectrique	Opti02: Définition et optimisation technique, environnementale et sociale du tracé exact de la ligne et de la route d'accès, en adoptant une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées., sur la base de l'EIES.	Superficie des zones boisées impactées (déboisées) Déplacement physique évité autant que possible pour les lignes et accès.	Note justificative à produire et approuver à la fin des études de conception, et avant le démarrage des travaux concernés	A la fin des études de conception, et avant le démarrage des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant toute la phase d'études détaillées et de construction
Optimisation de l'aménagement hydroélectrique	Opti03: Implantation de la piste et de la ligne de transmission entre le barrage et l'usine selon le tracé sélectionné et en utilisant le plus possible les zones déjà déboisées. L'implantation exacte lors des études détaillées doit être effectuée sur la base de reconnaissances de terrain qui associent des équipes techniques et environnementales pour effectivement s'assurer que les impacts environnementaux sont minimisés. La ligne de transmission sera enterrée sur 1.6 km.	Superficie des zones boisées impactées (déboisées)	Note justificative à produire et approuver à la fin des études de conception, et avant le démarrage des travaux concernés	A la fin des études d'implantation, et avant le démarrage des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant toute la phase d'études détaillées.
Optimisation de l'aménagement hydroélectrique	Opti04: Pour l'implantation des infrastructures temporaires ou permanentes non définies à ce jour, sélectionner les sites en associant des experts environnementaux et sociaux. Utiliser autant que possible l'emprise du futur réservoir pour les infrastructures temporaires et les sites d'extraction. Au niveau du barrage, hors de la zone du réservoir: • implanter les infrastructures temporaires en rive droite de l'Onive (à l'Ouest) plutôt qu'en rive gauche pour minimiser les risques envers la nouvelle aire protégée; • éviter les habitats naturels et les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique. Au niveau de l'usine : éviter les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.	Pas de destruction d'habitat naturel et pas de perte involontaire de terres agricoles du fait de l'implantation d'infrastructures temporaires.	Notes justificatives à produire et approuver lors des études de conception, et avant le démarrage des travaux concernés	Lors des études de conception, et avant le démarrage des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant toute la phase d'études détaillées et de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Optimisation de l'aménagement hydroélectrique	Opti06: Aménager le long de la conduite forcée des passages pour les utilisateurs actuels (piétons, animaux domestiques) en nombre et lieux cohérents par rapport aux passages déjà existants.	Passages créés, en nombre et lieux cohérents par rapport aux passages déjà existants	Notes justificatives à produire et approuver lors des études de conception. Vérification de la réalisation effective sur site	Lors des études de conception. Après exécution des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées et de construction
Zones de remblais, de déblais et sites temporaires	Ero01: Préparation d'un plan de gestion des terrassements / déblais / remblais et de prévention de l'érosion soumis à l'approbation de NEHO et reprenant les principes du chapitre 5.2.1.2 de l'EIES.	Plan préparé avant démarrage des travaux	Plan préparé et approuvé avant démarrage des travaux	Avant exécution des travaux concernés	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Zones de remblais, de déblais et sites temporaires	Ero02: Engagement dans l'équipe de l'EPC d'un "Erosion control manager" en charge de la mise en œuvre du plan préparé dans le cadre de l'action Ero01.	Erosion control manager recruté et maintenu durant la durée des travaux de contrôle des risques d'érosion	Nom et CV de l' "erosion control manager" communiqués	Avant exécution des travaux concernés	Engagement: EPC Approbation du CV: NEHO	Du début à la fin des activités de construction impliquant un contrôle de l'érosion.
Zones de remblais, de déblais et sites temporaires	Ero03: Mise en place d'ouvrages de franchissement sur tous les cours d'eau devant être franchis par des véhicules ou engins de chantier.	Pas de cours d'eau traversé par des véhicules ou engins de chantier sans ouvrage de franchissement	Inspections visuelles des chantiers	Pendant toute la phase de construction	Mise en place des ouvrages de franchissement: EPC Inspection visuelle: NEHO	Du début à la fin des activités de construction.
Zones de remblais, de déblais et sites temporaires	Ero04: Façonnement des zones de mise en dépôt définitives des matériaux excédentaires de façon à faciliter leur intégration paysagère.	Zones de mise en dépôt définitives façonnées pour s'intégrer dans le paysage	Inspections visuelles des chantiers	Pendant toute la phase de construction	Façonnement des zones de mise en dépôt: EPC Inspection visuelle: NEHO	Du début à la fin des activités de construction.

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impact hydraulique à l'aval	Aval01: Maintien en permanence d'un débit réservé de 5.7m^3/s à l'aval du barrage.	Débit à l'aval jamais inférieur à 5.7 m^3/s	Mesure de débit lors des épisodes où le débit naturel est réduit	A toutes les étapes de la construction et des tests	Mise en œuvre: EPC Contrôle: NEHO	Du début à la fin des activités de construction et de mise en service
Impact hydraulique à l'aval	Aval02: Prise d'eau alimentant le débit réservé dimensionnée de façon à permettre d'ajuster le débit, et avec la possibilité d'alimenter une microcentrale de pied.	Prise d'eau alimentant le débit réservé dimensionnée de façon à permettre d'ajuster le débit de 4 à 8 m^3/s	Note justificative à produire et approuver lors des études de conception.	Lors des études de conception.et de l'exécution des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées et de construction
Impact hydraulique à l'aval	Aval03: Lors du premier remplissage de la retenue, planification d'un test d'au moins 16 heures avec seulement le débit réservé appliqué. Observations visuelles sur le bief court-circuité et à l'aval de l'usine (avant et à la fin des 16h) pour vérifier la continuité de l'écoulement et identifier les singularités susceptibles d'apparaître.	Test effectué	Observations visuelles sur le bief court-circuité et à l'aval de l'usine	Pendant la phase de tests	NEHO	Pendant la phase de tests
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo01: Arrosage régulier en saison sèche en raison de la poussière émise par la circulation des véhicules sur les surfaces non-revêtues utilisées par le Projet. . Mettre en place un suivi des plaintes liées à la poussière et prendre les mesures pour en limiter les impacts.	Bonne visibilité pour les conducteurs suivant un autre véhicule. Plaintes traitées	Inspections visuelles et analyse des plaintes	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo02: Limitation de la vitesse des véhicules de chantier à 40 km/h sur les pistes et 15 km/h sur les plates-formes de travail ou dans les installations	Vitesse enregistrée des véhicules	Enregistrement (GPS ou tachymètre) et vérification de la vitesse.	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo03: Mise en place de dos d'âne dans les zone habitées (en accord avec les autorités compétentes pour les voies publiques)	Dos d'ânes construits dans les lieux autorisés	Inspection visuelle: Ralentissement effectif des véhicules	Pendant les travaux de construction / réhabilitation des pistes	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo04: Interdiction de l'usage des explosifs de 21h à 7h pour les travaux en surface (autorisé en souterrain)	Horaires respectés	Inspection auditive	Continu	EPC	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo05: Mesure continue du bruit à l'école de Faravohitra, un mois avant le démarrage des travaux et durant les travaux. Organisation du chantier de façon à ce que le niveau sonore ambient n'augmente pas de plus de 3dB (guidelines de la SFI)	Niveau sonore maintenu en deçà du niveau sonore ambient avant travaux plus 3dB	Sonomètre	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo06: Interdiction d'accès au tunnel pour les engins les plus émetteurs en cas de dépassement des seuils.	Qualité de l'air dans le tunnel durant les heures de travail conforme aux seuils suivants en moyenne (guidelines de la SFI): CO: 55 mg/m^3 NO2: 40 mg/m^3 SO2: 20 mg/m^3 PM2.5: 25 mg/m^3 PM10: 50 mg/m^3	Capteur continu	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo07: Mise en place d'une ventilation dans les tunnels permettant d'assurer une qualité de l'air conforme aux standards SFI.		Inspection visuelle: Ventilation fonctionnelle	Continu	Mise en place: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo10: Arrêt et interdiction des véhicules émettant un nuage de fumée affectant la visibilité ou la respirabilité de l'air	Véhicules exceptionnellement polluants arrêtés immédiatement et interdits.	Inspection visuelle	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo11: Privilégier dans la mesure du possible l'utilisation de VTT électriques pour les déplacements de l'équipe E&S du Projet	VTT électriques mis à disposition, utilisés et entretenus.	Inspection visuelle	Continu	NEHO	Pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Dech01: Préparation et mise en œuvre d'un plan de collecte, traitement et gestion des déchets liquides et solides, tenant compte des trois principes énoncés dans l'EIES	Eviter la diffusion incontrôlée des polluants, respect des normes Malgaches, respect des recommandations de la SFI	Plan préparé et mis en œuvre	Continu	Préparation et mise en œuvre du plan: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Dech02: Dans le cadre des formations initiales et ultérieures, sensibilisation des travailleurs à la gestion des déchets solides et liquides.	Formation prodiguée	Registre des formations prodiguées	Continu	EPC	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Risques de pollutions accidentelles	Poll01: Préparation et mise en œuvre d'un plan de gestion des matières polluantes et des déversements accidentels pour la phase de construction, tenant compte des principes énoncés dans l'EIES.	Plan préparé avant démarrage des travaux	Plan préparé et approuvé avant démarrage des travaux	Avant exécution des travaux concernés	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Risques de pollutions accidentelles	Poll02: Dans le cadre des formations initiales et ultérieures, formation des travailleurs à la prévention et à la gestion des déversements de produits polluants.	Formation prodiguée	Registre des formations prodiguées	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Risques de pollutions accidentelles	Poll03: Dimensionnement (i) des installations de l'exploitant supportant des équipements hydromécaniques et électromécaniques, et (ii) des sites de stockage des huiles et autre produits pétrochimiques ou chimiques, de façon à ce qu'une fuite directe dans l'environnement sans rétention soit impossible. Là où cela n'est pas possible, prévoir l'utilisation d'huile biodégradable.	Dimensionnement empêchant des fuites d'huile non biodégradables dans l'environnement	Note justificative à produire et approuver lors des études de conception.	Lors des études de conception.et de l'exécution des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées et de construction
Risques de pollutions accidentelles	Poll04: Construction pour l'exploitant d'installations d'entretien et d'approvisionnement en carburant des véhicules du Projet permettant la rétention des fuites accidentelles et des produits d'entretien.	Installations conformes construites.	Note justificative à produire et approuver lors des études de conception.	Lors des études de conception.et de l'exécution des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées et de construction
Changement Climatique	Clim01: Modélisation du risque climatique (réduction d'échelle) : calcul de la sensibilité des crues de Projet aux évolutions climatiques attendues, et conception de l'aménagement hydroélectrique de façon à pouvoir intégrer un éventuel accroissement futur de sa capacité d'évacuation des crues.	Risque climatique étudié selon les recommandations de l'IHA	Etude de résilience climatique à produire et approuver lors des études de conception.	Lors des études de conception et de l'exécution des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées et de construction
Qualité des eaux de surface	Qeau01: Elimination de la végétation dans les zones les plus végétalisées (forêts) avant la mise en eau (env. 145 ha).	Végétation retirée avant mise en eau	Inspection visuelle	Une fois, avant mise en eau	Mise en œuvre: EPC ou NEHO Vérification: NEHO	Avant la mise en eau

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Risque de rupture de barrage	Rupt01: Visite de tous les lieux habités exposés à l'aval, en tenant compte de la remontée possible des eaux dans le Mangoro à l'amont de la confluence avec l'Onive. Vérification de la topographie locale, des cotes de crues historiques, de l'altitude des maisons par rapport au lit de la rivière et de la présence de sites de refuge facilement accessibles à pied.	Visite et relevés effectués.	Note justificative à produire et approuver lors des études détaillées.	Lors des études de conception.et de l'exécution des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées.
Risque de rupture de barrage	Rupt02: Modèle hydraulique de crue décennale, centennale et de rupture du barrage, basé sur le projet détaillé et la visite de terrain. Identification des villages exposés et des sites de refuge possibles.	Modèle hydraulique effectué	Note justificative à produire et approuver lors des études de conception.	Lors des études de conception.et de l'exécution des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées., avant mise en eau
Risque de rupture de barrage	Rupt03: Préparation d'un plan d'intervention d'urgence selon le modèle défini dans l'EIES.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Avant remplissage de la retenue
Risque de rupture de barrage	Rupt04: Mise en place des éléments opérationnels du plan d'intervention d'urgence, notamment l'information et la formation des villageois, les moyens de communication et d'alerte des villages concernés (VHF ou antennes de téléphonie), et le marquage des zones de refuge dans les villages concernés.	Eléments opérationnels du plan d'intervention d'urgence mis en place	Approbation par NEHO	Une fois	Mise en place: EPC Vérification: NEHO	Avant remplissage de la retenue
Exécution de travaux ou d'activités dans des terrains n'ayant pas été acquis ou libérés des droits	Entr01: Mise en place une procédure d'entrée dans les terrains, incluant une validation et un marquage des zones libérées et accessibles au Projet, et une formation des personnels susceptibles d'entrer dans de tels terrains.	Procédure d'entrée dans les terrains préparée et mise en œuvre	Procédure à produire et approuver.	Avant le démarrage des travaux de terrain	Préparation et mise en œuvre: EPC Vérification: NEHO	Avant et pendant la construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Emploi respectueux du droit et des bonnes pratiques	Trav01 • Préparer une politique de ressources humaines (RH) reprenant les principes clés de la législation Malgache et des standards de la SFI et de la BAD, incluant l'obligation du respect de cette politique par toutes les entreprises engagées sur le projet, et une information à l'embauche des travailleurs sur le contenu de cette politique. • Divulguer cette politique sur les tableaux d'affichage dans les lieux sociaux du Projet (bureaux, cités…). • Inclure cette politique dans tous les contrats d'entreprise engagées en sous-traitance, en exigeant (i) le respect de cette politique par ces entreprises et (ii) l'obligation d'exiger son respect par toute entreprise contractée à son tour par ce sous-traitant.	Politique RH préparée et mise en œuvre	Politique à produire et approuver.	Avant le démarrage des travaux	Préparation et mise en œuvre: EPC Vérification: NEHO	Avant et pendant la construction
Emploi respectueux du droit et des bonnes pratiques	Trav02: Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut d'emploi illégal.	Rupture de contrat des entreprises pratiquant l'emploi illégal	Audits	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Emploi respectueux du droit et des bonnes pratiques	Trav03: Mise à disposition des travailleurs dans le cadre de la politique RH d'un mécanisme de recours, conforme aux standards de la SFI et de la BAD	Mécanisme de recours préparé et mise en œuvre	Mécanisme de recours à produire et approuver.	Avant le démarrage des travaux	Préparation et mise en œuvre: EPC Vérification: NEHO	Avant et pendant la construction
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav04: Assurer un environnement de travail propice aux deux sexes (notamment pas de toilette ou de vestiaire unisexe) en phases construction et exploitation.	Cadre de travail non discriminant.	Contrôle interne NEHO	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav05: Indiquer explicitement dans les offres que les postes sont ouverts aux hommes comme aux femmes.	Indication portée dans les offres d'emploi.	Contrôle interne NEHO	Lors des recrutements	EPC	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav06: Pour les postes qualifiés ou à responsabilité, assurer un équilibre hommes/femmes des candidats présélectionnés et invités à passer un entretien d'embauche	Représentativité significative des femmes aux postes qualifiés ou à responsabilité.	Contrôle interne NEHO	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Tout type d'accident ou incident dans le cadre des activités de construction	Sstr01: Préparation et mise en œuvre d'un Plan Santé-Sécurité des travailleurs pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Avant la phase de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Situation d'urgence d'origine naturelle ou technoclogique	Sstr02: Préparation et mise en œuvre d'un Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Avant la phase de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Responsabilité Santé-sécurité non clairement définie	Sstr03: Désignation au sein de l'EPC d'un Responsable Santé-Sécurité en charge de la préparation, mise à jour et mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs et du Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence. Le Responsable Santé-Sécurité rapporte directement au directeur de chantier, et définit les ressources dont il a besoin pour assurer et contrôler la mise en œuvre des deux plans suscités.	Responsable Santé-Sécurité recruté et maintenu durant la durée des travaux de construction	Nom et CV du Responsable Santé-Sécurité communiqués	Avant démarrage des travaux de construction	Engagement: EPC Approbation du CV: NEHO	Du début à la fin des activités de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Respect effectif des règles de santé-sécurité par la chaîne des sous-traitants	Sstr04: Inclure les obligations contractuelles standardisées pour le respect et la mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs de l'EPC dans tous les contrats des entreprises de la chaîne de sous-traitance.	Obligations inscrites aux contrats des sous-traitants	Contrôle interne EPC	Lors de la préparation des contrats	EPC	Lors de la contractualisation des sous-traitants
	Sstr05: Contrôle continu du respect du Plan Santé-Sécurité des travailleurs par les entreprises travaillant pour le Projet, organisé par le Responsable Santé-Sécurité. Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut.	Respect du Plan Santé-Sécurité des travailleurs	Supervision organisée par le Responsable Santé-Sécurité	Continu	EPC	Pendant la construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Santé et sécurité des travailleurs - Comportement du personnel de sécurité	Sstr06: Si du personnel de sécurité (privé ou public détaché) est contracté pour le Projet, assurer une formation de ces personnes aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Formation prodiguée	Registre des formations prodiguées	A l'engagement des personnes concernées	EPC	Pendant la construction
Santé et sécurité des travailleurs - Cadre sain pendant les heures non-travaillées	Sstr07: Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion de la Base-Vie et de la Cité des travailleurs pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Risque lié au SIDA et autres MST	Sstr08:Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique des travailleurs (induction) et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population, les travailleurs et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection.	Sensibilisation prodiguée	Registre des sensibilisations prodiguées	Annuel	EPC (travailleurs) et NEHO (populations)	Avant et pendant la construction
Santé et sécurité des travailleurs - Risque sanitaire lié à la nourriture et à l'eau	Sstr09: Mettre à disposition de l'eau potable sur toutes les installations et les sites de travaux. Former les travailleurs (induction) aux risques d'intoxication alimentaire ou par l'eau de boisson.	Eau mise à disposition Formation prodiguée	Supervision organisée par le Responsable Santé-Sécurité Registre des formations prodiguées	Continu A l'embauche et annuel	EPC	Pendant la construction
Sécurité des communautés	Séco01: Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion relatif au Trafic Routier et aux Accès pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES. Ce plan inclura une interdiction du trafic d'approvisionnement du chantier passant par Belanitra le lundi, jour de marché de Belanitra. Ce plan inclura également un suivi du trafic des personnes et des véhicules pour adapter si nécessaire les règles de circulation des véhicules du Projet.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Sécurité des communautés	Séco03: Mise en place une navette faisant l'aller-retour Belanitra-Faravohitra une fois le matin et une fois le soir, selon les conditions définies dans l'EIES.	Navette mise en place	Registre des transports de passagers et bagages / marchandises	Continu	NEHO	Pendant la construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Sécurité des communautés	Séco04: Pour la circulation des piétons, vélos, motos et charrettes de Belanitra au site du barrage: • afin d'éviter les risques d'accident, construction d'une piste piéton- vélo le long de la route proposée, dans le but de séparer les trafics véhicules et pétions ou vélos. L'utilisation par les motos de cette piste est interdite. • Actions de sensibilisation dans les villages sur l'utilisation de cette piste par les piétons et les vélos.	Piste construite Sensibilisation effectuée	Supervision par le Responsable Santé-Sécurité EPC + approbation par NEHO Registre des sensibilisations prodiguées	Lors de la construction des accès Au début puis annuel	EPC	Lors de la construction de l'accès de Belanitra au barrage.
Sécurité des communautés	Séco04: Du site du barrage à Faravohitra (piétons uniquement): • Mise en place d'un passage piéton public sur le pont. • Sécurisation du sentier piéton allant du barrage à Faravohitra relativement aux risques d'interaction avec le trafic du Projet en aménageant les points de croisement de la piste carrossable et du chemin piéton ou en construisant localement des contournements.	Accès piéton sécurisé, non exposé au trafic chantier	Supervision par le Responsable Santé-Sécurité EPC + approbation par NEHO	Inspections hebdomadaires	EPC	Pendant la construction
Sécurité des communautés	Séco07: Mise en place de panneaux interdisant l'accès à la rivière à tous les chemins sur 500 m à l'aval	Signalisation mise en place	Supervision par le Responsable Santé-Sécurité EPC + approbation par NEHO	Inspection après installation	EPC	Pendant la construction, avant le premier remplissage
Sécurité des communautés	Séco10: Mise en place d'un câble aérien matérialisant l'interdiction de naviguer sur la retenue à moins de 1km du barrage.	Câble mis en place	Supervision par le Responsable Santé-Sécurité EPC + approbation par NEHO	Inspection après installation	EPC	Pendant la construction, avant le premier remplissage
Sécurité des communautés	Séco12: Sur la base des actions Rupt02 à Rupt04, mettre en place un mécanisme d'alerte des populations aval en cas de crue naturelle exceptionnelle susceptible de les impacter.	Mécanisme d'alerte mis en place	Supervision par le Responsable Santé-Sécurité EPC + approbation par NEHO	Inspection après installation	EPC	Pendant la construction, avant le premier remplissage

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Sécurité des communautés	Séco13: Mettre en place une alarme sonore audible à l'aval de l'usine, depuis la rivière en face de Faravohitra et dans les sites exposés identifiés au cours des tests de l'action Aval03.	Alarme sonore mise en place	Supervision par le Responsable Santé-Sécurité EPC + approbation par NEHO	Inspection après installation	EPC	Pendant la construction, avant le premier remplissage
Santé-Sécurité des familles autour du réservoir	Séco15: Expropriation et délimitation (bornage ou équivalent) d'une bande de 100 m autour du réservoir avec interdiction de s'y installer. Vérification annuelle que personne ne s'est réinstallé dans cette zone.	Expropriation et délimitation effectuées.	Contrôle interne	Inspection après installation puis contrôle annuel	EPC et NEHO	Mise en œuvre du PAR
Santé-Sécurité des familles autour du réservoir	Saco04: Délimitation (bornage ou marquage équivalent durable dans le temps) d'une bande de 100 m autour du réservoir.	Délimitation mise en place	Supervision par le Responsable Santé-Sécurité EPC + approbation par NEHO	Inspection après installation	EPC	Pendant la construction, avant le premier remplissage
Incidence du VIH et autres maladies sexuellement transmissibles associées à la construction ou au développement touristique.	Saco01: Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection.	Sensibilisation prodiguée	Registre des sensibilisations prodiguées	Annuel	NEHO	Avant et pendant la construction
Incidence des infections gastro-intestinales associées à la présence d'établissements humains informels	Saco02: Mettre en œuvre un programme de sensibilisation et d'information des personnes dans les zones concernées, qui permette d'aider à l'identification des risques, et diffuse les mesures d'hygiène de base.	Sensibilisation prodiguée	Registre des sensibilisations prodiguées	Annuel	NEHO	Avant et pendant la construction
Problèmes de santé et de violence sur les femmes	Affl02: Des actions de sensibilisation aux MST et relatives aux risques de violences pour les femmes sont programmées dans le cadre du programme de mesures contre les risques sur la santé publique prévu par l'EIES. Ces actions commenceront avant le début de la construction.	Sensibilisation prodiguée	Registre des sensibilisations prodiguées	Annuel	NEHO	Avant et pendant la construction
Besoin d'un mécanisme de recrutement clair, transparent et égalitaire	Affl03: l'EPC devra mettre en place dans le cadre de son PGESC un système de recrutement de la main d'œuvre	Système de recrutement préparé et approuvé	Approbation par NEHO	Continu	EPC	Avant et pendant la construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Accès à l'emploi des personnes réinstallées	Affl04: Priorité d'accès à l'emploi (sans garantie d'embauche) aux travailleurs locaux issus des familles déplacées par le Projet - Les noms de ces personnes et leurs compétences éventuelles seront fournis par NEHO	Listes et contacts des travailleurs locaux préparés par NEHO Pourcentage des travailleurs locaux engagés par l'EPC ou ses sous-traitants	Contrôle interne NEHO Registre des travailleurs	Continu	NEHO EPC	Avant et pendant la construction
Absence ou saturation des infrastructures publiques	Affl05: Préparation et mis en œuvre d'un programme d'amélioration des infrastructures collectives des villages et d'un Plan de Développement Communautaire, incluant une composante électrification rurale.	Plan préparé et mis en œuvre	Contrôle interne + diffusion sur le site web de NEHO	Continu	NEHO	Pendant la construction
Absence ou saturation des infrastructures publiques	Affl06: Détachement en coordination avec l'administration de représentants des forces de l'ordre à Faravohitra et à proximité du site du barrage, formés aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Représentants des forces de l'ordre mobilisés et formés.	Contrôle interne	Continu	NEHO	Pendant la construction
Respect par le Projet ou les nouveaux arrivants des pratiques culturelles de la zone	Affl07: L'induction que recevront les travailleurs embauchés par NEHO, l'EPC et ses sous-traitants inclura une sensibilisation aux habitudes et pratiques culturelles de la zone du Projet, notamment les Fady. Cette sensibilisation aura pour but d'atténuer les risques de conflit liés aux écarts de culture.	Induction prodiguée	Registre des inductions prodiguées	Pout tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	EPC et NEHO	Avant et pendant la construction
Impact accru sur les aires protégées	Affl09: Un ensemble d'actions sont prévues pour atténuer les impacts négatifs que l'afflux de population pourrait avoir sur la biodiversité dans les aires protégées (Parc de Marolambo et NAP de Tsinjoarivo). Cela inclut: • L'assistance matérielle pour une meilleure protection. • L'interdiction de consommer ou introduire dans l'enceinte du chantier et de zones de vie de la viande de faune sauvage. • La sensibilisation des travailleurs aux enjeux de conservation dans la zone du Projet. • Le contrôle avec les gestionnaires des aires protégées du trafic des véhicules traversant les aires protégées	Sensibilisation des travailleurs Protocoles d'accord avec les entités en charge des aires protégées	Registre des sensibilisation Contrôle interne NEHO	Au début des travaux puis annuellement	NEHO	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Mauvaise information des populations, rumeurs, accès difficile à l'information	Affl10: Préparer et mettre en œuvre un plan d'engagement des parties prenantes avant le début des travaux, incluant un mécanisme de recours et de gestion des conflits.	Plan préparé et mis en œuvre	Contrôle interne + diffusion sur le site web de NEHO	Continu	NEHO	Pendant toute la durée du Projet
Prolifération d'activité économique informelle (alcool, prostitution, viande braconnée, recel)	Affl11: Fournir le maximum de service au sein des bases-vie. Établir des règles de gestion quant aux fonctions des base-vie avec des horaires établis pour les employés. Contrôle des entrées sur la base-vie. Ne pas permettre l'établissement de campement spontané à l'intérieur d'un rayon de protection des Bases-vie. Rayon à définir avec les autorités locales.	Plan de gestion des bases vie préparé et mis en œuvre	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Augmentation induite ou organisée des prix de certaines denrées/produits.	Affl12: Suivi sur le prix des marchés locaux pour les produits alimentaires de base. Intervenir en cas de changement anormal de ces prix par rapport à l'historique. En cas de besoins, faire des ententes avec des revendeurs de façon à préfinancer des achats/transports pour appuyer le maintien des prix.	Prix des denrées de base	Suivi sur le prix des marchés locaux	hebdomadaire	Equipe sociale de NEHO	Avant et pendant la construction
Non-respect des fady et interdits par les populations	Affl13: Sensibilisation du personnel de l'EPC et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Induction prodiguée	Registre des inductions prodiguées	Pout tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	EPC	Avant et pendant la construction
Non-respect des fady et interdits par les populations	Affl14: Discussion avec les « notables » du village dans la partie Betsimisaraka (Sahofika,) avant commencement des travaux, pour expliquer que le chantier va faire des travaux de terrassement mais pas des travaux agricoles. S'assurer avec les notables que cela est compatible avec le fady interdisant le travail de la terre le mardi.	Discussion tenue et accord trouvé	Compte rendu de réunion	Une fois avant la construction	NEHO	Avant la construction
Non-respect des fady et interdits par les populations	Affl15: Sensibilisation du personnel de NEHO et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Induction prodiguée	Registre des inductions prodiguées	Pout tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	NEHO	Avant et pendant la construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Respect de l'information des autorités et administrations locales	Affl16: Mise en place d'une procédure de déclaration systématique des interventions des équipes du Projet (NEHO, EPC et toute autre partie impliquée dans le Projet)	Procédure mise en place et exécutée	Registre des notifications	A chaque mobilisation d'une nouvelle équipe sur le terrain	NEHO	Avant et pendant la construction
Risque lié aux pertes de bien culturel enfoui non identifié préalablement	Cult01: Préparation et mise en œuvre d'une procédure de découverte fortuite à tout entrepreneur qui effectuera des excavations ou des déblais. Formation des personnels en charge des excavations (ou de leur suivi) sur la nature des trouvailles possibles et les mesures à appliquer en cas de trouvaille.	Procédure mise en place et exécutée	Approbation de la procédure par NEHO	Une fois	Préparation et mise en œuvre: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Risques liés aux lieux cultuels existants	Cult02: Cartographie détaillée des sites cultuels et des tombes durant les études de terrain d'implantation des infrastructures linéaires (routes et pistes), et engagement avec les parties prenantes pour s'accorder sur les mesures d'évitement.	Cartographie des sites cultuels Compte rendus des mesures d'évitement décidées produits avant construction	Contrôle par l'équipe social de NEHO avant construction	Continu	EPC Vérification: NEHO	Etudes et construction
Méconnaissance par la population ou les employés de NEHO des mesures de protection de la biodiversité mises en œuvre par le projet	BioT01: • Sensibilisation et information de la population concernée sur le Projet et les mesures de protection de la biodiversité. • Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de NEHO sur les mesures environnementales prises par le projet.	Sensibilisation et informations prodiguées	Registre des sensibilisations / informations prodiguées	Annuel pour tous, et pour tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	NEHO	Avant et pendant la construction
Méconnaissance par les employés de l'EPC des mesures de protection de la biodiversité mises en œuvre par le projet	BioT02: Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de l'EPC et de la chaîne de sous-traitants sur les mesures environnementales prises par le projet.	Sensibilisation et informations prodiguées	Registre des sensibilisations / informations prodiguées	Annuel pour tous, et pour tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	EPC	Avant et pendant la construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Risque d'emprise du projet supérieure à celle estimée en cas d'accès incontrôlé des personnes aux habitats les plus sensibles dans le cadre du projet	BioT03: Interdiction d'accès des personnes autres que les personnels dans les chantiers et interdiction de circulation des employés du projet dans les zones non autorisées, et notamment les habitats à enjeux écologiques.	Interdiction d'accès effective.	Contrôle interne et gardiennage EPC	Continu	EPC	Pendant toute la phase de construction
Impacts disproportionnés sur les espèces et habitats sensibles en cas d'implantation inconsidérée des infrastructures, et risque de non-conformité avec le principe de hiérarchie d'atténuation.	BioT06: Entre le barrage et l'usine hydroélectrique: Faire passer la ligne de service et les réseaux de communication par la galerie du chemin d'eau. Pour le tracé de route et de ligne: • Reconnaître et utiliser au maximum les zones déjà impactées comme décrit dans l'EIES. • Enterrer la ligne de transmission enterrée sur 1.6 km, là où le tracé sélectionné traverse la plus grande largeur de forêt. • Limiter la largeur des pistes (bande roulante) à 5 m dans les zones boisées. • Faire valider les implantations par NEHO.	Implantations conformes aux prescriptions de l'EIES	Note justificative à produire et approuver avant travaux	Avant travaux	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Etudes et construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impacts disproportionnés sur les espèces et habitats sensibles en cas d'implantation inconsidérée des infrastructures, et risque de non-conformité avec le principe de hiérarchie d'atténuation.	BioT07: Optimisation de l'implantation des infrastructures temporaires ou permanentes: • Utiliser autant que possible l'emprise du futur réservoir pour les infrastructures temporaires et les sites d'extraction (sans exposer les sites aux crues de l'Onive); • Au niveau du barrage, hors de la zone du réservoir: (i) Implanter les infrastructures temporaires en rive droite de l'Onive (à l'Ouest) plutôt qu'en rive gauche pour minimiser les risques envers la nouvelle aire protégée et (ii) Éviter les habitats naturels et les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique. • Au niveau de l'usine : Éviter les zones agricoles pour limiter le volume des compensations ou le déplacement économique.	Implantations conformes aux prescriptions de l'EIES	Note justificative à produire et approuver avant travaux	Avant travaux	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Etudes et construction
Impacts liés à la construction des infrastructures linéaires sur les zones de transfert de gestion des VOI.	BioT08: Consulter les VOI et les gestionnaires/promoteurs des aires protégées pour la validation des tracés ou implantations proposés par l'EPC pour les infrastructures entre Belanitra et l'usine.	VOI et gestionnaires/promoteurs des aires protégées consultés sur la base des notes justificatives de l'EPC	Compte rendu de réunion	Une fois avant la construction des objets enj question	NEHO	Etudes et construction
Fragmentation du corridor causée par la circulation des véhicules durant la construction.	BioT09: Le trafic de nuit (entre 20h et 6h) entre le barrage et l'usine sera interdit pour les activités programmables ou régulières du chantier, et sera réservé aux cas d'urgence et aux circonstances exceptionnelles approuvées par NEHO. Mise en place de barrières et de postes de garde aux extrémités de la forêt.	Pas de trafic nocturne	Gardiennage et barrières	Continu	EPC	Pendant toute la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impacts sur les espèces de flore ayant un enjeu de conservation entre le barrage et l'usine	BioT11: Protection de la flore menacée (entre le barrage et l'usine): • Le repérage, marquage et localisation précis des espèces de flore ayant déclenché l'habitat critique listées dans l'EIES en vue de leur évitement lors de l'implantation exacte des infrastructures dans les zones de forêt ; • L'adaptation au maximum des emprises et activités à impacts ou le déplacement des spécimens concernés pour éviter de leur porter atteinte.	Implantations conformes aux prescriptions de l'EIES	Note justificative à produire et approuver avant travaux Surveillance par l'écologue de NEHO (action Biot12)	Avant travaux	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Etudes et construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impacts sur les espèces de faune ayant un enjeu de conservation entre le barrage et l'usine	BioT13: Protection de la faune menacée (entre le barrage et l'usine): • Défrichement et déboisement séquencés après l'implantation définitive des infrastructures traversant des zones de forêt, afin de faire fuir la faune: (i) Abattage des arbres, puis (ii) Laisser 24h à la faune résiduelle pour fuir (notamment reptiles, entomofaune), puis (iii) Finalisation du défrichement et nettoyage de la zone avec stockage de la végétation collectée sur les bords des emprises en vue de son broyage ou compostage (pas de brûlage). • Afin de minimiser les impacts sur les oiseaux nichant dans les zones forestières, les coupes de grands arbres pour la libération des emprises se feront hors de la période de nidification préférée des oiseaux, qui correspond aux mois de Août à Décembre. • Les grands arbres identifiés comme supports d'alimentation (espèces frugivores) et dortoirs des lémuriens doivent être évités. Ces arbres seront facilement reconnaissables par l'abondance des jeunes plants et la présence d'excréments ; • Minimisation du risque d'écrasement de faune: (i) Sensibilisation des chauffeurs et formation à l'enlèvement des espèces de faune des voies de circulation, et (ii) Vitesse limitée à 40 km/h entre le barrage et l'usine.	Calendrier et méthodes de travail conformes aux prescriptions de l'EIES	Contrôle interne et notes justificatives par l'EPC Surveillance par l'écologue de NEHO (action Biot14)	Continu	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant toute la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes	BioT16: Lutte contre l'introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes: • Identifier les espèces envahissantes présentes dans le chantier et ses environs avant la réalisation des travaux ; • Arracher manuellement ou mécaniquement les EEE arbustives ou arborées en s'assurant que le système racinaire est bien enlevé ; • Éradiquer ces espèces par le biais des mesures appropriées (élimination et incinération sur place des débris des végétaux) ; • Effectuer une étude préalable des sites d'approvisionnement des matériaux (carrières, autres).	Propagation des espèces exotiques envahissantes évitée	Contrôle interne et notes justificatives par l'EPC Surveillance par l'écologue de NEHO (action Biot14)	Continu	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées et toute la phase de construction
Risque d'incendie accru du fait de la présence du Projet.	BioT17: Prévention des incendies: • Les feux ouverts sont interdits pendant toute la période de construction. • Equiper les poste/sites de chantier où des produits inflammables sont utilisés d'extincteurs, • Former le personnel à l'utilisation des extincteurs, et en, • Rappeler les règles de base concernant l'utilisation des produits inflammables.	Règles imposées et formations prodiguées	Note justificative à produire et approuver avant travaux + registre des formations	Avant travaux	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Avant et pendant la phase de construction
Moyens dont disposent les gestionnaires / promoteurs des aires protégées et les VOI pour renforcer la protection, la conservation et la surveillance des aires sous statut.	BioT18: Appui et accompagnement des gestionnaires des zones sous statut pour la protection de la biodiversité.	Mise en œuvre des actions décidées avec les gestionnaires des aires protégées	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impact lumineux de l'éclairage sur les espèces nocturnes.	BioT19: Minimisation de la pollution lumineuse • Éviter l'éclairage continu, et privilégier le déclenchement par détecteurs de présence pour l'éclairage extérieur de confort, • Utiliser des ampoules de basse luminosité ou utiliser un éclairage orienté vers les sol pour les éclairages extérieurs.	Eclairage conforme aux prescriptions de l'EIES	Note justificative à produire et approuver avant travaux	Avant travaux	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant la phase de construction
Destruction de forêts naturelles dans l'emprise des infrastructures entre le barrage et l'usine.	BioT22: Préparation et mise en œuvre d'un programme de restauration de zones dégradées dans les forêts adjacentes au corridor forestier (surface définitive égale au double des surfaces boisées perdues).	Programme préparé et mis en œuvre	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase de construction
Augmentation de la pression sur les espèces protégées ou menacées dans les aires protégées.	BioT23: Appui à la conservation des forêts naturelles de la NAP de Tsinjoarivo et du Parc National de Marolambo.	Programme préparé et mis en œuvre avec les gestionnaires	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase de construction
Pression accrue sur les zones sous transfert de gestion, besoins accrus en bois	BioT24: Programme d'appui aux VOI: reboisement dans les zones de transfert de gestion et préservation des services écosystémiques.	Programme préparé et mis en œuvre	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase de construction
Insuffisance des mesures d'atténuation pour les espèces de faune et de flore les plus sensibles entre le barrage et l'usine (mesure de suivi).	BioT26: Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi d'un certain nombre d'espèces cibles, de faune et de flore et ayant déclenché des analyses d'habitats critiques sera entrepris avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées (à combiner avec la mesure BioT25).	Programme préparé et mis en œuvre	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Disparités entre les données ornithologiques du Projet et les données de la ZICO	BioT28: Appui à la mise à jour des données de la ZICO de la Forêt Classée de l'Onive, en collaboration avec l'ONG référente.	Données de la ZICO de la Forêt Classée de l'Onive mises à jour	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Une fois	NEHO	Pendant la phase de construction
Impact du régime hydrologique modifié sur les habitats à l'aval du barrage et de l'usine	BioA01: Lors de la mise en œuvre de l'action Aval03: des ichthyologues seront associés à ce test, afin d'évaluer exactement l'impact possible des différentes variations et conditions environnementales sur l'habitat des espèces aquatiques dans l'Onive voire sur les espèces elles-mêmes.	Evaluation précise de l'impact des différentes variations et conditions environnementales sur l'habitat des espèces aquatiques dans l'Onive	Observation visuelle	Lors des tests	NEHO en coordination avec EPC	Lors du premier remplissage de la retenue
Asséchement total du lit à l'aval du barrage.	BioA02: Maintien du débit réservé à tout instant dans le bief court-circuité (5.7 m^3/s)	Débit déversé jamais inférieur au débit réservé	Mesure du débit déversé	continue à partir de la fermeture de la rivière	EPC	Construction et mise en service
Mises en œuvre de mesures de protection inadaptées du fait de la faible connaissance de l'écologie de l'espèce.	BioA04: Approfondissement des connaissances sur Rheocles wrightae et Rheocles sp. Ambatovy, en coordination avec l'UICN et amélioration de la connaissance de cette espèce pour contribuer à sa meilleure protection et conservation.	Enrichissement de la connaissance de l'écologie dee Rheocles sp., en coordination avec l'UICN	Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Programme sur trois ans	NEHO	Pendant la phase de construction
Risques possible pour Rheocles wrightae du fait du projet.	BioA05: Mesures de conservation pour les espèces Rheocles wrightae et Rheocles sp. Ambatovy (si impacts avérés par le monitoring).	Mesures correctives si nécessaire	Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	A définir	NEHO	Pendant la phase de construction
Conformité des actions biodiversité avec les exigences des bailleurs de fonds	PAB01: Préparation, mise en œuvre et suivi d'un Plan d'Action Biodiversité	Préparation et mise en œuvre d'un Plan d'Action Biodiversité	Selon le programme	Selon le programme	NEHO	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impacts cumulatifs	Cumu01: Ne pas prévoir de site de réinstallation pour le Projet Sahofika dans l'emprise des autres projets. Informer les populations affectées par le Projet du risque de construction d'autres aménagements hydroélectriques. Assister les personnes voulant des informations plus précises à y accéder, sur la base des informations publiquement disponibles.	Sites de réinstallation non exposés à de futurs aménagements hydroélectriques.	Choix des sites de réinstallation	Continu	NEHO, équipe sociale.	Lors de la préparation du RAP et des consultations publiques avec les personnes affectées par le Projet
Impacts cumulatifs	Cumu03: Ne pas adopter pour Sahofika de mesures d'atténuation des risques sur la biodiversité qui dépendent d'habitats qui seraient à leur tour impactés si les aménagements ultérieurs étaient développés. Partager les résultats de suivi de la biodiversité de Sahofika (sur le site internet du Projet) pour permettre aux autres projets de bénéficier de l'expérience de Sahofika.	Sites de mise en œuvre des mesures compensatoires non exposés à de futurs aménagements hydroélectriques.	Choix des sites de mise en œuvre des mesures compensatoires	Continu	NEHO.	Pendant la phase de construction
Impacts cumulatifs	Cumu04: Divulguer les informations sur les actions mises en œuvre pour soutenir la NAP de Tsinjoarivo et le MNP. Renforcement des capacités de la NAP de Tsinjoarivo et du MNP dans l'évaluation et la gestion des impacts négatifs.	Informations divulguées	Divulgation sur le site web du Projet	Continu	NEHO, équipe environnementale.	Dès la première année de construction du Projet.
Développement communautaire	Devt01: Si la solution de microccentrale est retenue, mise en place sur la prise d'eau pour le débit réservé d'un by-pass, permettant la connection d'une microcentrale, et automatisé pour reverser à la rivière les eaux non utilisées par la microcentrale afin de satisfaire l'obligation de débit réservé.	Obligation de débit réservé satisfaite	Mesure du débit	Continu	EPC	Etudes et construction
Développement communautaire	Devt02: Mise en place d'une solution technique permettant d'alimenter un réseau de distribution local depuis l'usine	Alimentation un réseau de distribution électrique local depuis l'usine	Branchement disponible	Avant la fin des travaux	EPC	Etudes et construction
Développement communautaire	Devt03: Etudes détaillées techniques et montage juridique et institutionnel pour la mise en œuvre de la composante électrification rurale du Projet, incluant des mesures temporaires rapides pourraient être mises en place pour fournir de l'électricité aux populations dès la phase de construction, par exemple au moyen de bornes solaires.	Etude réalisée et approuvée	Résultats de l'étude divulgués sur le site web du Projet et communiqué avec les populations et autorités locales	Au début de la construction	NEHO	Démarrage du Projet

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Développement communautaire	Devt04: Préparation d'un plan de développement communautaire détaillé sur la base des principes retenus dans l'EIES.	Plan préparé	Plan divulgué sur le site web du Projet et communiqué avec les populations et autorités locales	Au début du Projet, puis revu annuellement.	NEHO	Pendant la construction

10.4.2 Composante aménagement hydroélectrique - Phase exploitation

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impact hydraulique à l'aval	Aval04: Maintien en permanence d'un débit réservé à l'aval du barrage.	Débit réservé maintenu	Mesure du débit déversé par le barrage à l'aval	En continu	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo10: Arrêt et interdiction des véhicules émettant un nuage de fumée affectant la visibilité ou la respirabilité de l'air	Véhicules exceptionnellement polluants arrêtés immédiatement et interdits.	Inspection visuelle	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo11: Privilégier l'utilisation de VTT électriques pour les déplacements de l'équipe E&S du Projet	VTT électriques mis à disposition, utilisés et entretenus.	Inspection visuelle	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Déchets solides et liquides	Dech04: Préparation d'un plan de gestion des déchets pour la phase d'exploitation, tenant compte de la hiérarchie de gestion des déchets, et en distinguant (i) Les déchets domestiques de la cité d'exploitation et du personnel, (ii) Les déchets organiques (bois flottants, jacinthes d'eau) et (iii) Les déchets industriels résultant des activités d'exploitation et de maintenance.	Plan préparé et mis en œuvre	Contrôle interne de mise en œuvre	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Risques de pollutions accidentelles	Poll05: Utilisation d'huile biodégradable pour les équipements hydromécaniques et électromécaniques présentant un risque de fuite incontrôlée dans l'environnement, notamment pour tous les organes en contact directe avec l'eau.	Utilisation d'huile biodégradable pour les équipements hydromécaniques et électromécaniques présentant un risque de fuite incontrôlée dans l'environnement	Vérification du type d'huile utilisée	Inspections internes mensuelles	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Changement Climatique	Clim08: Vérification tous les dix ans des crues de projet, sur la base des données hydrologiques acquises. Vérification de la résilience de l'aménagement conformément au guide de résilience climatique de l'IHA.	Vérification de la résilience climatique de l'aménagement hydroélectrique.	Selon de guide de l'IHA. De résilience climatique des aménagements hydroélectriques	Tous les dix ans	NEHO	Pendant la phase d'exploitation

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Changement Climatique	Clim07: Sensibilisation des populations de la zone du Projet au risque climatique.	Sensibilisation effectuée.	Registre des mesures de sensibilisation.	Annuellement	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Changement Climatique	Clim07: Intégration d'un objectif de résilience climatique dans les mesures d'accompagnement social du Projet Sahofika (Plan de Développement Communautaire).	Résilience climatique intégrée dans le PDC.	Contrôle interne NEHO	Lors de la préparation du PDC	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Risque de rupture de barrage	Rupt06: Vérification et mise à jour du plan d'intervention d'urgence.	Plan d'intervention d'urgence revu et mis à jour si nécessaire	Contrôle interne NEHO	Tous les dix ans	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav04: Assurer un environnement de travail propice aux deux sexes (notamment pas de toilettes ou de vestiaires unisexe) en phases construction et exploitation.	Cadre de travail non discriminant.	Contrôle interne NEHO	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav05: Indiquer explicitement dans les offres que les postes sont ouverts aux hommes comme aux femmes.	Indication portée dans les offres d'emploi.	Contrôle interne NEHO	Lors des recrutements	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav06: Pour les postes qualifiés ou à responsabilité, assurer un équilibre hommes/femmes des candidats présélectionnés et invités à passer un entretien d'embuache	Représentativité significatives des femmes aux postes qualifiés ou à responsabilité.	Contrôle interne NEHO	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Santé et sécurité des travailleurs - Comportement du personnel de sécurité	Sstr06: Si du personnel de sécurité (privé ou public détaché) est contracté pour le Projet, assurer une formation de ces personnes aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Formation prodiguée	Registre des formations prodiguées	A l'engagement des personnes concernées	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Sécurité des communautés	Séco02: Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion relatif au Trafic Routier et aux Accès pour la phase d'exploitation, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Plan préparé et mis en œuvre	Contrôle interne de mise en œuvre	continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Sécurité des communautés	Séco05: Organisation d'un séminaire consultatif avec les représentants des populations, les représentants de l'état et les gestionnaires des aires protégées pour la mise en place d'un mécanisme de circulation permettant de désenclaver la zone de l'usine hydroélectrique, tout en minimisant les risques d'accident ou d'utilisation de la piste pour des activités impactant les aires protégées.	Séminaire organisé et conclusif	Contrôle interne de mise en œuvre	Une fois	NEHO	Avant la phase d'exploitation
Sécurité des communautés	Séco06: Mise en place sur la base des conclusions du séminaire d'une circulation régulée, gérée par NEHO en coordination avec les gestionnaires des aires protégées.	Circulation régulée mise en place	Contrôle interne de mise en œuvre avec les gestionnaires des aires protégées	continu	NEHO	Avant et pendant la phase d'exploitation
Sécurité des communautés	Séco08: Sensibilisation aux risques de variations rapides de débit des personnes les plus exposées, notamment les personnes vivant à l'aval et les enfants vivant dans les environs (moins de 5km) du barrage), dès la période de remplissage et de test des vannes.	Sensibilisation effectuée	Registre des sensibilisations effectuées	Avant modification du régime hydrologique, puis annuellement	NEHO	Avant et pendant la phase d'exploitation
Sécurité des communautés	Séco09: Programmation et/ou prévision des variations de débit qui peuvent être anticipées (déversement dû à la montée de crue, vidange des sédiments), inspection visuelle de l'aval du barrage avant ouverture des vannes et information préalable des populations à l'aval en utilisant si nécessaire le système de communication décrit dans l'action Rupt04.	Inspection visuelle et information des populations avant les variations de débit marquées prévisibles ou programmées	Registre des inspections et informations des populations	Avant les modifications artificielles du régime hydrologique prévisibles ou programmables	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Sécurité des communautés	Séco11: Information et sensibilisation des piroguiers navigant sur le réservoir.	Sensibilisation effectuée	Registre des sensibilisations effectuées	Avant remplissage du réservoir, puis annuellement	NEHO	Avant et pendant la phase d'exploitation
Sécurité des communautés	Séco14: Organiser annuellement une viste du barrage et de l'usine pour une classe d'âge déterminée (en général: 10 ans), afin de les éveiller et sensibiliser aux risques liés à l'exploitation.	Visites et sensibilisation effectuées	Registre des sensibilisations effectuées	Avant remplissage du réservoir, puis annuellement	NEHO	Avant et pendant la phase d'exploitation
Sécurité des communautés	Saco05: Expropriation de la zone délimitée autour du réservoir avec interdiction de s'y installer (voir mesure Séco15). Vérification annuelle que personne ne s'est réinstallé dans cette zone.	Expropriation et vérification effectuées.	Contrôle interne	Inspection après installation puis contrôle annuel	NEHO	Mise en œuvre du PAR et exploitation

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Incidence du VIH et autres maladies sexuellement transmissibles associées à la construction ou au développement touristique.	Saco01: Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection.	Sensibilisation prodiguée	Registre des sensibilisations prodiguées	Annuel	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Absence ou saturation des infrastructures publiques	Affl05: Préparation et mis en œuvre d'un programme d'amélioration des infrastructures collectives des villages et d'un Plan de Développement Communautaire, incluant une composante électrification rurale.	Plan préparé et mis en œuvre	Contrôle interne + diffusion sur le site web de NEHO	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Absence ou saturation des infrastructures publiques	Affl06: Détachement en coordination avec l'administration de représentants des forces de l'ordre à Faravohitra et à proximité du site du barrage, formés aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Représentants des forces de l'ordre mobilisés et formés.	Contrôle interne	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Respect par le Projet ou les nouveaux arrivants des pratiques culturelles de la zone	Affl07: L'induction que recevront les travailleurs embauchés par NEHO, l'EPC et ses sous-traitants inclura une sensibilisation aux habitudes et pratiques culturelles de la zone du Projet, notamment les Fady. Cette sensibilisation aura pour but d'atténuer les risques de conflit liés aux écarts de culture.	Induction prodiguée	Registre des inductions prodiguées	Pout tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	EPC et NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Impact accru sur les aires protégées	Affl09: Un ensemble d'actions sont prévues pour atténuer les impacts négatifs que l'afflux de population pourrait avoir sur la biodiversité dans les aires protégées (Parc de Marolambo et NAP de Tsinjoarivo). Cela inclut: • L'assistance matérielle pour une meilleure protection. • L'interdiction de consommer ou introduire dans l'enceinte du chantier et de zones de vie de la viande de faune sauvage. • La sensibilisation des travailleurs aux enjeux de conservation dans la zone du Projet. • Le contrôle avec les gestionnaires des aires protégées du trafic des véhicules traversant les aires protégées	Sensibilisation des travailleurs Protocoles d'accord avec les entités en charge des aires protégées	Registre des sensibilisation Contrôle interne NEHO	Au début des travaux puis annuellement	NEHO	Pendant la phase d'exploitation

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Mauvaise information des populations, rumeurs, accès difficile à l'information	Affl10: Préparer et mettre en œuvre un plan d'engagement des parties prenantes avant le début des travaux, incluant un mécanisme de recours et de gestion des conflits.	Plan préparé et mis en œuvre	Contrôle interne + diffusion sur le site web de NEHO	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Non-respect des fady et interdits par les populations	Affl15: Sensibilisation du personnel de NEHO et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Induction prodiguée	Registre des inductions prodiguées	Pout tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Respect de l'information des autorités et administrations locales	Affl16: Mise en place d'une procédure de déclaration systématique des interventions des équipes du Projet (NEHO, EPC et toute autre partie impliquée dans le Projet)	Procédure mise en place et exécutée	Registre des notifications	A chaque mobilisation d'une nouvelle équipe sur le terrain	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Méconnaissance par la population ou les employés de NEHO des mesures de protection de la biodiversité mises en œuvre par le projet	BioT01: • Sensibilisation et information de la population concernée sur le Projet et les mesures de protection de la biodiversité. • Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de NEHO sur les mesures environnementales prises par le projet.	Sensibilisation et informations prodiguées	Registre des sensibilisations / informations prodiguées	Annuel pour tous, et pour tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Fragmentation du corridor causée par la circulation des véhicules durant l'exploitation.	BioT10: Le trafic de nuit (entre 19h et 7h) entre le barrage et l'usine sera interdit pour les activités programmables ou régulières de l'exploitation, et sera réservé aux cas d'urgence et aux circonstances exceptionnelles. Mise en place de barrières et de postes de garde aux extrémités de la forêt	Pas de trafic nocturne Gestion coordonnée avec le promoteur / gestionnaire de la NAP	Gardiennage et barrières	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impacts sur les espèces de faune ayant un enjeu de conservation entre le barrage et l'usine	BioT15: Minimisation du risque d'écrasement de faune: • Régulation du trafic entre le barrage et l'usine en coordination avec le promoteur / gestionnaire de la NAP et avec consultation des populations (la route n'est libre d'accès à tous les véhicules) • Sensibilisation des chauffeurs et formation à l'enlèvement des espèces de faune des voies de circulation, • Restrictions sur la circulation de nuit, • Vitesse limitée à 40 km/h entre le barrage et l'usine,	Trafic diurne régulé Gestion coordonnée avec le promoteur / gestionnaire de la NAP	Gardiennage et barrières Registre des actions de minimisation des risques d'écrasement	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Moyens dont disposent les gestionnaires / promoteurs des aires protégées et les VOI pour renforcer la protection, la conservation et la surveillance des aires sous statut.	BioT18: Appui et accompagnement des gestionnaires des zones sous statut pour la protection de la biodiversité.	Mise en œuvre des actions décidées avec les gestionnaires des aires protégées	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Impact lumineux de l'éclairage sur les espèces nocturnes.	BioT20: Minimisation de la pollution lumineuse • Éviter l'éclairage continu, et privilégier le déclenchement par détecteurs de présence pour l'éclairage extérieur de confort, • Utiliser des ampoules de basse luminosité ou utiliser un éclairage orienté vers les sol pour les éclairages extérieurs.	Eclairage conforme aux prescriptions de l'EIES	Contrôle interne	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Risque d'accroissement du commerce illégal des espèces CITES du fait de l'amélioration de l'accès à la zone du Projet.	BioT21: Préparation et mise en œuvre d'un programme de protection des espèces CITES et de lutte contre le commerce illégal et le braconnage défini avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées dans le cadre des actions déjà prévues de régulation du trafic et de renforcement du contrôle et de la protection de la biodiversité.	Programme préparé et mis en œuvre	Contrôle avec le comité de suivi	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Destruction de forêts naturelles dans l'emprise des infrastructures entre le barrage et l'usine.	BioT22: Préparation et mise en œuvre d'un programme de restauration de zones dégradées dans les forêts adjacentes au corridor forestier (surface définitive égale au double des surfaces boisées perdues).	Programme préparé et mis en œuvre	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Augmentation de la pression sur les espèces protégées ou menacées dans les aires protégées.	BioT23: Appui à la conservation des forêts naturelles de la NAP de Tsinjoarivo et du Parc National de Marolambo.	Programme préparé et mis en œuvre avec les gestionnaires	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Pression accrue sur les zones sous transfert de gestion, besoins accrus en bois	BioT24: Programme d'appui aux VOI: reboisement dans les zones de transfert de gestion et préservation des services écosystémiques.	Programme préparé et mis en œuvre	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Insuffisance des mesures d'atténuation pour les espèces de faune et de flore les plus sensibles entre le barrage et l'usine (mesure de suivi).	BioT26: Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi d'un certain nombre d'espèces cibles, de faune et de flore et ayant déclenché des analyses d'habitats critiques sera entrepris avec les gestionnaires et promoteurs des aires protégées (à combiner avec la mesure précédente).	Programme préparé et mis en œuvre	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Asséchement total du lit à l'aval du barrage.	BioA03: Maintien du débit réservé à tout instant dans le bief court-circuité (5.7 m^3/s)	Débit déversé jamais inférieur au débit réservé	Mesure du débit déversé	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Développement d'espèces envahissantes (faune ou flore aquatique) dans le réservoir.	BioA06: Lutte ciblée et adaptée contre les espèces exotiques envahissantes aquatiques.	Programme préparé et mis en œuvre	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase d'exploitation

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Développement d'espèces envahissantes (faune ou flore) dans le réservoir.	BioA07: Sensibilisation des populations locales pour cibler la capture des Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) plutôt que les espèces menacées (R. wrightae) et écrevisses indigènes.	Sensibilisation effectuée	Registre des sensibilisations	Annuel	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Services écosystémiques	Ecos01 : Assistance à la conversion à la pêche des espèces qui se développeront dans la retenue, en remplacement de la pêche des anguilles.	Assistance effectuée	Registre de formation	Programme unique sur un an	NEHO	Première année de remplissage de la retenue
Conformité des actions biodiversité avec les exigences des bailleurs de fonds	PAB01: Mise en œuvre et suivi d'un Plan d'Action Biodiversité	Mise en œuvre d'un Plan d'Action Biodiversité	Selon le programme	Selon le programme	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Impacts cumulatifs	Cumu02: Divulgation du programme d'actions mis en œuvre dans le cadre du Projet pour atténuer les risques liés aux maladies hydriques dans le cadre du Projet, et des résultats du suivi avec les autres projets.	Informations divulguées	Informations divulguées sur le site web du Projet.	Au fur et à mesure que les actions sont mises en œuvre	NEHO	Pendant la phase d'exploitation
Impacts cumulatifs	Cumu03: Ne pas adopter pour Sahofika de mesures d'atténuation des risques sur la biodiversité qui dépendent d'habitats qui seraient à leur tour impactés si les aménagements ultérieurs étaient développés. Partager les résultats de suivi de la biodiversité de Sahofika (sur le site internet du Projet) pour permettre aux autres projets de bénéficier de l'expérience de Sahofika.	Sites de mise en œuvre des mesures compensatoires non exposés à de futurs aménagements hydroélectriques.	Choix des sites de mise en œuvre des mesures compensatoires	Continu	NEHO.	Pendant la phase d'exploitation
Impacts cumulatifs	Cumu04: Divulguer les informations sur les actions mises en œuvre pour soutenir la NAP de Tsinjoarivo et le MNP. Renforcement des capacités de la NAP de Tsinjoarivo et du MNP dans l'évaluation et la gestion des impacts négatifs.	Informations divulguées	Divulgation sur le site web du Projet	Continu	NEHO, équipe environnementale.	Pendant la phase d'exploitation
Développement communautaire	Devt04: Préparation d'un plan de développement communautaire détaillé sur la base des principes retenus dans l'EIES.	Plan préparé	Plan divulgué sur le site web du Projet et communiqué avec les populations et autorités	Plan revu annuellement.	NEHO	Pendant la phase d'exploitation

10.4.3 Composante infrastructures linéaires - Phase construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Optimisation des infrastructures linéaires	Opti01: Optimisation de la gestion des déblais et remblais pour minimiser les volumes extraits des zones d'emprunt et les volumes mis en dépôt définitif.	Volumes, caractéristiques et lieux d'extraction ou de mise en dépôt des matériaux.	Note justificative à produire avant l'ouverture de nouveaux sites d'extraction ou de mise en dépôt	Avant toute ouverture de nouveaux sites d'extraction ou de mise en dépôt	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant toute la phase de construction
Optimisation des infrastructures linéaires	Opti02: Définition et optimisation technique, environnementale et sociale du tracé exact de la ligne et de la route d'accès, en adoptant une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées., sur la base de l'EIES.	Superficie des zones boisées impactées (déboisées) Déplacement physique évité autant que possible pour les lignes et accès.	Note justificative à produire et approuver à la fin des études de conception, et avant le démarrage des travaux concernés	à la fin des études de conception, et avant le démarrage des travaux concernés	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Pendant toute la phase d'études détaillées et de construction
Zones de remblais, de déblais et sites temporaires	Ero01: Préparation d'un plan de gestion des terrassements / déblais / remblais et de prévention de l'érosion soumis à l'approbation de NEHO et reprenant les principes du chapitre 5.2.1.2 de l'EIES.	Plan préparé avant démarrage des travaux	Plan préparé et approuvé avant démarrage des travaux	Avant exécution des travaux concernés	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées et de construction
Zones de remblais, de déblais et sites temporaires	Ero02: Engagement dans l'équipe de l'EPC d'un "Erosion control manager" en charge de la mise en œuvre du plan préparé dans le cadre de l'action Ero01.	Erosion control manager recruté et maintenu durant la durée des travaux de contrôle des risques d'érosion	Nom et CV de l' "erosion control manager" communiqués	Avant exécution des travaux concernés	Engagement: EPC Approbation du CV: NEHO	Du début à la fin des activités de construction impliquant un contrôle de l'érosion.
Zones de remblais, de déblais et sites temporaires	Ero03: Mise en place d'ouvrages de franchissement sur tous les cours d'eau devant être franchis par des véhicules ou engins de chantier.	Pas de cours d'eau traversé par des véhicules ou engins de chantier sans ouvrage de franchissement	Inspections visuelles des chantiers	Pendant toute la phase de construction	Mise en place des ouvrages de franchissement: EPC Inspection visuelle: NEHO	Du début à la fin des activités de construction.

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Zones de remblais, de déblais et sites temporaires	Ero04: Façonnement des zones de mise en dépôt définitives des matériaux excédentaires de façon à faciliter leur intégration paysagère.	Zones de mise en dépôt définitives façonnées pour s'intégrer dans le paysage	Inspections visuelles des chantiers	Pendant toute la phase de construction	Façonnement des zones de mise en dépôt: EPC Inspection visuelle: NEHO	Du début à la fin des activités de construction.
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo01: Poussière émise par la circulation des véhicules sur les surfaces non-revêtues utilisées par le Projet. Arrosage régulier en saison sèche. Mettre en place un suivi des plaintes liées à la poussière et prendre les mesures pour en limiter les impacts.	Bonne visibilité pour les conducteurs suivant un autre véhicule. Plaintes traitées	Inspections visuelles et analyse des plaintes	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo02: Limitation de la vitesse des véhicules de chantier à 40 km/h sur les pistes et 15 km/h sur les plates-formes de travail ou dans les installations	Vitesse enregistrée des véhicules	Enregistrement (GPS ou tachymètre) et vérification de la vitesse.	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo03: Mise en place de dos d'âne dans les zone habitées (en accord avec les autorités compétentes pour les voies publiques)	Dos d'ânes construits dans les lieux autorisés	Inspection visuelle	Pendant les travaux de construction / réhabilitation des pistes	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo04: Interdiction de l'usage des explosifs de 21h à 7h pour les travaux en surface (autorisé en souterrain)	Horaires respectés	Inspection auditive	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Limitation des émissions de bruit, gaz et poussières	Atmo10: Arrêt et interdiction des véhicules émettant un nuage de fumée affectant la visibilité ou la respirabilité de l'air	Véhicules exceptionnellement polluants arrêtés immédiatement et interdits.	Inspection visuelle	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Dech01: Préparation et mise en œuvre d'un plan de collecte, traitement et gestion des déchets liquides et solides, tenant compte des trois principes énoncés dans l'EIES	Eviter la diffusion incontrôlée des polluants, respect des normes Malgaches, respect des recommandations de la SFI	Plan préparé et mis en œuvre	Continu	Préparation et mise en œuvre du plan: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Dech02: Dans le cadre des formations initiales et ultérieures, sensibilisation des travailleurs à la gestion des déchets solides et liquides.	Formation prodiguée	Registre des formations prodiguées	Continu	EPC	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Risques de pollutions accidentelles	Poll01: Préparation et mise en œuvre d'un plan de gestion des matières polluantes et des déversements accidentels pour la phase de construction, tenant compte des principes énoncés dans l'EIES.	Plan préparé avant démarrage des travaux	Plan préparé et approuvé avant démarrage des travaux	Avant exécution des travaux concernés	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Pendant la phase d'études détaillées et de construction
Risques de pollutions accidentelles	Poll02: Dans le cadre des formations initiales et ultérieures, formation des travailleurs à la prévention et à la gestion des déversements de produits polluants.	Formation prodiguée	Registre des formations prodiguées	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Exécution de travaux ou d'activités dans des terrains n'ayant pas été acquis ou libérés des droits	Entr01: Mise en place une procédure d'entrée dans les terrains, incluant une validation et un marquage des zones libérées et accessibles au Projet, et une formation des personnels susceptibles d'entrer dans de tels terrains	Procédure d'entrée dans les terrains préparée et mise en oeuvre	Procédure à produire et approuver.	Avant le démarrage des travaux de terrain	Préparation et mise en œuvre: EPC Vérification: NEHO	Avant et pendant la construction
Emploi respectueux du droit et des bonnes pratiques	Trav01 • Préparer une politique de ressources humaines (RH) reprenant les principes clés de la législation Malgache et des standards de la SFI et de la BAD, incluant l'obligation du respect de cette politique par toutes les entreprises engagées sur le projet, et une information à l'embauche des travailleurs sur le contenu de cette politique. • Divulguer cette politique sur les tableaux d'affichage dans les lieux sociaux du Projet (bureaux, cités…). • Inclure cette politique dans tous les contrats d'entreprise engagées en sous-traitance, en exigeant (i) le respect de cette politique par ces entreprises et (ii) l'obligation d'exiger son respect par toute entreprise contractée à son tour par ce sous-traitant.	Politique RH préparée et mise en œuvre	Politique à produire et approuver.	Avant le démarrage des travaux	Préparation et mise en œuvre: EPC Vérification: NEHO	Avant et pendant la construction
Emploi respectueux du droit et des bonnes pratiques	Trav02: Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut d'emploi illégal.	Rupture de contrat des entreprises pratiquant l'emploi illégal	Audits	Continu	EPC	Pendant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Emploi respectueux du droit et des bonnes pratiques	Trav03: Mise à disposition des travailleurs dans le cadre de la politique RH d'un mécanisme de recours, conforme aux standards de la SFI et de la BAD	Mécanisme de recours préparé et mise en œuvre	Mécanisme de recours à produire et approuver.	Avant le démarrage des travaux	Préparation et mise en œuvre: EPC Vérification: NEHO	Avant et pendant la construction
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav04: Assurer un environnement de travail propice aux deux sexes (notamment pas de toilettes ou de vestiaires unisexe) en phases construction et exploitation.	Cadre de travail non discriminant.	Contrôle interne NEHO	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav05: Indiquer explicitement dans les offres que les postes sont ouverts aux hommes comme aux femmes.	Indication portée dans les offres d'emploi.	Contrôle interne NEHO	Lors des recrutements	EPC	Pendant la phase de construction
Egalité des chances d'accéder à l'emploi pour les femmes.	Trav06: Pour les postes qualifiés ou à responsabilité, assurer un équilibre hommes/femmes des candidats présélectionnés et invités à passer un entretien d'embuache	Représentativité significatives des femmes aux postes qualifiés ou à responsabilité.	Contrôle interne NEHO	Continu	EPC	Pendant la phase de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Tout type d'accident ou incident dans le cadre des activités de construction	Sstr01: Préparation et mise en œuvre d'un Plan Santé-Sécurité des travailleurs pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Avant la phase de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Situation d'urgence d'origine naturelle ou technoclogique	Sstr02: Préparation et mise en œuvre d'un Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Avant la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Santé et sécurité des travailleurs - Responsabilité Santé-sécurité non clairement définie	Sstr03: Désignation au sein de l'EPC d'un Responsable Santé-Sécurité en charge de la préparation, mise à jour et mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs et du Plan de prévention et de gestion des situations d'urgence. Le Responsable Santé-Sécurité rapporte directement au directeur de chantier, et définit les ressources dont il a besoin pour assurer et contrôler la mise en œuvre des deux plans suscités.	Responsable Santé-Sécurité recruté et maintenu durant la durée des travaux de construction	Nom et CV du Responsable Santé-Sécurité communiqués	Avant démarrage des travaux de construction	Engagement: EPC Approbation du CV: NEHO	Du début à la fin des activités de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Respect effectif des règles de santé-sécurité par la chaîne des sous-traitants	Sstr04: Inclure les obligations contractuelles standardisées pour le respect et la mise en œuvre du Plan Santé-Sécurité des travailleurs de l'EPC dans tous les contrats des entreprises de la chaîne de sous-traitance.	Obligations inscrites aux contrats des sous-traitants	Contrôle interne EPC	Lors de la préparation des contrats	EPC	Lors de la contractualisation des sous-traitants
	Sstr05: Contrôle continu du respect du Plan Santé-Sécurité des travailleurs par les entreprises travaillant pour le Projet, organisé par le Responsable Santé-Sécurité. Exclusion après premier avertissement des entreprises et fournisseurs de services pris en défaut.	Respect du Plan Santé-Sécurité des travailleurs	Supervision organisée par le Responsable Santé-Sécurité	Continu	EPC	Pendant la construction
Santé et sécurité des travailleurs - Comportement du personnel de sécurité	Sstr06: Si du personnel de sécurité (privé ou public détaché) est contracté pour le Projet, assurer une formation de ces personnes aux Principes volontaires des Nations Unies pour la sécurité et les droits de l'homme.	Formation prodiguée	Registre des formations prodiguées	A l'engagement des personnes concernées	EPC	Pendant la construction
Santé et sécurité des travailleurs - Cadre sain pendant les heures non-travaillées	Sstr07: Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion de la Base-Vie et de la Cité des travailleurs pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Avant la phase de construction
Santé et sécurité des travailleurs - Risque lié au SIDA et autres MST	Sstr08:Mettre en œuvre un programme de sensibilisation systématique des travailleurs (induction) et régulier des populations (ONG spécialisée) pour s'assurer que la population, les travailleurs et les groupes à risque connaissent les modes de contamination et disposent de moyens de protection.	Sensibilisation prodiguée	Registre des sensibilisations prodiguées	Annuel	EPC (travailleurs) et NEHO (populations)	Avant et pendant la construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Santé et sécurité des travailleurs - Risque sanitaire lié à la nourriture et à l'eau	Sstr09: Mettre à disposition de l'eau potable sur toutes les installations et les sites de travaux. Former les travailleurs (induction) aux risques d'intoxication alimentaire ou par l'eau de boisson.	Eau mise à disposition Formation prodiguée	Supervision organisée par le Responsable Santé-Sécurité Registre des formations prodiguées	Continu A l'embauche et annuel	EPC	Pendant la construction
Sécurité des communautés	Séco01: Préparation et mise en œuvre d'un Plan de Gestion relatif au Trafic Routier et aux Accès pour la phase de construction, approuvé par NEHO, et conforme aux spécifications de l'EIES.	Plan préparé et approuvé	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Respect par le Projet ou les nouveaux arrivants des pratiques culturelles de la zone	Affl07: L'induction que recevront les travailleurs embauchés par NEHO, l'EPC et ses sous-traitants inclura une sensibilisation aux habitudes et pratiques culturelles de la zone du Projet, notamment les Fady. Cette sensibilisation aura pour but d'atténuer les risques de conflit liés aux écarts de culture.	Induction prodiguée	Registre des inductions prodiguées	Pout tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	EPC et NEHO	Avant et pendant la construction
Prolifération d'activité économique informelle (alcool, prostitution, viande braconnée, recel)	Affl11: Fournir le maximum de service au sein des bases-vie. Établir des règles de gestion quant aux fonctions des base-vie avec des horaires établis pour les employés. Contrôle des entrées sur la base-vie. Ne pas permettre l'établissement de campement spontané à l'intérieur d'un rayon de protection des Bases-vie. Rayon à définir avec les autorités locales.	Plan de gestion des bases vie préparé et mis en oeuvre	Approbation du Plan par NEHO	Une fois	Préparation du plan: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Non-respect des fady et interdits par les populations	Affl13: Sensibilisation du personnel de l'EPC et de sa chaîne de sous-traitants aux fady applicables dans la zone du Projet	Induction prodiguée	Registre des inductions prodiguées	Pout tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	EPC et NEHO	Avant et pendant la construction
Respect de l'information des autorités et administrations locales	Affl16: Mise en place d'une procédure de déclaration systématique des interventions des équipes du Projet (NEHO, EPC et toute autre partie impliquée dans le Projet)	Procédure mise en place et exécutée	Registre des notifications	A chaque mobilisation d'une nouvelle équipe sur le terrain	NEHO	Avant et pendant la construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Risque lié aux pertes de bien culturel enfoui non identifié préalablement	Cult01: Préparation et mise en œuvre d'une procédure de découverte fortuite à tout entrepreneur qui effectuera des excavations ou des déblais. Formation des personnels en charge des excavations (ou de leur suivi) sur la nature des trouvailles possibles et les mesures à appliquer en cas de trouvaille.	Procédure mise en place et exécutée	Approbation de la procédure par NEHO	Une fois	Préparation et mise en oeuvre: EPC Vérification: NEHO	Préparation avant la phase de construction Mise en œuvre pendant la phase de construction
Risques liés aux lieux cultuels existants	Cult02: Cartographie détaillée des sites cultuels et des tombes durant les études de terrain d'implantation des infrastructures linéaires (routes et pistes), et engagement avec les parties prenantes pour s'accorder sur les mesures d'évitement.	Cartographie des sites cultuels Compte rendus des mesures d'évitement décidées produits avant construction	Contrôle par l'équipe social de NEHO avant construction	Continu	EPC Vérification: NEHO	Etudes et construction
Impacts sur les récepteurs sociaux sensibles en phase construction	Lign01: Définir et optimiser d'un point de vue technique et social le tracé exact de la ligne de transmission, de façon à minimiser les impacts sociaux et socio-économiques, entre Belanitra et Antananarivo, en tenant compte des sensibilités listées dans l'EIES.	Tracé de ligne optimisé, impacts sociaux minimisés	Note justificative remise par l'EPC, soumise à l'approbation de NEHO	Continu pendant les études détaillées	EPC	Avant et pendant la construction
Méconnaissance par les employés de l'EPC des mesures de protection de la biodiversité mises en œuvre par le projet	BioT02: Partage d'informations, formations et renforcement des capacités des employés de l'EPC et de la chaîne de sous-traitants sur les mesures environnementales prises par le projet.	Sensibilisation et informations prodiguées	Registre des sensibilisations / informations prodiguées	Annuel pour tous, et pour tout nouvel arrivant en lien avec le Projet	EPC	Avant et pendant la construction
Risque d'emprise du projet supérieure à celle estimée en cas d'accès incontrôlé des personnes aux habitats les plus sensibles dans le cadre du projet	BioT03: Interdiction d'accès des personnes autres que les personnels dans les chantiers et interdiction de circulation des employés du projet dans les zones non autorisées, et notamment les habitats à enjeux écologique.	Interdiction d'accès effective.	Contrôle interne et gardiennage EPC	Continu	EPC	Pendant toute la phase de construction

Enjeu/Impact	Mesures d'atténuation	Indicateurs	Méthode de surveillance	Fréquence	Responsable	Calendrier
Impacts liés à la construction des infrastructures linéaires sur l'environnement et en particulier les zones boisées.	BioT04: Implantation des infrastructures linéaires entre Antananarivo et Belanitra: • Eviter au maximum les zones boisées pour minimiser le déboisement (utiliser des images aériennes/satellites récentes et des visites sur le terrain pour identifier les zones boisées/déboisées). • Utiliser les pistes existantes au maximum, en les réhabilitant là où cela est nécessaire plutôt que de créer des pistes nouvelles.	Implantation évitant au maximum les zones boisées et utilisant les pistes existantes	Note justificative à produire et approuver avant travaux	Avant travaux	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Etudes et construction
Impacts liés à la construction des infrastructures linéaires sur l'environnement et en particulier les zones de transfert de gestion.	BioT05: Entre Belanitra et le barrage: Adopter une implantation et un dimensionnement de la ligne et de la route qui évitent autant que techniquement possible les zones boisées; consultation des VOI et de NEHO pour approbation des zones boisées affectées	Implantation évitant au maximum les zones boisées et utilisant les pistes existantes	Note justificative à produire et approuver avant travaux	Avant travaux	Préparation de la note: EPC Approbation: NEHO	Etudes et construction
Impacts liés à la construction des infrastructures linéaires sur les zones de transfert de gestion des VOI.	BioT08: Consulter les VOI et les gestionnaires/promoteurs des aires protégées pour la validation des tracés ou implantations proposés par l'EPC pour les infrastructures entre Belanitra et l'usine.	VOI et gestionnaires/promoteurs des aires protégées consultés sur la base des notes justificatives de l'EPC	Compte rendu de réunion	Une fois avant la construction des objets enj question	NEHO	Avant la construction
Moyens dont disposent les gestionnaires / promoteurs des aires protégées et les VOI pour renforcer la protection, la conservation et la surveillance des aires sous statut.	BioT18: Appui et accompagnement des gestionnaires des zones sous statut pour la protection de la biodiversité.	Mise en œuvre des actions décidées avec les gestionnaires des aires protégées	Contrôle avec le comité de suivi Divulgation sur le site internet de NEHO des actions prévues et réalisées	Continu	NEHO	Pendant la phase de construction
Conformité des actions biodiversité avec les exigences des bailleurs de fonds	PAB01: Préparation, mise en œuvre et suivi d'un Plan d'Action Biodiversité	Préparation et mise en œuvre d'un Plan d'Action Biodiversité	Selon le programme	Selon le programme	NEHO	Pendant la phase de construction

10.4.4 Composante infrastructures linéaires - Phase exploitation

Les mesures de surveillance de la composante infrastructures linéaires en phase d'exploitation sont très limitées (uniquement un suivi de l'exposition au changement climatique), car ces infrastructures seront rétrocédées à l'état et ne seront donc plus sous le contrôle de NEHO.

ENJEU/IMPACT	mesures d'atténuation	indicateurs	Méthode de surveillance	frequence	responsable	calendrier
Impacts sur les récepteurs sociaux sensibles en phase exploitation	Lign02: Informer les populations le long de la ligne de leurs droits et devoirs relativement à la ligne. Planifier les opérations de maintenance de façon à minimiser les impacts sur les récoltes et productions agricoles. .	Information des populations Plan de maintenance pour la phase d'exploitation minimisant les impacts remis à l'opérateur (Jirama)	Registre des séances d'information Contrôle interne NEHO	Une fois, avant la phase d'exploitation	NEHO	Avant la phase exploitation
Risque de collision des rapaces avec les câbles de garde de la ligne de transmission.	BioT27: Entre l'usine et le barrage, mise en place de "bird diverters" tridimensionnels sur les câbles de garde.	"Bird diverters" tridimensionnels installés sur les câbles de garde	Contrôle visuel	Une fois	EPC	Lors de la mise en place des câbles de garde

10.5 Plan de suivi

Les mesures de suivi sont décrites (par phase et par composante) dans les tableaux suivants. Ce plan de surveillance sera revu au démarrage des travaux puis de façon régulière pour assurer sa pertinence. Toute modification substantielle sera au préalable discutée avec l'ONE et les bailleurs de fonds.

Le plan de suivi est organisé selon les mêmes composantes et phases que le plan de surveillance.

Les deux composantes sont:

- Composante "Aménagement hydroélectrique": cette composante comprend l'ensemble des infrastructures qui seront construites entre la zone du barrage-réservoir (inclus) et la zone de l'usine hydroélectrique (incluse), y compris la voie d'accès du barrage à l'usine et la ligne d'évacuation de l'énergie de l'usine au barrage.
- Composante "Infrastructures linéaires": cette composante comprend la ligne d'évacuation de l'énergie, du barrage à son point de connexion à Antananarivo, et les voies d'accès qui seront construites ou réhabilitées pour le Projet dans cette même zone, qu'il s'agisse des voies d'accès à l'aménagement hydroélectrique, ou des voies d'accès à des sites de chantiers (carrières, site d'implantation des pyloesn, etc…).

Les deux phases sont:

- Construction: l'ensemble des activités nécessaires à la mise en service du Projet, y compris les travaux de finition ou de remise en état résultants de la phase de construction et qui pourraient s'étendre au-delà de la date de mise en service.
- Exploitation: l'ensemble des activités d'exploitation et de maintenance nécessaires à la production d'électricité par la composante "aménagement hydroélectrique" et à son évacuation dans le réseau national par la composante "infrastructures linéaires".

10.5.1 Composante aménagement hydroélectrique - Phase construction

Thème	Indicateur de suivi	Moyens et Méthodes de mesure	Fréquence	Responsable	Calendrier
Emissions de bruit, gaz et poussières	Atmo08: Mesure continue de la qualité de l'air dans le tunnel: CO, NO2, SO2, PM2.5 et PM10.	Mesure de qualité de l'air. Qualité de l'air dans le tunnel durant les heures de travail conforme aux seuils suivants en moyenne (guidelines de la SFI): CO: 55 mg/m^3 NO2: 40 mg/m^3 SO2: 20 mg/m^3 PM2.5: 25 mg/m^3 PM10: 50 mg/m^3	Continue	EPC	Durant la construction du tunnel
Emissions de bruit, gaz et poussières	Bonne visibilité pour les conducteurs suivant un autre véhicule.	Inspections visuelles et analyse des plaintes	Lors des visites hebdomadaires de chantier	NEHO	Pendant la phase de construction
Emissions de bruit, gaz et poussières	Atmo05: Mesure du bruit à l'école de Faravohitra	Sonomètre.	Lors des visites hebdomadaires de chantier	NEHO	Pendant la phase de construction
Emissions de bruit, gaz et poussières	Atmo06: Mesure des gaz d'échappement des engins thermiques utilisés dans les tunnels.	Testeur portatif.	Avant la première entrée puis mensuel	EPC	Pendant la phase de construction
Emissions de bruit, gaz et poussières	Atmo09: Mesure avant la première utilisation puis semestriel des gaz d'échappement des engins thermiques utilisés sur le chantier. Emissions satisfaisant la norme Euro 3	Testeur portatif.	Avant la première entrée puis semestriel	EPC	Pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Dech03: Contrôle interne de la collecte des déchets.	Registre des déchets solides collectés	Continue	EPC	Pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Dech03: Contrôle interne de la qualité des effluents.	Mesure mensuelle de qualité des eaux usées	Mensuelle	EPC	Pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Vérification du registre des formations prodiguées – formation des travailleurs sur la question des déchets solides et liquides.	Vérification du registre de l'EPC	Lors des visites hebdomadaires de chantier	NEHO	Pendant la phase de construction
Risques de pollutions accidentelles	Vérification du registre des formations prodiguées – formation des travailleurs sur la gestion des déversements de produits polluants.	Vérification du registre de l'EPC	Lors des visites hebdomadaires de chantier	NEHO	Pendant la phase de construction

Thème	Indicateur de suivi	Moyens et Méthodes de mesure	Fréquence	Responsable	Calendrier
Eaux de surface	Qualité des eaux de surface	Prélèvement et analyses des eaux de surface (pH, MES, DCO, DBO5, Huiles et graisses) Comparaison par rapport à l'état initial et des valeurs en amont (état de référence cf tableau 1)	Hebdomadaire	EPC	Pendant la phase de préparation et de construction
Emploi respectueux du droit et des bonnes pratiques	Trav02: Contrôle régulier du respect de la politique RH par les entreprises travaillant pour le Projet	Audit auprès des travailleurs	une fois par mois	EPC	Pendant la phase de préparation et de construction
Méconnaissance du développement démographique dans la zone	Affl01: Suivi démographique dans la zone du Projet. Ce suivi couvrira les secteurs d'Antenina, Belanitra et Faravohitra et permettra à NEHO de suivre les dynamiques et d'identifier les zones où l'afflux se concentre.	Suivi démographique	trimestriel	NEHO	Pendant la phase de construction
Mise en œuvre des mesures de protection de la flore	BioT12: Suivi des actions de protection de la flore menacée par l'EPC.	Accompagnement des travaux d'implantation de l'EPC par un écologue de NEHO	Lors des travaux d'implantation	NEHO	Etudes et construction
Mise en œuvre des mesures de protection de la faune	BioT14: Suivi des actions de protection de la faune menacée par l'EPC.	Suivi continu des travaux de l'EPC par un écologue de NEHO	Lors des travaux d'implantation	NEHO	Etudes et construction
Risque de dégradation des habitats entre le barrage et l'usine (mesure de suivi).	BioT25: Suivi écologique des habitats entre le barrage et l'usine, intégrant l'influence du changement climatique sur la sylve à lichen.	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi écologique des habitats	Selon le programme	NEHO	Pendant la phase de construction
Engagement des parties prenantes, griefs	Activités d'engagement des parties prenantes et de gestion des plaintes	Registre des activités d'engagement des parties prenantes et de gestion des plaintes	Statistiques mensuelles	NEHO	Pendant la phase de construction
Accidents impliquant des membres du public	Nombre d'accidents et gravité	Registre des accidents	Statistiques mensuelles	NEHO	Pendant la phase de construction
Accidents impliquant des travailleurs	Nombre d'accidents et gravité	Registre des accidents	Statistiques mensuelles	EPC	Pendant la phase de construction

10.5.2 Composante aménagement hydroélectrique - Phase exploitation

Thème	Indicateurs de suivi	Moyens et Méthodes de mesures	Fréquence	Responsables	Calendrier
Impact hydraulique à l'aval	Mesure du débit déversé par le barrage à l'aval	Mesure du débit déversé par le barrage à l'aval	En continu	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Suivi sédimentaire	Sédi01: Suivi de: • La sédimentation du réservoir • L'évolution des bancs de sable sur les 3 km à l'aval de l'usine hydroélectrique	Sédimentation du réservoir: bathymétrie ou lidar Evolution des bancs de sable: suivi visuel en saison sèche	Suivi annuel lors des trois premières années puis à intervalle régulier (à déterminer sur la base des 3 premières années)	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Déchets solides et liquides	Mise en œuvre effective du plan de gestion des déchets pour la phase d'exploitation	Contrôle interne de mise en œuvre	Inspectons mensuelles	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Risques de pollutions accidentelles	Poll05: Utilisation d'huile biodégradable pour les équipements hydromécaniques et électromécaniques présentant un risque de fuite incontrôlée dans l'environnement.	Contrôle interne de mise en œuvre	Inspectons mensuelles	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Changement Climatique	Clim08: Suivi des écosystèmes forestiers du bassin versant (surfaces boisées et des types de forêts)	Cartographie sur la base d'images satellitaires.	Tous les dix ans	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Changement Climatique	Clim02: Suivi hydrologique des apports de l'Onive	Calcul sur la base des débits et niveaux mesurés.	journalier	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Changement Climatique	Clim03: Suivi sédimentaire des apports de l'Onive	Mesures de matière en suspension	hebdomadaire	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Changement Climatique	Clim05: Suivi météorologique au site du barrage	Station météo.	continu	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Qualité des eaux de surface	Qeau02: Suivi des zones du réservoir peu propices au renouvellement et à la circulation des eaux, en prêtant une attention particulière au développement des espèces aquatiques envahissantes telles que la jacinthe d'eau.	Suivi visuel et olfactif	trimestriel	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation

Thème	Indicateurs de suivi	Moyens et Méthodes de mesures	Fréquence	Responsables	Calendrier
Qualité des eaux de surface	Qeau03: Suivi de la qualité des eaux.	Teneur en oxygène des eaux à l'aval de l'usine hydroélectrique (100m à l'aval) et du barrage (500m à l'aval). Suivi: NO3, PO4, DBO5 et matière en suspension. Métaux lourds et pesticides eau et sédiments	Hebdomadaire Mensuel Annuel (octobre):	NEHO	Pendant les deux premières années de la phase d'exploitation
Qualité des eaux de surface	Qeau04: Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi annuel de la qualité des eaux, sur la base des résultats des deux premières années (Qeau03)	A définir après les deux premières années de suivi	A définir après les deux premières années de suivi	NEHO	Exploitation, 3ème année et après
Santé des communautés	Saco03: Renforcement de capacité et suivi des statistiques sur les maladies hydriques traitées par les centres de santé de la zone d'influence	Suivi des maladies hydriques effectué	Annuel	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Méconnaissance du développement démographique dans la zone	Affl01: Suivi démographique dans la zone du Projet. Ce suivi couvrira les secteurs d'Antenina, Belanitra et Faravohitra et permettra à NEHO de suivre les dynamiques et d'identifier les zones où l'afflux se concentre.	Suivi démographique	annuel	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Impacts sur les espèces de faune ayant un enjeu de conservation entre le barrage et l'usine	BioT15: Minimisation du risque d'écrasement de faune: Monitoring et géoréférencement des points où des spécimens de faune ont été écrasés.	Registre des écrasements d'espèces animales	Continu	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Risque de dégradation des habitats entre le barrage et l'usine (mesure de suivi).	BioT25: Suivi écologique des habitats entre le barrage et l'usine, intégrant l'influence du changement climatique sur la sylve à lichen.	Préparation et mise en œuvre d'un programme de suivi écologique des habitats	Selon le programme	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Engagement des parties prenantes, griefs	Activités d'engagement des parties prenantes et de gestion des plaintes	Registre des activités d'engagement des parties prenantes et de gestion des plaintes	Statistiques trimestrielles	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Accidents impliquant des membres du public	Nombre d'accidents et gravité	Registre des accidents	Statistiques mensuelles	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation
Accidents impliquant des travailleurs	Nombre d'accidents et gravité	Registre des accidents	Statistiques mensuelles	NEHO	Pendant toute la phase d'exploitation

10.5.3 Composante infrastructures linéaires - Phase construction

Thème	Indicateurs de suivi	Moyens et Méthodes de mesures	Fréquence	Responsables	Calendrier
Emissions de bruit, gaz et poussières	Atmo09: Mesure avant la première utilisation puis semestriel des gaz d'échappement des engins thermiques utilisés sur le chantier. Emissions satisfaisant la norme Euro 3	Testeur portatif.	Avant la première entrée puis semestriel	EPC	Pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Dech03: Contrôle interne de la collecte des déchets.	Registre des déchets solides collectés	Continue	EPC	Pendant la phase de construction
Déchets solides et liquides	Vérification du registre des formations prodiguées – formation des travailleurs sur la question des déchets solides et liquides.	Vérification du registre de l'EPC	Lors des visites hebdomadaires de chantier	NEHO	Pendant la phase de construction
Risques de pollutions accidentelles	Vérification du registre des formations prodiguées – formation des travailleurs sur la gestion des déversements de produits polluants.	Vérification du registre de l'EPC	Lors des visites hebdomadaires de chantier	NEHO	Pendant la phase de construction
Engagement des parties prenantes, griefs	Activités d'engagement des parties prenantes et de gestion des plaintes	Registre des activités d'engagement des parties prenantes et de gestion des plaintes	Statistiques mensuelles	NEHO	Pendant la phase de construction
Accidents impliquant des membres du public	Nombre d'accidents et gravité	Registre des accidents	Statistiques mensuelles	NEHO	Pendant la phase de construction
Accidents impliquant des travailleurs	Nombre d'accidents et gravité	Registre des accidents	Statistiques mensuelles	EPC	Pendant la phase de construction

10.5.4 Composante infrastructures linéaires - Phase exploitation

Les mesures de suivi de la composante infrastructures linéaires en phase d'exploitation sont très limitées (uniquement un suivi de l'exposition au changement climatique), car ces infrastructures seront rétrocédées à l'état et ne seront donc plus sous le contrôle de NEHO.

Thème	Indicateurs de suivi	Moyens et Méthodes de mesures	Fréquence	Responsables	Calendrier
Changement Climatique	Clim06: Suivi météorologique – ligne de transmission : • Définition de deux points de suivi et installation des stations • Exploitation et maintenance des stations	Station météo.	continu	Définition des sites: EPC Suivi: NEHO	Avant la phase d'exploitation Pendant toute la phase d'exploitation

11 Addendum: intégration des résultats des consultations publiques

Le programme et le compte rendu détaillé des consultations publiques qui ont été effectuées pour l'EIES et le PAR sont fournis dans les annexes. Certains des commentaires reçus ont conduit à des modifications ou des clarifications dans le texte de l'EIES. La nature de ces modifications et clarifications est décrite dans le tableau suivant, avec un renvoi vers les chapitres où elles ont été faites.

#	Modification ou clarification	Chapitre
1	Modification et clarification des codes couleurs des tracés alternatifs entre le barrage et l'usine.	2.6.2.3
2	Précision sur la saisonnalité des travaux de coupe des grands arbres susceptibles de porter des nids d'oiseaux.	7.2.3.4
	Insertion de la précision sur la saisonnalité des travaux de coupe dans l'action BioT13	7.2.6 9.3.2
3	Remplacement du terme "viande de brousse" par le terme "viande de faune sauvage"	Quatre occurrences dans le document
4	Mise à jour des informations relatives à la ZICO de la Forêt Classée de l'Onive.	4.3.4
5	Introduction d'une mesure supplémentaire d'appui à l'actualisation des données de la ZICO, numérotée BioT28.	7.2.4.3 7.2.6 9.4.2
6	Indication du fait que la route sera permanente.	1.4.2.6
7	Indication du fait que le reboisement ne sera pas fait sur des zones de culture.	7.2.4.4
8	Précision: les plants de reboisement seront fournis par le projet (qui pourrait avoir sa propre pépinière).	7.2.4.2 7.2.4.4
9	Ajout d'une procédure d'entrée sur les terrains, incluant une validation et un marquage des zones libérées et accessibles au Projet, et une formation des personnels susceptibles d'entrer dans de tels terrains.	6.2.6 9.3.2
10	Précision sur le fait que la possibilité de récupérer les bois dans la zone ennoyée sera étudiée avec la DGEF afin de trouver un mécanisme conforme à la loi et si possible convenant aux populations locales.	5.8.4
11	Précision du fait que le promoteur de la NAP de Tsinjoarivo, Sadabe, recevra l'appui d'une ONG internationale, Rainforest Trust, a priori pour le financement de la création de la NAP.	4.3.3.1
12	Précision dans l'action Séco01 du fait que le plan de gestion du trafic inclura également un suivi du trafic des personnes et des véhicules pour adapter si nécessaire les règles de circulation des véhicules du Projet.	6.8.2 9.3.2
13	Précision du fait que l'interdiction d'accéder au réservoir à moins d'1km du barrage pourra être levée pour des cas particuliers tels que la recherche d'un corps.	6.8.2
14	Indication du fait que la piste prévue pour les piétons et vélos sera également autorisée pour les motos et charrettes.	6.8.1.2
15	Introduction d'une nouvelle mesure pour la mise en place d'une procédure de déclaration systématique des interventions des équipes du Projet (NEHO, EPC et toute autre partie impliquée dans le Projet).	6.10.2.9
16	Introduction du principe de responsabilisation des communes en les impliquant dans la maîtrise d'ouvrage des infrastructures relevant du plan de développement communautaire.	6.12.3
17	Précision du fait que le financement du projet ne sera pas issu d'un emprunt de l'état Malgache.	1.2.1

#	Modification ou clarification	Chapitre
18	Précision que les ponts seront également réhabilités (si nécessaire) entre Antanifotsy et Belanitra.	2.6.2.1
19	Il est précisé que la gestion du VOI existant à Antenina sera déterminée en coordination avec le MNP et la DREDD qui sont les autorités compétentes.	7.2.4.4
20	Il est précisé que les modalités de mise en œuvre de l'électrification rurale, seront définies en coordination et sous le contrôle de l'Agence de Développement de l'Electrification Rurale (ADER) qui est l'autorité compétente en la matière.	6.12.5.3
21	Il est précisé qu'il serait utile, comme cela a été suggéré par la DREDD de Vakinankaratra, que soit mis en place un chef de triage pour assurer la verbalisation des délits , avec un statut spécifique lui permettant de travailler dans les deux circonscriptions de Vakinankaratra et Alaotra-Mangoro.	7.2.4.2
22	Il est précisé que les véhicules des gestionnaires des aires protégées peuvent utiliser les pistes du Projet pour des missions de contrôle.	6.8.1.2 6.8.2 9.4.2
23	Clarification de la locution " la route n'est libre d'accès à tous", remplacée par " la route n'est libre d'accès à tous les véhicules "	7.2.3.4 7.2.6 9.4.1
24	Ajout du principe de suivi participatif pour toutes les actions de suivi qui le permettent.	10.1