

VALE Nouvelle-Calédonie

Demande d'autorisation d'exploitation minière



Livret C – Etude d'impact sur l'environnement Volets C à F et H

Version 2012 actualisée en Octobre 2015

LIVRET C – ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Commune de Yaté et du Mont-Dore

Nouvelle-Calédonie

Volet C – Analyse des effets du projet sur l'environnement

Ce document a été élaboré avec l'aide de la société :

Egis structures et environnement

11 avenue du Centre – CS 30550
Saint-Quentin-en-Yvelines
78286 Guyancourt



REDACTION	EGIS Environnement Vale Nouvelle-Calédonie SAS	France BAILLY Référents techniques VNC Christelle RENDU
VERIFICATION	Vale Nouvelle-Calédonie SAS	Nicolas TAN DELAGE Tanguy GIBAND
APPROBATION	Vale Nouvelle-Calédonie SAS	Joao VIDOCA Daryush KHOSHNEVISS

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	2
2	MÉTHODE D'EVALUATION DES IMPACTS	7
2.1	Identification des éléments importants de l'environnement	7
2.1.1	Préoccupations environnementales	7
2.1.2	Identification des EIE	8
2.2	Identification des niveaux d'impact résiduel	8
3	IDENTIFICATION DES SOURCES D'IMPACT	10
4	IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE	13
4.1	Emissions de gaz d'échappement	13
4.1.1	Évaluation quantitative du trafic routier	13
4.1.2	Nature et émission des gaz d'échappement	14
4.1.3	Mesures d'atténuation correspondantes	15
4.2	Emissions de poussières	15
4.2.1	Les poussières les plus courantes	15
4.2.2	Les poussières chargées en matériaux fibreux	16
4.2.3	Les poussières du parc à résidus et les aménagements liés (zones 1)	16
4.2.4	Mesures d'atténuation correspondantes	17
4.3	Évaluation des effets résiduels sur l'environnement atmosphérique	17
5	IMPACT SUR LES EAUX CONTINENTALES	20
5.1	Impact sur les eaux souterraines	20
5.1.1	Méthodologie d'évaluation des perturbations des écoulements souterrains	20
5.1.2	Identification des perturbations hydrogéologiques théoriques	25
5.1.3	Évaluation des perturbations hydrogéologiques	28
5.1.4	Synthèse de l'évaluation des perturbations hydrogéologiques	38
5.2	Impact sur les rivières	42
5.2.2	Altération de la qualité physique des rivières	53
5.2.3	Altération de la qualité biologique et de la biodiversité des rivières	56
5.2.4	Évaluation des effets résiduels sur les rivières	60
5.3	Impact sur les plans d'eau	65
5.3.1	Modification des niveaux ou suppression de plans d'eau	65
5.3.2	Mesures d'atténuation	65
5.3.3	Évaluation des effets résiduels sur les plans d'eau	65
6	IMPACT SUR LES EAUX COTIERES ET MARINES ET LEUR BIODIVERSITE	67
6.1	Impact sur la qualité physico-chimique des eaux cotières et marines	67
6.1.1	Altération de la qualité physique de l'eau de mer	67
6.1.2	Altération de la qualité chimique de l'eau de mer	68
6.1.3	Mesures d'atténuation correspondantes	69

6.2	Impact sur la biodiversité marine	70
6.2.1	Impact du débit de l'eau douce chargée en sédiments	70
6.2.2	Mesures d'atténuation correspondantes	71
6.3	Synthèse de L'impact résiduel sur les eaux cotières et marines et leur biodiversité	71
6.3.1	Evaluation des impacts résiduels sur la qualité physico-chimique des eaux marines et côtières	71
6.3.2	Évaluation des impacts résiduels sur la biodiversité marine	72
7	IMPACT SUR LA BIODIVERSITE TERRESTRE.....	75
7.1	Impact sur la flore terrestre	76
7.1.1	Suppression de la végétation et des habitats.....	76
7.1.2	Autres causes de dégradation de la végétation (impact indirect)	98
7.1.3	Mesures d'atténuation correspondantes	98
7.2	Impact sur la faune	99
7.2.1	Impact sur les mammifères	99
7.2.2	Impact sur les reptiles (herpétofaune)	99
7.2.3	Impact sur les amphibiens.....	100
7.2.4	Impact sur l'avifaune	100
7.2.5	Impact sur les insectes	102
7.2.6	Mesures d'atténuation correspondantes	102
7.3	Synthèse des impacts résiduels sur la biodiversité terrestre.....	103
7.3.1	Évaluation des impacts résiduels sur la végétation	103
7.3.2	Évaluation des impacts résiduels sur la faune terrestre et aviaire	103
8	IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT HUMAIN	106
8.1	Hygiène, sécurité et salubrité publique	106
8.1.1	Augmentation de la fréquentation dans le Sud.....	106
8.1.2	Risques d'accident de la circulation	106
8.1.3	Risques d'altération de la ressource en eau des villages et des tribus littorales (Goro, Truu)	107
8.1.4	Risques sanitaires pour la population	107
8.1.5	Mesures d'atténuation correspondantes	107
8.2	Impact sur le paysage	108
8.2.1	Identification de l'impact du projet sur le paysage	108
8.2.2	Quantification de l'impact du projet sur le paysage	108
8.2.3	Mesures d'atténuation correspondantes	109
8.2.4	Evaluation des effets résiduels sur le paysage	109
8.3	Commodité de voisinage	110
8.3.1	Bruit	110
8.3.2	Vibrations.....	110
8.3.3	Odeurs	111
8.3.4	Pollution lumineuse	111
8.3.5	Mesures d'atténuation correspondantes	111
8.4	Impact sur la disponibilité de la ressource en eau douce	112
8.4.1	Captage dans le lac de Yaté	112
8.4.2	Captage dans le Grand Lac.....	113
8.4.3	Disponibilité de la ressource en eau douce en aval de la mine	113
8.4.4	Mesures d'atténuation correspondantes	113
8.5	Patrimoine	113
8.5.1	Mesures d'atténuation correspondantes	114

8.6	Synthèses des impacts résiduels sur le milieu humain.....	114
9	SYNTHESE DES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET	119

FIGURES

Figure 1 :	Secteur Sud de la Nouvelle Calédonie : précipitations probabilistes selon 2 scénarios de changement climatique.....	25
Figure 2 :	Variation du débit de base de la rivière Kwé Ouest entre une situation avec aménagements et une situation sans aménagements	30
Figure 3 :	Evolution simulée du rabattement des niveaux piézométriques dans l'aquitard latéritique au droit du lac Xéré Wapo.....	33
Figure 4 :	Evolution simulée du rabattement des niveaux piézométriques dans l'aquitard latéritique au droit du lac Robert	33
Figure 5 :	Evolution simulée du débit de base de la rivière Kwé Nord à sa confluence au cours de l'exploitation minière.....	34
Figure 6 :	Evolution simulée du débit de base de la rivière Kwé Est à sa confluence au cours de l'exploitation minière	35
Figure 7 :	Evolution simulée du débit de base de la rivière Wajana (à la station radier) au cours de l'exploitation minière.....	36
Figure 8 :	Evolution simulée de la contribution des bassins endoréiques de la Kwé Est amont et de l'Entonnoir au débit de base de la rivière Truu au cours de l'exploitation minière	36
Figure 9 :	Traversée de la rivière Kwé Ouest.....	44
Figure 10 :	Aménagement pris en compte dans le cadre de l'étude d'impact	47
Figure 11 :	Comparaison État final – État initial – Kwé Est.....	50
Figure 12 :	Comparaison État final – État initial – Kwé Nord	50
Figure 13 :	Comparaison État final – État initial – Kwé Ouest	51
Figure 14 :	Comparaison État final – État initial – Kwé principale	51
Figure 15 :	Photo du BSKN en cours de construction	55
Figure 16 :	Photo du BSKN en cours de remplissage	55
Figure 17 :	Dépôts modélisés des sédiments lors des crues dans les baies influencées par le projet de VNC.....	68
Figure 18 :	Cartographie des groupements végétaux sur la zone 1	81
Figure 19 :	Cartographie des groupements végétaux sur la zone 3	84
Figure 20 :	Cartographie des groupements végétaux sur la zone 4	89
Figure 21 :	Besoins annuels en eau brute pour l'ensemble des infrastructures minières	113

TABLEAUX

Tableau 1 :	Ouvrages pris en compte pour l'évaluation des impacts	4
Tableau 2 :	Synthèse des EIE retenus pour l'évaluation des effets du projet minier VNC	8
Tableau 3 :	Matrice valeur écosystémique/valeur socio-culturelle et patrimoniale	9
Tableau 4 :	Matrice grandeur/valeur de l'intensité de la perturbation	9
Tableau 5 :	Grille d'évaluation du niveau d'impact négatif résiduel	9
Tableau 6 :	Synthèse des sources majeures d'impact généré par le projet minier	10
Tableau 7 :	Estimation des principaux flux de trafic routier associés à la mine	14
Tableau 8 :	Évaluation des impacts résiduels sur la qualité de l'air	19
Tableau 9 :	Evolution des surfaces contributives à la recharge des eaux souterraines, 2013–2036	24
Tableau 10 :	Evolution du risque d'assèchement de tronçons de rivière dans le bassin de la Kwé Ouest en situation de basses eaux	30
Tableau 11 :	Evolution du risque d'apparition de phénomènes d'assèchement de tronçons de rivière dans le bassin de la Kwé Nord en situation de basses eaux	37
Tableau 12 :	Evolution du risque d'apparition de phénomènes d'assèchement de tronçons de rivière dans le bassin de la Kwé Est en situation de basses eaux	37
Tableau 13 :	Evolution du risque d'apparition de phénomènes d'assèchement de tronçons de rivière dans le bassin de la Wajana en situation de basses eaux	38
Tableau 14 :	Évaluation de l'impact résiduel sur les eaux souterraines	39
Tableau 15 :	Évolution des superficies des bassins versants liés au projet minier	45
Tableau 16 :	Rivières potentiellement concernées par le projet minier et ses installations	54
Tableau 17 :	Évaluation de l'impact résiduel sur les rivières	62
Tableau 18 :	Évaluation de l'impact résiduel sur les plans d'eau	66
Tableau 19 :	Évaluation des impacts résiduels sur les eaux marines et côtières	73
Tableau 20 :	Distribution des groupements végétaux identifiés dans la région de référence du Grand Sud.....	77
Tableau 21 :	Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 1	80
Tableau 22 :	Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 3	83
Tableau 23 :	Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 4	86
Tableau 24 :	Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 5	91
Tableau 25 :	Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 6	93
Tableau 26 :	Formations végétales dans l'empreinte totale du projet minier	97
Tableau 27 :	Évaluation des impacts résiduels sur la biodiversité terrestre.....	104
Tableau 28 :	Évaluation des impacts résiduels sur le milieu humain	115
Tableau 29 :	Tableau récapitulatif des impacts résiduels du projet	122

ABREVIATIONS et ACRONYMES

ADEME	Agence [française] de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AEP	Alimentation en eau potable
AES	Aspects environnementaux significatifs
ANZECC	Australian and New Zealand Environment and Conservation Council
BS	Bassin de sédimentation
BSKN	Bassin de sédimentation de la Kwé
CDB	Convention pour la diversité biologique
CIM/MIA	Centre industriel de la mine
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
CNRT	Centre national de recherche technologique
Co	Cobalt
CO ₂	Gaz carbonique
COFIL	Comité de pilotage
COFRAC	Comité français d'accréditation
COV	Composés organiques volatiles
CPKE	Carrière de péridotite de la Kwé Est
CPVSKE	Carrière de péridotite de la verse de l'exercice minier
CR	Chemin rural
Db	Décibels
DENV	Direction de l'environnement de la province Sud
DRN	Direction des ressources naturelles (remplacée par la DENV)
EIE	Elément important de l'environnement
ESP	Emergency Stock Pile (stockage d'urgence)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FEL	Front End Loading
IBNC	Indice biotique de Nouvelle-Calédonie
IBS	Indice bio-sédimentaire
ICMM	International Council of Mining and Metals
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
INERIS	Institut international de l'environnement industriel et des risques
IRD	Institut de recherche pour le développement (ex ORSTOM)
LLDP	linear Low Density Polyethylene (polyéthylène linéaire à faible densité)
MES	Matières en suspension
MET	Microscopie électronique à transmission
MNT	Modèle numérique de terrain
MOCP	Microscopie optique par contraste de phase
NGNC	Nivellement général de la Nouvelle-Calédonie
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxyde d'azote
O ₃	Ozone

ONG	Organisation non gouvernementale
ORSTOM	Actuel IRD
PEHD	Polyéthylène de haute densité
POGES	Plan opérationnel de gestion des eaux de surface
POI	Plan opérationnel d'intervention
PPE	Périmètre de protection éloigné (d'un captage)
QHSSE	Qualité, hygiène, santé, sécurité et environnement
RAMSAR	Convention relative aux zones humides d'importance internationale
Rompad	Aire de stockage du minerai
SMBT	Stock de minerai basse teneur
SME	Système de management environnemental
SMLT	Stock de minerai long terme
So ₂	Dioxyde de soufre
UICN/IUCN	Union internationale pour la conservation de la nature
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UPM	Unité de préparation de minerai
VNC	Vale Nouvelle-Calédonie SAS
VS	Verse à stériles
VSKE	Verse à stériles de l'exercice minier

PREAMBULE

Le présent dossier est le **VOLET C** du Livret C de la demande d'autorisation d'exploitation minière du gisement de Goro par la Société VNC.

Livret C - Etude d'impact	
Volet A	Introduction - présentation du projet
Volet B	Analyse de l'état initial du site et de son environnement
Volet C	Analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement
Volet D	Justification du projet - raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu parmi les solutions alternatives envisagées
Volet E	Mesures mises en œuvre pour prévenir, supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement
Volet F	Analyse des méthodes utilisées pour suivre et évaluer les effets du projet sur l'environnement
Volet G	Résumé non technique
Volet H	Plan de remise en état à l'issue des travaux d'exploitation
Atlas cartographique	Cartes des volets A à H
Volet des annexes	Annexes des volets A à H

Les cartes et les annexes sont jointes au présent livret dans des dossiers séparés.

1 INTRODUCTION

L'analyse des effets de ce projet minier sur l'environnement présentée dans ce document porte sur la période 2012-2036 ce qui correspond à une séquence d'exploitation minière de 25 années. Par convention, les références à des numéros d'année (année n°1, 2,...,36) qui apparaissent dans les différents chapitres de ce volet F sont établies en considérant l'année 2012 comme l'année n°1.

La conception de l'étude d'impact a été guidée par le souci de proposer aux autorités, aux communautés et d'une manière générale au public, une vision la plus complète possible des perturbations potentiellement engendrées par le projet minier de VNC au cours d'une séquence de 25 année d'exploitation.

C'est pourquoi, il a été fait le choix de cumuler, notamment pour les thématiques les plus sensibles :

- L'impact potentiel des infrastructures relevant strictement du code minier (Infrastructures qui font l'objet de la présente demande d'autorisation) avec celles des aménagements non miniers relevant d'autres réglementations (ICPE, carrière) mais localisés dans l'emprise du projet minier ;
- L'impact des infrastructures déjà autorisées dans l'emprise du projet minier avec celui potentiellement engendré par les projets d'aménagements.

Par nature, les projets d'aménagements ne sont pas figés et verront nécessairement certaines de leurs caractéristiques évoluer au cours du temps en fonction de différents critères notamment techniques (liés aux retours d'expérience) et socio-économiques. Cela est en particulier le cas pour les aménagements non miniers pris en compte qui pourront potentiellement évoluer de façon significative au fur et à mesure de l'état d'avancement des études de conception.

Pour tenir compte de cette incertitude, l'approche retenue a été de considérer des emprises plutôt défavorables.

Bien évidemment, les projets non miniers définitifs feront ultérieurement l'objet de demandes d'autorisations spécifiques contenant une évaluation détaillée de leurs impacts au titre de la réglementation qui leur est applicable.

La liste des ouvrages pris en compte dans l'évaluation des impacts est présentée dans le Tableau 1. Elle est susceptible de varier en fonction de la thématique traitée. Dans ce cas, les ouvrages pris en compte dans l'évaluation des impacts seront précisés au début du paragraphe concerné.

L'appréciation des effets du projet sur l'environnement est réalisée à partir de la connaissance des différents enjeux environnementaux identifiés sur la zone d'étude au cours de la phase 'État initial de l'environnement' (volet B), des éléments importants de l'environnement (EIE) qui ont été formulés sur la base des enjeux environnementaux et sociaux suite aux consultations des populations et des administrations de Nouvelle-Calédonie, des connaissances bibliographiques et des retours d'expérience de projets ou d'aménagements similaires.

La nature et la source des impacts sont décrites pour chaque composante de l'environnement au cours des différentes phases du projet : phase de construction, phase d'exploitation et phase de remise en état et de fermeture. L'évaluation des impacts porte sur les ouvrages identifiés pour

chaque zone géographique dans le Tableau 1, elle intègre les impacts des infrastructures existantes sur la zone du projet.

Dès la conception du projet et au cours de son déroulement de nombreuses mesures de réduction des impacts potentiels ont été étudiées et intégrées. Elles sont mentionnées dans ce document et prises en compte dans l'évaluation des impacts résiduels. Les mesures d'atténuation et de compensation du projet minier sont développées dans le volet E du présent livret.

Les impacts décrits et évalués ci-après sont donc des impacts résiduels qui pourraient potentiellement survenir malgré la mise en place de mesures d'évitement et d'atténuation.

Les méthodes utilisées pour l'évaluation du niveau d'impact sont décrites dans le Volet F 'Méthodes'.

Tableau 1 : Ouvrages pris en compte pour l'évaluation des impacts

Zones	Composantes du projet
Zone 1 Parc à résidus de la Kwé Ouest	<u>Actuelles</u> <u>Objet de la demande</u> Les ouvrages de gestion des eaux de ruissellement de la zone Les zones de stockage des matériaux (Aire d'entreposage Nord et stock de matériaux impropre) <u>Autorisations spécifiques</u> Le parc à résidus (bassin, barrage, ouvrage de surverse, déversoir) de la Kwé Ouest Les ouvrages de gestion des eaux du parc à résidus (pompage, contrôle de qualité et rejet au milieu naturel) Les carrières d'emprunt de matériaux (carrière Audemard et carrière de Limonite Sud) Les installations temporaires pour la construction du parc à résidus (parking des engins, équipements et bureaux) <u>Futures</u> <u>Objet de la demande</u> La verse à stériles miniers (V6)- Ouvrage en option
Zone 2 Zone KO4	<u>Futures</u> <u>Autorisations spécifiques</u> La carrière de matériaux CPA1 et infrastructures associées Les ouvrages de gestion des eaux de la zone
Zone 3 Centre Industriel de la mine	<u>Actuelles</u> <u>Objet de la demande</u> La plate-forme de stockage du minerai alimentant l'unité de préparation du minerai UPM (Rompad) Le stock de minerai SM1 La verse à stériles SMLT <u>Autorisations spécifiques</u> L'unité de préparation du minerai (UPM) Les bureaux, les ateliers de maintenance et les parkings du Centre Industriel de la Mine (CIM) <u>Futures</u> <u>Objet de la demande</u> L'extension de la plate-forme de stockage du minerai (Rompad) Salle d'échantillonnage

Zones	Composantes du projet
Zone 4 Mine	<u>Actuelles</u> <u>Objet de la demande</u> La fosse d'extraction du plateau de Goro Les ouvrages de gestion des eaux de la fosse minière et le bassin de sédimentation de la Kwé Nord (BSKN) Les aires de stockage du minerai basse teneur – SMBT KN23 Les aires de dépôt de stériles miniers : VSKE, verse de l'exercice minier VSEM, SMLT et verses temporaires (V5, V4) La zone Cofremmi Zone d'emprunt de fer <u>Futures</u> <u>Objet de la demande</u> Extension de la fosse minière du plateau de Goro Verse V8 (ouvrage en option) <u>Autorisations spécifiques</u> Carrière VSKE Carrière Site 10
Zone 5 Pépinière et camp de géologie	<u>Actuelles</u> Plate-forme essai par pompage La pépinière Le camp de géologie
Zone 6 Routes pistes, corridors techniques et ouvrages de gestion des eaux	<u>Actuelles</u> <u>Objet de la demande</u> Les voies de circulation minière notamment la route d'accès à la mine) Les ouvrages de gestion des eaux de la mine Les pistes d'exploration existantes La déviation du CR10 La route de service qui longe les conduites transportant le minerai et l'eau brute <u>Autorisations spécifiques</u> Les conduites de transport d'eau brute, de minerai en pulpe et de résidus de traitements miniers <u>Futures</u> <u>Objet de la demande</u> Extension de la voie de roulage dans la fosse minière Extension de la voie de roulage entre l'unité de préparation du minerai, le bassin KO4 La nouvelle route d'accès à la mine et la verse V6 Les nouveaux bassins de sédimentation et ouvrages de gestion des eaux

2 MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS

 *Rappel : Les méthodes utilisées pour l'évaluation du niveau d'impact sont décrites en détail dans le Volet F 'Méthodes' du présent livret.*

2.1 IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS IMPORTANTS DE L'ENVIRONNEMENT

2.1.1 Préoccupations environnementales

Les consultations réalisées avant et pendant la phase pilote de mise en œuvre du projet industriel et minier de VNC ont permis de cerner les préoccupations environnementales majeures des populations locales et de l'administration de Nouvelle-Calédonie. Ces préoccupations ont été mises en relation avec les différentes composantes du projet, avec les principaux enjeux environnementaux mis en évidence dans l'étude de l'État des lieux' environnemental (volet B du livret C) et social (livret G) et confrontées au contexte réglementaire de Nouvelle-Calédonie et aux bonnes pratiques de gestion environnementale en matière d'activité minière.

Suivant l'évolution du projet global de VNC depuis juillet 2002 les préoccupations environnementales ont fait l'objet d'une évaluation et d'une réactualisation méthodiques. Ces préoccupations, ou composantes sensibles de l'environnement, sont regroupées par thématiques et appelées **Éléments importants de l'environnement (EIE)**.

L'élément important de l'environnement (EIE) est, par définition, une composante environnementale susceptible d'être affectée par le projet VNC. Il répond à une des conditions suivantes :

- L'EIE est un paramètre environnemental imposé par les réglementations applicables ou recommandées sur lequel porte l'évaluation des effets des installations ;
- L'EIE fait l'objet de préoccupations de la part des populations locales et/ou revêt une dimension internationale ;
- L'EIE a une valeur patrimoniale ou culturelle, en corrélation ou non avec sa valeur écologique.

Les EIE font l'objet d'un plan de gestion et de surveillance (sur la base d'indicateurs environnementaux) tout au long de la vie du projet, voire au-delà.

2.1.2 Identification des EIE

Le *Tableau 2* récapitule les EIE identifiés dans le cadre du projet VNC et qui font l'objet d'une évaluation d'impact environnemental. La justification de leur choix est détaillée dans le volet F 'Méthodes'.

Tableau 2 : Synthèse des EIE retenus pour l'évaluation des effets du projet minier VNC

EIE rassemblés par thème	EIE
Environnement atmosphérique	1. Qualité de l'air 2. Effet sur la santé humaine
Eaux douces et leur biodiversité	3. Disponibilité de la ressource en eau 4. Débit d'eau douce 5. Écosystèmes d'eau douce et leur biodiversité (poissons et invertébrés)
Eaux marines et côtières, lagon et sa biodiversité	6. Qualité des eaux marines et côtières 7. Biodiversité du lagon
Eaux souterraines	8. Qualité des eaux souterraines 9. Régime des eaux souterraines
Biodiversité terrestre	10. Formations végétales (forêt dense humide et rivulaire, maquis paraforestier, hydromorphe et de piémont) 11. Faune terrestre (hérapétofaune, myrmécfaune) 12. Avifaune
Environnement humain	13. Commodité du voisinage et paysage 14. Aspects macroéconomiques (territoire, province) 15. Aspects microéconomiques (communautés, tribus) 16. Aspects socioculturels

2.2 IDENTIFICATION DES NIVEAUX D'IMPACT RESIDUEL

La méthode utilisée pour évaluer et établir la priorité des impacts environnementaux du projet est décrite de façon détaillée dans le Volet F 'Méthodes' dans la section 4.3. Cette méthode est basée sur l'appréciation du niveau d'impact prévisible du projet sur chacune des composantes de l'environnement et, en particulier, sur les EIE en termes : d'**intensité**, d'**étendue** et de **durée**.

Les limites spatiales (étendue régionale, locale ou ponctuelle) et temporelles (durée longue, moyenne ou courte) de ces critères sont définies avec précision dans la section 4.3 du Volet F 'Méthodes'.

L'importance globale de l'impact, ou **niveau d'impact** (ici niveau d'impact **résiduel**) est déterminée en combinant ces trois critères (c'est-à-dire intensité, étendue et durée) et en utilisant une grille de détermination distinguant les niveaux suivants :

1. Impacts négatifs selon 3 niveaux : majeur, moyen, mineur ;
2. Impacts non significatifs ;
3. Impacts positifs.

Chaque niveau d'impact correspond à un code couleur. La matrice de croisement des critères intensité, étendue et durée pour l'évaluation de l'importance des effets négatifs résiduels du projet est rappelée dans le Tableau 5. L'élaboration de cette matrice est précédée par la constitution des

matrices préparatoires permettant d'obtenir le niveau de l'intensité des impacts résiduels et présentées dans le Tableau 3 et le Tableau 4.

Tableau 3 : Matrice valeur écosystémique/valeur socio-culturelle et patrimoniale

Valeur socio-culturelle & patrimoniale	Valeur écosystémique		
	Faible	Moyenne	Forte
Faible	Faible	Moyenne	Moyenne
Moyenne	Moyenne	Moyenne	Forte
Forte	Moyenne	Forte	Forte

Tableau 4 : Matrice grandeur/valeur de l'intensité de la perturbation

Grandeur	Valeur		
	Faible	Moyenne	Forte
Faible	Faible	Faible	Moyenne
Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Forte	Moyenne	Forte	Forte

Tableau 5 : Grille d'évaluation du niveau d'impact négatif résiduel

Critères			Importance
Intensité	Étendue	Durée	
Forte	Régionale	Longue Moyenne Courte	Majeure Majeure Majeure
	Locale	Longue Moyenne Courte	Majeure Modérée Modérée
	Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Majeure Modérée Mineure
Moyenne	Régionale	Longue Moyenne Courte	Majeure Modérée Modérée
	Locale	Longue Moyenne Courte	Modérée Modérée Mineure
	Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Modérée Mineure Mineure
Faible	Régionale	Longue Moyenne Courte	Modérée Modérée Mineure
	Locale	Longue Moyenne Courte	Modérée Mineure Mineure
	Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Mineure Mineure Mineure

3

IDENTIFICATION DES SOURCES D'IMPACT

Les impacts sont identifiés et évalués pour les périodes de construction, d'exploitation puis de fermeture (y compris de démantèlement des installations et le réaménagement des sites). Lorsque ces phases sont peu différenciées en termes d'impact dans le projet d'exploitation minière, l'exposé suivant ne les distingue pas systématiquement.

La **phase de construction** a commencé en 2002 et se poursuit encore actuellement pour l'aménagement d'ouvrages miniers (voies de roulage et de circulation, verse, ouvrages de gestion des eaux, etc....).

La **phase d'exploitation** de la mine a commencé par l'exercice minier depuis 2006. Depuis l'année 2012 l'exploitation est planifiée jusqu'à l'année 2036 et pourrait se poursuivre au-delà en fonction des ressources minières.

La **phase de fermeture** interviendra à la fin de l'exploitation avec le démantèlement des installations et la remise en état de l'ensemble des zones, mais la fermeture intègre également la réhabilitation/ revégétalisation qui s'effectue au fur et à mesure, des zones dont l'exploitation se termine.

Les impacts du projet sur l'environnement peuvent être qualifiés de directs ou indirects et/ou temporaires ou permanents (notion de durée - Cf. Volet F).

Les sources majeures d'impacts potentiels du projet varient selon ses différentes phases et résumées dans le Tableau 6. La nature des effets potentiels est ensuite détaillée dans les chapitres suivants.

Tableau 6 : Synthèse des sources majeures d'impact généré par le projet minier

Phases du projet	Opérations	Sources d'impact
Construction	Construction des corridors techniques - voies de circulation, pipes et équipements associés Construction des bureaux et ateliers du CIM, de la pépinière et du camp géologique Construction des ouvrages de gestion des eaux Aménagement d'aires de stockage et d'installations temporaires Autres infrastructures Exploitation des carrières Construction de parcs à résidus Construction de l'UPM	Terrassement, défrichage, manipulation des terres Prélèvement ou détournement d'eau Eaux de ruissellement chargées en MES Production de déchets et rejets de construction et rejets domestiques Utilisation et stockage de matières dangereuses ou polluantes Émissions gazeuses et de poussières (fonctionnement et mouvements du matériel) Bruit et vibrations Fréquentation accrue

Phases du projet	Opérations	Sources d'impact
Exploitation	Exploitation de la fosse minière et des carrières Exploitation des verses à stériles et des stocks de minerais Exploitation des parcs à résidus Exploitation de l'usine de préparation de minerai (UPM) Exploitation des pipes du corridor technique (fuel, eau brute, minerai et résidus) Exploitation des corridors de transport (voies de circulation et voies de roulage)	Défrichement, décapage et exploitation minière Prélèvement et détournement de cours d'eau Eaux de ruissellement et eaux d'exhaure de la fosse minière chargées en MES Modification des régimes hydrogéologiques et hydrauliques Infiltration d'eaux polluées dans les nappes souterraines Déversements accidentels de résidus Production de déchets Émissions gazeuses et de poussières Bruit et vibrations Pollution lumineuse Fréquentation accrue
Fermeture	Démantèlement des installations telles que l'UPM, les bureaux, les ateliers, les pipes Remodelage et aménagement des sites avant la revégétalisation Fermeture, réaménagement et mise en sécurité des fosses d'exploitation, des verses à stériles, des carrières, des sites de stockage temporaires de minerais et des parcs à résidus	Végétalisation Eaux de ruissellement chargées en MES Infiltration d'eaux polluées dans les nappes souterraines Déversements accidentels Production de déchets Émissions gazeuses et de poussières Bruit

4

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ATHMOSPHERIQUE

Les activités de construction tout comme les activités en phase d'exploitation et de fermeture-réhabilitation ont un effet direct sur l'environnement atmosphérique essentiellement par l'émission de gaz à effet de serre - notamment les gaz de combustion des hydrocarbures - et par le soulèvement de poussières.

4.1 EMISSIONS DE GAZ D'ÉCHAPPEMENT

L'impact potentiel sur la qualité de l'air est en grande partie directement lié aux gaz d'échappement des engins de chantier de la mine (**zones 1, 3 et 4**) et des carrières (**zone 1, 2 et 4**) et aux véhicules de transport qui empruntent les voies de circulation (**zone 6**). Les émissions proviennent également des groupes électrogènes utilisés par les entreprises pendant les travaux, puis à la mine pour le pompage des eaux d'exhaure et au niveau CIM.

4.1.1 Évaluation quantitative du trafic routier

Le trafic associé aux activités de VNC est dû pour la majeure partie :

- Au roulage minier depuis la fosse de la mine jusqu'à l'UPM (ROMpad) ;
- Aux travaux de construction et d'exploitation des verses et carrières ;
- A l'approvisionnement en matières premières du port vers le centre industriel de la mine (produits chimiques, carburant, consommables divers pour les engins, installations/équipements) ;
- Au transfert du personnel de la base-vie vers les lieux de production (centre industriel de la mine) ;
- A l'évacuation des déchets.

Les transports sont également source de nuisances sonores et lumineuses la nuit, et de risques d'accidents.

Le Tableau 7 présente une estimation moyenne des flux routiers liés au projet minier de VNC en phase d'exploitation.

Tableau 7 : Estimation des principaux flux de trafic routier associés à la mine

Type de transport	Voie de communication (1)	Base de calcul (2)	Trafic journalier estimé (nombre de mouvements par jour)	Trafic annuel estimé (nombre de mouvements par an)
Approvisionnement gazole (CIM)	Route du Port vers mine Kwé	Nombre de trajets par quart : 10	2	520
Approvisionnement consommable	Route Port - CIM	1 livraison par semaine	2	104
Transfert de personnel de la mine vers la base vie, la Plaine des Lacs et le port	Mine - Port	Pour les 4*3 : 1 navette AR 2 fois/j (sur 4 jours) Pour les 4*4 : 1 navette AR 2 fois/j 4 fois par semaine	8	2 496
	Mine - Base vie	Pour les 4*3 : 2 navettes AR 2 fois/j (sur 4 jours) Pour les 4*4 : 1 navette AR pour chaque relève de quart (2 équipes * 12 h), 7 jours/7	12	3 120
	Mine- Plaine des Lacs	Pour les 4*3 : 1 navette AR 2 fois/j (sur 4 jours) Pour les 4*4 : 1 navette AR pour chaque relève de quart (2 équipes * 12 h), 7 jours/7	8	2 288
Évacuation des déchets d'exploitation	Route col de l'antenne - CIM	10 000 tonnes annuels Véhicules de 15 t 4 jours travaillés/sem.	10	2 000
Roulage minier	Voie de roulage minier	Nombre de trajets	130	44 510
Total			172	55 038

Source VNC, 2012

AR = Aller/Retour

(1) Route des Crêtes = route du parc à résidus jusqu'au CIM

(2) Le trafic journalier est déduit du trafic annuel et inversement selon la base de calcul indiquée

4.1.2 Nature et émission des gaz d'échappement

Les gaz d'échappement sont constitués de monoxyde de carbone (CO), oxydes d'azote (en particulier NO₂), oxydes de soufre (SO₂), composés organiques volatiles (COV) comme les benzènes et xylènes, particules et hydrocarbures. Le NO₂ associé aux COV se transforme en ozone (O₃) sous l'effet du soleil. Il est la cause de problèmes respiratoires lorsqu'il s'accumule en nuages bas essentiellement en milieu urbain.

Les émissions de gaz d'échappement des engins mobiles sont présentes sur l'ensemble du site minier et plus particulièrement sur les chantiers en construction (**zone 1 et 3**), dans la fosse minière (**zone 4**) et sur les voies de circulation (**zone 6**). Le niveau de ces rejets est lié à la qualité et à la consommation du carburant ainsi qu'aux techniques de combustion et de filtration et à l'état et la bonne maintenance des engins.

Des émissions diffuses de composés organiques volatiles peuvent s'échapper localement des cuves de stockage du gazole dédié à l'alimentation des engins de la mine dans la zone du CIM (**zone 3**).

L'émission de gaz est un évènement sporadique produisant un effet temporaire sur la qualité de l'air jusqu'à dissipation dans l'atmosphère du nuage émis.

4.1.3 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels liés à l'émission des gaz d'échappement sont détaillées dans le volet E de ce livret. Les principales mesures sont reprises ci-dessous :

- L'entretien et le suivi des véhicules de la mine, de ceux des sous-traitants et des groupes électrogènes (**M2-1**) ;
- la réduction des transports (**M2-10**), notamment en favorisant le transport en commun du personnel sur site (bateau, navettes) et en transportant son minerai dans des conduites sous forme de pulpe.

4.2 EMISSIONS DE POUSSIÈRES

Les poussières générées par l'activité minière sont généralement issues des matériaux manipulés dans le cadre de l'exploitation et par le roulage des engins. Elles peuvent avoir des spécificités liées à leur nature (fibreuse ou non). En moindre quantité, les émissions de poussières peuvent également être issues des résidus de raffinage stockés dans le parc à résidus.

4.2.1 Les poussières les plus courantes

Les envols de poussière sont des événements sporadiques liés au trafic (roulage de minerai et de matériaux, transport de personnel), au fonctionnement des engins de chantier et de la mine, aux activités de terrassement, aux opérations de déchargement et de transfert du minerai et à la manutention de matériaux de construction. Ces émissions sont localisées particulièrement au niveau des zones suivantes :

- ZONE 3 : avec les opérations de manutention, le concassage (mobile) des rejets de l'UPM, limitées aux abords des stocks de minerai et de l'UPM. Si le soulèvement de poussières est intense et fréquent il peut avoir des conséquences sur la santé du personnel. Il est à noter que le conditionnement du minerai est réalisé en phase humide pour limiter ces émissions ;
- ZONES 1, 2 et 4 : avec l'exploitation des carrières rocheuses et latéritiques et la création du déversoir du parc à résidus en zone rocheuse. L'utilisation ponctuelle d'explosifs (fosse minière et carrières) est à l'origine de bruit, vibrations et d'abondantes poussières, notamment pendant le forage ;
- ZONES 4 et 6 : avec le minage de la fosse minière (manutention et roulage du minerai).

L'ensemble des poussières est potentiellement chargé en métaux (nickel, cobalt, chrome, etc.), surtout les poussières les plus fines (PM10).

Les conditions d'envol et de retombées des poussières dépendent des conditions atmosphériques (humidité et vent). Les retombées sont généralement rapides et l'aire d'influence se trouve limitée aux abords de la source émettant de la poussière.

Les effets concernent le milieu naturel et la santé du personnel :

- En bordure des voies de circulation non revêtues et des travaux miniers ou de carrières, les particules soulevées se déposent sur les feuilles des végétaux, réduisant les capacités de photosynthèse et colmatant temporairement les stomates des feuilles (respiration).

Néanmoins les conditions climatiques du Sud calédonien, avec une pluviométrie importante, jouent un rôle positif en réduisant les quantités soulevées et en "lessivant" la végétation. L'effet des poussières M7 devient donc temporaire (jusqu'à la prochaine pluie). Il convient de noter qu'une étude réalisée par l'IAC relative à l'impact potentiel des poussières sur la végétation est en cours au niveau de la zone 3.

- L'inhalation des poussières chargées en métaux peut avoir une incidence sur la santé des travailleurs, notamment les poussières de nickel qui provoquent des allergies ainsi que des irritations des voies respiratoires et favorisent les bronchites chroniques.

Des stations de mesures de la qualité de l'air sont localisées sur des sites potentiellement sensibles pour la population (zones d'habitations et base vie) ou pour la végétation (réserves naturelles et forêt). Leur implantation est guidée par le suivi de l'impact des émissions de l'usine hydro-métallurgique.

4.2.2 Les poussières chargées en matériaux fibreux

Sur les massifs de péridotites en Nouvelle-Calédonie, la présence potentielle de matériaux fibreux, en particulier de fibres d'amiante, est évaluée avec une probabilité moyenne. La présence de fibres d'amiantes dans ce matériau est occasionnelle et dispersée. Les plus fortes probabilités sont localisées au contact des zones métamorphiques et dans les lames de serpentinite.

L'amiante naturelle n'est nocive que sous forme de fibres sèches circulant dans l'atmosphère et pouvant être inhalées. Le standard d'exposition de l'amiante en Nouvelle-Calédonie est indiqué dans la réglementation relative à la protection des travailleurs contre ces risques¹. Le seuil d'exposition réglementaire est de 0,1 fibre/cm³ (100 fibres/litre) sur 8 h de travail.

Lors des travaux de construction de la route du col de l'Antenne, la possibilité d'exposition des travailleurs à des poussières contenant des fibres de chrysotile (amiante blanc), a conduit VNC à assurer un suivi particulier de la teneur des fibres d'amiante dans l'air.

Un plan de contrôle de toutes les zones d'activités a été mis en place (*voir volet F 'Méthodes' section 2.1.2.1*) ; il est assorti d'un suivi de la concentration en fibres (prélèvements individuels et air ambiant) réalisé lors de travaux ou d'interventions sur les matériaux contenant potentiellement de l'amiante.

Les résultats du suivi montrent que le risque d'exposition aux poussières d'amiante est faible sur le site minier. Le risque sanitaire est donc acceptable au regard des résultats annoncés. Il ne peut concerner que les travailleurs sur le site minier de Goro et non pas les populations, les zones d'habitation ou fréquentées par le public étant situées à une distance trop importante du site minier.

4.2.3 Les poussières du parc à résidus et les aménagements liés (zones 1)

Remarque : les effets potentiels engendrés par les parcs à résidus sont particulièrement approfondis dans les études d'impact effectuées dans le cadre des autorisations d'exploiter ICPE 'Aire de stockage des résidus'² (déjà réalisées), néanmoins le sujet est mentionné ici en raison de la localisation de l'aire de stockage de la Kwé Ouest dans le périmètre de l'exploitation minière.

¹ Délibération de la commission permanente n° 211/CP du 15 octobre 1997

² Etude d'impact de l'aire de stockage de résidus de la Kwé Ouest ; installation autorisées par l'arrêté d'exploitation n° 466-2008-PS du 9 octobre 2008

Durant la phase de construction du parc à résidus de la Kwé Ouest (**zone 1**), les poussières émanant de la construction du barrage et de son déversoir, des carrières en exploitation et du trafic routier sont les principales sources de pollution particulaire.

Durant la phase d'exploitation les émissions atmosphériques à partir des résidus stockés dans le parc seront très faibles. Le niveau superficiel des boues stockées dans le parc à résidus va se consolider à moyen terme. Le procédé de dépôt en plages des résidus favorise le dessèchement des matériaux. Une fois sèche la fine couche pelliculaire peut-être sujette à l'action éolienne, entraînant l'envol de fines poussières en particulier vers les forêts voisines (en particulier la petite forêt résiduelle S2 située en bordure Nord-Ouest du parc à résidus de la Kwé Ouest (Cf. Carte 20). Les résidus issus du procédé hydro-métallurgique sont composés en grande partie de gypse et de fer. La concentration des poussières sera à l'image des matériaux stockés dans le bassin et donc plus chargée en fer et en gypse mais aussi en aluminium et silice que les poussières issues du sol en place.

En raison de l'humidité importante du matériau, de l'arrivée continue de résidus dans l'aire de stockage et de la pluviométrie importante et régulière du secteur, la gravité de l'effet peut être considérée comme faible. Le secteur concerné est relativement restreint aux abords immédiats des parcs.

4.2.4 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels liés à l'envol des poussières sont :

- Mesures générales de gestion environnementale visant la réduction des émissions atmosphériques (**M2-1**), notamment l'application d'une émulsion (procédé anti-poussière : Dust-A-Side) visant à diminuer l'émission de poussière par les engins miniers empruntant les voies de roulage ;
- Mesures spécifiques au risque lié à la présence de matériaux fibreux (**M2-2**) et à la régulation du trafic routier (**M2-10**) ;
- Mesures liées à la constitution du parc à résidus et à son recouvrement par de la terre végétale en fin d'exploitation (**M4-1**) ;
- Mesures liées aux opérations de fermeture et de réhabilitation (**M6**).

Ces mesures sont développées dans le Volet E du présent livret.

4.3 ÉVALUATION DES EFFETS RESIDUELS SUR L'ENVIRONNEMENT ATMOPHERIQUE

Les impacts résiduels générés par l'exploitation minière sur la qualité de l'air sont localisés à l'intérieur même du bassin de la Kwé à proximité des voies de circulation et des zones d'activité. Les émissions de gaz d'échappement contribueront faiblement à la détérioration de la qualité de l'air local et régional et au climat global par l'émission de gaz à effet de serre (Cf. *Chapitre 2.1.2 Tendances régionales du changement climatique volet B*).

En période de construction et d'exploitation, les émissions de gaz d'échappement et les poussières toucheront principalement les personnes travaillant sur le site à proximité des chantiers

(personnel). Ils seront exposés aux émissions directes des véhicules et des soulèvements de poussière lors des travaux. La végétation aux abords immédiats des voies de circulation et des sites d'activité sera affectée temporairement par les émissions de gaz d'échappement et par le dépôt des poussières.

La pluviométrie importante et régulière du secteur et les mesures d'atténuation (Cf. paragraphes 4.1.3 et 4.2.4) appliquées réduisent globalement l'intensité des effets du projet sur la qualité de l'air.

La présence potentielle de matériaux fibreux émis lors des terrassements dans certaines formations géologiques (excavation de la roche mère et de ses pinacles rocheux) peut entraîner localement une perturbation de la qualité de l'air. L'envol possible de poussières de résidus renforce faiblement les impacts résiduels en phase d'exploitation. Les mesures de prévention prises par VNC concernant cette thématique sont décrites dans le volet E du présent livret.

En période de fermeture, les émissions de gaz d'échappement et de poussières seront sensiblement réduites par la diminution des activités sources d'émissions atmosphériques.

L'importance des effets résiduels du projet sur la qualité de l'air est donc évaluée comme mineure à modérée selon les phases du projet (Cf. Tableau 8).

Tableau 8 : Évaluation des impacts résiduels sur la qualité de l'air

			Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation	Valeur écosystème	Valeur socio-culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
EN PHASE DE CONSTRUCTION									
Qualité de l'air	Émissions de gaz d'échappement dues aux transports, roulages et au fonctionnement des groupes électrogènes Soulèvement de poussières sur les voies de circulation et surfaces non revêtues, pendant les opérations de terrassement, manipulation des terres, construction et minage des carrières de roches massives Présence potentielle d'amiante dans les formations terrassées pour les travaux (col de l'antenne)	M2-1 Réduction des émissions atmosphériques (arrosage, utilisation de procédé anti-poussières...) M2-2 Mesures spécifiques liées au risque d'amiante (masque de protection, utilisation d'EPI spécifiques) M2-10 Régulation du trafic routier (transport en commun)	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
EN PHASE D'EXPLOITATION									
Qualité de l'air	Émissions de gaz d'échappement dues aux transports, au fonctionnement des engins de la mine et des groupes électrogènes Soulèvement de poussières sur les voies de circulations non revêtues, pendant les opérations de minage dans la fosse minière, pendant le minage des carrières de roches massives Présence potentielle d'amiante (fond de fosse minière)	M2-1 Réduction des émissions atmosphériques (arrosage, utilisation de procédé anti-poussières, entretien des machines...) M2-2 Mesures spécifiques liées au risque d'amiante (masque de protection, utilisation d'EPI spécifiques) M2-10 Régulation du trafic routier (transport en commun, navette maritime)	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
EN PHASE DE FERMETURE									
Qualité de l'air	Émissions de gaz d'échappement dues aux transports et au fonctionnement des groupes électrogènes Soulèvement de poussières sur les voies de circulation non revêtues, pendant les opérations de remodelage et recouvrement par une couche de terre végétale Envol de poussières du parc à résidus	M2-1 Réduction des émissions atmosphériques (arrosage, utilisation de procédés anti-poussières, entretien des machines...) M2-2 Mesures spécifiques liées au risque d'amiante (masque de protection, utilisation d'EPI spécifiques) M2-10 Régulation du trafic routier (Transport en commun) M5-1 Conception du parc à résidus et suivi du barrage M7 Opérations de fermeture et de remise en état (revégétalisation des zones dénudées)	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible	Locale	Courte	Mineure

5

IMPACT SUR LES EAUX CONTINENTALES

5.1 IMPACT SUR LES EAUX SOUTERRAINES

5.1.1 Méthodologie d'évaluation des perturbations des écoulements souterrains

La grandeur, l'étendue et la durée des perturbations hydrogéologiques ont été évaluées à l'aide d'outils de modélisation représentant le fonctionnement des nappes dans le secteur d'étude. La stratégie retenue a été de faire construire 3 modèles mathématiques par 2 bureaux d'études différents selon une méthode en double aveugle. Sur la base du même jeu de données, chaque bureau d'études a défini, de façon indépendante, un modèle conceptuel de fonctionnement des hydro-systèmes et a construit une représentation mathématique de ce schéma.

Chaque bureau d'études a utilisé un code de calcul différent : FEFLOW et MODFLOW. Ces codes sont les 2 standards mondiaux largement reconnus et utilisés, notamment dans le domaine minier, pour établir des impacts environnementaux à l'échelle régionale.

Au regard de la complexité inhérente à ce contexte hydrogéologique, des simplifications et des hypothèses de travail ont dû être faites. L'approche retenue par chaque bureau d'études a consisté à généralement choisir les conditions les plus contraignantes de façon à obtenir une évaluation conservatrice des impacts. Les résultats présentés dans ce chapitre doivent donc être considérés comme pessimistes.

Le calage des modèles et les simulations ont été réalisés en 2 phases :

- Phase 1 : régime permanent (le modélisateur simule un fonctionnement moyen annuel ou pluriannuel) ;
- Phase 2 : régime transitoire (le modélisateur tente de reproduire les variations saisonnières observées sur les nappes et les rivières en fonction du temps. A chaque pas de temps de calcul, par exemple mensuel, un état de la nappe est simulé).

Au cours de ces 2 phases, seuls les aspects quantitatifs ont été investigués. L'évaluation des perturbations porte sur :

- L'évolution des niveaux et des directions d'écoulement des eaux souterraines ;
- L'évolution des niveaux d'eau dans les principaux lacs et dolines de la zone d'étude ;
- L'évolution du débit de base et d'étiage de la Kwé et des rivières voisines.

Les impacts potentiels du parc à résidu de la Kwé Ouest sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines ont déjà fait l'objet d'une évaluation dédiée qui a été réalisée dans le cadre réglementaire des ICPE.

5.1.1.1 Présentation des modèles

 Pièces graphiques – Carte C27– Présentation des limites des modèles hydrogéologiques

Les différentes phases de construction des modèles et de simulations ont fait l'objet de rapports intermédiaires (Artelia, 2012, 2013a, 2013b ; Hydriat, 2012, 2013). Les rapports finaux (Artelia, 2014 et Hydriat 2014) présentant l'ensemble de la démarche ainsi que l'ensemble des résultats obtenus sont fournis sur le CD de données joint au dossier.

Une synthèse des principales caractéristiques des modèles est proposée ci-après. Une comparaison détaillée des modèles est présentée dans un rapport (VNC, 2014) sur le CD de données joint au dossier. Les limites géographiques des zones modélisées sont présentées à la carte C27.

5.1.1.1.1 *Modèle MODFLOW*

Les limites géographiques retenues pour le modèle sont :

- Au Nord, la bordure Sud de la Plaine des Lacs comprises entre le Grand Lac et la rivière Kwé Binyi. Cela inclut le lac en long et le trou du Tahitien ;
- A l'Ouest, une partie des bassins de Kaori, Kadji et creek de la baie Nord ;
- Au Sud, une partie des bassins de Kû Mwa Nirê, de Trou Bleu, de la Kwé principale, le creek de la crête Sud et la rivière Truu ;
- A l'Est, une partie de la Kwé Binyi, la rivière Wajana et le trait de côte jusqu'à l'embouchure de la rivière Truu.

Ce secteur de 80,67 km² englobe l'ensemble du bassin de la Kwé, le Trou du Tahitien, le lac en long, le lac Goro Sud, Xere Wapo et Robert. 5 bassins endoréiques sont inclus : creek de la Plaine des Lacs, bassin amont de la Kwé Est, Entonnoir, Cascade (ancienne mine des japonais) et le bassin endoréique de la Kwé Ouest.

Le modèle est constitué de 3 couches, représentant de haut en bas, l'unité hydrogéologique des latérites (la transition incluse), la nappe des saprolites et le bedrock fissuré/altéré.

L'ensemble des limites et des rivières prises en compte correspondent à des conditions aux limites de type drain ou de type étanche. Les axes de drainage des systèmes pseudo-karstiques présents sur la zone modélisée sont représentés à l'aide d'une condition aux limites spéciale. Le calage du modèle est réalisé à l'aide d'une approche semi-automatisée basée sur la mise en œuvre du logiciel PEST.

5.1.1.1.2 *Modèles FEFLOW*

La zone d'étude a été découpée en 2 modèles : le modèle KO4 et le modèle FM25. Les limites géographiques retenues pour le modèle FM25 sont :

- Au Nord, une partie de la Plaine des Lacs comprises entre l'endoréique du creek de la Plaine des Lacs et la rivière Kwé Binyi. Cela inclut le lac en long ;
- A l'Ouest, la limite naturelle de partage des eaux souterraines entre les rivières KO5 et KN1 (secteur SMLT), la rivière Kwé Nord jusqu'à sa confluence avec la KN1 ;
- Au Sud, le creek de la crête Sud et la ligne de crête marquant la limite géographique du bassin Cascade ;
- A l'Est, une partie de la Kwé Binyi et de la rivière Wajana.

La zone modélisée représente 28 km² et englobe l'ensemble du bassin de la Kwé Nord et de la Kwé Est, le Trou et les lacs Goro Sud, Xere Wapo et Robert. 3 bassins endoréiques sont inclus : creek de la Plaine des Lacs, bassin amont de la Kwé Est et Entonnoir.

Pour le modèle KO4, les limites retenues sont :

- Au Nord, la bordure Sud de la Plaine des Lacs comprise entre le Grand Lac et l'ancienne piste d'aérodrome ;
- A l'Ouest, la partie amont des bassins de Kaori, Kadji et creek de la baie Nord ;
- Au Sud, la partie amont des bassins de Kû Mwa Nirê, de Trou Bleu et de la Kwé principale ;
- A l'Est, la rivière Kwé et la rivière KN1.

La zone modélisée fait 34 km². Elle englobe l'ensemble du bassin de la Kwé Ouest et une partie du bassin de la KN1. 2 bassins endoréiques sont tout ou partie inclus : le bassin du creek de la Plaine des Lacs et le bassin endoréique de la Kwé Ouest.

Les 2 modèles (KO4 et FM25) comprennent 4 couches représentant de haut en bas l'unité hydrogéologique des latérites, la nappe des saprolites, le bedrock fissuré/altéré et le bedrock sain. En matière de géométrie, la principale différence avec le modèle Modflow est que la couche de transition est ici affectée à l'aquifère principal.

L'ensemble des limites et des rivières prises en compte correspond à des conditions aux limites de type drain ou de type étanche. Les axes de drainage des systèmes pseudo-karstiques présents sur la zone modélisée sont représentés à l'aide d'une condition aux limites spéciales.

5.1.1.2 Aménagements miniers pris en compte

Les aménagements miniers pris en compte sont les suivants (Figure 10) :

- Parc à résidus de la Kwé Ouest ;
- Projet de carrière de péridotite de la VSKE (CPVSKE) ;
- Projet de verse à stériles SMLT ;
- Verse à stériles VSKE ;
- Fosse minière du plateau de Goro ;
- Projet de carrière de péridotite CP-A1 ;
- Projet optionnelle de verse à stériles V6 ;

En complément, le bassin de KO4 a fait l'objet d'un traitement particulier. En effet, au cours des 25 prochaines années, ce secteur pourrait être potentiellement concerné par le développement de projets d'aménagements.

Par conséquent, sans préjuger de leur nature effective, il a été décidé de considérer que ces aménagements pourraient potentiellement couper totalement la recharge des nappes d'eau souterraine en fond de vallée. Autrement dit, il a été considéré que les pluies futures qui allaient tomber au droit du bassin KO4 ne pourraient plus s'infiltrer tout ou partie et iraient alimenter le ruissellement.

Cette hypothèse de travail conduit à une évaluation conservatrice des impacts hydrogéologiques potentiels dans le bassin de la Kwé Ouest.

Afin de simplifier l'évaluation des impacts, seule l'emprise de la fosse minière évolue en fonction du temps. Son creusement est représenté :

- En 6 étapes dans le modèle FM25 : Années 1 à 5, années 6 à 7, années 8 à 9, années 10 à 14, années 15 à 19, et années 20 à 25.
- En 5 étapes dans le modèle MODFLOW : années 1 à 6, années 7 à 9, années 10 à 14, années 15 à 19 et années 20 à 25

Pour les autres aménagements (Imperméabilisation du bassin KO4 compris), il est considéré que leur stade maximal de développement (qui correspond à un impact potentiel maximum) est atteint dès la première année de simulation (année 1).

5.1.1.3 Hypothèses de calcul retenues

Les hypothèses de calcul suivantes ont été retenues :

- La fosse minière est supposée parfaitement drainante (la fosse draine librement les eaux souterraines lorsque le niveau d'eau souterraine recoupe la surface topographique de creusement) et imperméable à la recharge par les pluies (au droit de la fosse, la pluie ne peut pas alimenter les eaux souterraines) ;
- En fin d'exploitation, la fosse est laissée en l'état (drainage permanent des eaux souterraines et pas de recharge des nappes). Aucun scénario de remblaiement de la fosse n'est considéré ;
- Les carrières, les verses à stériles, le parc à résidu de la Kwé Ouest et le bassin KO4 sont considérés comme des zones imperméabilisées sur lesquelles la recharge des eaux souterraines par les pluies est nulle.

Les recharges utilisées dans les différents modèles sont les suivantes :

- Modèle KO4 : 40% de la Pluie efficace (Peff) dans les zones plates, 35% Peff dans les crêtes, 30% Peff dans les versants de vallée et 100% Peff dans les bassins endoréiques.
- Modèle FM25 : 24% de la pluie totale (soit environ 36% de la pluie efficace)
- Modèle MODFLOW : 100% Peff

Cette diversité des valeurs de recharge reflète l'évolution des connaissances au cours du processus de modélisation qui s'est étalé entre 2011 et 2014. Le modèle FM25 qui a été le premier à être finalisé a utilisé les deux seules études disponibles à l'époque en matière de recharge (Golder, 2002 et Golder 2008). Le modèle KO4 et le modèle Modflow ont bénéficié d'une étude de la recharge plus récente (A2EP, 2012) basée sur la réalisation de bilans d'eau établis sur différents bassins versants grâce aux données débitométriques disponibles et à la mise en œuvre d'un modèle pluie-débit.

Pour le modèle KO4, une analyse de sensibilité a été conduite pour la recharge. 2 cas ont été examinées durant la phase de calage et ce en fonction du comportement envisagé pour les chaînons rocheux :

- Hypothèse 1 : les chaînons rocheux sont des zones privilégiées d'infiltration. La recharge au droit des chaînons rocheux pourrait correspondre à 65 % de la pluie efficace ;
- Hypothèse 2 : les chaînons sont des zones d'infiltration standard. La recharge correspond à 35 % de la pluie efficace.

L'hypothèse de recharge n°2 a été retenue pour l'évaluation des impacts présentée dans ce document. Il s'agit du scénario le plus défavorable en matière d'alimentation des eaux souterraines et par conséquent celui qui engendrera l'impact le plus fort sur le fonctionnement des rivières, les surfaces imperméabilisées par les aménagements miniers étant pour l'essentiel situées dans les zones plates (plateau et bassins) (Tableau 9). En 2013, les chaînons rocheux représentaient 30 % des superficies non imperméabilisées. Ce ratio passe à plus de 40 % en 2036. La contribution des chaînons en matière d'alimentation des eaux souterraines va donc devenir de plus en plus importante au fur et à mesure du développement des aménagements miniers.

Tableau 9 : Evolution des surfaces contributives à la recharge des eaux souterraines, 2013–2036

Superficie exprimée en %	Situation 2013	Situation 2036
chaînon rocheux non imperméabilisé	26	24
chaînon rocheux imperméabilisé	2	4
plateau non imperméabilisé	61	32
plateau imperméabilisé	11	40

Pour MODFLOW, le modélisateur a pris le parti de laisser le modèle définir la recharge et les paramètres hydrodynamiques nécessaires pour honorer les observations piézométriques. L'excédent de pluie est automatiquement éliminé par le modèle au travers d'une condition aux limites de drainage appliquée en surface du modèle. Cette décision a été guidée par les observations piézométriques qui montrent que l'aquitard latéritique se recharge plus vite qu'il ne se vidange et qu'il finit par déborder en cas de pluies répétées.

Cette méthodologie présente l'avantage de permettre la mise en œuvre d'un vrai processus de validation du modèle MODFLOW à l'aide des données débitmétriques disponibles pour différentes rivières et creeks. Cela n'est pas possible notamment pour le modèle KO4 puisque ce dernier utilise une valeur de recharge issue du calage d'un modèle hydrologique à l'aide des données débitmétriques disponibles.

Du fait de cette conceptualisation particulière de la recharge, les impacts simulés par le modèle MODFLOW peuvent être considérés comme moins conservateurs que ceux évalués par les 2 modèles FEFLOW. En effet, les différents aménagements miniers vont induire une baisse des niveaux piézométriques soit par effet de drainage soit par imperméabilisation de larges secteurs. Cette baisse va entraîner une diminution du nombre de jours où l'aquitard latéritique est en phase de débordement. Mécaniquement, cela aboutit à une augmentation de la recharge que va laisser entrer le modèle MODFLOW dans l'aquitard.

5.1.1.4 Scénario de changement climatique

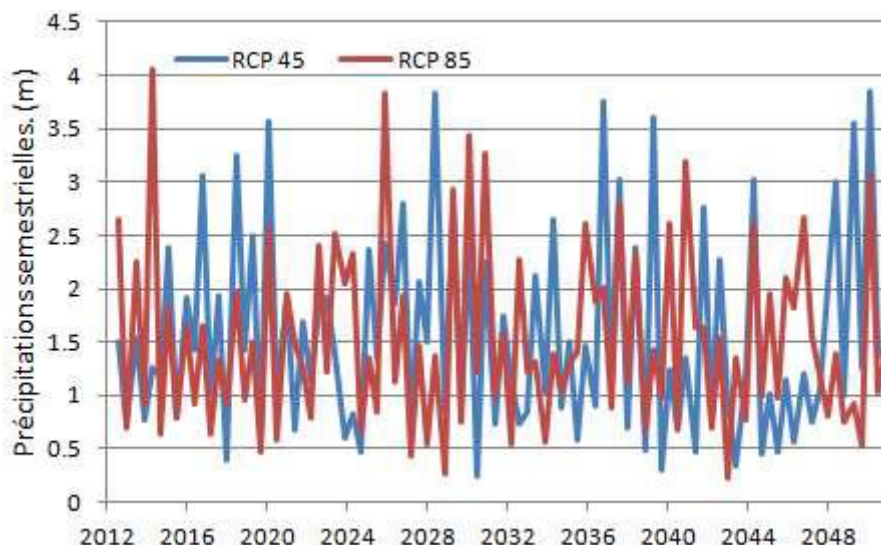
 Se référer au CD de données: Note descriptive des fichiers d'informations issues de modèles de scénarios (Météo France, 2012)

Des phénomènes de changement climatique ont été pris en compte dans les simulations d'impact hydrogéologique sur la période 2014-2050. Météo France a été en mesure de fournir des précipitations semestrielles probabilistes simulées avec le modèle IPSL-CM5A-LR de l'Institut Pierre-Simon Laplace dans le cadre du projet CMIP5 (5ème rapport du GIEC). Ce modèle a été sélectionné pour sa représentation raisonnable des phénomènes influençant le climat de la Nouvelle-Calédonie, à savoir la Zone de Convergence du Pacifique Sud (ZCPS) et El Niño Oscillation Australe (ENSO).

La résolution de ce modèle est de 400 km environ. Les simulations ont été ajustées selon une méthode de descente d'échelle pour la Nouvelle-Calédonie (Cavarero, et al. 2012) en prenant comme référence la série de précipitations de la station de Yaté Usine entre 1960 et 2008. Les 2 scénarios proposés sont les suivants (Figure 1) :

- le scénario le plus pessimiste RCP 85 qui combine une forte croissance démographique, une relativement faible croissance des revenus moyens, avec peu d'évolution technologique, conduisant à long terme à une forte demande énergétique, et à de fortes émissions de gaz à effet de serre en l'absence de politique de lutte contre le réchauffement climatique ;

- un scénario plus optimiste RCP 45, faisant l'hypothèse d'émissions de gaz à effet de serre continuant à croître jusqu'en 2050, puis diminuant ensuite.



Source : Météo France, 2012

Figure 1 : Secteur Sud de la Nouvelle Calédonie : précipitations probabilistes selon 2 scénarios de changement climatique

Dans les 2 cas, les pluies annuelles des 50 prochaines années ne devraient pas évoluer en cumul par rapport aux précipitations du passé. En revanche, la distribution intra annuelle devrait être modifiée avec des pluies plus intenses en période humide et plus rares en période sèche.

Du point de vue de l'alimentation des nappes d'eau souterraine, les périodes de fortes pluies sont moins efficaces que les périodes de pluies moyennes, du fait notamment de ruissellements plus importants. Une baisse de la recharge est par conséquent potentiellement attendue par rapport à la période actuelle.

Pour le calcul des pluies efficaces, il a été fait l'hypothèse que l'évapo-transpiration (ETP) n'allait pas évoluer par rapport à la situation actuelle.

5.1.2 Identification des perturbations hydrogéologiques théoriques

Une liste de perturbations est proposée sans considération sur leur probabilité d'apparition et l'intensité de leur effet. L'objectif est simplement de répertorier l'ensemble des changements hydrogéologiques (et leurs répercussions sur les rivières, les lacs et les zones humides) qui pourraient en théorie se mettre en place suite à la construction des différents aménagements miniers. L'évaluation de la grandeur, de l'étendue et de la durée de chaque perturbation est réalisée dans un second temps au paragraphe 5.1.3.

Cette phase d'identification est présentée selon la logique géographique qui a prévalu lors de la construction des modèles FEFLOW. Deux secteurs sont donc considérés : le secteur KO4 et le secteur FM25.

Le secteur KO4 comprend toute la bordure méridionale de la Plaine des Lacs comprise entre le Grand Lac et le bassin du creek de la Plaine des Lacs, le bassin de la Kwé Ouest, les rivières Kaori et Kadji ainsi que le secteur de Port Boisé situé en rive gauche de la Kwé principale (Trou Bleu et Kû Mwa Nirê).

Le secteur FM25 comprend la partie Sud Est de la Plaine des Lacs, les bassins de la Kwé Nord et de la Kwé Est, la Kwé Binyi, la Wajana ainsi que l'ensemble des rivières et des bassins endoréiques situés au Sud et au Sud Est de la future fosse minière (creek de la crête Sud, Entonnoir, bassin de l'ancienne mine des Japonais et rivière Truu).

5.1.2.1 Présentation des perturbations théoriques

 Se référer aux cartes C16 et C17

D'un point de vue hydrogéologique, la création d'une fosse minière ou d'une carrière va avoir le même effet qu'un pompage permanent sur les écoulements souterrains (effet de drainage des nappes). Le drainage des nappes par la fosse va engendrer un rabattement des niveaux piézométriques (à la fois dans l'aquitard latéritique et l'aquifère saprolitique) et une modification des gradients hydrauliques qui va se propager radialement par rapport à l'aménagement au cours du temps. Ce drainage peut potentiellement avoir des conséquences permanentes ou saisonnières sur les lacs et les rivières situés dans la zone d'influence de la fosse minière. Plus la fosse ou la carrière sera profonde et étendue, plus les perturbations hydrogéologiques et hydrologiques pourront être importantes.

Les perturbations théoriques d'une fosse minière ou d'une carrière sont les suivantes (Cartes 16 et 17) :

- Perturbation théorique n° 1 : modification des écoulements souterrains (diminution des niveaux piézométriques, modification des directions d'écoulement et des gradients hydrauliques) ;
- Perturbation théorique n° 2 : modification de la relation hydraulique entre les nappes (notamment l'aquitard latéritique) et les lacs et zones humides pouvant entraîner une baisse des plans d'eau, voire un assèchement saisonnier ou permanent pour les cas les plus aigus ;
- Perturbation théorique n° 3 : déplacement, voire disparition des limites naturelles de partage des eaux souterraines. Un simple déplacement peut entraîner le déclenchement des perturbations de type 4. La disparition de limites naturelles de partage des eaux dans les chaînons rocheux crée des connexions saisonnières ou permanentes entre des bassins versants qui étaient auparavant indépendants. Ces connexions peuvent profondément modifier le fonctionnement hydrogéologique et hydrologique des bassins versant concernés ;
- Perturbations théoriques n° 4 : modification de la contribution totale des écoulements souterrains au débit des rivières (modification du débit de base et d'étiage des rivières mesuré à l'exutoire des bassins versants) lorsqu'il y a eu déplacement des limites naturelles de partage des eaux. Ce débit peut augmenter ou diminuer selon les cas ;
- Perturbation théorique n° 5 : modification des relations hydrauliques entre les nappes d'eau souterraine et certains tronçons de rivière. Le rabattement des niveaux d'eau souterraine peut engendrer une déconnexion entre les nappes et les rivières notamment sur les portions situées les plus en amont. Sur ces tronçons, l'écoulement en rivière devient intermittent et il peut y avoir disparition saisonnière ou permanente des sources localisées généralement en pied de plateau. Pour les cas les plus aigus, il peut y avoir apparition de situation d'à-sec sur l'ensemble du cours d'eau ;
- Perturbation théorique n° 6 : modification des échanges d'eau souterraine entre bassins versants via une connexion le long d'une faille ou d'un système pseudo-karstique. Cette perturbation est induite par les modifications de niveaux d'eau souterraine (et par conséquent de gradients hydrauliques) de part et d'autre des bassins au droit de la zone de connexion.

Une diminution plus ou moins marquée de la recharge des nappes est attendue dans l'emprise des aménagements miniers de type parc à résidus ou verse à stériles. Les perturbations hydrogéologiques engendrées par cette diminution ainsi que ses conséquences sur les lacs et les rivières sont similaires à celles engendrées par une fosse minière ou une carrière. Plus ces aménagements miniers seront étendus et plus les perturbations induites pourront être importantes.

5.1.2.2 Secteur KO₄

L'augmentation des surfaces anthropisées (surfaces considérées comme imperméabilisées) dans le bassin de la Kwé Ouest (Tableau 9) va engendrer une diminution significative de la recharge des eaux souterraines dans le secteur. La conséquence directe est une baisse plus ou moins marquée des niveaux piézométriques et une modification des gradients hydrauliques qui va se propager au cours du temps de façon radiale par rapport aux surfaces imperméabilisées. Sur cette base, les perturbations théoriques seraient les suivantes :

- Perturbation KO4-1 : modification des écoulements souterrains (diminution des niveaux piézométriques, modification des directions d'écoulement et des gradients hydrauliques) ;
- Perturbation KO4-2 : baisse des dômes piézométriques présents dans les chaînons rocheux notamment au droit ou à proximité de la carrière CP-A1. Si cette baisse est importante, les crêtes incriminées pourraient ne plus jouer leur rôle de limite de partage des eaux et une connexion hydraulique généralisée ou locale, pérenne ou saisonnière pourrait se mettre en place entre la Plaine des Lacs et le bassin de la Kwé Ouest, Kaori et la Kwé Ouest, ou encore Kadji et la Kwé Ouest ;
- Perturbation KO4-3 : modification du débit de base et d'étiage de la Kwé Ouest et des rivières situées dans le voisinage si les modifications apportées aux écoulements souterrains se propagent au-delà du bassin de la Kwé. Cela peut concerner les rivières Kaori, Kadji Trou Bleu et Kû Mwa Nirê ;
- Perturbation KO4-4 : modification des relations hydrauliques entre les nappes et la Kwé Ouest notamment sur les tronçons amont de la rivière et de ses affluents.

5.1.2.3 Secteur FM25

Pour le secteur FM25, les perturbations théoriques sont les suivantes :

- Perturbation FM25-1 : modifications des écoulements souterrains (diminution des niveaux piézométriques, modification des directions d'écoulement et des gradients hydrauliques) ;
- Perturbation FM25-2 : disparition partielle ou totale des lacs et des zones humides dans les secteurs au sein desquels un fort rabattement des nappes d'eau souterraine s'est mis en place. Cela concerne les lacs Robert et Xere Wapo à l'est de la fosse minière mais également les lacs et les zones humides situés dans la Plaine des Lacs au Nord du Trou du Tahitien ;
- Perturbation FM25-3 : baisse des dômes piézométriques présents dans les chaînons rocheux. Si cette baisse est importante, les crêtes pourraient ne plus jouer leur rôle de limite de partage des eaux. Dans ce cas, une connexion hydraulique généralisée ou locale, pérenne ou saisonnière pourra se mettre en place entre la Kwé Est, le creek de la crête Sud, l'Entonnoir, le bassin endoréique de la mine des japonais et la Truu ;
- Perturbation FM25-4 : modification du débit de base et d'étiage de la Kwé Nord et de la Kwé Est ;
- Perturbation FM25-5 : modification du débit de base et d'étiage de l'ensemble des rivières situées au voisinage de la fosse minière si les modifications apportées aux écoulements souterrains se propagent au-delà du bassin de la Kwé. Cela comprend la Kwé Binyi, la Wajana, l'Entonnoir, le creek de la mine des japonais, le creek de la crête Sud et la rivière Truu ;
- Perturbation FM25-6 : modification des relations hydrauliques entre les nappes, la Kwé Nord, la Kwé Est ainsi que les rivières extérieures au bassin de la Kwé situées au voisinage de la fosse minière.

5.1.3 Evaluation des perturbations hydrogéologiques

5.1.3.1 Secteur KO4

5.1.3.1.1 Perturbation KO4-1 : Modification des écoulements souterrains

 Pièces graphiques – Cartes C46 et C49

Des cartes de rabattements piézométriques maximum après mise en place des aménagements miniers sont présentées aux cartes C46 et C49, respectivement pour l'aquitard latéritique et pour l'aquifère principal. Les résultats obtenus par simulation sont les suivants :

- Au niveau de KO4 et de SMLT, la baisse des niveaux piézométriques est importante. Pour l'aquitard, elle est de l'ordre de 10 à 25 mètres. Les rabattements dans l'aquifère principal sont un peu plus faibles en particulier dans le secteur de KO4 (baisse de l'ordre de 5 à 10 mètres) ;
- Au droit de la berme du parc à résidus de la Kwé Ouest, les rabattements dans l'aquitard et l'aquifère principal sont en moyenne de l'ordre de 1 à 4 mètres respectivement pour le modèle MODFLOW et le modèle KO4.

Malgré ces rabattements, les directions d'écoulement dans le bassin de la Kwé Ouest restent inchangées par rapport à la situation naturelle.

Sur la base de ces résultats, la perturbation KO4-1 est considérée comme :

- D'intensité faible, d'extension locale et de longue durée pour le bassin de la Kwé Ouest ;
- Non significative pour les autres bassins (Kaori, Kadji, Trou Bleu et Kû Mwa Nirê).

5.1.3.1.2 Perturbation KO4-2 : disparition des limites de partage des eaux dans les chaînons rocheux

 Pièces graphiques – Carte C46 et C49

Les simulations réalisées tendent à montrer que les dômes piézométriques restent présents dans les chaînons rocheux et continuent de jouer leur rôle de limite de partage des eaux souterraines, notamment en situation de basses eaux (Cartes C46 et C49). Sur cette base, aucune perturbation hydrogéologique majeure n'est attendue notamment sur les bassins de Kaori de Kadji et de la Plaine des Lacs.

La perturbation KO4-2 est considérée comme non significative.

5.1.3.1.3 Perturbation KO4-3 : modification des débits de base et d'étiage de la Kwé Ouest et des rivières voisines

Les résultats obtenus sont les suivants :

- L'imperméabilisation d'une grande partie du bassin entraîne une diminution significative du débit de base et d'étiage de la Kwé Ouest. Cette baisse serait en moyenne de l'ordre de 20% à 50% selon le modèle considéré (Figure 2) ;
- Le débit de base et d'étiage des rivières Kaori, Kadji, Kû Mwa Nirê et Trou Bleu n'est pas impacté.

Pour la rivière Trou Bleu des études complémentaires sont envisagées afin de mieux comprendre son degré de continuité hydraulique avec le bassin KO4. Néanmoins l'éventuelle contribution du bassin KO4 au débit de la rivière est intrinsèquement faible notamment par rapport à la recharge directe apportée par les pluies sur l'emprise du bassin de Trou Bleu. Cette conclusion est étayée par l'analyse des relations entre la nappe principale et la rivière Kwé Ouest (connaissance acquise par l'analyse de 9 campagnes de jaugeages différentiels), le bilan hydrologique de la Kwé Ouest et sur le fait que le débit spécifique d'étiage de la rivière Trou Bleu n'apparaît pas anormalement élevé.

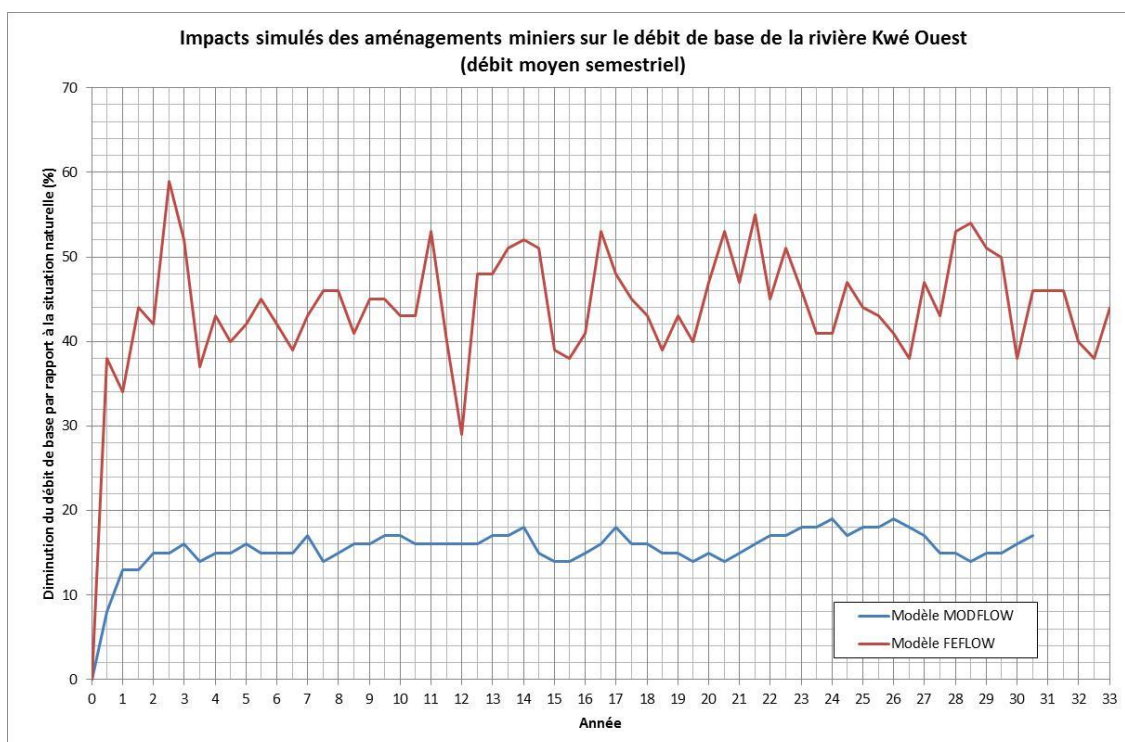


Figure 2 : Variation du débit de base de la rivière Kwé Ouest entre une situation avec aménagements et une situation sans aménagements

L'évaluation de l'effet de la **perturbation KO4-3** sur le régime hydrologique de la Kwé Ouest est présentée au chapitre 5.2 Eau de Surface. Cette perturbation est considérée comme **non significative** pour les rivières Kaori, Kadji, Kû Mwa Nirê et Trou Bleu.

5.1.3.1.4 Perturbation KO4-4 : modification des relations hydrauliques entre la nappe principale et la Kwé Ouest

Pièces graphiques – Carte C36

La baisse des niveaux d'eau souterraine sur une large partie du bassin devrait engendrer une déconnexion pérenne ou saisonnière entre la nappe principale et les tronçons amont de la rivière Kwé Ouest. Dès 2020, les perturbations suivantes sont attendues en situation de basses eaux (Carte C36 et Tableau 10) :

- Forte probabilité d'apparition de situations d'à-sec sur le tiers amont de la Kwé Ouest ;
- Forte probabilité d'apparition de situations d'à-sec sur l'ensemble de la KO5, les 200 derniers mètres exceptés (zone d'arrivée de sources).

Tableau 10 : Evolution du risque d'assèchement de tronçons de rivière dans le bassin de la Kwé Ouest en situation de basses eaux

	Kwé Ouest sans KO5		KO5		Kwé Ouest totale	
	Situation naturelle	Situation dès 2020	Situation naturelle	Situation dès 2020	Situation naturelle	Situation dès 2020
Tronçon naturellement à sec ou avec forte probabilité d'apparition d'à-sec	0	38	12	94	5	62
Tronçon avec écoulement permanent	100	62	88	6	95	38

Le risque d'assèchement de ces tronçons de rivière diminue très fortement en situation de moyennes et de hautes eaux.

Ces perturbations pourront avoir des effets plus ou moins marqués sur le fonctionnement écologique de la rivière Kwé Ouest. Ce point fait l'objet d'une étude qui est présentée en annexe C06.

Pour les rivières Kaori, Kadji, Kû Mwa Nirê et Trou Bleu, cette perturbation est jugée non significative.

5.1.3.2 Secteur FM25

Les perturbations présentées sont celles générées par une fosse minière dont l'emprise maximale correspond à 25 ans d'exploitation. Néanmoins, spécifiquement pour le secteur de la Plaine des Lacs, les impacts présentés sont ceux induits par la fosse après 18 ans d'exploitation et ce en raison des limitations touchant les performances des modèles mathématiques à leur stade de développement actuel. Pour les autres secteurs (bassins Kwé Nord, Kwé Est, Wajana, Entonnoir, Cascade, True, Creek crête Sud), les impacts présentés sont induits par la fosse après 25 ans d'exploitation.

En effet, entre l'année 19 et 25, il est prévu que la fosse s'étende jusqu'au Trou du Tahitien ce qui pourra potentiellement engendrer des modifications sur les écoulements souterrains de la Plaine des Lacs. Or, la précision des modèles est jugée faible au nord du Trou du Tahitien du fait de l'absence de données de calage et de validation spécifiques à la Plaine des Lacs.

Des études complémentaires (et notamment la construction de plateformes piézométriques dans le secteur Est et Sud Est de la Plaine des Lacs) seront réalisées dans les années à venir afin d'évaluer précisément les perturbations hydrogéologiques engendrées par cette extension de fosse.

En revanche, la précision des modèles mathématiques disponibles actuellement est suffisante pour évaluer les impacts de la fosse à 18 ans.

5.1.3.2.1 Perturbation FM25-1 : modification des écoulements souterrains

Pièces graphiques – Carte C46 et C49

Des cartes de rabattements piézométriques maximum après mise en place des aménagements miniers sont présentées aux cartes C46 et C49, respectivement pour l'aquitard latéritique et pour l'aquifère. La carte C48 permet de localiser les points de référence piézométriques pour lesquels un graphique de l'évolution des niveaux simulés est proposé. Les résultats obtenus sont les suivants :

- Au Nord, les rabattements supérieurs à 1 m restent cantonnés à une bande d'environ 900 m de large comprise entre le nord de la fosse à 18 ans et le Trou du Tahitien ;
- Au niveau de la Plaine des Lacs, l'effet de drainage induit par la fosse minière s'atténue très rapidement avec des rabattements qui deviennent non significatifs (de l'ordre de 10 centimètres) dans un rayon de 500 m au nord du Trou du Tahitien. La zone RAMSAR n'est pas touchée par ces effets ;
- A l'Est, la partie amont du bassin de la Wajana est concernée par une baisse des niveaux d'eau souterraine de l'ordre de 1 m ;
- Au Sud, les rabattements au droit du projet de carrière CPVSKE sont importants (plus de 25 m) mais restent très localisés ;

- Les directions d'écoulement sont globalement faiblement impactées sauf au niveau de la Kwé Est. Les axes de drainage restent inchangés ainsi que la limite de partage des eaux entre la Kwé Nord et la Kwé Binyi ;
- Dans le secteur de la Kwé Est, le drainage des eaux souterraines par la fosse minière est très marqué. Cela se traduit par la disparition de la limite naturelle de partage des eaux souterraines entre la Kwé Nord et la Kwé Est et par une diminution significative des écoulements vers la Kwé Est ;
- La limite de partage des eaux souterraines entre la Kwé Nord et la Wajana est légèrement décalée vers l'Est.

Sur la base de ces résultats, la perturbation FM25-1 est considérée comme :

- Moyenne, d'extension locale et de longue durée pour la Kwé Nord et la Kwé Est ;
- Faible, d'extension locale et de longue durée pour la Plaine des Lacs et la Wajana ;
- Non significative pour les autres rivières

5.1.3.2.2 Perturbations FM25-2 : perturbations sur les lacs et les zones humides

Pour le plateau de Goro, les rabattements de niveau d'eau dans l'aquitard et l'aquifère vont être très importants (plus de 20 m dans certains secteurs). Ce résultat suggère que les lacs et zones humides situés à proximité de la fosse minière pourront connaître des épisodes de déconnexion hydraulique avec l'aquitard latéritique. En fonction de la part d'eau souterraine participant à l'alimentation de ces lacs et zones humides, des phénomènes d'assèchements permanents ou saisonniers pourront être observés.

Pour la partie Est du plateau de Goro, cela concerne tout particulièrement le lac Xere Wapo (Figure 3) et le lac Robert (Figure 4). Pour le Xere Wapo, l'intensité du rabattement des niveaux piézométriques au droit du lac est variable selon le modèle considéré. Néanmoins, les 2 modèles montrent sans ambiguïté que des épisodes d'assèchement saisonniers voire permanents devraient se mettre en place dès la 9^{ième} année d'exploitation de la fosse minière.

Pour le lac Robert, les résultats obtenus par simulation sont ambigus. Le modèle FM25 indique que des épisodes d'assèchement saisonniers voire permanents devraient se mettre en place dès la 12^{ième} année d'exploitation de la fosse minière. Le modèle MODFLOW suggère que ce lac devrait rester hors zone d'influence de la fosse minière. Il s'agit d'une zone au fonctionnement hydrogéologique complexe et où une incertitude importante était attendue en phase de modélisation. Au final, le rabattement le plus marqué (modèle FM25) est retenu dans le cadre de cette évaluation d'impact.

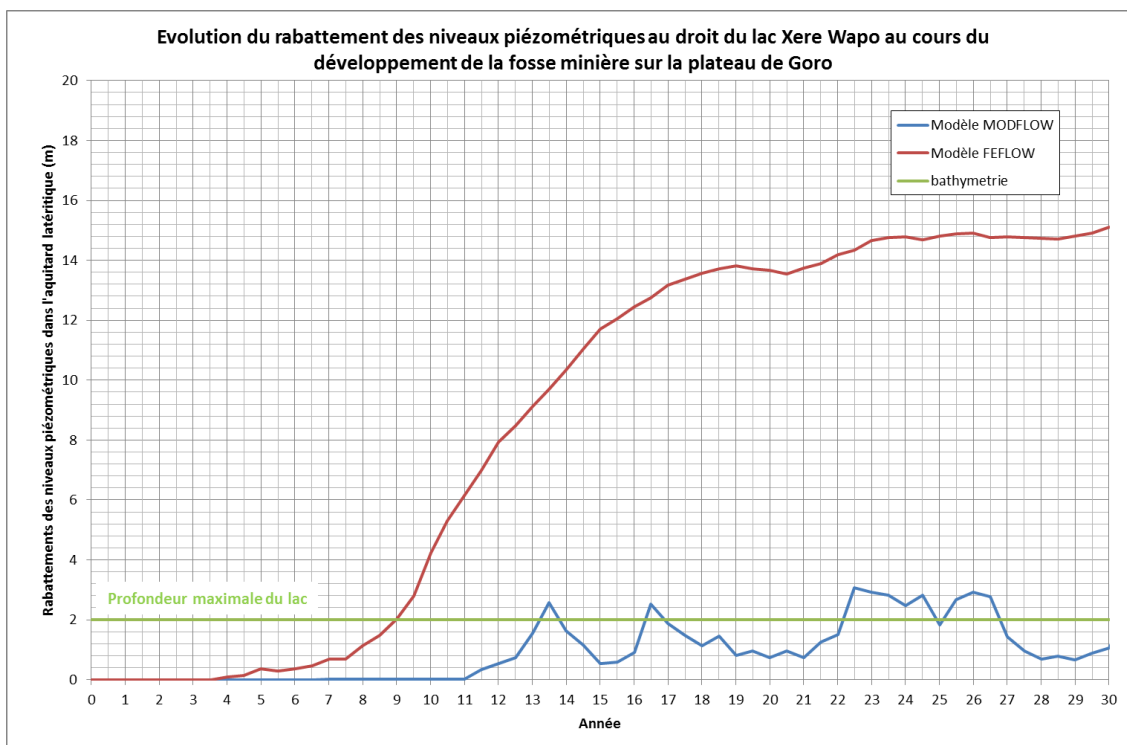


Figure 3 : Evolution simulée du rabattement des niveaux piézométriques dans l'aquitard latéritique au droit du lac Xéré Wapo

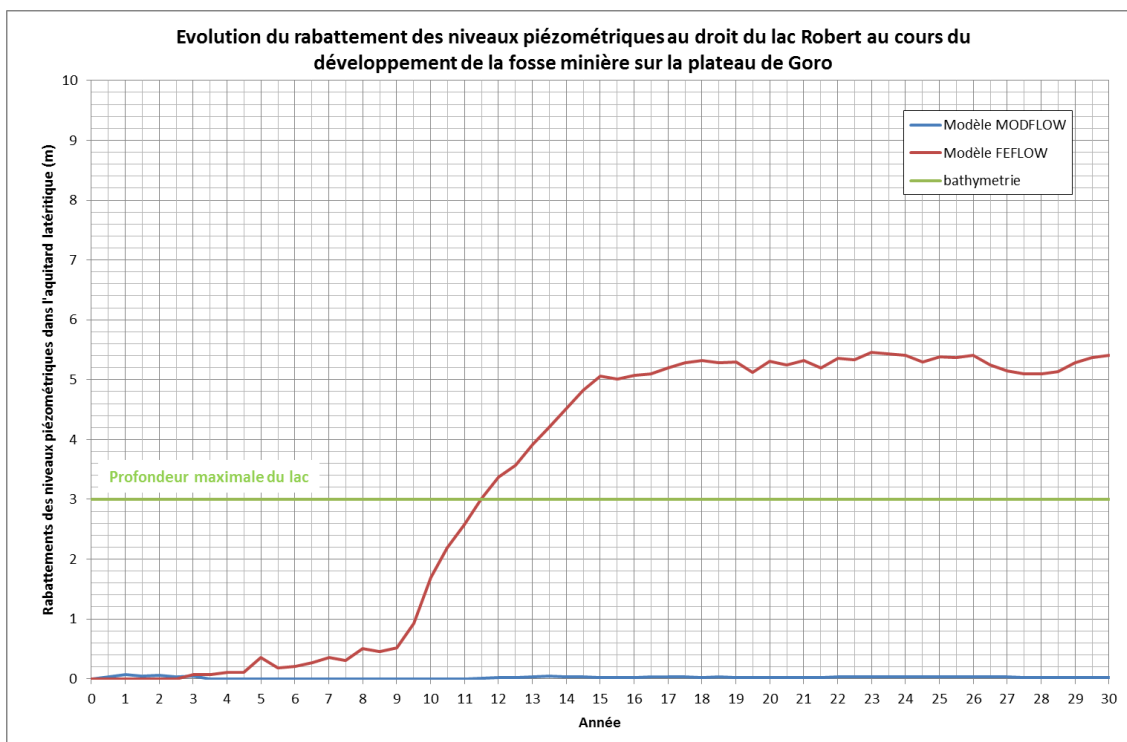


Figure 4 : Evolution simulée du rabattement des niveaux piézométriques dans l'aquitard latéritique au droit du lac Robert

Pour le secteur de la Plaine des Lacs, les perturbations induites par la fosse après 18 ans d'exploitation sont faibles voire non significatives.

Globalement, la perturbation FM25-2 est jugée :

- Moyenne, d'extension ponctuelle et de longue durée pour les lacs Xere Wapo et Robert ;
- Faible, d'extension ponctuelle et de longue durée pour la partie Sud-Est de la Plaine des Lacs.

5.1.3.2.3 Perturbation FM25-3 : déplacement ou disparition des limites de partage des eaux dans les chaînons rocheux

 Pièces graphiques – Carte C46 et C49

Les résultats obtenus tendent à montrer que les dômes piézométriques restent présents dans les chaînons rocheux. Ils continuent à jouer leur rôle de limite de partage des eaux souterraines notamment au droit du projet de carrière CPVSKE (Cartes de rabattement des niveaux piézométriques C46 et 49).

Sur cette base, aucune perturbation hydrogéologique majeure n'est attendue notamment sur les bassins du creek de la crête Sud, de la Truu, de l'ancienne mine des japonais et de l'Entonnoir.

La perturbation FM25-3 est considérée comme non significative.

5.1.3.2.4 Perturbation FM25-4 : modification des débits de base et d'étiage de la Kwé Nord et de la Kwé Est

Pour la Kwé Nord, l'influence des aménagements miniers apparaît être très importante. Les résultats de la simulation suggèrent que la diminution de son débit de base par rapport à la situation naturelle va augmenter progressivement pour atteindre un palier entre 40 % et 50% à partir de la 22^{ème} année (Figure 5).

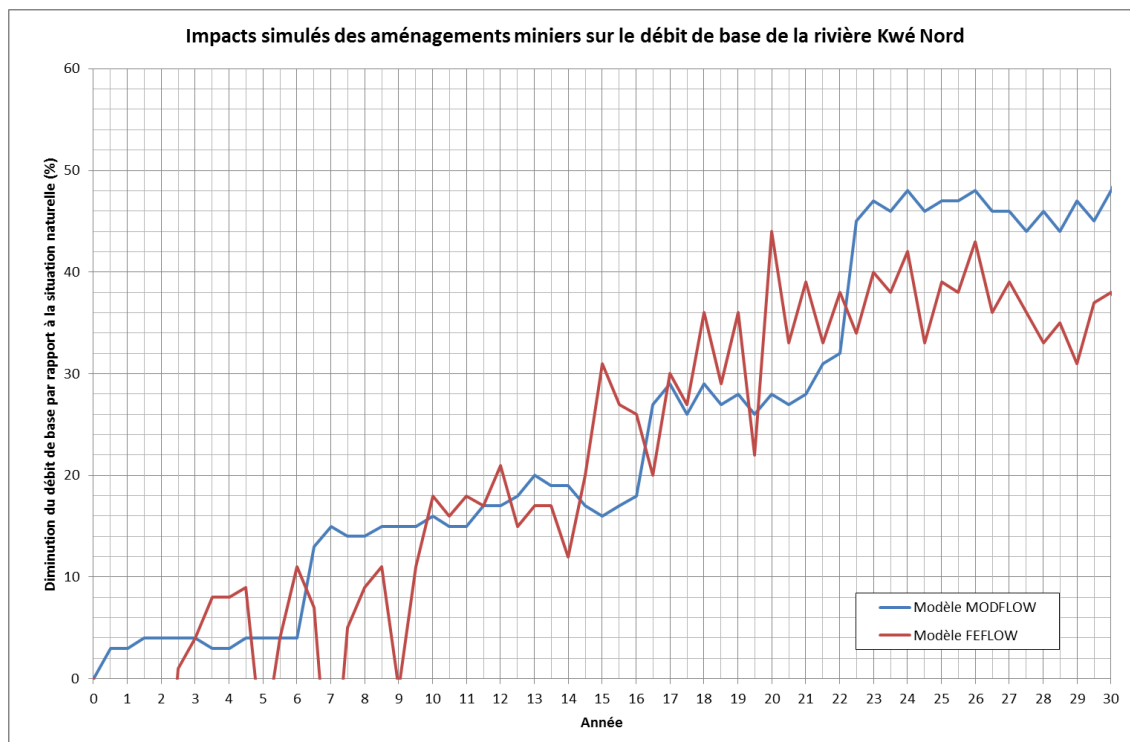


Figure 5 : Evolution simulée du débit de base de la rivière Kwé Nord à sa confluence au cours de l'exploitation minière

Cela est également le cas pour la Kwé Est (Figure 6). Les simulations montrent que la diminution du débit de base de la Kwé Est pourrait atteindre entre 40 et 70% par rapport à la situation naturelle. L'impact potentiel est par conséquent très important. Des phénomènes d'à-sec sont attendus hors période de crue. Des réflexions sont en cours afin de proposer des mesures d'atténuation en phase d'opération et de clôture du projet minier. Une des piste envisagée est la reconstitution partielle de l'aquifère et de l'aquitard grâce à la mise en place d'une verse à stériles de grande dimension en fond de fosse. Cette verse sera construite de telle sorte que les eaux de pluie qui s'y infiltrent, s'écoulent en direction de la rivière Kwé Est. Ces écoulements permettront de reconstituer en partie le débit de base et d'étiage de la rivière.

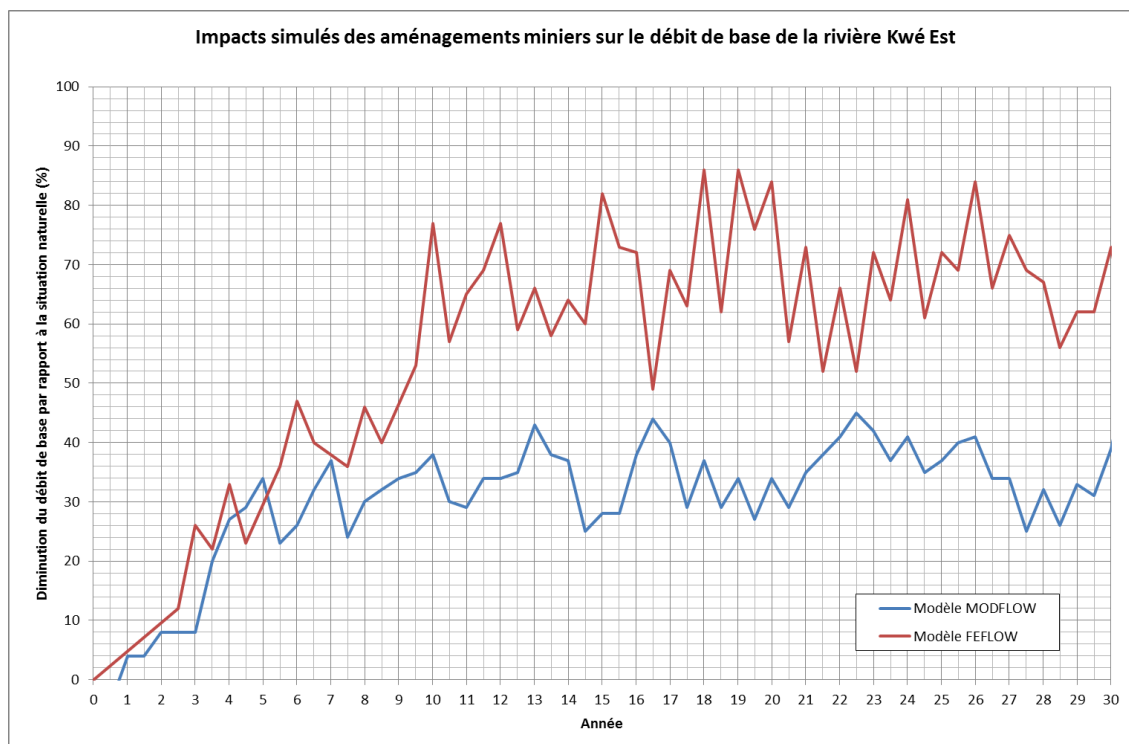


Figure 6 : Evolution simulée du débit de base de la rivière Kwé Est à sa confluence au cours de l'exploitation minière

L'évaluation des effets de cette perturbation sur le régime hydrologique de la Kwé Nord et de la Kwé Est est présentée au chapitre 5.2 Eau de Surface.

5.1.3.2.5 Perturbation FM25-5 : modification du débit de base et d'étiage des rivières au voisinage de la fosse minière

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Pour la Wajana (Figure 7), la baisse du débit de base serait modérée, en moyenne de l'ordre de 10%. Il s'agit d'une approche conservatrice dans la mesure où le bassin endoréique supposé connecté à la Wajana n'est pas pris en compte (1,42 km²) ;
- La baisse de la contribution des bassins endoréiques de la Kwé Est amont et de l'Entonnoir au débit de la Truu (Figure 8) serait également modérée (de l'ordre de 10 à 20%). Ces deux bassins endoréiques ne représentent que 25% de la surface totale du bassin d'alimentation de la rivière Truu. Leur contribution au débit de base de la Truu est considéré comme faible. Sur cette base, aucune modification significative du débit de base de la rivière Truu n'est attendue durant l'exploitation minière ;
- Pour les autres rivières (creek de la crête Sud, et Kwé Binyi), aucune modification du débit de base n'est non plus attendue.

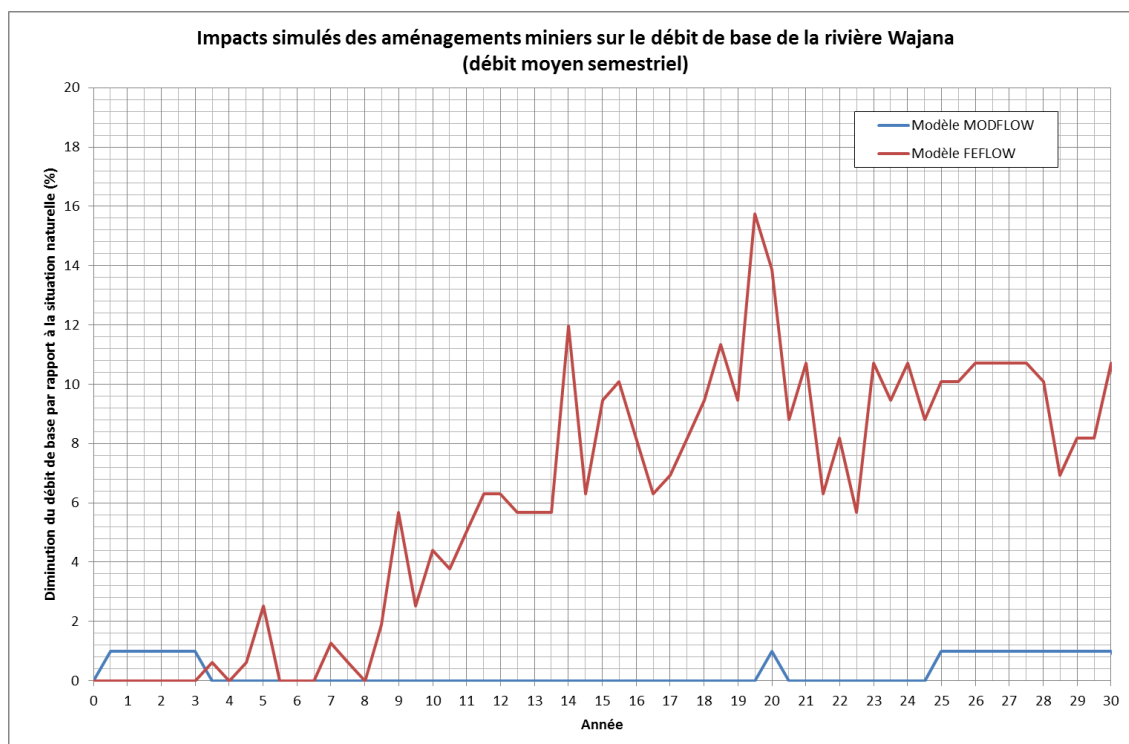


Figure 7 : Evolution simulée du débit de base de la rivière Wajana (à la station radier) au cours de l'exploitation minière

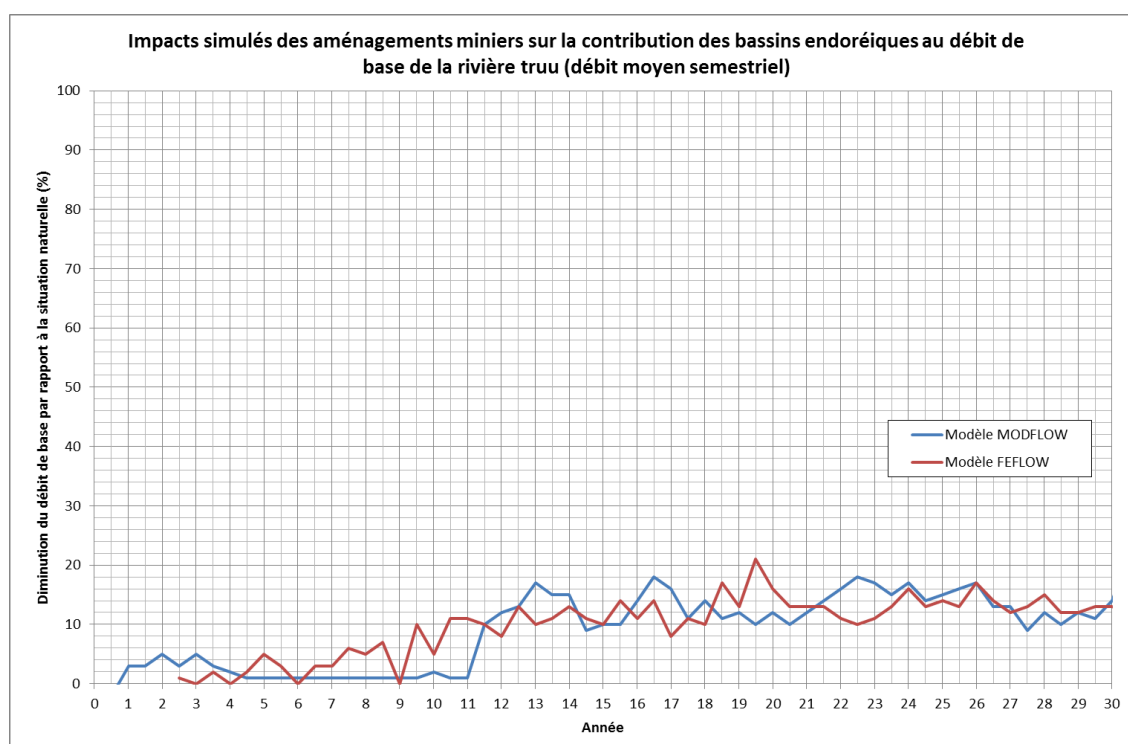


Figure 8 : Evolution simulée de la contribution des bassins endoréiques de la Kwé Est amont et de l'Entonnoir au débit de base de la rivière Truu au cours de l'exploitation minière

Sur la base de ces résultats, la perturbation FM25-5 est jugée faible, d'extension locale et de longue durée.

5.1.3.2.6 Perturbation FM25-6 : Modification des relations hydrauliques entre la nappe principale et les rivières situées dans la zone d'influence de la fosse minière

Pièces graphiques – Carte C46

Les perturbations potentiellement attendues sont présentées à la carte C46 pour les rivières concernées.

Après 25 ans d'exploitation, les perturbations suivantes sont attendues sur la Kwé Nord en situation de basses eaux (Tableau 11) :

- La probabilité d'apparition de situation d'à-secs est jugée forte pour l'affluent KN2 ;
- La proportion de tronçons qui devraient conserver un écoulement permanent passe de 69 % à 49 %. 26 % du réseau sera détruit par la fosse minière.

Tableau 11 : Evolution du risque d'apparition de phénomènes d'assèchement de tronçons de rivière dans le bassin de la Kwé Nord en situation de basses eaux

	Kwé Nord	
	Situation naturelle	Situation dès 2036
Tronçon détruit par la fosse minière (%)	0	26
Tronçon naturellement à sec ou avec forte probabilité d'apparition d'à-sec (%)	31	25
Tronçon avec écoulement permanent (%)	69	49

Pour la Kwé Est, la perturbation devrait être importante avec un risque d'assèchement jugé fort sur 95 % du cours d'eau alors que les zones d'à-sec ne concernent que la première moitié amont de la rivière en situation naturelle (Tableau 12). A partir de 2036 (25ième année d'exploitation), l'écoulement devrait être pérenne sur les 500 derniers mètres de rivière environ.

Tableau 12 : Evolution du risque d'apparition de phénomènes d'assèchement de tronçons de rivière dans le bassin de la Kwé Est en situation de basses eaux

	Kwé Est	
	Situation naturelle	Situation dès 2036
Tronçon détruit par la fosse minière (%)	0	0
Tronçon naturellement à sec ou avec forte probabilité d'apparition d'à-sec (%)	52	95
Tronçon avec écoulement permanent (%)	48	5

Pour la Kwé Nord, le risque d'apparition de phénomènes d'assèchement diminue très fortement en situation de moyennes et de hautes eaux. Le risque reste *a priori* fort pour la Kwé Est.

Pour la Wajana (Tableau 13), l'apparition de phénomènes d'assèchement ne devrait concerner que 28 % du linéaire de la rivière en situation de basses eaux, ce qui correspond aux 800 premiers mètres de rivière en comptant depuis l'amont. Les jaugeages réalisés depuis 2011 dans ce secteur montrent que les débits sont naturellement très faibles (de l'ordre de 5 l/s contre 100

l/s au niveau de la prise d'Enercal plus en aval). La grandeur de la perturbation est donc considérée comme faible. Par ailleurs, le risque de mise en place d'à-sec est jugé très faible en situation de moyenne et de basses eaux.

Tableau 13 : Evolution du risque d'apparition de phénomènes d'assèchement de tronçons de rivière dans le bassin de la Wajana en situation de basses eaux

	Wajana	
	Situation naturelle	Situation dès 2036
Tronçon détruit par la fosse minière (%)	0	0
Tronçon naturellement à sec ou avec forte probabilité d'apparition d'à-sec (%)	0	28
Tronçon avec écoulement permanent (%)	100	72

Pour la Kwé Nord et la Kwé Est, les perturbations pourront avoir des effets plus ou moins marqués sur leur fonctionnement écologique. Ce point fait l'objet d'une étude dont les principales conclusions sont présentées au chapitre 5.2.3.1.3.

Pour la Wajana, la perturbation FM25-6 est jugée faible, d'extension ponctuelle et de longue durée.

Pour les autres rivières (Entonnoir, ancienne mine des japonais, creek de la crête Sud, Truu et Kwé Binyi), la perturbation est non significative.

5.1.4 Synthèse de l'évaluation des perturbations hydrogéologiques

Le Tableau 14 constitue la synthèse de l'évaluation des perturbations d'origine hydrogéologique et leurs conséquences hydrologiques. Lorsque des différences sensibles sont apparues entre les évaluations fournies par les 3 modèles mathématiques, c'est l'impact le plus marqué qui a été systématiquement retenu dans le cadre de la présente synthèse.

Tableau 14 : Évaluation de l'impact résiduel sur les eaux souterraines

Nature de l'impact	N° de la perturbation	Secteur	Mesure d'atténuation	Valeur écosystème.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
Perturbations de type 1 : Modification des écoulements souterrains	KO4-1	Kwé Ouest	Pas de mesures	Moyenne	Faible	Faible	Faible	Locale	Longue	Modérée
		Kaori et Kadji	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Port-Boisé (Trou Bleu et Kû Mwa Nirê)	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
	FM25-1	Sud-est de la Plaine des Lacs	Pas de mesures	Forte	Moyenne	Faible	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
		Kwé Nord et Est	Pas de mesures	Forte	Faible	moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
		Wajana	Pas de mesures	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
		Autres bassins (Kwé Binyi, Entonnoir, ancienne mine des Japonais, Truu et Creek Crête Sud)	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
Perturbations de type 2 : Modification de la relation hydraulique entre les nappes, les lacs et les zones humides pouvant entraîner une baisse des plans d'eau voire un assèchement saisonnier ou permanent	FM25-2	Sud Est de la Plaine des Lacs	Pas de mesures	Forte	Moyenne	faible	Moyenne	ponctuelle	longue durée	Modérée
		Kwé Nord et Est	Pas de mesures	Forte	Faible	moyenne	Moyenne	ponctuelle	longue durée	Modérée
		Wajana	–	–	–	non significative	–	–	–	–
		Autres bassins (Kwé Binyi, Entonnoir, ancienne mine des japonais, Truu et creek crête Sud)	–	–	–	non significative	–	–	–	–

Nature de l'impact	N° de la perturbation	Secteur	Mesure d'atténuation	Valeur écosystème.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
Perturbations de type 3 : Disparition des limites de partage des eaux souterraines dans les chaînons rocheux pouvant entraîner des échanges d'eau entre les bassins versants naturellement non connectés	KO4-2	Kwé Ouest	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Kaori et Kadji	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Port-Boisé (Trou Bleu et Kû Mwa Nirê)	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Grand Lac	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
	FM25-3	Sud-est de la Plaine des Lacs	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Kwé Nord et Est	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Wajana	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Autres bassins (Kwé Binyi, Entonnoir, ancienne mine des Japonais, Truu et Creek Crête Sud)	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
Perturbations de type 4: Modification de la contribution totale des écoulements souterrains aux débits de base et d'étiage des rivières	KO4-3	Kwé Ouest	Voir § 5.2.4 "Eaux de surface"							
		Kaori et Kadji	–	–	–	Non-significative	–	–	–	
		Port-Boisé (Trou Bleu et Kû Mwa Nirê)	–	–	–	Non-significative	–	–	–	
	FM25-4	Kwé Nord	Voir § 5.2.4 "Eaux de surface"							
		Kwé Est	Voir § 5.2.4 "Eaux de surface"							
	FM25-5	Wajana	Pas de mesures	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Ponctuelle	Longue	Modérée
		Kwé Binyi	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Truu	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Autres bassins	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
Perturbations de type 5 :	KO4-4	Kwé Ouest	Voir § 5.2.4 "Eaux de surface"							

Nature de l'impact	N° de la perturbation	Secteur	Mesure d'atténuation	Valeur écosystème.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
Modification des relations hydrauliques entre les nappes d'eau souterraine et les rivières pouvant entraîner des diminutions de débit ou des assèchements à l'échelle des tronçons		Kaori et Kadji	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
		Port-Boisé (Trou Bleu et Kû Mwa Nirè)	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
	FM25-6	Kwé Nord	Voir § 5.2.4 "Eaux de surface"							
		Kwé Est	Voir § 5.2.4 "Eaux de surface"							
		Wajana	Pas de mesures	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Ponctuelle	Longue	Modérée
		Autres bassins	–	–	–	Non-significative		–	–	–
Perturbations de type 6 : Modification des échanges d'eau souterraine entre bassins versants	FM25-1	Plaine des Lacs vers Kwé Nord	Pas de mesures	Forte	Moyenne	Faible	Moyenne	Ponctuelle	Longue	Modérée
	FM25-5	Kwé Nord vers Wajana	Pas de mesures	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Ponctuelle	Longue	Modérée
	KO4-3	Kwé Ouest vers Trou Bleu	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–
	KO4-3 et FM25-5	Autres bassins	–	–	–	Non-significative	–	–	–	–

5.2 IMPACT SUR LES RIVIERES

5.2.1 Modification du régime hydrologique

5.2.1.1 Les sources d'impacts et leurs effets

Les modifications de l'écoulement des eaux sur les surfaces aménagées (fossés de contournement, réseaux de drainage sur les différentes zones du projet, imperméabilisation des surfaces, défrichements, collectes et retenues d'eaux, etc.) ont une influence directe sur les modalités d'écoulement des eaux de surface et donc globalement sur le régime hydrologique de la rivière Kwé et de ses affluents.

Parallèlement, la mise en place de ces aménagements va entraîner des modifications sur les écoulements souterrains³ (présentées au paragraphe 6.1) qui vont se répercuter sur le débit des rivières.

5.2.1.2 En phase de construction et d'exploitation

5.2.1.2.1 Effets potentiels des aménagements

En phase de construction et d'exploitation, l'aménagement des différentes zones du projet minier aura des incidences sur l'écoulement des eaux des affluents de la rivière Kwé principale.

ZONE KO2

La construction du parc à résidus de la Kwé Ouest a canalisé la quasi-totalité des eaux du bassin versant KO2 (1,4 km² soit 7 % de la superficie du bassin de la Kwé Ouest et 4 % du bassin de la Kwé principale définit à partir d'un exutoire situé au niveau de la station KAL). Cette zone ne comportait aucun cours d'eau permanent, mais de nombreuses zones humides et dolines. La construction du parc à résidus a modifié le débit de la Kwé Ouest. Dans l'emprise du bassin toutes les précipitations sont pompées avec le surnageant des résidus pour être traitées par l'usine. Le ruissellement et l'infiltration qui se matérialisaient à la surface du bassin versant situé sous l'emprise du parc à résidus ne sont plus drainés par la rivière et la nappe.⁴

ZONE KO1

Au cours des cinq prochaines années d'exploitation VNC garde la possibilité de mettre en œuvre le projet de construction de la verse V6. Ce projet implique l'imperméabilisation de 30 ha sur le bassin de la KO1 et 16 ha sur le bassin de la Kwé Ouest Aval. Tel que construit, le plan de gestion des eaux de cette verse prévoit qu'une partie des eaux de ruissellement drainé par cette verse seront traitées dans un bassin de sédimentation puis transférées vers la rivière Kwé Ouest Aval (elles ne transiteront plus par la rivière KO1). L'emprise de la verse correspond à 26% du bassin versant de la rivière KO1 et 12% de la rivière Kwé Ouest Aval. L'incidence hydrologique de la verse sera mineure, puisque l'eau est restituée dans le même bassin versant.

ZONE KO4

³ Sur la base des données disponibles et des hypothèses de fonctionnements hydrogéologiques

⁴ À la fin de la période d'exploitation du parc à résidus, l'intégralité des eaux de ruissellement de l'impluvium seront restituées dans la rivière KO3.

La zone KO4 correspond au bassin versant situé en tête de la rivière KO4. Au cours des 25 prochaines années, ce secteur pourrait être potentiellement concerné par le développement de projets d'aménagements. Sans préjuger de la nature effective de ces aménagements, il a été décidé, dans le cadre de cette étude d'impact, de considérer que cette zone allait être entièrement anthropisée. La perturbation associée est celle d'une imperméabilisation totale du bassin. Au droit de cette zone, les précipitations ne pourront plus s'infiltrer mais participeront intégralement au ruissellement. La superficie concernée fait 360 ha ce qui représente 20 % du bassin versant de la Kwé Ouest ou encore 12% du bassin versant de la Kwé principale (qui a pour exutoire la station KAL).

ZONE KO5

Elle supporte les infrastructures suivantes : la zone UPM/CIM, l'aire de stockage du Rompad, le stock SM1 et la verse SMLT. L'emprise au sol de l'ensemble de ces infrastructures représente une superficie totale de 189 ha, répartis sur le bassin versant de la Kwé Nord (KN1 avec 36 ha) et le bassin versant de la Kwé Ouest (KO5 avec 154 ha). Ces infrastructures vont entraîner une imperméabilisation des sols empêchant toute infiltration vers la nappe. Elle impliquera une augmentation des ruissellements et donc une intensification des pointes de crues. Le rabattement de la nappe entraîné par l'arrêt de la recharge pourra provoquer une déconnexion entre les nappes et les rivières entraînant la réduction des débits de certains tronçons. L'extension de cette déconnexion le long du réseau hydrographique dépend

Les incidences hydrologiques de la verse SMLT concernent la rivière KO5. Une partie des eaux qui s'écoulait naturellement vers la rivière KN1 va être détournée vers la Kwé Ouest via la rivière KO5 et deux petits creeks (thalwegs). L'incidence hydrologique sera faible sur la rivière KO5. Le projet SMLT diminuera de 9% la superficie du bassin versant KN1.

ZONE Plateau de Goro

En phase de creusement de la fosse minière du plateau de Goro, les cours d'eau composant le réseau hydrographique de la Kwé Nord et de la Kwé Est, qui se trouvent dans l'emprise de la mine et de certaines verses à stériles, vont disparaître ou être largement modifiés :

- Sur le bassin versant drainé par la rivière Kwé Nord :
 - On observera une diminution de 9% de la surface drainé par la rivière KN1 en cause le projet SMLT (cf. ci-dessus). Cette modification aura un impact mineur sur le débit moyen annuel et sur les crues;
 - Une augmentation de la superficie du bassin versant drainé par le tronçon de rivière KN2-3 qui est actuellement de 2% par rapport à la situation initiale. Cette augmentation de superficie va évoluer et atteindre 11% pour l'état final. Entre la situation actuelle et la fin de la période d'exploitation (2036), la rivière KN3 va disparaître. Elle sera remplacée par la fosse minière.
- Sur le bassin versant drainé par la rivière Kwé Est, sa superficie a déjà été diminuée de 9% par rapport à sa taille initiale. À la fin de la période d'exploitation, sa surface aura diminuée de 41%.

Sur l'emprise de la mine, et en accord avec le plan de gestion des eaux de ruissellement, les eaux de ruissellement seront restituées dans l'environnement :

- Soit directement si elles n'ont pas été en contact avec une zone décapée;

- Soit indirectement s'il s'agit d'eaux chargées. Elles transiteront alors dans un bassin de sédimentation.

L'aménagement de BSKN a également modifié les conditions d'écoulement de cette zone. De par son fonctionnement et son dimensionnement, cet ouvrage aura pour effet le stockage et la régulation des débits de la Kwé Nord. Le délai de restitution des débits de la Kwé Nord au milieu naturel dépend de l'état de remplissage de BSKN. Actuellement ce bassin est en débordement perpétuel.

Voies d'accès et corridors techniques

Les voies de circulation, tout comme les plateformes pour l'installation des conduites, modifient le régime des eaux superficielles en s'opposant à certains écoulements et en augmentant les surfaces imperméabilisées, en créant des surfaces planes et compactées où l'infiltration est réduite par rapport à la situation initiale (Figure 9). Ces zones peuvent aussi contribuer au dévoiement d'une partie des eaux de ruissellement d'un bassin versant vers un autre.

Un réseau de drainage a été mis en place sur tout le réseau des pistes et des ouvrages de franchissement des principaux cours d'eau permettent de maintenir la continuité hydraulique des cours d'eau. Ce réseau de drainage collecte les eaux qui ruissellent sur les pistes. Cette eau est ensuite traitée dans des décanteurs avant d'être restituée au cours d'eau naturel. En cas de déversement accidentel, les décanteurs permettent d'empêcher la propagation d'une pollution de faible ampleur. Dans ce cas, le décanteur pourrait aussi permettre de récupérer le polluant (hydrocarbures, huiles, ...).

Le corridor technique emprunté par les canalisations utilisées pour le transport de la pulpe et de l'eau utilisée pour le procédé de mise en pulpe n'est pas équipé de système de rétention spécifique pour la récupération des fluides en cas de fuite accidentelle. Pour le moment, ce sont les ouvrages de rétention du plan de gestion des eaux qui serviront à la rétention des fluides en cas de fuite. Des solutions sont à l'étude pour créer des ouvrages spécifiques de rétention pour contenir le volume des fluides qui transitent dans les conduites.



Figure 9: Traversée de la rivière Kwé Ouest

5.2.1.2.2 Effets potentiels sur les différents cours d'eau du bassin de la Kwé

Dans cette partie, les effets potentiels des aménagements du site minier sur les cours d'eau du bassin versant de la Kwé sont évalués pour les crues, les débits moyens mensuels et les débits moyens annuels.

Cette évaluation d'impact a été réalisée pour les 2 situations suivantes :

- **État actuel** : l'état d'anthropisation des bassins versants correspond à la situation observée en 2013
- **État en 2036 après 25 ans d'exploitation** : il s'agit de l'état projeté après 25 années de développement minier. L'état à fin 2036 correspond à l'état d'anthropisation maximum du site sans tenir compte des effets induits par les projets de revégétalisation et de réhabilitation déjà effectués.

La modification des écoulements est évaluée à partir de la modification des propriétés de surface des terrains anthropisés et des transferts d'eau entre les bassins versants occasionnés par les aménagements miniers.

Ces transferts concernent :

- Les bassins de la Kwé Nord et de la Kwé Ouest : une superficie de 19 ha du bassin initial de la Kwé Nord est transférée vers la Kwé Ouest. c'est le projet de construction de la verse SMLT qui va engendrer un transfert d'eau depuis le bassin versant de la rivière KN1 vers le bassin versant drainé par la rivière KO5 ;
- Les bassins de la Kwé Est et de la Kwé Nord : la fosse minière empiète sur le bassin versant de la Kwé Est au profit du bassin versant de la Kwé Nord. La fosse minière occupe 21 ha de la Kwé Est fin 2013, et 92,5 ha à la fin de la période d'exploitation ;
- Le bassin versant de la Kwé Ouest : en phase d'exploitation, l'eau pompée dans le parc à résidus de la Kwé Ouest ne contribue pas à l'écoulement de la rivière Kwé Ouest car cette eau est traitée puis restituée au milieu naturel par l'émissaire marin. En 2013, une superficie de 140 ha ne contribue plus aux surfaces drainées par la rivière Kwé Ouest (soit 7 % du bassin de la Kwé Ouest)). En 2036, le parc à résidus de la Kwé Ouest ne sera plus exploité et le volume de ruissellement généré dans l'emprise du parc à résidus sera de nouveau drainé par la rivière Kwé Ouest.

Le tableau ci-dessous présente l'évolution de la surface des sous bassins versants de la Kwé et la part d'anthropisation de chacun d'entre eux pour l'état initial (anthropisation nulle), actuel, et à fin 2036.

Tableau 15 : Évolution des superficies des bassins versants liés au projet minier

	État Initial (km ²)	2013		2036	
		Surface totale (km ²)	Part du BV anthropisée (%)	Surface totale (km ²)	Part du BV anthropisée (%)
Kwé Nord	10,86	10,88	15%	11,59	69%
Kwé Ouest	18,04	16,83	21%	18,23	52%
Kwé Est	2,24	2,03	17%	1,32	16%

En comparant l'état initial et l'état final, les superficies des principaux sous bassins versants de la Kwé évoluent de la manière suivante :

- La superficie du bassin de la Kwé Nord augmente de 7% entre l'état initial et final. À la fin de la période d'exploitation, 69% de la superficie du bassin versant aura été anthropisée ;
- La superficie du bassin de la Kwé Ouest augmente de 1% à la fin de la période d'exploitation. À l'état actuel, la surface contributive aux écoulements diminue de 7% pour le parc à résidus de la Kwé Ouest. À la fin de la période d'exploitation, 52% de la superficie du bassin versant aura été anthropisée;
- La superficie du bassin versant de la rivière Kwé Est va diminuer de 41% sur l'ensemble de la période d'exploitation. À la fin de la période d'exploitation, 16% de la superficie du bassin versant aura été anthropisée ;
- La superficie du bassin versant de la rivière Kwé principale a diminué de 4% en 2013. Cette diminution correspond au transfert, vers l'émissaire marin, des précipitations qui tombent dans l'emprise du parc à résidus. À la fin de la période d'exploitation, la superficie du bassin versant de la rivière Kwé Principale restera la même qu'initialement. L'anthropisation du bassin versant total atteindra 59%, à la fin de la période d'exploitation.

L'anthropisation des bassins versants induit une imperméabilisation des sols engendrant ainsi, sur le régime hydrologique, une augmentation des écoulements de surface et une diminution de la recharge des écoulements souterrains.

Sur les crues, la modification des propriétés de ruissellement va entraîner une forte intensification des crues courantes et une intensification modérée pour les crues rares.

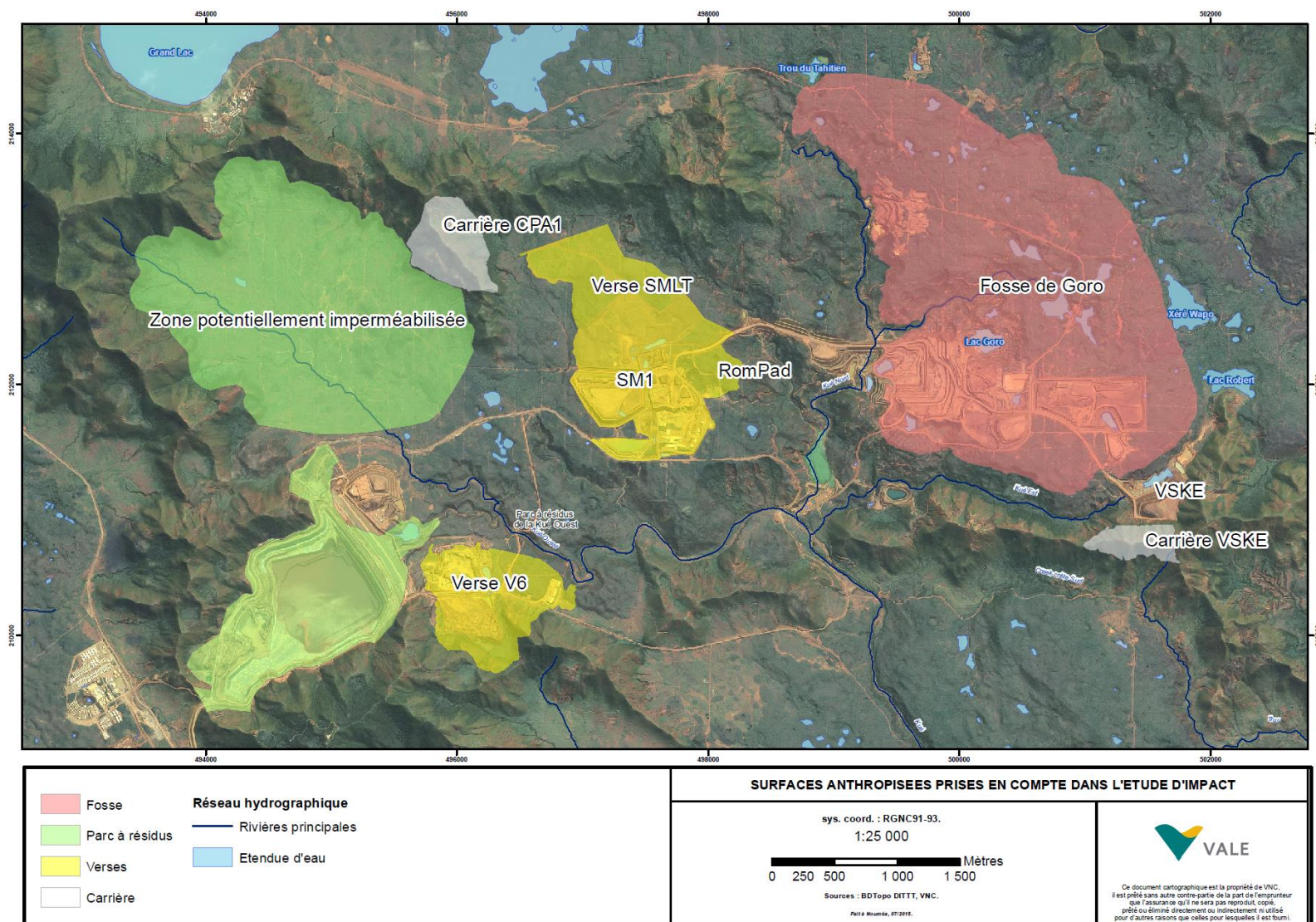


Figure 10 : Aménagement pris en compte dans le cadre de l'étude d'impact

L'évaluation quantitative des effets du projet minier sur les écoulements de surface est détaillée dans le Livret D (volet F), Une synthèse de cette évaluation est présentée ici.

Les perturbations hydrologiques potentielles induites par le projet minier peuvent être regroupées selon les 3 catégories (présentées ci-dessous) :

- Une baisse ou une augmentation du module des rivières (débit moyen interannuel) due à des modifications sur la superficie des bassins versants topographiques. C'est le cas pour la rivière Kwé Nord et Kwé Est.
- Une modification de l'amplitude saisonnière du débit dans les rivières (modification du régime hydrologique) due à l'anthropisation des bassins versants. L'ensemble des aménagements miniers (verse à stérile, parc à résidus, carrière, fosse minière) vont contribuer à limiter l'infiltration naturelle des eaux de pluie et à convertir ces volumes d'eau en ruissellement. C'est le cas pour l'ensemble des affluents de la Kwé (Kwé Nord, Kwé Est et Kwé Ouest)
- Des phénomènes d'assèchements sur tout ou partie des tronçons de rivière en raison d'une déconnexion avec les nappes d'eaux souterraines induite par le drainage de ces nappes accentué par la fosse minière ou la diminution de la recharge de ces nappes liée à l'anthropisation des bassins versants (baisse de l'infiltration des eaux de pluie). C'est le cas pour l'ensemble des affluents de la Kwé.
- Les effets potentiels du projet minier sur le régime hydrologique de la rivière Kwé et de ses principaux affluents ont été évalués en altérant les composantes ruissellement et infiltration des bilans hydrologiques. Pour établir ces changements, 2 méthodologies ont été utilisées :
 - Méthode 1 : L'augmentation du ruissellement et la diminution des apports souterrains sont proportionnelles aux surfaces anthropisées
 - Méthode 2 : La diminution des apports souterrains est donnée par les résultats des 3 modèles hydrogéologiques développés à l'échelle régionale. Pour chaque rivière, le résultat le plus conservateur des 3 modèles a systématiquement été retenu pour l'analyse.

Les analyses techniques mises en œuvre pour l'étude d'impact permettent d'évaluer l'ampleur des perturbations hydrologiques potentielles, après 25 années d'exploitation minière. Ces perturbations sont présentées ci-dessous.

- Le fonctionnement hydrologique de **la Kwé Est** sera fortement perturbé par l'exploitation minière (Figure 11). La baisse attendue sur le débit moyen interannuel est de l'ordre de 40%. Du fait d'une diminution de la contribution des eaux souterraines pouvant atteindre 70%, les débits moyens mensuels devraient baisser de 40% à plus de 60% en situation de basses eaux. En conséquence, le risque d'apparition d'à-sec est jugé fort pour plus de 90% du linéaire de la rivière Kwé Est. En fin d'exploitation, en l'absence de mesure d'atténuation, il est considéré que seuls les 500 premiers mètres de la rivière conserveront des écoulements pérennes. En parallèle, une diminution des pointes de crue de l'ordre de 20 à 30% est également attendue après 25 ans d'exploitation.
- À l'échelle annuelle, le débit moyen de **la rivière Kwé Nord** devrait connaître une augmentation de l'ordre de 7% (Figure 12). Néanmoins, à l'échelle saisonnière, le fonctionnement hydrologique de la rivière sera significativement perturbé par l'exploitation minière. Il est attendu une augmentation significative du ruissellement au détriment du débit d'origine souterraine. Cela devrait se traduire par une augmentation des débits moyens mensuels de l'ordre de 20% en situation de hautes eaux et une diminution de

l'ordre de 20 à 40% en situation de basses eaux. Cette perturbation est induite par une baisse de la contribution des eaux souterraines au fonctionnement de la rivière de l'ordre de 40% à 50%. En conséquence, le risque d'une augmentation des phénomènes d'assèchement sur certains tronçons de rivière est jugé fort en situation de basses eaux. La proportion de tronçons qui devraient conserver un écoulement permanent passe de 70 % en situation naturelle à 50 % après 25 ans d'exploitation. Par ailleurs, 26 % du réseau disparaîtra avec l'avancement de la fosse minière. En matière de crue, une forte augmentation des débits de pointe est attendue pour les crues saisonnières (de l'ordre de 110%) et les crues décennales (de l'ordre de 80%). Cette augmentation est modérée pour les crues plus rares (de l'ordre de 30%) ;

- Le débit moyen annuel de la Kwé Ouest ne devrait pas varier par rapport à la situation actuelle (Figure 13). En revanche, une augmentation de l'amplitude des variations saisonnières du débit est attendue.. En situation de hautes eaux, on attend une augmentation des débits moyens mensuels de l'ordre de 10 à 20%. En situation de basses eaux, la tendance s'inverse avec une diminution des débits mensuels qui sera de l'ordre de 20% en situation d'étiage. Cette perturbation est induite par une baisse de la contribution souterraine, de l'ordre de 20% à 50%. En matière de crue, une forte augmentation des débits de pointe (plus de 60%) est attendue pour les crues saisonnières et décennales. Pour les événements rares (période de retour de 100 ans), cette augmentation est modérée (de l'ordre de 20%).
- **La Kwé principale** va hériter des perturbations de ses 2 principaux affluents (la Kwé Ouest et la Kwé Nord). Globalement, le débit moyen interannuel de la Kwé principale devrait rester stable par rapport à la situation actuelle (Figure 14). À l'échelle saisonnière, il est attendu une augmentation des débits moyens mensuels de l'ordre de 20% en situation de hautes eaux et une baisse des débits moyens mensuels de l'ordre de 20% à 40% en situation de basses eaux. En matière de crue, une forte augmentation des débits de pointe est attendue pour les crues saisonnières (de l'ordre de 90%) et les crues décennales (de l'ordre de 60%). Cette augmentation est modérée pour les crues plus rares (de l'ordre de 20%).
- Pour **les autres rivières (Wajana, Kwé Binyi, Truu, rivière du secteur de Port Boisé, Kaori, Kadji, Plaine des Lacs)**, les perturbations hydrologiques potentiellement attendues sont faibles ou non significatives.

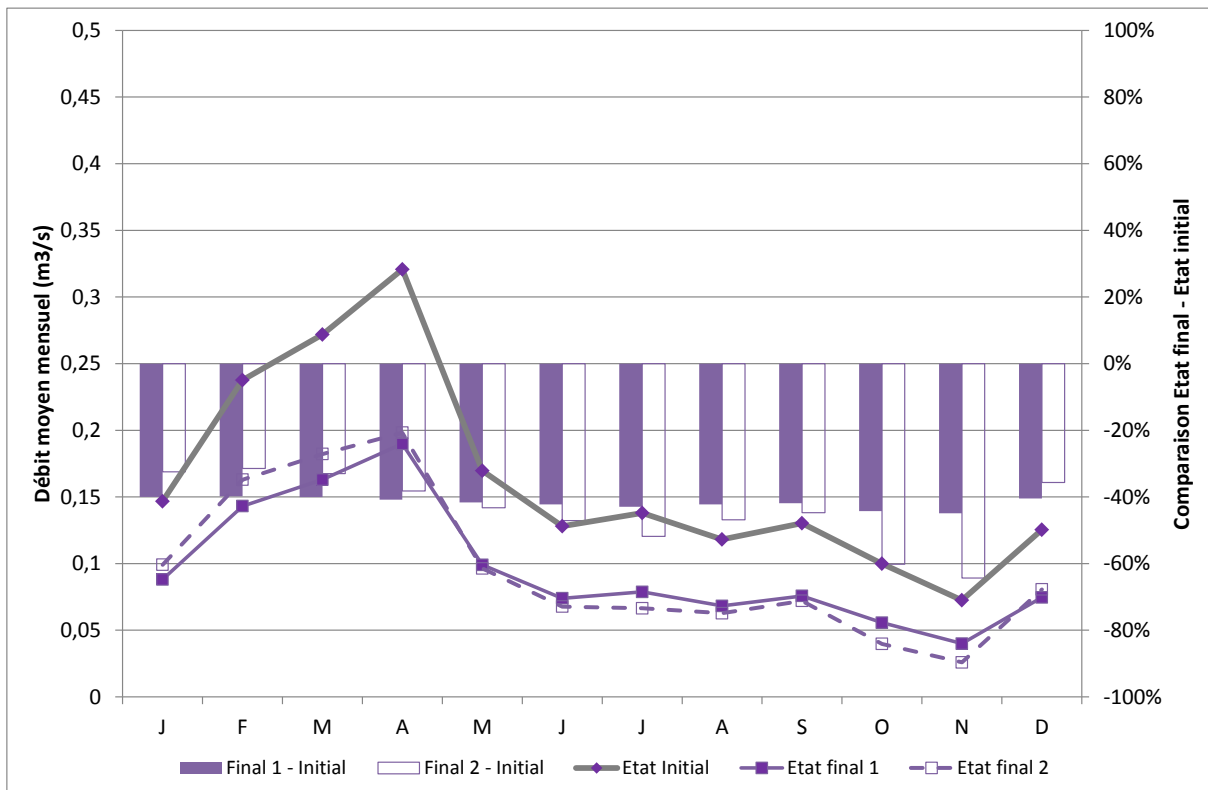


Figure 11: Comparaison État final – État initial – Kwé Est

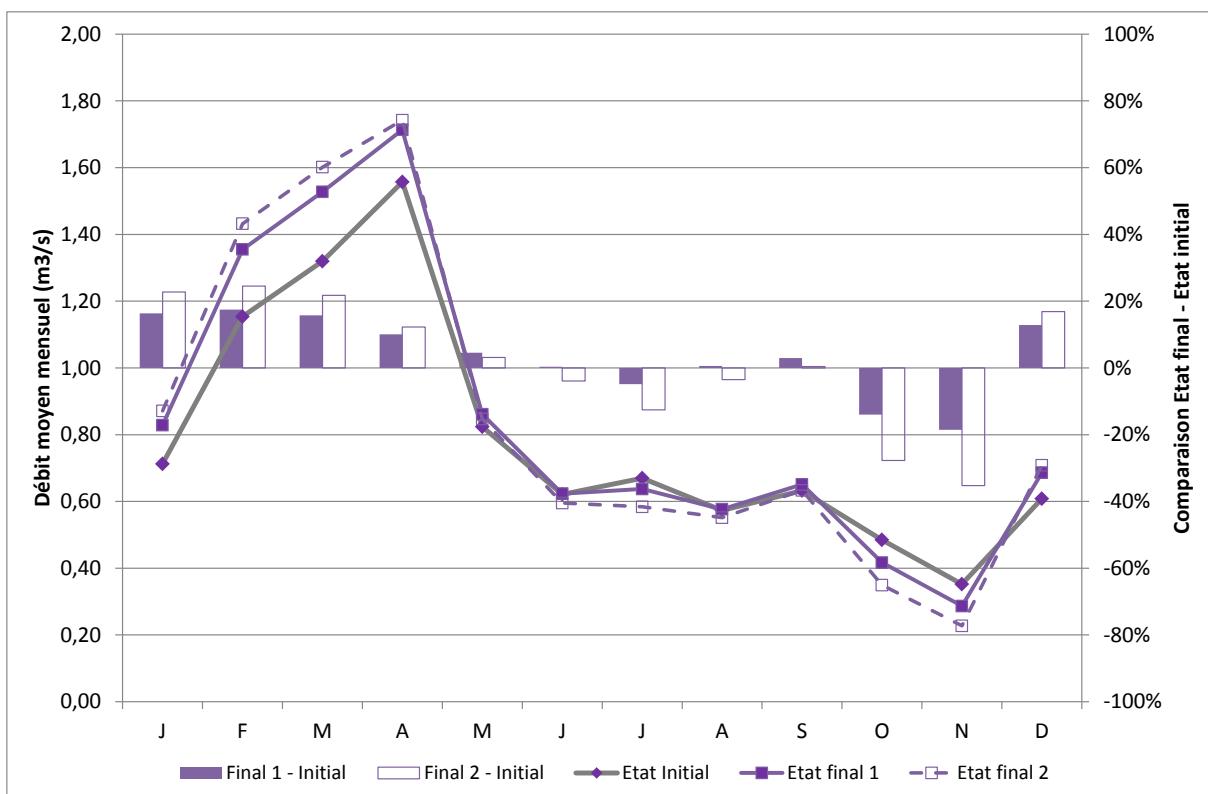


Figure 12 : Comparaison État final – État initial – Kwé Nord

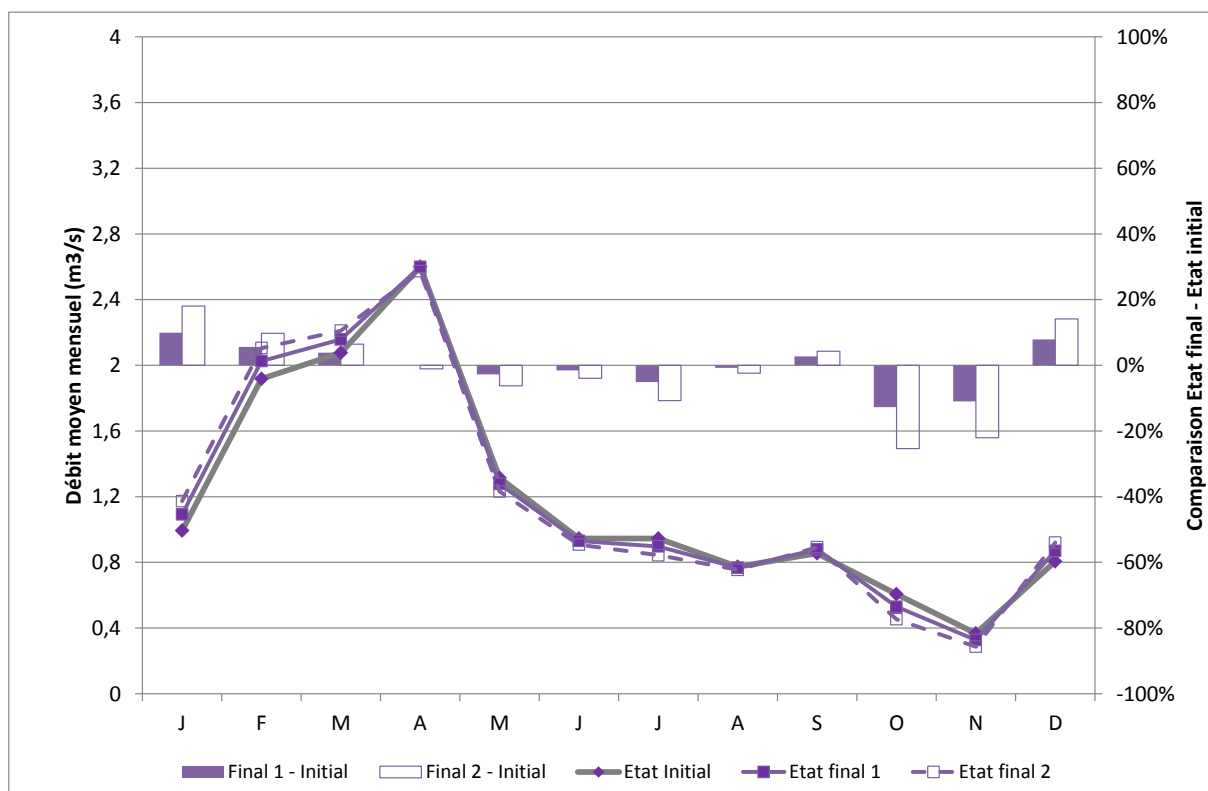


Figure 13 : Comparaison État final – État initial – Kwé Ouest

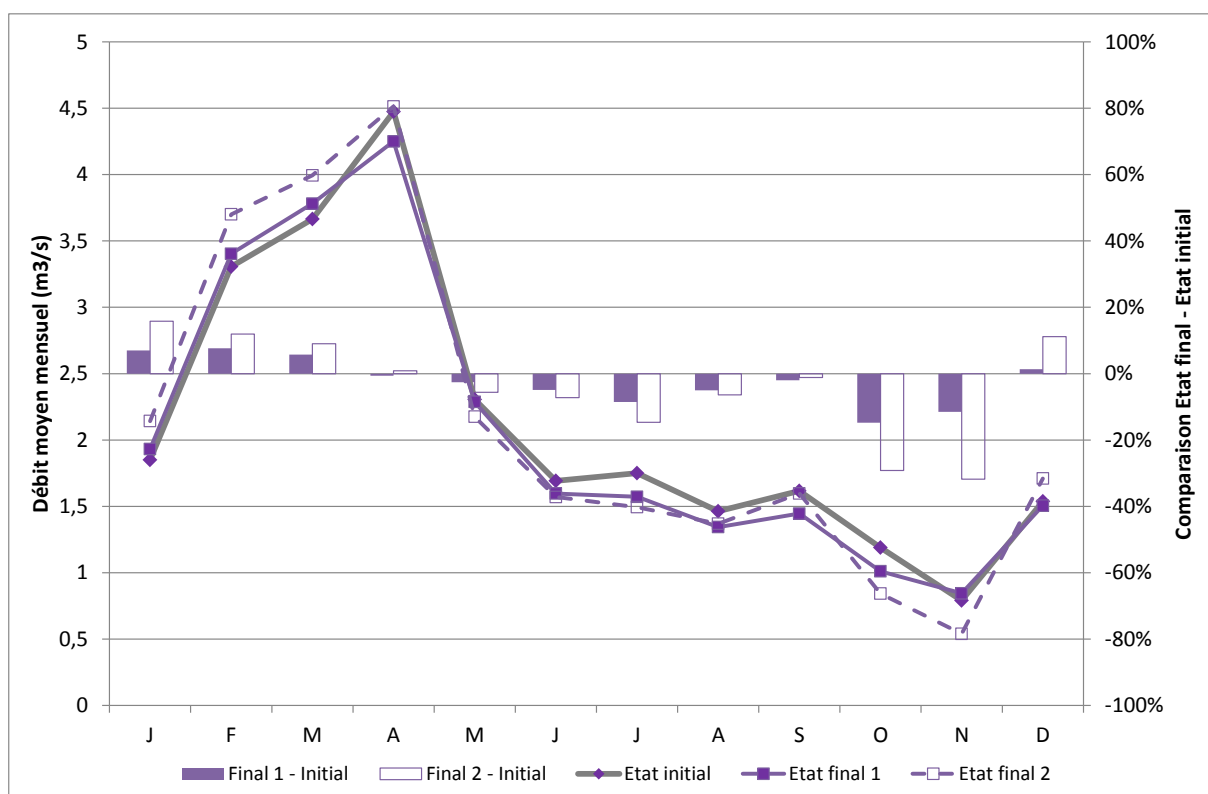


Figure 14 : Comparaison État final – État initial – Kwé principale

5.2.1.3 En phase de fermeture

À la fin de l'exploitation, la topographie du terrain aura été modifiée par rapport à la situation initiale et les cours d'eau seront rétablis selon une hydrographie et un fonctionnement hydraulique différent qui sera adapté aux nouvelles caractéristiques du site. Les impacts identifiés pour la phase de fermeture seront à évaluer pour la mise en œuvre du plan de gestion des eaux élaboré pour cette phase.

5.2.1.4 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels sur le régime hydrologique des principaux cours d'eau qui draine le bassin versant de la rivière Kwé et les bassins versants adjacents sont :

- Les mesures spécifiques de protection et gestion des eaux (**M3**) et plus particulièrement les mesures de gestion des eaux de surface en période de construction (**M3-2**) telles que la conservation de la transparence hydraulique des ouvrages de franchissement sur les cours d'eau ;
- En phase d'exploitation et de fermeture, le POGES (Plan Opérationnel de Gestion des Eaux de Surfaces) (**M3-3**) indiquera le schéma et les procédures de VNC pour la gestion des eaux de ruissellement. Il fixe les objectifs à atteindre du point de vue quantitatif et qualitatif des eaux de surface. Les eaux d'exhaure des fosses minières suivront également un plan de gestion particulier (**M3-4**) pendant ces mêmes phases ;
- Mesures liées aux opérations de fermeture et de réhabilitation (**M7**).

Suivi environnemental associé

- Le plan de suivi des eaux superficielles (**MS1**).

5.2.2 Altération de la qualité physique des rivières

5.2.2.1 Sources de perturbations et effets

L'anthropisation des sols (défrichement et imperméabilisation) et les modifications du régime hydrologique auront potentiellement des impacts sur la dynamique hydrosédimentaire. Néanmoins, les infrastructures prévues pour la gestion des eaux limiteront ces impacts potentiels.

Les fossés, caniveaux, descentes d'eau et bassins de sédimentation seront conçus pour empêcher l'érosion des sols engendrés par le ruissellement incontrôlé des précipitations sur les surfaces dénudées. Un contrôle rigoureux du fonctionnement des bassins de sédimentation et des ouvrages associés limitera les exportations de matière en suspension vers le milieu naturel.

En phase de construction et en phase de fermeture, toutes les surfaces terrassées et non revêtues sont susceptibles de générer des eaux de ruissellement chargées en matières en suspension. Le volume de ruissellement est important en raison de la pluviométrie (lame d'eau annuelle comprise entre 3 et 4 m).

En phase d'exploitation, le ruissellement continue sur les surfaces non revêtues et doit être géré comme en phase de travaux. **Toutes les zones** du projet sont concernées par la phase d'exploitation.

Le Tableau 16 permet d'associer les infrastructures du projet (susceptible de générer des matières en suspension) aux bassins versants des principaux cours d'eau avec des indications sur les connexions souterraines éventuelles mises en évidence (voir volet B « État initial »).

Les cours d'eau qui pourraient être les plus impactés par des modifications de la dynamique hydrosédimentaire sont ceux qui drainent les infrastructures du projet. Les tronçons les plus proches de ces infrastructures seront potentiellement les plus touchés.

Certains faciès hydromorphologiques sont plus sensibles aux modifications de la dynamique hydrosédimentaire. La distribution spatiale des impacts sur la qualité physique des cours d'eau ne sera donc pas uniquement fonction de l'éloignement de la source de matière en suspension, mais également de la nature du faciès hydromorphologique.

Les modifications du régime hydrologique (augmentation de l'amplitude des variations saisonnières, augmentation du débit de pointe de crue) vont potentiellement induire des modifications de la répartition des faciès hydromorphologiques le long des cours d'eau. Ce phénomène complexifie encore la question de l'évaluation des perturbations de la qualité physique des rivières.

En résumé, les rivières dont la qualité physique sera potentiellement impactée sont d'abord celles qui drainent directement les infrastructures du projet et les tronçons de ces rivières les plus proches des sources de matière en suspension et pour ceux qui présentent les faciès géomorphologiques les plus sensibles aux perturbations attendues.

Tableau 16 : Rivières potentiellement concernées par le projet minier et ses installations

Bassins versants principaux	Rivières			Installations du projet minier et liaisons hydrauliques identifiées
	Sous bassins versants	Longueur (km)	Pente (%)	
Rivière Kwé	Kwé Ouest	8,3	4,8	Parc à résidus, UPM et SMLT (limite Kwé Ouest et Kwé Nord), zone d'aménagement KO4
	Kwé Nord-Ouest	3,3	6,8	Verse SMLT Fosse minière Verse à stériles VSKE
	Kwé Nord-Est	4,0	3,8	
	Kwé Est	4,2	3,6	
	Kwé inférieure	4,1	1,4	Verse à stériles de l'exercice minier
Total Rivière Kwé		23,9		
Trou Bleu	Trou bleu	3,7	3,2	Aucune installation Hypothèse de Liaisons souterraines en provenance de la Kwé Ouest vue comme peu probable
Wajana	Wajana	3,8	7,1	Aucune installation
Kwébini	Kwébini	8,0	3,0	Aucune installation
Truu	Truu	4,4	10	Aucune installation Les eaux drainées par la verse VSKE sont évacuées par la rivière Kwé Est pour ne pas impacter les pseudokarsts qui conduisent de l'eau vers la rivière Truu
Creek de la crête sud	Creek de la crête sud	2,6	10,3	Aucune installation
Cascade	Cascade	2,3	6	Aucune installation Liaison souterraine prouvée en provenance de l'Entonnoir Liaison souterraine prouvée à destination de la Truu
Entonnoir	Entonnoir	1,2	8,5	Aucune installation Liaisons souterraines en provenance de la Kwé Est (fosse minière)
Total rivières périphériques		26,0		

Pour le projet, le BSKN sera l'ultime moyen de piéger les matières en suspension. Ce bassin, aménagé dans le lit de la rivière Kwé Nord avant sa confluence avec la rivière Kwé Ouest, est dimensionné pour résister à une crue de récurrence millénale. C'est le plus grand bassin de sédimentation du territoire, il a une capacité de 365 000 m³.

La Figure 15 présente une photo du BSKN en construction et la Figure 16 le bassin de sédimentation BSKN en cours de remplissage.



Figure 15 : Photo du BSKN en cours de construction



Figure 16: Photo du BSKN en cours de remplissage

L'analyse de la concentration en MES des eaux de la Kwé, effectuée grâce au réseau de surveillance de la qualité des eaux (réseau décrit dans le rapport Golder 2012 et EMR 2015), a permis de mettre en évidence une tendance à l'augmentation de la charge en MES dans le bassin de la Kwé principale (KAL) pendant la phase de travaux.

5.2.2.1.1 Sédimentation et envasement de la Kwé inférieure et de la baie de Kwé

Une étude de caractérisation des évolutions de l'engravement de la rivière Kwé et de corrélation avec les activités minières a été réalisée.

Les premiers résultats ne permettent pas de conclure à une influence directe de l'activité minière sur l'évolution des bancs qui encombrant le lit de la rivière et la baie de Kwé (EMR, 2012). Cependant, on observe une légère augmentation des flux sédimentaires entre 2007 et 2010, surtout dans la partie haute de la rivière (en amont de la station KAL).

Il est à noter que, d'une manière générale, les rivières du Sud sont à la source de beaucoup de charriage à chaque épisode pluvieux, en raison notamment des anciens travaux miniers et des feux récurrents dans le secteur qui laissent les terrains à nus et favorisent le ruissellement.

5.2.2.2 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels liés à l'altération de la qualité physique des rivières sont :

- Des mesures spécifiques de protection et de gestion des eaux (**M3**) et, en particulier, les mesures liées à la mise en place d'un plan de gestion des eaux de la mine. Ce plan débute en phase travaux (**M3-2**) et se complète, au fur et à mesure du développement des installations et aménagements, en phase d'exploitation (**M3-3**). Les mesures comprennent également un plan opérationnel de gestion des eaux de surface (POGES) sur le CIM et l'UPM (**M3-1**) et pour la fosse minière (**M3-4**), fixant des objectifs de concentration en MES avant rejet vers le milieu naturel ;

Suivi environnemental associé

- Le plan de suivi des eaux superficielles (**MS1**), au travers d'un réseau réglementaire et d'un réseau volontaire de surveillance, permet de suivre l'évolution de la charge en MES des affluents de la Kwé et de la Kwé principale en fonction des évolutions de la mine et de corriger le cas échéant les mesures de gestion des eaux ;
- Le Plan de suivi des eaux souterraines (**MS2**).

5.2.3 Altération de la qualité biologique et de la biodiversité des rivières

5.2.3.1 Sources de perturbation et effets

5.2.3.1.1 Faune ichtyologique

Globalement, les communautés aquatiques des rivières du secteur de Goro sont caractérisées, déjà à l'état initial, par une densité très faible, une proportion élevée d'espèces endémiques et des espèces *catadromes* (qui effectuent des va-et-vient cycliques entre eau salée/lagon et rivières). Les inventaires ont été effectués et sont présentés dans le volet B 'État initial'.

Pendant les phases de travaux et d'exploitation, l'impact intervient sur la perte de communautés d'eau douce des rivières Kwé Nord et Kwé Est et l'altération des communautés d'eau douce de la Kwé Principale.

En raison des modifications du régime hydrologique et des écoulements superficiels, une grande partie des communautés d'eau douce présentes sur l'emprise directe de la mine, de la Kwé Est et de la Kwé Nord vont disparaître ou être modifiées. De plus, les communautés d'eau douce de la rivière Kwé Principale pourraient être modifiées par l'apport sporadique de sédiments et les fluctuations de débit.

La longueur totale des rivières localisées sous l'emprise physique de la mine (30 ans d'exploitation), et qui seront plus ou moins modifiées par les activités minières durant la durée de l'exploitation, est de **8,2 km** (Kwé Nord et Kwé Est). D'autres portions seront modifiées, notamment dans la Kwé Ouest, au niveau de KO4. Au total, environ la moitié du linéaire des cours d'eau permanents présents sur la zone d'influence du projet minier pourra être affectée à des degrés variables. Ce

pourcentage est élevé pour la zone d'influence du projet mais reste modeste par rapport à la totalité des cours d'eau permanents de la zone du Grand Sud calédonien et des habitats aquatiques qu'ils représentent.

La modification et donc l'altération potentielle des cours d'eau dans le périmètre de l'activité minière sont difficilement évitables. A cet égard, la préservation de la biodiversité des autres cours d'eau du Grand Sud, et, en particulier, des cours d'eau périphériques, est l'objectif majeur pour ne pas affecter la capacité naturelle d'évolution de la biodiversité des eaux douces à fort endémisme dans le Grand Sud.

En phase de fermeture

L'exploitation minière s'étale sur 25 ans avec une réhabilitation progressive des surfaces sur lesquelles l'activité est terminée. A la fermeture, les écoulements superficiels sur les surfaces exploitées seront réaménagés, ce qui favorisera un rétablissement progressif des communautés d'eau douce.

L'engravement de la Kwé par des sédiments issus de la rivière, peut avoir un impact sur les communautés d'eau douce tout le long de la rivière y compris en aval de l'exploitation. Puisque les sédiments seront mobilisés en fonction des crues. L'impact sur les populations de poissons en rivière se poursuivra donc à long terme.

5.2.3.1.2 Faune macro-benthique

La qualité biologique des eaux douces et, en particulier de la Kwé principale et de ses affluents est évaluée à partir de deux indices : l'IBNC et l'IBS (voir livret C, volet B relatif à l'état initial).

L'ensemble des dégradations liées à la charge en sédiments (sédimentation et turbidité) et des qualités chimiques (concentration en polluants sels et métaux) ont une influence directe sur les communautés benthiques des rivières. De même le maintien de la végétation rivulaire a son importance sur la bonne santé des écosystèmes d'eau douce, et toutes les dégradations des formations rivulaires auront un impact sur la qualité biologique des eaux de rivière.

Les observations effectuées entre l'état initial (2006) et l'état actuel (2012) montrent une tendance à la dégradation de l'IBNC de la Kwé principale vers une qualité passable pour les perturbations organiques et mauvaise pour les perturbations sédimentaires.

5.2.3.1.3 Impact des diminutions de débit de base sur l'écosystème de la rivière Kué

 Cf CD de données joint au dossier : Etude d'impact de la réduction des débits sur la flore et la faune aquatique, AzEP, Erbio, Soreco-NC, Janvier 2015

L'évaluation de l'impact de la modification du débit sur la faune aquatique s'est appuyée sur une évaluation de l'habitabilité de la rivière Kwé pour des espèces cibles (poissons et macro invertébrés), avant et après réduction du débit. Les espèces cibles sélectionnées couvrent les principaux compartiments écologiques de la rivière Kwé de l'amont à l'aval de cette rivière. Elles ont été principalement sélectionnées en fonction de leurs préférences écologiques (degré de rhéophilie, sensibilité à la pollution sédimentaire, ...), de leur présence sur le bassin versant de la Kwé ainsi que des données actuellement disponibles sur la faune aquatique calédonienne.

La démarche mise en œuvre pour évaluer les modifications des habitats est basée sur :

- les débits de base estimés par les modèles hydrogéologiques ;

- les mesures de débit et de hauteur d'eau obtenues par jaugeage ;
- une modélisation hydraulique du cours d'eau ;
- une description des rivières (substrat, géomorphologie, hauteur d'eau).

Pour l'évaluation des impacts, une situation de référence (état initial sans prise en compte des aménagements) est établie avec les débits de base estimés par les modèles hydrogéologiques. Cette situation est traduite en termes d'habitabilité des différents tronçons de la rivière Kwé vis-à-vis des espèces cibles sélectionnées, et une note globale d'habitabilité est attribuée à chacun de ces tronçons. L'habitabilité liée à cette situation de référence décrite pour des combinaisons de conditions hydrologiques (année humide, année sèche, année moyenne, période des basses eaux et période des hautes eaux) est ensuite comparée à l'habitabilité liée à une situation prenant en compte les aménagements. L'écart d'habitabilité entre l'état de référence et les scénarios de modifications du débit de base permettra de quantifier l'impact de la réduction du débit à la fois sur les communautés ichthyologiques, les crustacés et les macro invertébrés benthiques.

Analyse de la capacité d'accueil de la rivière Kwé

Avant modification du débit, la proportion d'habitats potentiels pour accueillir les espèces cibles diffère en fonction des branches du cours d'eau et de l'espèce ou du taxon étudié. Les espèces moins exigeantes présentent la plus forte proportion d'habitats potentiels.

En ce qui concerne les poissons, l'habitabilité potentielle la plus élevée est observé pour le gobie *S. chloe* et l'anguille *A. megastoma*, qui affectionnent les eaux courantes mais qui peuvent également se trouver dans des zones plus calmes et plus ou moins profondes. A l'inverse les espèces comme *P. attiti* ou les mulets noirs *Cestraeus* sont plus exigeantes en vitesse et/ou hauteur d'eau, les habitats potentiels sont donc moins nombreux.

L'habitabilité de la Kwé par rapport à l'ichtyofaune et aux macroinvertébrés benthiques varie considérablement en fonction des conditions hydrologiques. Elle augmente, quelle que soit l'espèce, en période de hautes eaux. De même, la proportion d'habitats potentiels de ces espèces est plus élevée pour les années humides que pour les années sèches. Les variations saisonnières et interannuelles influencent donc fortement l'habitabilité de la Kwé. L'alternance des hautes et basses eaux ont des effets sur l'habitabilité de la rivière pour la grande majorité des espèces étudiées.

En ce qui concerne les macroinvertébrés, la plupart des habitats potentiels favorables aux taxons cibles sont affectés par les variations saisonnières. Ce sont les organismes rhéophiles qui sont les plus affectés. Pour les éphéméroptères et les trichoptères, l'habitabilité de la Kwé et de ses affluents diminue fortement en basses eaux. A contrario, pour les Hydrobiidae qui préfèrent les milieux plus calmes (comparés aux autres espèces cibles), la proportion d'habitats potentiels restent sensiblement identique quelle que soit les conditions hydrologiques.

Impact des modifications des habitats sur la capacité d'accueil de la rivière kwé

L'habitabilité de la rivière Kwé vis-à-vis des espèces piscicoles et macrobenthiques est affectée par la réduction du débit de base prédite par les modèles hydrogéologiques. Globalement, la proportion d'habitats potentiels pour la faune aquatique diminue avec la réduction du débit, quelle que soit l'année et la saison. La réduction du débit va avoir des conséquences plus ou moins importantes sur les organismes en fonction de leurs préférences écologiques et des changements opérés sur les écoulements dans la rivière.

Les réductions du débit de base entraînent des modifications des conditions d'écoulement (courant, hauteur d'eau), au niveau des habitats aquatiques. Les variations saisonnières naturelles modulent l'impact des réductions du débit de base sur l'habitabilité de la rivière Kwé. Les impacts sont atténués par les hautes eaux et intensifiés par les basses eaux.

Les conditions de transport sédimentaire, d'interaction entre la rivière et la zone rivulaire concourent à la diversité des habitats nécessaires à la grande majorité des espèces cibles étudiées. Ces conditions évolueront aussi avec la réduction du débit de base. Cependant les connaissances et outils nécessaires pour les appréhender dans ce type de milieu sont toujours en cours ne sont pas disponibles.

Ces modifications affecteront également la structure des communautés (richesses, abondance et composition) et ajoutent une dimension supplémentaire qui complique l'évaluation des impacts d'une réduction du débit.

Plus précisément, les espèces globalement les plus touchées par la réduction du débit de base sont *A. megastoma*, *S. chloe* et *P. attiti*. Les gobies sont très rhéophiles et une diminution de débit peut fortement les affecter selon les situations hydrologiques.

La réduction du débit prédite sur la Kwé va également avoir un impact plus ou moins important sur l'habitabilité de la rivière vis-à-vis des macroinvertébrés benthiques et des crevettes ciblées dans l'étude. Aucune perte d'habitabilité n'est à noter vis-à-vis des Hydrobiidae, et ce quelque soit l'année et la saison.

5.2.3.2 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire la dégradation des écosystèmes d'eau douce sont les mêmes que celles liées à la préservation de la qualité physique et chimique et du débit des eaux de surface (continuité des cours d'eau). Ces mesures sont :

- Les mesures spécifiques à la protection et à la gestion des eaux (M3) ;
- Les mesures d'urgence liées au parc à résidus (M5-4) ;
- Les mesures liées aux opérations de fermeture et de remise en état et notamment la restauration des portions de cours d'eau interrompues par l'exploitation (M7).

Suivi environnemental associé

La mise en œuvre du plan de suivi des eaux superficielles (MS1).

5.2.4 Évaluation des effets résiduels sur les rivières

5.2.4.1 Évaluation des effets résiduels sur le régime hydrologique des cours d'eau

Le plan d'aménagement de la mine et le plan de gestion des eaux ont été conçus pour minimiser les impacts au-delà du périmètre du projet, en portant une attention particulière sur la Plaine des lacs, la rivière Wajana et la rivière Truu.

Il est montré que les régimes d'écoulements des eaux de surface, et tout particulièrement des crues, sur l'emprise directe de la mine seront modifiés voire fortement modifiés, pour la durée de l'exploitation minière. La rivière Kwé principale est le seul exutoire pour les eaux de surface de la zone de la mine. Les effets résultant de l'exploitation minière seront donc directement ressentis du point de vue des variations saisonnières (quantité et qualité des eaux) au niveau de la rivière Kwé Principale, même après toutes les mesures d'atténuation.

Il est estimé que le débit moyen interannuel de la Kwé Est sera préservé à hauteur d'au moins 50% au niveau de sa confluence avec la rivière Kwé Ouest. Le débit moyen interannuel de la Kwé Nord sera augmenté de l'ordre de 7%. Les débits moyens annuels de la Kwé Ouest et de la Kwé principale resteront inchangés.

L'évaluation des effets résiduels est faite ici sur l'ensemble du bassin de la Kwé, soit la Kwé principale, en aval du site minier. Les impacts résiduels du projet sur le débit moyen interannuel des cours d'eau du bassin de la Kwé sont donc évalués comme faibles.

Plus d'incertitudes demeurent sur les débits de crue de ce bassin, leur retour à l'état initial dépendra fortement de la réussite des opérations de réhabilitation et de revégétalisation. En faisant l'hypothèse d'une réussite de ces opérations, l'importance de l'impact résiduel du projet sur les crues sera modéré.

En ce qui concerne les cours d'eau périphériques, des impacts potentiels d'importance modérée persistent sur la rivière Wajana et sur la rivière Truu. En effet :

- Le débit de la rivière Wajana pourrait potentiellement être réduit de moins de 10% ;
- Des connexions souterraines sont maintenant prouvées entre le secteur de la mine et la rivière Truu et des effets pourraient potentiellement être ressentis au niveau de la rivière Truu.

5.2.4.2 Évaluation des effets résiduels sur la qualité physico-chimique

En phase de travaux, et avant la mise en place du réseau de gestion des eaux superficielles, l'importance des effets du projet sur la qualité physique des eaux douces a été évaluée comme modérée en raison de la charge en sédiments observée dans la rivière Kwé, notamment en 2008.

Après la mise en place des bassins de sédimentation, la grandeur des perturbations sera réduite en phase d'exploitation.

Les dégradations chimiques de l'eau douce ont un impact sur la qualité des eaux de la Kwé, sur la qualité des écosystèmes et éventuellement, sur la qualité des eaux utilisées par les populations habitants en aval (rivière Truu) par transfert souterrain.

Le plan de gestion environnementale mis en place dès le début des activités permet de réduire les impacts du projet sur la qualité chimique des eaux douces, à une intensité modérée en phase de travaux et exploitation, et à une intensité faible en phase fermeture. L'essentiel des impacts résiduels sur la qualité biologique des cours d'eau est due à la création temporaire de discontinuités hydrauliques sur certaines portions de cours d'eau et à l'augmentation temporaire ou localisée de la turbidité à l'intérieur du bassin versant de la Kwé en amont de la station KAL.

5.2.4.3 Evaluation des effets résiduels sur la biodiversité des rivières

La valeur écosystémique de la biodiversité d'eau douce est évaluée comme moyenne, malgré la faible densité des populations, mais présentant un fort taux d'endémisme pour de nombreux groupes, dont, en particulier, les poissons. Les populations déjà réduites vont être affectées par les activités minières au niveau de la qualité de leur habitat (création d'à-sec, destruction de la végétation rivulaire, modification des qualités physico-chimiques et, en particulier, augmentation ponctuelle de la turbidité...) et également au niveau de leur reproduction par la destruction de zones de fraie ainsi que par la création d'obstacles à la migration le long des différents affluents de la Kwé (comportement catadrome de la majorité des espèces piscicoles).

De plus, aucune activité de pêche ou de récolte de crustacés n'est pratiquée par les communautés dans les cours d'eau de l'emprise du projet. En revanche la préservation des rivières et de leurs écosystèmes est un enjeu pour les communautés ce qui maintient la valeur socio-économique à un niveau moyen. Les suivis réalisés mettent en évidence une altération de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau affluents de la Kwé et qui traversent l'emprise du projet.

La faune aquatique des rivières périphériques ne devrait cependant pas être affectée significativement par l'activité minière si des précautions sont prises vis-à-vis des connexions souterraines et du basculement des écoulements souterrains afin de maintenir les conditions d'écoulement des bassins versants adjacents au projet.

5.2.4.4 Evaluation des effets de la réduction des débits sur l'écosystème de la rivière Kwé

La principale conséquence d'une réduction de débit est la conversion de nombreux habitats lotiques en milieux lentiques. La raréfaction des milieux lotiques aura tendance à favoriser la dominance d'espèces généralistes, physiologiquement tolérantes et de petite taille, au dépend d'espèces rhéophiles, sensibles et/ou spécialisées. L'apparition de nouveaux d'habitats potentiels pour des espèces généralistes peut aussi favoriser les espèces introduites, l'implantation de ces espèces étant généralement plus facile avec de faibles débits et une saisonnalité réduite.

La réduction du débit pose également la question du maintien de la continuité écologique. Les organismes aquatiques sont amenés à se déplacer au sein d'un cours d'eau, de manière plus ou moins importante selon les individus. Une fragmentation potentielle des habitats avec réduction de la hauteur d'eau (création d'obstacles) pourrait affecter certaines espèces (la plupart des poissons et certaines crevettes), pour leur migration (reproduction, alimentation). Si la fragmentation des habitats était observée, une modification des relations interspécifiques (compétition, prédation ...) serait possible.

Tableau 17 : Évaluation de l'impact résiduel sur les rivières

			Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Valeur écosystème.	Valeur socio-culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
EN PHASE DE CONSTRUCTION									
Régime hydrologique de la Kwé et ses affluents	Construction des installations de la CIM/UPM, des voies de circulation et des plateformes pour les tuyauteries du corridor technique	M3 Les mesures spécifiques à la protection et la gestion des eaux	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
Régime hydrologique des bassins adjacents	Aucune activité sur les cours d'eau périphériques	Idem ci-dessus	Moyenne	Moyenne à Forte	Non significative	Non significative	Locale	Courte	Non significative
Qualité physique des eaux	Eaux de ruissellement chargées en sédiments Envasement et engravement de la baie de Kwé	M3-2 Mise en place d'un plan de gestion des eaux de la mine en phase travaux M3-1 Plan opérationnel de gestion des eaux de surface (POGES) sur le CIM et l'UPM et pour la fosse minière (M3-4), fixant des objectifs de concentration en MES avant rejet vers le milieu naturel ;	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
Biodiversité d'eau douce	Altération des écosystèmes d'eau douce par l'engravement et détournement des cours d'eau	M3 Les mesures spécifiques à la protection et la gestion des eaux M5-4 Des mesures d'urgence liées au parc à résidus	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Moyenne	Modérée
EN PHASE D'EXPLOITATION									

Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
			Valeur écosystème.	Valeur socio-culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
Régime hydrologiques de la Kwé principale et de ses affluents	Opération de la fosse minière, SMLT et autres versées, parcs à résidus : Modification, détournement, discontinuités des cours d'eau (création d'assec) par la fosse minière Modification des variations saisonnières d'écoulement Modification du débit de la Kwé principale de l'ordre de 12%, en considérant l'aménagement de la zone KO4 Intensification des crues	M3-3 Mise en place d'un POGES M3-4 Gestion des eaux d'exhaure de la fosse	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
Régime hydrologique des bassins adjacents	Creusement de la fosse minière à 25 ans : risque de diminution du débit de base de la Wajana de l'ordre de 10%	Idem ci-dessus	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
Qualité physique des eaux	Eaux de ruissellement chargées en sédiments Envasement et engrèvement de la baie de Kwé	M3-3 Protection et gestion des eaux de surface en période d'exploitation M3-4 Gestion des eaux d'exhaure	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible	Locale	Longue	Modérée
Biodiversité d'eau douce	Destruction des communautés d'eau douce dans l'empreinte des activités minières Création de discontinuités dans les cours d'eau (assec), création de barrière physiques à la migration (bassins, barrages...) Dégradation de la qualité des écosystèmes par altérations possibles de la qualité physico-chimique des cours d'eau Modification des types d'habitats (raréfaction des milieux lotiques et fragmentation potentiel des habitats lié à la réduction des débit de la rivière Kué	M3 Les mesures spécifiques à la protection et la gestion des eaux M5-4 Des mesures d'urgence liées au parc à résidus	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée

			Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Valeur écosystème.	Valeur socio-culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
EN PHASE DE FERMETURE									
Régime hydrologique de la Kwé et ses affluents	Réaménagement et restauration de la continuité des cours d'eaux	M7 Les mesures liées aux opérations de fermeture et remise en état et notamment le suivi des ouvrages de gestion des eaux	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
Régime hydrologique des bassins adjacents	Aucune activité sur les bassins versants adjacents	M7 Les mesures liées aux opérations de fermeture et remise en état et t notamment le suivi des ouvrages de gestion des eaux	Moyenne	Moyenne à Forte	Non significative	Non significative	Locale	Courte	Non significative
Qualité physique des eaux superficielles	Eaux de ruissellement chargées en sédiments	M7 Les mesures liées aux opérations de fermeture et remise en état et notamment la restauration des portions de cours d'eau interrompus par l'exploitation	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible	Locale	Courte	Mineure
	Envasement et engravement de la baie de Kwé								
Biodiversité d'eau douce	Rétablissement des connexions hydrauliques Turbidité pendant les travaux de fermeture	M7 Les mesures liées aux opérations de fermeture et remise en état et notamment la restauration des portions de cours d'eau interrompus par l'exploitation	Moyenne	Moyenne	Faible	Moyenne	Locale	Courte	Mineure

5.3 IMPACT SUR LES PLANS D'EAU

5.3.1 Modification des niveaux ou suppression de plans d'eau

En phase de construction et d'exploitation, l'aménagement des différentes zones du projet minier notamment la fosse minière du plateau de Goro aura des incidences variables suivant les secteurs.

L'extension de la fosse minière du plateau de Goro vers l'Est entraînera :

- la disparition du Lac Goro ;
- une baisse de niveau très importante (environ 10 mètres) au droit du Lac Xéré Wapo et un assèchement de ce dernier à partir de la 9^{ième} année d'exploitation (la première année d'exploitation correspond à 2012) ;
- une baisse importante (environ 5 mètres) du Lac Robert et un assèchement au moins temporaire de ce dernier.

L'alimentation du Grand Lac et les niveaux de la Plaine des Lacs, en revanche, seront peu impactés par la fosse minière, de même que les niveaux du lac en Long et du Lac en Y.

En outre, de nombreuses dolines présentes dans la zone du projet seront directement impactées par les ouvrages miniers.

En phase de fermeture l'impact sur les plans d'eau sera identique à ceux observés en phase d'exploitation.

5.3.2 Mesures d'atténuation

Les impacts du plan minier sur l'assèchement ou la destruction des lacs et dolines situés dans l'emprise du projet de fosse minière ou à sa proche périphérie sont inévitables et il n'y a aucune mesure d'atténuation envisageable.

5.3.3 Evaluation des effets résiduels sur les plans d'eau

Les valeurs éco systémiques et socio-culturelles des lacs, notamment du Lac Xéré Wapo et du lac Robert sont considérées comme fortes. L'intensité de l'impact est modérée, ce qui conduit à un impact résiduel d'importance modérée.

Tableau 18 : Évaluation de l'impact résiduel sur les plans d'eau

			Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Valeur écosystèm.	Valeur socio-culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
EN PHASES DE CONSTRUCTION, D'EXPLOITATION ET DE FERMETURE									
Lacs et dolines	Disparition de zones humides (dolines) dans les zones 3 et 4 ; Disparition du Lac Goro. Baisse de niveau importante du Lac Xéré Wapo et assèchement à partir de la 9 ^{ième} année d'exploitation ; Baisse importante (du Lac Robert et assèchement au moins temporaire	Aucune mesure	Forte	Forte	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée

6

IMPACT SUR LES EAUX COTIERES ET MARINES ET LEUR BIODIVERSITE

6.1 IMPACT SUR LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX COTIERES ET MARINES

Les impacts potentiels sur les eaux côtières et marines sont liés à :

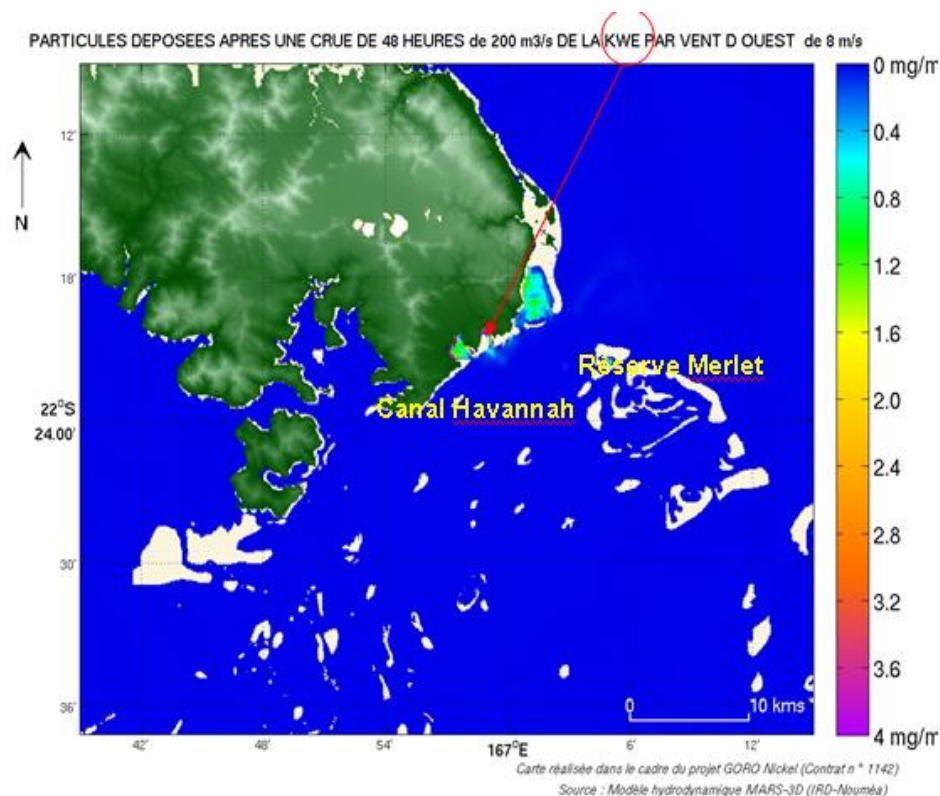
- L'altération possible de la qualité physique des eaux de la rivière Kwé se déversant dans la baie de Kwé, puis se mêlant aux eaux du canal de la Havannah ;
- L'altération de la qualité chimique des eaux par les apports terrigènes en provenance de terrains ultramafiques chargés en éléments métalliques ou par les eaux internes issues du système de drainage de la berme.

Toutes les zones du projet minier (hormis la zone 5) sont susceptibles de générer un impact sur les eaux côtières et marines via le bassin versant qui rassemble l'ensemble de ces effets possibles : celui de la rivière Kwé et de ses affluents qui se déversent en baie Kwé.

6.1.1 Altération de la qualité physique de l'eau de mer

L'altération de la qualité physique de l'eau de mer peut être due à la charge en particules terrigènes en provenance des zones dénudées de végétation, transportées par les rivières, en particulier, lors des crues. Les conséquences hydrodynamiques d'une forte crue de la Kwé par différentes conditions de vent et la simulation de dépôts de particules rejetées dans le lagon lors de ces épisodes ont été étudiées par l'IRD en 2007 pour l'établissement de l'état initial des flux sédimentaires.

En fonction de la pluviométrie, les crues de la rivière Kwé peuvent être très intenses mais elles sont également limitées dans le temps (24 à 72 heures). Le panache dessalé du mélange d'eau douce entrant en mer peut se détecter en surface, au large de l'embouchure de la Kwé, ou le long du Canal de la Havannah ; il est plus ou moins plaqué à la côte Nord, selon le régime des vents et le moment de la marée. En période de fortes pluies, un tel panache est sporadique et caractéristique de tous les creeks du canal de la Havannah, du canal Woodin ou de la baie de Prony, y compris en dehors des zones d'influence du projet VNC comme dans la baie de Port Boisé.



Source : IRD

Figure 17 : Dépôts modélisés des sédiments lors des crues dans les baies influencées par le projet de VNC

La réserve Merlet n'est pas affectée par les eaux chargées en sédiments lors des crues, ni la zone du lagon Sud inscrite au patrimoine de l'UNESCO et située à 7 km plus au Sud. Les dépôts sédimentaires ne dépassent guère les limites de la baie et concernent peu le canal de la Havannah (*Modélisation et simulation du transport des formes particulières d'origine naturelle (Canal de Havannah et Kwé) ; CONVENTION n° 1124 DE RECHERCHES IRD/GORO-NICKEL, Rapport final IRD-Nouméa, 30/06/09, DOUILLET Pascal UR-103 CAMELIA, IRD-Nouméa*).

En phase de construction, avant la mise en service effective du réseau définitif de drainage et de sédimentation (notamment du bassin de sédimentation BSKN), des eaux chargées en sédiments ont pu cheminer, lors d'épisodes pluvieux, par la rivière Kwé jusqu'à son estuaire. Ces eaux provoquant un apport en sédiments supplémentaire (au-delà de l'érosion naturelle) ont participé à un engravement partiel de la rivière et de la baie plus précisément dans sa partie Nord, à proximité de l'embouchure.

Les nouveaux chantiers prévus jusqu'en 2016 (Verse SMLT, aménagement de la zone KO4, extension de la fosse minière) auront un impact limité car de nombreux ouvrages de gestion des eaux situés en aval réduiront les charges solides transportées par les eaux superficielles, et ceci dès les premiers travaux.

6.1.2 Altération de la qualité chimique de l'eau de mer

L'apport terrigène en provenance des terrains ultramafiques constitue une réserve d'éléments métalliques, qui avec le temps peuvent être redistribués sous des formes géochimiques diverses, d'abord dissoutes avant de se recombinaison avec les phases particulières. D'une manière générale, les concentrations en métaux (nickel, cobalt) sont relativement élevées dans le canal de la

Havannah en zones côtières sous influence terrigène comme dans tout le lagon calédonien, selon l'influence des apports terrigènes qui lui parviennent, cela reflète une tendance générale car tous les creeks et les rivières du Sud transportent des particules contenant des métaux en raison de la nature même des terrains qu'ils traversent, caractérisant la qualité des eaux de 'fond de baie' qui reçoivent les eaux des cours d'eau permanents.

Les analyses effectuées sur les sédiments de la baie de Kwé (*cf. Volet B du Livret C sur les états initiaux– Tableaux (55, 56 et 57 du chapitre (5.5.3)*) montrent des teneurs en nickel au-dessus de la norme ANZECC⁵. Le nickel et le chrome sont notamment présents à des teneurs élevées, qui sont représentatives de la géochimie naturelle des sols environnants. Les états initiaux l'ont constaté au niveau des zones côtières du lagon calédonien, hors zone d'influence du projet VNC.

Il est toutefois à noter que les concentrations maximales en chrome, cobalt et manganèse détectées en baie de Kwé sont supérieures aux concentrations mesurées dans la baie d'Ué (Ouest de l'île Ouen) qui avait été choisie comme référence, et s'expliquent par la différence entre leurs bassins versants respectifs. L'amélioration des connaissances fait que des hydro-régions marines correspondent à des hydro-régions terrestres, ce qui rend difficile le choix de zones témoins. La baie de Port Boisé fait aujourd'hui consensus pour être la baie la plus proche de la baie Kwé et son homologue témoin de référence, puisqu'elle n'est pas sous l'influence du projet minier. Les campagnes de suivis montrent depuis 2008 que les qualités de l'eau en baie Kwé et en baie de Port Boisé sont comparables et notamment les concentrations en métaux. Leur comportement est quasi parallèle.

En baie Kwé : les teneurs les plus élevées en métaux proviennent des stations les plus proches de l'estuaire de la rivière Kwé. En revanche les prélèvements effectués à l'extérieur de la baie Kwé, plus au large dans le canal de la Havannah, ne dépassent pas les indications des seuils ANZECC. Ceci est dû à la configuration du canal et à la proximité de la passe de la Havannah qui créent une barrière hydrodynamique rabattant les panaches de sédimentation le long des côtes et évitant la propagation des éléments plus au large dans les eaux du lagon. On se trouve donc en présence de deux milieux voisins mais très différents des points de vue physico-chimique et biologique : le canal de la Havannah sous influence marine forte et le bord de côte sous influence terrigène.

6.1.3 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels sur les eaux côtières et marines sont développées dans le volet E et reprises succinctement ci-dessous :

- La gestion des eaux polluées (**M3-1**), notamment la collecte des eaux de ruissellement du site minier et le confinement des eaux polluées ;
- la mise en œuvre de plans de gestion des eaux de ruissellement en période de construction et d'exploitation, notamment la mise en place de systèmes de drainage et d'ouvrages de gestion des eaux (**M3-2** et **M3-3**) ;
- la conception des parcs à résidus qui permet de retenir les ruissellements d'un événement pluvieux à récurrence centenaire (**M4-1**) ;
- la mise en place de réseaux de drainage périphériques pour séparer les eaux "propres" des eaux potentiellement polluées (**M4-2**) ;
- Le contrôle des eaux d'infiltration en aval des parcs à résidus (**M4-3**) ;
- La mise en place de mesures d'urgence en cas de détection de pollution des eaux souterraines (**M4-4**) ;

⁵ ANZEC : Australian and New Zealand Environment and Conservation Council ; Il présente des données indicatrices, en Australie et Nouvelle- Zélande, pour la qualité des eaux douces et marines.

SUIVI ENVIRONNEMENTAL ASSOCIE

La mise en œuvre du Plan de suivi du milieu marin (MS4).

6.2 IMPACT SUR LA BIODIVERSITE MARINE

L'impact potentiel sur la biodiversité marine est indirect et lié à la qualité des eaux et des sédiments transportés par la rivière dans la baie de la Kwé puis dans le canal de la Havannah sur sa bordure Nord.

6.2.1 Impact du débit de l'eau douce chargée en sédiments

La variation de débit de l'eau douce arrivant dans la baie peut avoir une influence sur les communautés benthiques et les coraux en modifiant les conditions physico-chimiques de leur environnement, notamment l'équilibre eaux douce-eau marine à l'embouchure. Cependant ces variations sont caractéristiques du climat calédonien sous influence de fortes dépressions cycloniques saisonnières, avec ou sans activité minière sur les bassins versants. Les biocénoses qui survivent en fond de baie se sont adaptées à ces variations saisonnières caractéristiques de leur habitat.

L'engravement progressif de la baie de Kwé par des sédiments transportés par la rivière peut avoir un impact sur les communautés marines qui colonisent le platier et/ou sur les populations piscicoles qui s'y nourrissent dans la zone très proche de l'estuaire. La sédimentation accrue peut affecter l'herbier cependant celui-ci est soumis aux conséquences des crues saisonnières depuis l'état initial pré-minier.

Lors des épisodes pluvieux exceptionnels (dépressions, cyclones), l'arrivée massive d'eau douce chargée en sédiments peut entraîner un phénomène de blanchiment des coraux qui se produit dans la zone côtière qui reçoit de forts flux d'eau douce et dans la zone peu profonde affectée par les eaux douces moins denses cantonnées en surface. Ce blanchiment est enregistré sur toutes les zones d'embouchure des rivières du Sud, qu'elles soient ou non dans la zone d'influence du projet minier. Il peut être irréversible, mais le plus souvent la résilience des espèces coralliennes adaptées aux embouchures permet une reprise de la vitalité des coraux blanchis qui retrouvent leurs zooxanthelles et leur bonne santé une fois le stress disparu. Les espèces coralliennes de fond de baie présentent donc des mécanismes d'adaptation, ou tout du moins de résistance aux apports de sédiments et à l'envasement.

Huit missions d'évaluation et d'études poussées sur le taux de blanchiment corallien en baie du Prony, dans le cadre des suivis de l'influence du creek baie Nord, (2009 à 2014), confirment ces cycles naturels de blanchiment des coraux dans les hydro- régions marines soumises aux aléas de la pluviométrie de type cyclonique. En 2013, suite à deux très forts épisodes pluvieux (> 400 mm/24h), des missions ont été conduites en baie Kwé et en baie de port Boisé, elles ont montré le comportement similaire des deux baies et les effets négatifs des apports brutaux, massifs et confinés par des vents de secteur Sud, des eaux dessalées chargées en sédiments sur les organismes des platiers peu profonds. En 2014, suite à une année sans dépression cyclonique, la résilience est rapide.

6.2.2 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire l'impact potentiel sur la biodiversité marine sont :

- La mise en œuvre de mesures de protection et de gestion des eaux (**M 3**) et notamment des plans de gestion des eaux de ruissellement (**M3-2** et **M3-3**) ;
- Des mesures d'urgence en cas d'altération de la qualité des eaux souterraines en aval des parcs à résidus (**M4-4**), notamment la mise en place de puits d'interception des eaux souterraines en aval de la berme.

SUIVI ENVIRONNEMENTAL ASSOCIE

Mise en œuvre du Plan de suivi du milieu marin (MS4)

6.3 SYNTHÈSE DE L'IMPACT RÉSIDUEL SUR LES EAUX COTIÈRES ET MARINES ET LEUR BIODIVERSITÉ

6.3.1 Évaluation des impacts résiduels sur la qualité physico-chimique des eaux marines et côtières

Les études menées jusqu'ici dans l'estuaire et dans la baie Kwé ont pour objectif de déterminer l'impact réel de l'activité minière sur l'encombrement de la rivière aval et de la baie de Kwé et sa contribution à la diffusion de métaux dans les eaux de la baie et du lagon (Nord canal de la Havannah). La difficulté consiste à faire la part entre l'apport naturel des rivières s'écoulant sur des terrains ultramafiques souvent dénudés en raison des feux fréquents en Nouvelle-Calédonie et l'apport imputable aux mines anciennes comme celui éventuellement dû à la mine de VNC.

On peut admettre que les activités de construction de la mine et des voies de roulage ont produit un surplus sédimentaire significatif. Ce surplus s'est réduit une fois que le réseau de drainage et les bassins de sédimentation ont été créés. Ainsi, l'évaluation des effets résiduels pour les eaux de la baie de Kwé et de son estuaire conduit à une importance modérée sur la qualité des eaux marines de la baie tout au long de l'exploitation.

Pour le canal de la Havannah et le lagon Sud, l'effet résiduel associé à la qualité des eaux marines est non-significatif (limité à la Baie Kwé même en période antérieure à la finalisation des bassins de sédimentation). Il est équivalent à l'effet des crues naturelles des rivières de la région, notamment lors des dépressions tropicales annuelles. Ces effets ne sont pas ressentis au Sud et au Sud-Est du canal de la Havannah, ni dans la zone inscrite au patrimoine de l'UNESCO.

Le canal de la Havannah, situé en zone tampon du bien inscrit à l'UNESCO, et d'une importance patrimoniale forte et d'une valeur éco-systémique forte au niveau des bancs coralliens et de l'îlot Kié, D'où le réseau dense de stations de surveillance qui l'entoure et qui depuis 7 années de suivis n'ont pas relevé d'impact.

La baie Kwé, de part et d'autres au sud-Est et au Sud-Ouest de son estuaire Nord, présente un herbier et un plateau corallien de forte valeur patrimoniale

6.3.2 Évaluation des impacts résiduels sur la biodiversité marine

La valeur éco systémique et la valeur socio-économique et patrimoniale de la biodiversité marine, déjà très fortes en Nouvelle-Calédonie, ont été renforcées par le classement du lagon Sud au patrimoine mondial de l'UNESCO ; elles pèsent donc fortement dans l'évaluation de la grandeur de l'impact et de l'importance des effets résiduels du projet.

Les résultats des suivis montrent que l'influence terrigène ne dépasse guère l'embouchure des baies, notamment en raison des forts courants du canal. La zone d'effets potentiels est localisée sur une aire qui est ponctuelle à l'échelle du Grand Sud. Par conséquent l'impact potentiel de l'exploitation minière ne concernera que la baie de Kwé. Le centre du canal de la Havannah, la réserve Merlet ainsi que la zone inscrite au patrimoine de l'UNESCO ne seront pas affectés.

Tableau 19 : Évaluation des impacts résiduels sur les eaux marines et côtières

			Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation	Valeur écosystèm.	Valeur socio-culturelle et patrimoniale	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
EN PHASE DE CONSTRUCTION, D'EXPLOITATION ET DE FERMETURE									
Eaux côtières Estuaire de la rivière Kwé et baie Kwé	Augmentation de l'apport en sédiments par la rivière Kwé	M3-1 Gestion des eaux polluées notamment la collecte des eaux de ruissellement du site minier et le confinement des eaux polluées	Forte	Forte	Faible	Moyenne	Ponctuelle	Longue	Modérée
Eaux du canal de la Havannah et du lagon Sud	L'impact potentiel pourrait être dû à la charge en sédiments de la rivière Kwé, cependant la barrière hydrodynamique due aux courants marins protège le lagon	M3-2 et M3-3 Gestion des eaux de surface en période de construction et d'exploitation, notamment par la mise en place de système de drainage et d'ouvrage de gestion des eaux M5-1 La conception des parcs à résidus pour retenir les ruissellements d'un événement pluvieux à récurrence centenaire M5-2 La mise en place de réseaux de drainage périphériques pour séparer les eaux « propres » des eaux potentiellement polluées M5-3 Le contrôle des eaux d'infiltration en aval des parcs à résidus M5-4 La mise en place de mesures d'urgence en cas de détection de pollution des eaux souterraines	Forte	Forte	Nulle	Nulle	Locale	Longue	Non significatif
Biodiversité marine Estuaire de la rivière Kwé et de la baie Kwé	Modification des conditions du milieu dans la baie de Kwé en raison de la modification du fonctionnement hydraulique de la rivière qui peut affecter l'herbier et le platier peu profond de la baie Kwé	M3-2 et M3-3 La mise en œuvre des mesures de protection et de gestion des eaux et notamment des plans de gestion des eaux de ruissellement M5-4 Des mesures d'urgence en cas d'altération de la qualité des eaux souterraines en aval des parcs à résidus, notamment la mise en place de puits d'interception des eaux souterraines en aval de la berme.	Forte	Forte	Faible	Moyenne	Ponctuelle	Longue	Modérée
Biodiversité marine Canal de la Havannah et du lagon Sud	L'impact potentiel pourrait être dû à la charge en sédiments de la rivière Kwé, cependant la barrière hydrodynamique provoquée par les courants marins protège la biodiversité du lagon		Forte	Forte	Nulle	Nulle	Locale	Longue	Non significative

7

IMPACT SUR LA BIODIVERSITE TERRESTRE

 Voir Atlas Carte C19 – Groupements végétaux de la zone du projet

 Voir Atlas Carte C20 – Patrimoine végétal

L'impact sur la biodiversité terrestre est évalué sur la végétation, les habitats, les espèces floristiques et faunistiques pour l'ensemble des phases du projet.

En phase de construction comme en phase d'exploitation, le défrichement de la végétation sur les zones à aménager s'accompagne de la suppression des formations végétales dans l'emprise des ouvrages et donc de la disparition d'habitats pour la faune. L'impact se mesure en termes de superficie de formations végétales détruites et tient compte de la présence d'habitat d'intérêt écologique et d'espèces rares, menacées et/ou protégées dans l'emprise. Une attention particulière est portée aux habitats forestiers et paraforestiers, aux formations rivulaires et aux zones humides qui sont des formations prioritaires en termes de préservation.

Les défrichements peuvent entraîner la perte d'habitats et d'individus d'espèces rares, menacées (Liste UICN) et éventuellement protégées (Code de l'environnement de la province Sud), représentant un risque d'appauvrissement de la biodiversité. La liste des espèces protégées susceptibles d'être impactées est établie pour chaque proposition de défrichement, ainsi que l'estimation du nombre d'individus concernés par espèce protégée.

Le défrichement liés au développement du projet minier peut également avoir pour conséquence de créer des zones de sol nu formant une discontinuité dans le couvert végétal et ainsi empêcher les connexions écologiques entre différents secteurs et peut isoler certaines populations végétales et animales associées (oiseaux, lézards, insectes, etc.). Les formations forestières sont les plus menacées par l'effet de discontinuité. Il a été montré qu'elles atteignent dans le Sud un seuil limite de renouvellement des populations à cause de leur fragmentation (IRD, 2003).

Le maintien des connexions écologiques est également important pour toutes les populations animales et notamment les populations aviaires.

En plus des impacts liés directement à la suppression de la végétation par le défrichement, l'altération du couvert végétal peut engendrer un « effet lisière » sur les zones conservées telles que les forêts, les formations rivulaires (...) et se traduire par une dégradation de ces formations (changement du cortège végétal, de la structure, baisse de croissance, dépérissement d'individus dans les cas les plus extrêmes, etc.) sous l'effet de perturbations ressenties en périphérie des zones d'activités et des voies de circulation (modification des conditions hydriques, poussières, espèces exogènes).

Vis-à-vis de la faune, d'autres effets potentiels sont considérés, tels que :

- Le dérangement des espèces animales nichant ou se nourrissant au voisinage des zones d'activités de la mine (lumière, bruit, poussières, fréquentation) qui peut entraîner une érosion sélective de la biodiversité animale et favoriser le développement des espèces héliophiles tolérantes à des expositions (souvent des espèces exogènes, voire invasives) aux dépens des espèces les plus sensibles (souvent les espèces endémiques) ;

- La prolifération d'espèces végétales exogènes aux dépens de la végétation originelle et d'espèces animales exogènes dangereuses pour la faune endémique, attirées par les installations humaines ;
- Les risques de réduction de la qualité des eaux disponible pour la faune causée par une augmentation de la fréquence de l'exposition des sédiments latéritique à l'air et l'eau (sols dénudées).

Lors des défrichements, la couche superficielle organique du sol (terre végétale) est récupérée et stockée en vue de sa réutilisation dans les opérations de revégétalisation (si indemnes d'espèces exogènes) qui sont planifiées sur les zones en fin d'exploitation, tout au long du projet minier.

En phase de fermeture, les opérations de réaménagement et de revégétalisation vont permettre la réhabilitation d'une grande partie des zones dégradées. Le retour de la végétation originelle se fera sur plusieurs décennies, en particulier pour les formations forestières.

Les opérations de réhabilitation de VNC mettent en œuvre des techniques utilisant exclusivement des espèces natives, exclusivement endémiques et de souche génétique régionale. La mise en place préalable de terre végétale et l'utilisation d'espèces pionnières doivent permettre d'initier la dynamique de reconquête végétale à partir des formations naturelles alentours.

7.1 IMPACT SUR LA FLORE TERRESTRE

7.1.1 Suppression de la végétation et des habitats

La suppression de la végétation (surfaces défrichées) est estimée sur chaque zone du projet minier (voir volet A – Présentation du projet) puis de façon globale sur son ensemble. Seuls les ouvrages miniers sont pris en compte dans l'estimation de surfaces supprimées. L'estimation des surfaces est réalisée à partir des cartographies de la végétation établies successivement par l'IRD (2003) et BLUECHAM (2012).

L'évaluation de l'impact sur la végétation et les habitats est évaluée en fonction du pourcentage de formations défrichées par rapport à la représentativité de ces formations dans la zone de référence du Grand Sud⁶, d'abord pour chaque zone du projet minier, puis pour l'ensemble de l'emprise.

Le Tableau 20 rappelle la superficie des formations végétales dans la région du Grand Sud, selon la typologie établie par l'IRD en 2003.

⁶ La zone de référence du Grand Sud calédonien correspond à une aire biogéographique de référence pour la végétation ; il est également choisi comme périmètre régional de l'aire d'étude, alors que la zone d'influence du projet minier représente le périmètre local de l'aire d'étude d'impact. Ces périmètres sont décrits dans le volet A, § 7.

Tableau 20 : Distribution des groupements végétaux identifiés dans la région de référence du Grand Sud

Écosystème	Surface (ha)	% de l'écosystème dans la zone de référence du Grand Sud
Forêt	5 929	8,85
Maquis	52 160	77,86
Relique forêt/maquis	3 966	5,92
Maquis des zones humides	9 430	14,08
Maquis arbustif à paraforestier	4 118	6,15
Maquis ligno-herbacé bien drainé	21 457	32,03
Maquis ouvert à dense dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	10 006	14,94
Maquis sur gabbro	2 899	4,33
Maquis sur serpentinites	161	0,24
Savanes à niaouli	123	0,18
Végétation ripicole et du littoral	1 890	2,82
Végétation littorale	600	0,90
Zones humides	1 290	1,93
Total de la superficie des formations végétales	59 979	89,53
Milieux aquatiques et zones anthropisées	7 013	10,47
Superficie totale de la région de référence du Grand Sud	66 992	

Source : IRD, 2003

Les typologies des formations végétales étant plus précises à partir de 2012 (Typologie BLUECHAM, 2012), le tableau de correspondance suivant a été utilisé pour comparer les surfaces impactées à celle du Grand Sud (Typologie IRD, 2003) :

Typologie IRD 2003	Typologie de comparaison	Typologie Bluecham
DIVERS		
Creeks, dolines, lacs	Creeks, dolines, lacs	Creeks, dolines, lacs
Zones anthropisées	Zones anthropisées	Zones anthropisées
Sol nu, zones dégradées	Sol nu, zones dégradées	Sol nu, zones dégradées
MAQUIS		
Maquis très ouvert sur gabbros	Maquis sur gabbros	Maquis ouvert sur gabbros
Maquis ouvert sur gabbros		
Maquis à Niaoulis sur gabbros		Maquis dense sur gabbros
Maquis semi-ouvert à dense, dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	Maquis semi-ouvert à dense, dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	Maquis dense sur sol ferrallitique ou gravillonnaire
Maquis paraforestier rivulaire	Maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente	
Mosaïque maquis à <i>Gymnostoma</i> et zones hydromorphes		Maquis arbustif semi-ouvert sur sol ferrallitique cuirassé ou gravillonnaire
Maquis ligno-herbacé sur sol à hydromorphie permanente		Maquis de plaine hydromorphe
Mosaïque de maquis : hydromorphie temporaire-hydromorphie permanente		Maquis des sols à hydromorphie temporaire
Maquis ligno-herbacé sur sol à hydromorphie temporaire		
Maquis ligno-herbacé de pente érodée	Maquis ligno-herbacées de pente érodée	Maquis ligno-herbacé de pente érodée
Reliques forêts-maquis	Maquis ligno-herbacées de bas de	

Typologie IRD 2003	Typologie de comparaison	Typologie Bluecham
Maquis ligno-herbacé de bas de pente et de piémont	pente et piémont	Maquis ligno-herbacé de bas de pente et piémont
		Maquis ligno-herbacé dense
		Maquis paraforestier de piémont
Maquis ouvert sur sol cuirassé	Maquis arbustif sur sol ferralitique cuirassé	Maquis arbustif sur sol ferralitique cuirassé
Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> dominant sur sol induré	Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> dominant sur sol induré	Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum deplancheanum</i>
		Maquis préforestier
		Maquis paraforestier sur colluvion
Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiferum</i>	Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiferum</i>	Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiferum</i>
Végétation littorale	Groupe paraforestier du littoral	Groupe paraforestier du littoral
FORET		
Forêt	Forêt	Forêt à <i>Arillastrum gummiferum</i>
		Forêt sur éboulis péridotitique et forêt rivulaire
		Forêt dominée par <i>Agathis lanceolata</i>
		Forêt littorale sur éboulis
		Formation à <i>Araucaria nemorosa</i>

Les superficies défrichées sont également évaluées en fonction des habitats sensibles notamment les écosystèmes d'intérêt patrimonial et les espèces rares, menacées (selon les critères de l'UICN) et/ou protégées (par le Code de l'environnement de la province Sud) :

- Les habitats forestiers sont des formations végétales particulièrement riches, parmi les plus complexes et les plus diversifiées, et ont subi une très forte régression en Nouvelle-Calédonie et en particulier dans le Sud de la Grande Terre au cours du siècle dernier ;
- Les habitats paraforestiers à *Gymnostoma* et à *Arillastrum* sont riches en biodiversité et il est donc important de limiter les impacts sur ces formations végétales, car ils peuvent selon les localités remplir des fonctions écologiques particulières (rôle de tampon, de corridor pour la faune, de réservoir de semences forestières, stade intermédiaire possible dans la dynamique forestière...) ;
- Les maquis de zone humide et les formations rivulaires, outre leur intérêt écologique internationalement reconnu (zone RAMSAR), sont également reconnues pour les fonctions qu'elles exercent (épuration, stockage de l'eau...) et les cortèges originaux de faune et de flore qu'ils abritent. Ces maquis de zone humide permanente constituent un écosystème particulier, très original, qui ne se rencontre que dans l'extrême Sud de la Grande-Terre (Jaffré et al. 2003) ;
- Les populations d'espèces protégées au titre du Code de l'environnement de la province Sud et de l'UICN, notamment :
 - *Dacrydium guillauminii* : Classée CR selon les critères de l'UICN (Version 2015.2) et protégée par le Code de l'Environnement de la province Sud. Pour cette espèce les contours des populations sont identifiées et sont sur les abords du fleuve de la rivière des Lacs dans la Reserve de Chute de la Madeleine et à Lac en Huit. Les peuplements de ces espèces sont à l'extérieur du périmètre de l'impact du projet Goro et font l'objet d'une surveillance par les agents provinciaux.
 - *Neocallitropsis pancheri* : classée EN selon les critères de l'UICN (Version 2015.2) et protégée par le Code de l'environnement de la province Sud. Pour cette espèce, les

contours des populations sont identifiés autour du Grand Lac, au bord de la Kué Ouest, dans la Reserve de Chute de la madeleine et à la source de la Kuebini au lieu-dit « la butte de silice ». Une zone de protection est délimitée sur le secteur de la Kwé Ouest, afin de réduire les risques d'impact qu'elle est susceptible de subir. Cette espèce figure parmi la liste des espèces végétales protégées du Code de l'environnement de la province Sud. Elle est également suivie et produite à la pépinière de VNC dans le cadre des actions de conservation des espèces rares depuis 2004 et un grand nombre d'individus y ont été produits à partir de graines en 2009-2010. Des parcelles d'essais de culture et de croissance de cet arbre emblématique et rare ont été réalisées au PPRB avec la plantation de près de 700 individus.

- *Araucaria muelleri* : Classée EN selon les critères de l'UICN (version 2015.2). La « colline aux araucarias » située sur l'Est et le Nord-Est du plateau de Goro est également bien délimitée. Le contour englobe la plupart des individus rapprochés. Il existe cependant quelques cas isolés pouvant être découverts lors des inventaires. Cette espèce figure dans la liste rouge des espèces menacées de l'UICN. D'autres peuplements de cette même espèce existent dans la Wadjana, dans la Reserve de la Chute de la madeleine et aux sources du bassin versant de la Kuebini au lieu-dit la butte du Silice. Des plantations expérimentales ont été réalisées dans la zone de conservation de la Wadjana depuis 2010 avec des plantes issues de graines récoltées sur le peuplement de Goro pour renforcer les nombres d'individus. Il est également prévu de transplanter des individus d'*Araucaria muelleri* issus de la mine de Goro et de plants produits en pépinière vers la zone de conservation de la Wadjana. Son objectif est la conservation de la diversité génétique des populations d'*Araucaria muelleri* par le renforcement des peuplements naturels. En 2012, 11 individus d'*Araucaria muelleri* (< 30cm de hauteur) ont ainsi été récupérés par VNC et des chercheurs travaillant sur cette espèce à Goro depuis 1996 de l'Université de Murdoch sur l'Est du plateau de Goro. Les plantes récupérées ont été acclimatées et suivie à la pépinière de VNC avec la moitié des individus établies dans la zone de conservation du bassin de la Wadjana en 2014.

En 2014, on notera la plantation de 50 individus dans la zone de conservation de la Wadjana. En 2016, il est prévu de réaliser une opération de transplantation expérimentale de près de 40 individus d'*Araucaria muelleri* de la mine vers la zone de conservation de la Wadjana en collaboration avec les opérateurs miniers.

- *Araucaria nemerosa* : Classée CR selon les critères de l'UICN (version 2015.2). Un programme d'action « Enrichissement en *A. nemerosa* des sites Forêt Nord et Port Boisé » est prévu. La finalité de ces plantations est de renforcer le peuplement naturel et d'implanter de nouvelles populations en milieu propice proche des populations de référence. En 2012 et en 2014, 813 individus ont été plantés à la réserve du CAP N'DUA.

7.1.1.1 Zone 1 – Parc à résidus de la Kwé Ouest

Seule l'empreinte des infrastructures minières objet de la demande a été prise en compte. Le stock de matériaux impropres, l'aire d'entreposage Nord et le projet de verse V6 (en option) affectent environ **74,35 ha** des différentes formations végétales, pour une empreinte totale de **102 ha**.

Plus de 60 % des surfaces impactées par le projet minier sur cette zone sont déjà défrichées. La totalité des formations végétales qui y seront défrichées représente **0,15 %** des formations végétales du Grand Sud. L'essentiel des groupements végétaux à défricher appartient aux formations de maquis ligno-herbacé de bas de pente (10,48 ha) et aux formations de maquis arbustif (8,39 ha).

Le Tableau 21 présente les superficies de chaque formation végétale déjà défrichées et celles restant à défricher pour l'installation des infrastructures. Les surfaces défrichées sont comparées aux superficies totales des formations dans la zone de référence du Grand Sud.

Tableau 21: Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 1

Formations végétales	Surface déjà défrichée	Surface restant à défricher	surface totale	% des formations dans le Grand Sud
DIVERS	19,97	7,58	27,56	0,39%
Creeks, dolines, lacs	0,22	0	0	N/A
zones anthropisées	2,20	4,11	6,31	0,21%
sol nu, zones dégradées	17,56	3,37	20,92	0,52%
MAQUIS	44,03	30,03	74,06	0,14%
Maquis sur gabbro	0,00	0,00	0,00	0,00%
Maquis semi-ouvert à dense, dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	4,79	1,99	6,79	0,07%
Maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente	18,66	2,35	21,01	0,22%
Maquis ligno-herbacées des pentes érodées	6,96	6,54	13,49	0,08%
Maquis ligno-herbacées de bas de pentes et piémonts	10,55	10,48	21,03	0,27%
Maquis arbustif sur sol ferralitique cuirassé	2,71	8,39	11,11	1,85%
Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> dominant sur sol induré	0,35	0,24	0,59	0,02%
Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiferum</i>	0,00	0,04	0,04	0,00%
FORETS	0,00	0,00	0,00	0,00%
Forêts	0,00	0,00	0,00	0,00%
AUTRES - non identifié	0,29	0,00	0,29	0,02%
Autres	0,29	0,00	0,29	0,02%
TOTAL	64,30	37,61	101,91	0,15%

HABITATS SENSIBLES

Aucune formation végétale d'intérêt patrimoniale n'a été ou sera défrichée sur cette zone.

Trois formations végétales d'intérêt écologique (le maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum*, le maquis paraforestier à *Arillastrum gummiferum* et le maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente) sont concernées par l'empreinte des aménagements de la zone 1.

Les formations paraforestières à *Gymnostoma deplancheanum* et à *Arillastrum gummiferum* concernées par l'empreinte des aménagements de la zone 1 représentent une faible surface avec respectivement 0.59 et 0.04 ha. Ces formations apparaissent fragmentés et quelques patches de faible surface ont été défrichés ou seront défrichés sur l'emprise de la verse V6.

Les maquis de zone humide représentent environ 21,01 ha, majoritairement déjà défrichés, soit environ 0,22 % dans la zone d'évaluation du Grand Sud.

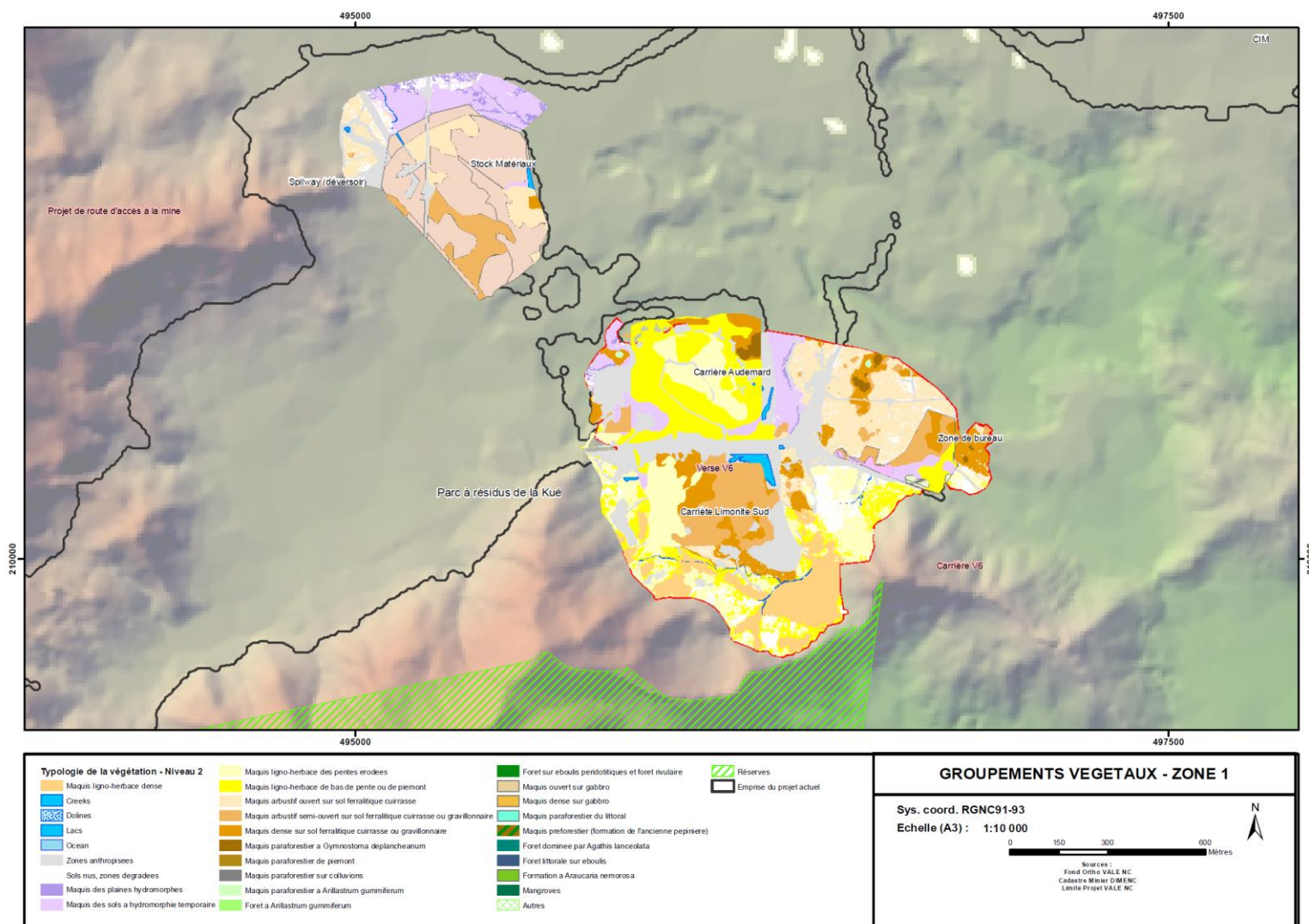


Figure 18 Cartographie des groupements végétaux sur la zone 1

ESPECES RARES ET/OU PROTEGEES

10 espèces protégées (Code de l'Environnement la province Sud) et/ou menacées selon les critères de l'UICN ont été recensées sur l'aire d'emprise des aménagements de la zone 1 :

- Espèces protégées par le Code de l'environnement de la province Sud :

Espèces, toutes des orchidées ont été recensées sur l'aire d'emprise des aménagements de la zone 1 :

Orchidées protégées :

- *Dendrobium verruciferum*
- *Dendrobium odontochilum*
- *Bulbophyllum baladeanum*
- *Bulbophyllum ngoyense*
- *Dendrobium fractiflexum*
- *Dendrobium ngoyense*
- *Dendrobium steatoglossum*
- *Liparis laxa*

- Espèces menacées selon les critères de l'UICN (EN ou VU, version 2015.3) :

Deux espèces ont été recensées. Il s'agit d'*Agathis lanceolata* et *Tristaniopsis macphersonii* :
Espèces classées VU.

AIRES PROTEGEES

Aucun ouvrage minier recensé sur l'aire d'emprise n'empiète dans les limites d'une aire protégée.
(Voir carte 20).

7.1.1.2 Zone 2 – secteur KO₄

Aucune infrastructure minière n'est prévue sur cette zone.

7.1.1.3 Zone 3 – CIM-UPM et SMLT

L'empreinte des aménagements de la zone 3 affectent **150,23 ha** de végétation des différentes formations, pour une empreinte totale de **167,17 ha**. Les formations végétales défrichées représentent **0,25%** des formations végétales du Grand Sud, les groupements végétaux les plus affectés étant les maquis arbustifs et les Maquis semi-ouvert à dense, dominé par *Gymnostoma deplancheanum*.

Le Tableau 22 présente la superficie de chaque formation végétale déjà défrichée et celle restant à défricher pour l'installation des ouvrages. La surface défrichée est comparée à la superficie totale de ces formations dans la zone de référence du Grand Sud.

Tableau 22 : Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 3

Formations végétales	Surface déjà défrichée	Surface restant à défricher	surface totale	% des formations dans le Grand Sud
DIVERS	11,22	5,71	16,93	0,24%
Creeks, dolines, lacs	0,35	0,20	0,55	N/A
zones anthropisées	6,99	2,79	9,77	0,33%
sol nu, zones dégradées	3,88	2,73	6,60	0,16%
MAQUIS	115,77	34,47	150,24	0,29%
Maquis sur gabbro	0,00	0,00	0,00	0,00%
Maquis semi-ouvert à dense, dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	50,55	19,53	70,08	0,75%
Maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente	30,45	2,25	32,70	0,35%
Maquis ligno-herbacées des pentes érodées	0,14	0,00	0,15	0,00%
Maquis ligno-herbacées de bas de pentes et piémonts	1,14	0,02	1,16	0,01%
Maquis arbustif sur sol ferralitique cuirassé	21,12	10,43	31,55	5,27%
Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> dominant sur sol induré	11,96	2,11	14,07	0,43%
Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiferum</i>	0,41	0,12	0,53	0,06%
FORETS	0,00	0,00	0,00	0,00%
Forêts	0,00	0,00	0,00	0,00%
AUTRES - non identifié	0,00	0,00	0,00	0,00%
Autres	0,00	0,00	0,00	0,00%
TOTAL	126,99	40,18	167,16	0,25%

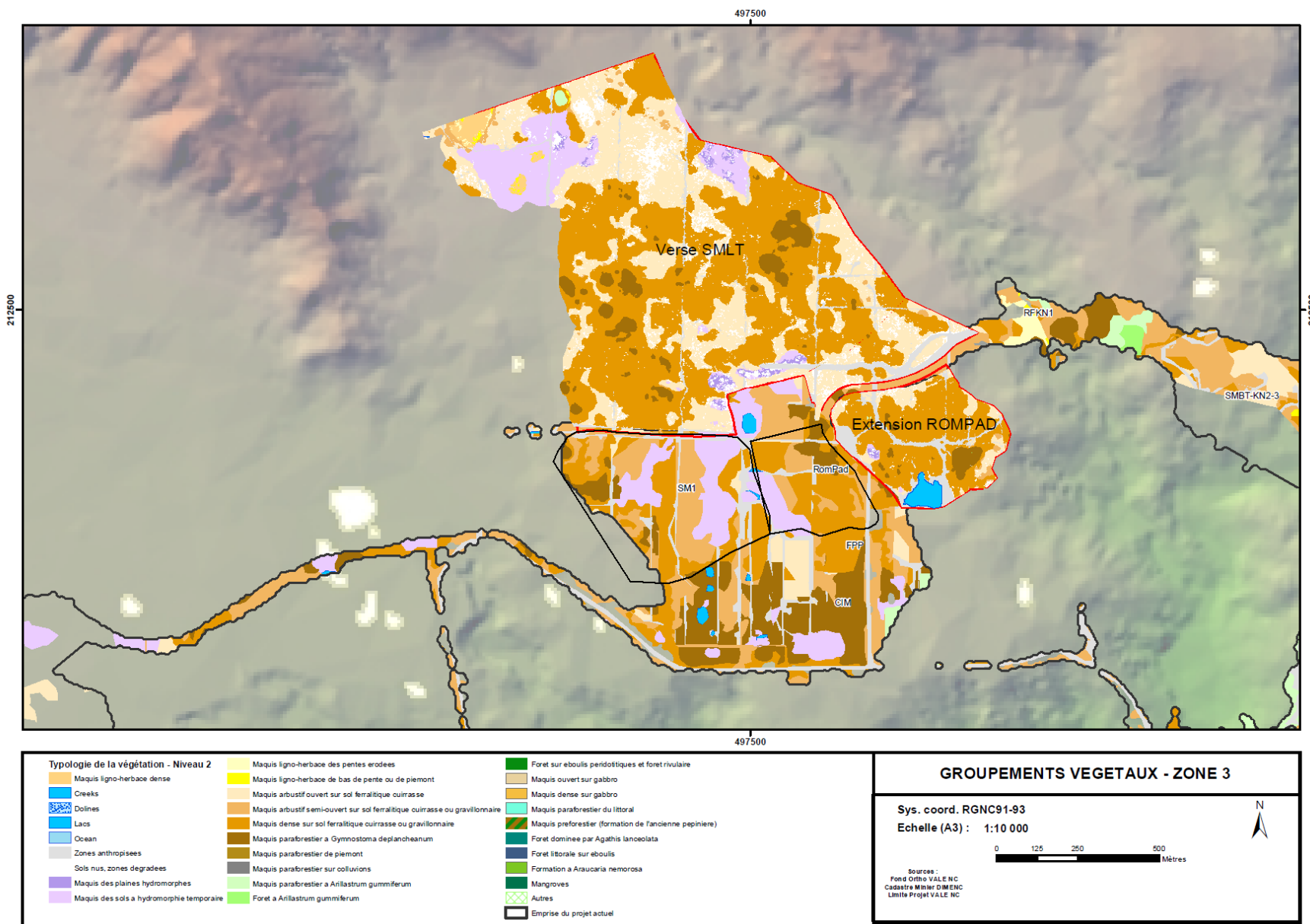


Figure 19 : Cartographie des groupements végétaux sur la zone 3

HABITATS SENSIBLES

Aucune formation végétale d'intérêt patrimonial n'a été ou sera défrichée sur cette zone.

Trois formations végétales (le maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum*, le maquis paraforestier à *Arillastrum gummiferum* et le maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente) sont concernées par l'empreinte des aménagements de la zone 1.

- Le maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente : La majorité ayant été défrichée, 2,25 ha restent à défricher sur l'emprise de SMLT. 32,70 ha de zones humides temporaires ou permanentes sont concernés, ce qui représente 0,35 % des formations de zones humides du Grand Sud.
- Le maquis paraforestier : 2,11 ha de maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum* et 0,12 ha de maquis paraforestier à *Arillastrum gummiferum* reste à défricher. Le maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum* se présente sous forme de patches de faible surface et un patch de maquis paraforestier *Arillastrum gummiferum* de faible superficie sont situés sur l'emprise de SMLT restant à défricher. 14,6 ha de maquis paraforestier sont concernés, ce qui représente 0,49 % des formations de zones humides du Grand Sud.

Remarque : on note la présence de formations para forestières à *Gymnostoma* et de forêt humide à *Arillastrum* au nord de SMLT et de la source KN1a sur le flanc du chaînon montagneux. Ces formations se situent à l'extérieur de l'emprise du projet et de la zone tampon de 50 m, elles seront par conséquent préservées par le projet. Etant donné que la formation de forêt humide est une formation d'intérêt patrimonial, il est important de les intégrer afin de gérer au mieux les risques potentiels d'impact indirect sur cette zone sensible. Une étude réalisée par l'IAC doit permettre d'évaluer l'impact des poussières générés par le défrichement de SMLT sur la végétation localisée aux alentours dont la formation forestière localisée au nord de la zone d'étude. Une étude de bruit fait sur le début du chantier de SMLT va permettre d'évaluer les portées de distance des bruits des engins miniers et fréquences des durées de ses bruits sur les forêts au nord de SMLT.

ESPECES PROTEGEES ET/OU RARES

12 espèces protégées par le Code de l'environnement et/ou menacées selon les critères de l'UICN (EN ou VU, version 2015.2) ont été recensées sur l'aire d'emprise des aménagements de la zone 3.

- Espèces protégées (Code de l'Environnement de la province Sud) :
 - 9 espèces, dont
 - 7 d'orchidées ont été recensées sur l'aire de construction de la CIM-UPM et de SMLT ;
 - *Pandanus lacuum* : également classée EN selon les critères de l'UICN
 - *Gmelina lignum-vitreum* : également classée CR selon les critères de l'UICN

Les 7 espèces d'orchidées protégées⁷ sont :

- *Dendrobium fractiflexum* (*cannaeorchis fractiflexum*)
- *Dendrobium steatoglossum* (*cannaeorchis steatoglossum*)

⁷ Il convient de noter, que ces groupes ne sont pas une priorité en matière de conservation car les taxons mis en protection ne sont pas à risque et les espèces sont bien présentes en maquis. La protection des Orchidées par le Code de l'Environnement de la province Sud a été faite dans le but de protéger cette famille à forte valeur horticole des récolteurs collectionneurs ou encore d'éviter les trafics illégaux de ces plantes (CITES).

- *Dendrobium ngoyense* (*Eleutheroglossum ngoyense*)
 - *Dendrobium verruciferum* (*cannaeorchis verruciferum*)
 - *Dendrobium odontochilum*
 - *Dendrobium virotii*
 - *Liparis laxa*
- Espèces menacées selon les critères de l'UICN (espèces classée EN, VU ou CR ; version 2015.3) : 5 espèces ont été recensées sur l'aire de construction du CIM-UPM et de l'emprise de SMLT :
 - *Tristanopsis macphersonii* : classée VU selon les critères de l'UICN,
 - *Xanthostemon sulfureus* : classée VU selon les critères de l'UICN,
 - *Pycnandra glabella* : classée EN selon les critères de l'UICN,
 - *Gmelina lignum-vitreum* : classée CR selon les critères de l'UICN et protégée par la Province Sud
 - *Pandanus lacuum* : classée EN selon les critères de l'UICN et protégée par la Province Sud

AIRES PROTEGEES

Aucun périmètre protégé n'est concerné par le développement de la zone 3.

Remarque : il convient de noter que dans le cadre de l'arrêté de défrichement de la verse SMLT (Article 7), une zone atelier scientifique a été établi sur une zone au nord de SMLT constituée des ensembles paraforestier et forestier entre la forêt Jaffre de la Kue Nord à la réserve naturelle du Pic du Grand Kaori afin d'y mener des programmes d'amélioration des connaissances en matière de suivi et de fonctionnement des milieux forestiers et paraforestiers, et de la biodiversité associée.

7.1.1.4 Zone 4 – Fosse minière du plateau de Goro

L'ensemble de la zone 4 devrait entraîner le défrichement de **578 ha** de végétation de différente formation, pour une empreinte totale de **760,6 ha**. La fosse minière 2036 représente l'essentiel de la surface totale de végétation qui sera supprimée par le projet minier VNC. L'exploitation minière est déjà en cours et 26% de la surface a déjà été défrichée.

Les groupements végétaux qui seront le plus affectés sont Maquis semi-ouvert à dense, dominé par *Gymnostoma deplancheanum* (258 ha).

Le Tableau 23 présente la superficie de chaque formation végétale déjà défrichée et celle qui reste à défricher pour l'installation des ouvrages. La surface défrichée est comparée à la superficie totale de ces formations dans la zone de référence du Grand Sud.

Tableau 23 : Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 4

Formations végétales	Surface déjà défrichée	Surface restant à défricher	surface totale	% des formations dans le Grand Sud
DIVERS	51,83	130,17	182,00	2,60%
Creeks, dolines, lacs	1,74	13,06	14,79	N/A
zones anthropisées	44,10	54,97	99,06	3,34%
sol nu, zones dégradées	5,99	62,15	68,14	1,69%
MAQUIS	143,35	425,96	569,31	1,08%
Maquis sur gabbro	0,00	0,00	0,00	0,00%

Formations végétales	Surface déjà défrichée	Surface restant à défricher	surface totale	% des formations dans le Grand Sud
Maquis semi-ouvert à dense, dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	48,39	210,03	258,43	2,75%
Maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente	62,78	31,84	94,62	1,00%
Maquis ligno-herbacées des pentes érodées	2,67	0,39	3,06	0,02%
Maquis ligno-herbacées de bas de pentes et piémonts	6,48	1,07	7,55	0,10%
Maquis arbustif sur sol ferralitique cuirassé	7,89	85,45	93,33	15,58%
Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> dominant sur sol induré	8,71	62,18	70,89	2,16%
Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiiferum</i>	6,44	4,03	10,47	1,25%
Maquis préforestier (formation ancienne pépinière)	0,00	30,97	30,97	5,16%
FORETS	2,67	3,25	5,92	0,10%
Forêts	2,67	3,25	5,92	0,10%
AUTRES - non identifié	3,15	0,22	3,37	0,21%
Autres	3,15	0,22	3,37	0,21%
TOTAL	201,00	559,60	760,60	1,14%

HABITATS SENSIBLES

Une formation végétale d'intérêt patrimoniale est concernée par l'emprise de l'aménagement de la zone 4. Plusieurs formations forestières, principalement sur l'emprise de verse V8, sont affectées à hauteur de 5,92 ha, ce qui représente 0,10 % des forêts du Grand Sud. Quatre patchs forestiers sont recensés sur l'aire d'emprise de V8. Deux des patchs forestiers localisés au nord-ouest de V8 sont concernés par une étude de reconstitution des forêts. Cette étude a été engagée par l'IAC avec la mise en place de parcelles forestières expérimentales sur des zones de maquis de piedmont entre les lambeaux des forêts sur la Kwé Nord. A terme, cette étude devrait permettre d'améliorer les connexions fonctionnelles entre les forêts partiellement détruites.

Quatre formations végétales d'intérêt écologique (le maquis sur sols à hydromorphie temporaire ou permanente, le maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum*, le maquis paraforestier à *Arillastrum gummiiferum* et le maquis préforestier) sont concernées par l'empreinte des aménagements de la zone 1.

- Le maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente : La majorité ayant été défrichée, 31,84 ha reste à défricher sur l'emprise de SMLT. 94,62 ha de zones humides temporaires ou permanentes sont concernés, ce qui représente 1 % des formations de zones humides du Grand Sud.
- Le maquis paraforestier : 62,18 ha de maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum* et 4,03 ha de maquis paraforestier à *Arillastrum gummiiferum* reste à défricher. Le maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum* se présente sous forme de patchs de faible surface et un patch de maquis paraforestier *Arillastrum gummiiferum* de faible superficie sont situés sur l'emprise sur l'emprise de SMLT restant à défricher. 81,36 ha de maquis

paraforestier sont concernés, ce qui représente 3,41 % des formations de zones paraforestières du Grand Sud.

- Le maquis pré-forestier : Cette formation à dominance de *Metrosideros nitida* se retrouve sur le plateau ferrallitique du Nord-Ouest de Goro au niveau de l'ancienne pépinière de VNC. Ce groupement arborescent se trouve aussi dans les îlots paraforestier qui bordent les lacs dans la région de la plaine des Lacs. Ce groupement reste floristiquement proche des maquis paraforestiers à *Gymnostoma* et à *Arillastrum* mais un intérêt particulier est porté à cette formation car malgré le peu d'élément forestier qu'il contient, la diversité et la dynamique de ses strates moyennes et inférieures évoquent une évolution possible vers un groupement plus forestier. 30,97 ha de maquis préforestier à *Metrosideros nitida* seront défrichés.

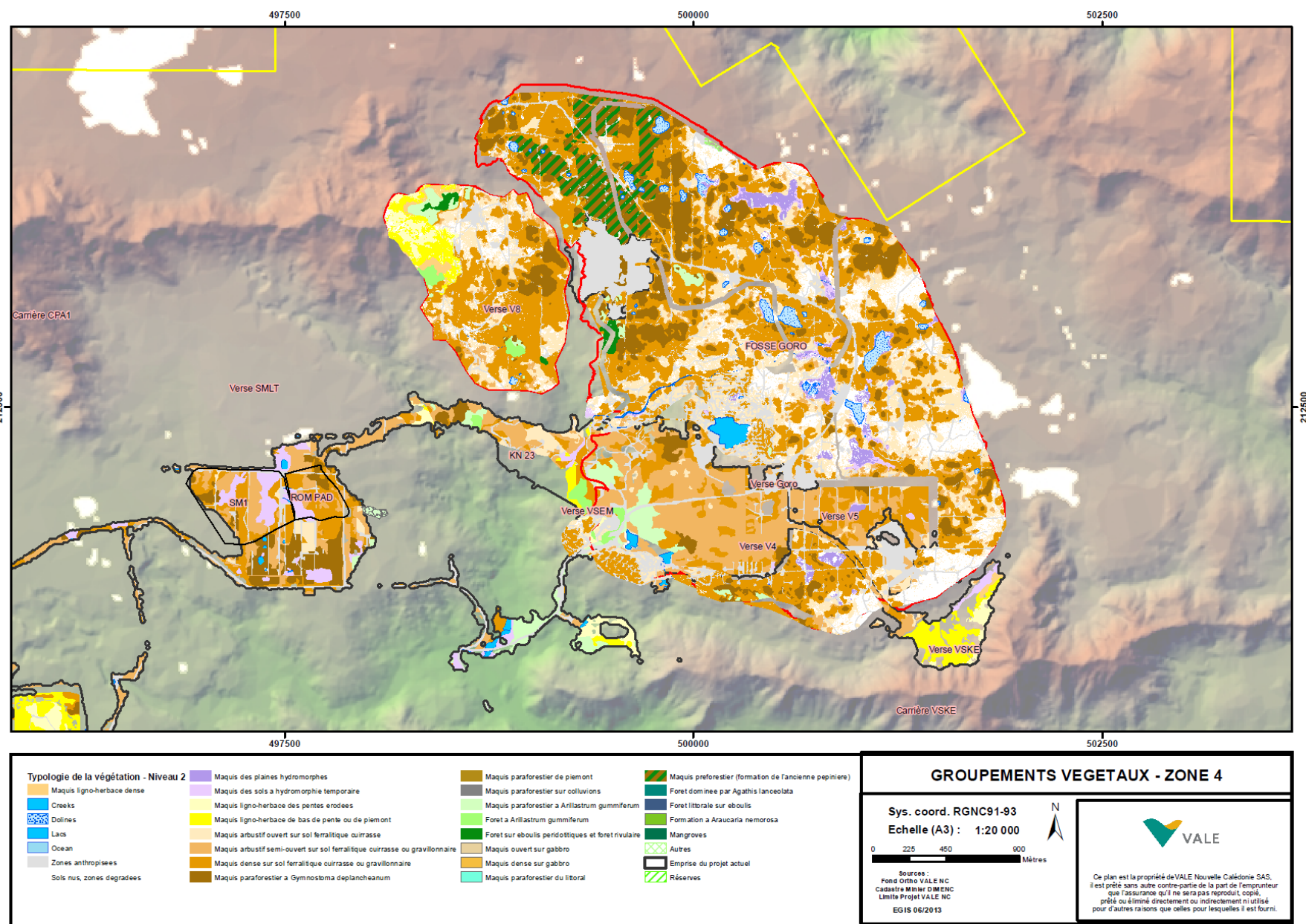


Figure 20 : Cartographie des groupements végétaux sur la zone 4

ESPECES RARES ET/OU PROTEGEES

25 espèces rares, protégées par le Code de l'environnement et/ou menacées selon les critères de l'UICN ont été répertoriées dans l'emprise des aménagements de la zone 4.

L'emprise de la fosse minière à 15 ans a fait l'objet d'un inventaire floristique détaillé. Un inventaire complémentaire sera réalisé pour les 15-30 ans d'exploitation de la mine et permettra de compléter la liste d'espèces protégées concernées. Seuls les deux patches forestiers localisés au sud de l'emprise de V8 ont été inventoriés. Un inventaire botanique sera également réalisé en complément pour l'emprise V8.

- Espèces protégées par le Code de l'environnement de la province Sud :

Les inventaires ont relevé 18 espèces protégées au titre du Code de l'environnement de la province Sud, dont 15 espèces d'orchidées :

- *Pandanus lacuum* : Classée EN selon les critères de l'UICN
- *Retrophyllum minus* : Classée EN selon les critères de l'UICN
- *Gmelina lignum-vitreum* : Classée CR selon les critères de l'UICN

- Orchidées protégées :

- *Dendrobium virotii*
- *Dendrobium fractiflexum*
- *Bulbophyllum ngoyense*
- *Dendrobium odontochilum*
- *Oberonia titania*
- *Dendrobium ngoyense*
- *Dendrobium steatoglossum*
- *Dendrobium verruciferum*
- *Acianthus Cf elegans*
- *Pachyplectron neocaledonicum*
- *Caladenia catenata*
- *Liparis laxa*
- *Pachyplectron arifolium*
- *Calanthe triplicata*
- *Corybas neocaledonicus*

- Espèces menacées selon les critères de l'UICN (EN, VU ou CR ; version 2015.2) :

7 espèces menacées ont été répertoriées⁸ dans l'emprise des aménagements de la zone 4.

⁸ BotaEnvironnement, 2012. Inventaire floristique, plateau de Goro, zone des 15 ans d'exploitation.

- *Xanthostemon sulfureus* : Espèce classée VU
- *Araucaria muelleri* : Espèce classée EN : la fosse minière va entraîner la réduction d'une partie du périmètre occupé par une formation d'*Araucaria muelleri*
- *Tristaniopsis macphersonii* : Espèce classée VU
- *Pycnandra caniculata* : Espèce classée EN
- *Gmelina lignum-vitreum* classée CR
- *Agathis lanceolata* : Classée VU
- *Tristaniopsis reticulata* : Espèce classée VU

AIRES PROTEGEES

Ni le périmètre de protection des eaux de la Wajana, ni aucun autre périmètre de réserves naturelles ne sont affectés par la fosse minière.

7.1.1.5 Zone 5 – pépinière et camp géologique

L'empreinte de la plate-forme nécessaire à la réalisation d'essai par pompage affecte 0,6 ha de végétation, pour une empreinte totale voisine de 0,8ha. Aucun défrichement supplémentaire n'est prévu.

Le tableau 24 présente la superficie défrichée pour l'installation de cette plate-forme. Aucune surface supplémentaire ne devrait être défrichée dans cette zone. Cette surface est comparée à la superficie totale des formations dans la zone de référence du Grand Sud.

Tableau 24 : Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 5

Formations végétales	Surface déjà défrichée	Surface restant à défricher	surface totale	% des formations dans le Grand Sud
DIVERS	0,02	0,00	0,02	0,00%
Creeks, dolines, lacs	0,00	0,00	0,00	N/A
zones anthropisées	0,02	0,00	0,02	0,000573%
sol nu, zones dégradées	0,00	0,00	0,00	0,00%
MAQUIS	0,06	0,00	0,06	0,000120%
Maquis sur gabbro	0,00	0,00	0,00	0,00%
Maquis semi-ouvert à dense, dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00%
Maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente	0,00	0,00	0,00	0,00%
Maquis ligno-herbacées des pentes érodées	0,01	0,00	0,01	0,000062%
Maquis ligno-herbacées de bas de pentes et piémonts	0,05	0,00	0,05	0,000675%
Maquis arbustif sur sol ferralitique cuirassé	0,00	0,00	0,00	0,00%
Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> dominant sur sol induré	0,00	0,00	0,00	0,00%
Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiferum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00%
FORETS	0,00	0,00	0,00	0,00%

Formations végétales	Surface déjà défrichée	Surface restant à défricher	surface totale	% des formations dans le Grand Sud
Forêts	0,00	0,00	0,00	0,00%
AUTRES - non identifié	0,00	0,00	0,00	0,00%
Autres	0,00	0,00	0,00	0,00%
TOTAL	0,08	0,00	0,08	0,0001%

HABITATS SENSIBLES

Aucun habitat sensible n'est concerné par les installations.

ESPECES RARES ET/OU PROTEGEES

Aucune espèce rare, animale ou végétale, n'a été affectée.

Des mesures sont prises pour éviter tout acte de chasse et de pêche ainsi que de cueillette de végétaux. Par ailleurs, la détention d'animaux domestiques sur site est interdite sauf pour les chiens éventuellement utilisés pour la surveillance et gardés en chenil.

AIRES PROTEGEES

Le site des Grands Lac a récemment été inscrit à la convention RAMSAR. Le camp de la géologie et la pépinière se situe à l'intérieure de la zone RAMSAR.

7.1.1.6 Zone 6 – routes et corridors techniques

L'empreinte des routes, des voies de circulation et des principaux bassins de sédimentation affecte **105,32 ha** de végétation de différente formation, pour une empreinte totale de **139,77 ha**.

Plus de la moitié des surfaces impactées sont déjà défrichées. Les formations végétales restantes à défricher représentent **0,19 %** des formations végétales du Grand Sud. Les groupements végétaux les plus affectés sont les maquis de zone humide, les maquis ouverts à denses dominés par *Gymnostoma* et les maquis ligno-herbacées de bas de pentes et piémonts.

Le Tableau 25 présente les superficies défrichées pour l'installation des routes, des voies de circulation et des principaux bassins de sédimentation.

Tableau 25 : Superficie (ha) des formations végétales supprimées dans la zone 6

Formations végétales	Surface déjà défrichée	Surface restant à défricher	surface totale	% des formations dans le Grand Sud
DIVERS	20,98	13,47	34,45	0,49%
Creeks, dolines, lacs	3,36	0,65	4,01	N/A
zones anthropisées	11,24	5,04	16,28	0,55%
sol nu, zones dégradées	6,38	7,77	14,15	0,35%
MAQUIS	59,08	42,87	101,95	0,19%
Maquis sur gabbro	0,00	0,00	0,00	0,00%
Maquis semi-ouvert à dense, dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	11,34	5,30	16,64	0,18%
Maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente	28,93	5,64	34,57	0,37%
Maquis ligno-herbacées des pentes érodées	0,82	12,26	13,08	0,07%
Maquis ligno-herbacées de bas de pentes et piémonts	4,06	12,84	16,89	0,22%
Maquis arbustif sur sol ferralitique cuirassé	3,09	5,10	8,19	1,37%
Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> dominant sur sol induré	5,98	0,77	6,75	0,21%
Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiiferum</i>	4,88	0,95	5,83	0,69%
FORETS	1,12	0,00	1,12	0,02%

Formations végétales	Surface déjà défrichée	Surface restant à défricher	surface totale	% des formations dans le Grand Sud
Forêts	1,12	0,00	1,12	0,02%
AUTRES - non identifié	2,26	0,00	2,26	0,14%
Autres	2,26	0,00	2,26	0,14%
TOTAL	83,43	56,34	139,77	0,21%

HABITATS SENSIBLES

Un écosystème d'intérêt patrimonial est affecté sur 1,12 ha. Le défrichement concerne également des formations végétales telles que le maquis paraforestier à *Arillastrum gummiferum* (5,83 ha), le maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum* (6,75 ha) soit au total moins de 0,2 % des maquis paraforestiers du Grand Sud.

34,57 ha de zones humides permanentes ou temporaires seront défrichés, soit 0,37 % de leur superficie dans le Grand Sud.

ESPECES RARES ET/OU PROTEGEES

Un repérage botanique sera réalisé sur l'emprise des nouvelles routes afin de préciser la liste d'espèces protégées et/ou menacées concernées par les défrichements.

29 espèces rares, protégées par le Code de l'environnement et/ou menacées selon les critères de l'UICN qui sont ou seront potentiellement impactées par l'emprise des aménagements de la zone 6.

- Espèces protégées par le Code de l'environnement de la province Sud :

Les inventaires ont relevé 21 espèces protégées au titre du Code de l'environnement de la province Sud, dont 18 espèces d'orchidées :

- *Pandanus lacuum* : Classée EN selon les critères de l'UICN
- *Retrophyllum minus* : Classée EN selon les critères de l'UICN
- *Gmelina lignum-vitreum*: Classée CR selon les critères de l'UICN

Orchidées protégées :

- *Bulbophyllum baladeanum*
- *Bulbophyllum gracilimum*
- *Bulbophyllum ngoyense*
- *Dendrobium cymatoleguum*
- *Dendrobium ngoyense*
- *Dendrobium fractiflaxum*
- *Liparis laxa*
- *Earina cf. deplanchei*
- *Dendrobium verruciferum*
- *Dendrobium odontochilum*

- *Dendrobium steatoglossum*
- *Dendrobium virotii*
- *Calanthe triplicata*
- *Corybas neocaledonicus*
- *Pachyplectron neocaledonicum*
- *Acianthus Cf elegans*
- *Caladenia catenata*
- *Pachyplectron arifolium*

- Espèces menacées selon les critères de l'UICN (EN, VU ou CR ; version 2015.2) :

8 espèces menacées ont été répertoriées⁹ ou sont potentiellement présentes dans l'emprise des aménagements de la zone 6.

- *Gmelina lignum-vitreum* : Classée CR et protégées par le Code de l'environnement
- *Agathis lanceolata* : Classée VU
- *Tristaniopsis reticulata* : Classée VU
- *Pittosporum muricatum* : Classée EN
- *Tristaniopsis macphersonii* : Classée VU
- *Sebertia gatopensis* : Classée EN
- *Araucaria muelleri* : Classée EN
- *Xanthostemon sulfureus* : Classée VU

AIRES PROTEGEES

Une portion du projet de CR10 traverse le périmètre RAMSAR à l'Est du camp des géologues.

7.1.1.7 Emprise totale du projet minier

L'emprise totale du projet minier a été évaluée à **1169,52 ha**, soit **1,75 %** de la végétation de la zone de référence du Grand Sud. L'estimation des surfaces par formation végétale est présentée dans le Tableau 26.

D'une manière globale, on note que les formations de maquis payent le plus lourd tribut des défrichements avec une proportion sensiblement équivalente entre les maquis semi-ouvert à denses dominés par *Gymnostoma Deplancheanum* et les maquis sur sols à hydromorphie temporaire ou permanente.

Les superficies d'habitats sensibles concernés par l'ensemble du projet minier sont :

- Formations d'intérêt patrimonial :

⁹ BotaEnvironnement, 2012. Inventaire floristique, plateau de Goro, zone des 15 ans d'exploitation.

- 7,04 ha de formations forestières, y compris de petits îlots relictuels forestiers ou de maquis haut, soit au total 0,12 % du total de ces formations dans le Grand Sud ;
- Autres formations végétales :
 - 30,97 ha de maquis préforestier à *metrosideros nítida*;
 - 109,16 ha de maquis paraforestier ;
 - 164, 25 ha d'habitats de zone humide temporaire ou permanents, soit 1,74 % du total de ces formations dans le Grand Sud.

Tableau 26 : Formations végétales dans l’empreinte totale du projet minier

Formations végétales	Surfaces déjà défrichées (ha)							Surfaces restant à défricher (ha)							surface totale	% des formations dans le Grand Sud
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Total	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Total		
DIVERS	19,97	0	11,22	51,83	0,02	20,98	104,01	7,58	0	5,71	130,17	0	13,47	156,94	260,95	
Creeks, dolines, lacs	0,22	0	0,35	1,74	0	3,36	5,67	0,1	0	0,2	13,06	0	0,65	14,02	19,68	N/A
zones anthropisées	2,2	0	6,99	44,1	0,02	11,24	64,54	4,11	0	2,79	54,97	0	5,04	66,91	131,45	4,44%
sol nu, zones dégradées	17,56	0	3,88	5,99	0	6,38	33,81	3,37	0	2,73	62,15	0	7,77	76,02	109,82	2,72%
MAQUIS	44,03	0	115,77	143,35	0,06	59,08	362,29	30,03	0	34,47	425,96	0	42,87	533,32	895,62	1,71%
Maquis sur gabbro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Maquis semi-ouvert à dense, dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	4,79	0	50,55	48,39	0	11,34	115,07	1,99	0	19,53	210,03	0	5,3	236,85	351,92	3,74%
Maquis sur sol à hydromorphie temporaire ou permanente	18,66	0	30,45	62,78	0	28,93	140,82	2,35	0	2,25	31,84	0	5,64	42,09	182,91	1,94%
Maquis ligno-herbacées des pentes érodées	6,96	0	0,14	2,67	0,01	0,82	10,6	6,54	0	0	0,39	0	12,26	19,19	29,79	0,17%
Maquis ligno-herbacées de bas de pentes et piémonts	10,55	0	1,14	6,48	0,05	4,06	22,28	10,48	0	0,02	1,07	0	12,84	24,4	46,68	0,60%
Maquis arbustif sur sol ferrallitique cuirassé	2,71	0	21,12	7,89	0	3,09	34,81	8,39	0	10,43	85,45	0	5,1	109,37	144,18	24,07%
Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> dominant sur sol induré	0,35	0	11,96	8,71	0	5,98	27	0,24	0	2,11	62,18	0	0,77	65,3	92,3	2,82%
Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiiferum</i>	0	0	0,41	6,44	0	4,88	11,73	0,04	0	0,12	4,03	0	0,95	5,14	16,87	2,01%
Maquis preforestier à <i>Metrosideros nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,97	0	0	30,97	30,97	5,16%
FORETS	0	0	0	2,67	0	1,12	3,79	0	0	0	3,25	0	0	3,25	7,04	0,12%
Forêts	0	0	0	2,67	0	1,12	3,79	0	0	0	3,25	0	0	3,25	7,04	0,12%
AUTRES - non identifié	0,29	0	0	3,15	0	2,26	5,7	0	0	0	0,22	0	0	0,22	5,92	0,38%
Autres	0,29	0	0	3,15	0	2,26	5,7	0	0	0	0,22	0	0	0,22	5,92	0,38%
TOTAL	64,29	0	126,99	201	0,08	83,44	475,8	37,61	0	40,18	559,6	0	56,34	693,73	1169,52	1,75%

7.1.2 Autres causes de dégradation de la végétation (impact indirect)

Les formations végétales peuvent subir des dégradations en périphérie proche des zones d'activité minières et des routes, qui peuvent se traduire par :

- la réduction du couvert végétal ;
- la modification de la structure de la communauté végétale avec éventuelle baisse de croissance et mortalité d'individus d'espèces faisant partie des plus sensibles ;
- la disparition d'individus parmi les espèces les plus sensibles l'envahissement par des espèces exogènes profitant de l'ouverture des milieux ou encore de dépôt de résidus organiques, de sol exogène ou de gravats ;
- l'altération des individus dans leur capacité de reproduction ;
- l'augmentation de la fréquentation et des coupes de bois illégales sur les milieux paraforestiers et forestiers.

Les causes de dégradation sont multiples et peuvent être liées au piétinement, à l'effet de la poussière, à l'ouverture de nouvelles pistes facilitant l'accès des hommes aux formations boisées, à l'ouverture des milieux favorisant le développement des espèces exogènes, aux modifications des conditions hydriques ou au recouvrement des formations rivulaires par les sédiments des cours d'eau ayant ruisselé sur les surfaces terrassées malgré les bassins de sédimentation. Les effets de la poussière sur la végétation restent encore méconnus en Nouvelle-Calédonie, à ce titre une étude en cours de réalisation par l'IAC, aux alentours du SMLT devra permettre de mieux cerner les impacts potentiels de la poussière sur la végétation du Sud.

7.1.3 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels du projet minier sur la végétation et les habitats sont :

- des mesures de protection des zones naturelles (**M2-11**) par la restriction des accès aux zones sensibles ou protégées, le contrôle et la sensibilisation du personnel de chantier et également par toutes les mesures de réduction des poussières, bruits, vibrations et lumières et la réduction de la pollution chronique ;
- des mesures de gestion des eaux de ruissellement pour limiter la dégradation des formations rivulaires (**M3-3**) notamment par la mise en place d'ouvrages de gestion des eaux ;
- un ensemble de mesures relatives à la protection de la biodiversité (**M5**), dont la mise en œuvre du plan de revégétalisation (**M5-1**) et du plan de réutilisation de la terre végétale (**M5-2**), du plan opérationnel de conservation de la biodiversité (**M5-5**), du plan opérationnel de lutte contre les feux de brousse (**M5-4**) et du plan opérationnel de maîtrise des espèces exogènes (**M5-3**) ;
- des mesures liées aux opérations de fermeture (**M6**).

SUIVI ENVIRONNEMENTAL ASSOCIE

Plan de suivi de la faune et de la flore terrestre (**MS3**).

7.2 IMPACT SUR LA FAUNE

Le facteur principal d'impact sur la faune est la destruction ou le morcellement des habitats. La destruction des habitats entraîne la disparition d'une grande partie de la faune présente, de façon évidente lorsqu'il s'agit d'espèces qui ne peuvent se déplacer rapidement (lézards, fourmis), mais également de la majorité des individus qui les fréquentent (pour y nicher, s'y reproduire ou s'y nourrir) lorsqu'il s'agit d'espèces territoriales¹⁰.

D'autres facteurs peuvent intervenir négativement en phase de construction comme en phase d'exploitation et sont liés au dérangement occasionné par les activités, notamment :

- L'accroissement de la fréquentation humaine : il s'agit d'un effet direct et temporaire lié au piétinement, au dérangement, à la destruction des nids, au risque de feux accru, aux déprédations ;
- Le bruit : il peut s'agir de bruits plus ou moins continus comme au voisinage de l'UPM ou, par intermittence au voisinage des voies de circulation ainsi que, de bruits soudains et violents des tirs de mine. Les engins et les véhicules de construction restent les principales sources de bruit et de vibrations ;
- La lumière nocturne : le secteur de l'UPM et les fronts de taille des fosses minières sont éclairés la nuit, et les phares des véhicules sont également une source d'éblouissement pour la faune.

Toutes ces nuisances peuvent avoir un impact sur les populations animales et favoriser les espèces les plus tolérantes aux dépens des espèces les plus sensibles.

7.2.1 Impact sur les mammifères

Les seuls mammifères non exogènes de la zone d'étude sont les chiroptères. Aucun suivi spécifique n'est effectué sur les populations dans le cadre de ce projet. Les macro-chiroptères nichent dans les forêts et sont sensibles à la destruction de leur habitat. Tout comme pour les oiseaux, l'existence de connexions écologiques est importante pour le maintien des populations. Les micro-chiroptères utilisent des anfractuosités de rocher pour nicher et souffrent moins de la réduction de leur habitat. Par contre, les populations peuvent être dérangées par la fréquentation et le bruit et être déroutées par les émissions sonores et la lumière nocturne.

Les installations humaines peuvent favoriser la prolifération de rats et de chats ensauvagés. Leur présence peut avoir une incidence négative sur les lézards endémiques et également sur les oiseaux.

7.2.2 Impact sur les reptiles (herpétofaune)

Les geckos géants *Rhacodactylus sarasinorum* et *Rhacodactylus leachianus* sont des espèces protégées par le Code de l'environnement de la province Sud. Elles peuvent être affectées par la présence de faune exotique, surtout les rats, pour qui les œufs et les petits représentent une proie, tandis que les chats chassent les petits et les adultes. Les forêts humides et les forêts à chênes gomme (*Arillastrum gummiferum*) de la zone d'étude sont les principaux habitats de ces deux

¹⁰ La bibliographie montre que le déplacement forcé de ces espèces territoriales s'accompagne rarement par la reconquête de territoires voisins, déjà investis par d'autres individus ou populations.

espèces de geckos géants. Les actions de préservation s'orientent vers la conservation des écosystèmes d'intérêt patrimonial.

Le scinque léopard, *Lacertoides pardalis*

Dans la **zone 1**, les travaux effectués au col de l'Antenne pouvaient avoir un impact sur la population de scinques *Lacertoides pardalis* identifiée dans les environs. Le suivi réalisé a permis de montrer que les travaux n'ont pas affecté l'habitat de ce scinque situé à plus de 300 m du chantier, ni les individus eux-mêmes. La poussière a été atténuée par l'arrosage systématique de la route et le bruit est diffus. Les travaux du col, maintenant terminés, n'ont donc pas directement affecté l'habitat spécifique du *Lacertoides pardalis*, en termes de destruction d'habitat ou de pérennité de la population.

Les travaux qui se poursuivent sur le bassin de la Kwé, sont suffisamment éloignés (plus de 300 m) du plus proche habitat du scinque du Mont Kwa Neie. Le risque de perturbation du milieu de cette espèce est donc faible.

Même si l'habitat identifié (maquis rocheux à plus de 300 m d'altitude, sur crêtes et pentes) existe à d'autres endroits dans le Sud (comme au col de Yaté, la chaîne limitant la partie sud de la Plaine des Lacs ou encore celle entre la route de Goro et de la Wajana, - Laigret, 2005), la préservation de son milieu et de sa population unique est indispensable. Un programme de suivi du *Lacertoides pardalis* a donc été mis en place dès 2005 sur le Mont Kwa Neie.

La recherche d'autres populations entreprise dans les milieux similaires de la région du Grand Sud a permis d'identifier au moins 4 autres localités où ce scinque est également présent. En effet, une population de *Lacertoides pardalis* a récemment été localisée lors d'un inventaire en 2014, dans le cadre d'un projet d'implantation d'une carrière de péridotite CP-A1 située sur la crête séparant les bassins KO4 et KO5. Dans ce contexte, un protocole de translocation et de suivi d'individus de *L. pardalis* vivant sur les lignes de crête de ce site vers l'ancienne mine A1 à proximité de la réserve de la forêt Nord a été proposé à la DENV, et doit être mis en œuvre en Octobre 2015.

7.2.3 Impact sur les amphibiens

Les dolines et les lacs qui disparaissent sous l'emprise des fosses minières ou des parcs à résidus entraînent la destruction de l'habitat d'un des rares amphibiens présent sur milieu ultramafique : la grenouille dorée *Litoria aurea*. Il ne s'agit pas d'une espèce protégée, mais d'une espèce exogène introduite, donc non-endémique.

Le crapaud buffle (*Bufo marinus*) dont un individu a été repéré sur le site VNC en 2009 est considéré comme une espèce animale exogène envahissante et de ce fait, ce crapaud est intégré au plan de lutte contre les espèces exogènes depuis 2010. Depuis la mise en place du suivi en 2010, aucune nouvelle incursion n'a été signalée.

7.2.4 Impact sur l'avifaune

L'altération et/ou la perte de l'avifaune terrestre est/sont étroitement liée(s) à la destruction des habitats et donc des différentes formations végétales. Les bruits et les vibrations sont également tous de nature à déranger la faune, notamment la faune aviaire et les chiroptères.

Les forêts du plateau de Goro forment, en termes d'abondance spécifique, le second secteur le plus riche des massifs de forêt humide du Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie, après le Parc provincial de la Rivière bleue.

La population aviaire du plateau de Goro compte, au dernier recensement de 2014, 34 espèces, dont 11 endémiques et 14 sous-espèces endémiques. Les forêts du plateau de Goro abritent trois des six espèces classées par l'UICN (Perruche à front rouge, Notou et Faucon pèlerin). Le taux d'endémisme est de 37,5 % pour les espèces d'oiseaux observés sur le plateau de Goro. Il est révélateur d'un milieu original et important pour la biodiversité. Une grande partie des espèces d'oiseaux recensées est plus largement présente, voire exclusivement observée en forêt humide. Les oiseaux fréquentent aussi de préférence les formations ripicoles et les zones humides.

Les études réalisées sur l'avifaune montrent l'importance de protéger les connexions ou corridors écologiques ménageant des continuums entre les habitats discontinus de façon à assurer les processus de colonisation qui compense les processus d'extinction des populations isolées.

L'empreinte des différents aménagements affecte 16,22 ha de forêt qui est un secteur d'intérêt pour les oiseaux, notamment la forêt résiduelle S2 qui constitue un des maillons des connexions écologiques avec la forêt du pic du Grand Kaori, dans le bassin versant de la Kwé Ouest. La forêt de la vallée des monts Mwéri en revanche, établie dans le bassin versant de la Kwé Est où la densité en Monarques bruns s'est avérée la plus importante et où le Loriquet à tête bleue a été réellement observé, ne sera pas affectée par la configuration retenue.

En dehors de la perte directe d'habitat, d'autres nuisances associées aux chantiers contribuent à la régression des populations aviaires telles que le bruit, les vibrations, la poussière, le roulage d'engins et le déplacement de matériel à proximité des habitats et les lumières nocturnes. Le suivi de l'avifaune réalisé depuis 2007 a mis en évidence deux facteurs négatifs communs à la forêt qui présente une faible diversité de la population aviaire : leur proximité avec des infrastructures industrielles ou des zones d'activité intense et leur petite superficie.

Par exemple, la forêt résiduelle S2 d'une superficie initiale de 8,17 ha, et la forêt de la carrière de péridotite de la Kwé Est de 3 ha (dont 0,2 ha seulement de forêt dégradée à *Arillastrum*), sont non seulement petites, avec des pertes d'habitats importantes, mais sont, ou étaient au moment des campagnes de suivi, contiguës aux chantiers en cours. Le calcul de l'indice patrimonial plus faible que celui d'autres forêts moins exposées aux divers travaux et de taille plus grande montre que ces deux facteurs ont une incidence significative.

LES OISEAUX MARINS

La récupération des oiseaux marins échoués sur le site de VNC, dans le cadre d'un partenariat avec la SCO (Société Calédonienne d'Ornithologie), permet de chiffrer l'impact des activités minières et industrielles de VNC sur ces oiseaux. Trois sous-espèces endémiques sont ciblées :

- Pétrel de Gould, *Pterodroma leucoptera caledonica* qui est classée Vulnérable sur la liste rouge de l'UICN (UV) (Barré, Hébert et Demoulin 2011) ;
- Pétrel de Tahiti, *Pseudobulweria rostrata trouessarti*, quasi menacée d'extinction (NT) sur la liste rouge IUCN et protégé par le Code de l'Environnement de la province Sud ;
- Puffin du Pacifique ou Puffin Fouquet, *Puffinus pacificus chlororinchus* dont 50 % de la population mondiale est concentrée sur le territoire de Nouvelle-Calédonie (Communauté du Pacifique Sud, Société Calédonienne Ornithologique et Province Sud, 2009) protégé par le Code de l'environnement de la province Sud ;

Les pétrels et les puffins sont des oiseaux actifs durant la nuit, qui s'échouent lorsqu'ils sont désorientés par les lumières nocturnes. Les années 2008 et 2012 sont celles où le plus grand nombre d'échouages a été recensé avec 43 échouages en 2008 et 48 en 2012. Presque la moitié des échouages sont inventoriés au port de Prony, mais l'usine et la mine en recensent également une part non négligeable (Lehoullier, 2013).

7.2.5 Impact sur les insectes

Les fourmis sont les seuls insectes suivis dans le cadre du projet VNC en raison du nombre d'espèces endémiques présentes, en particulier dans les zones forestières et également vis-à-vis du risque de développement de fourmis exogènes envahissantes comme la fourmi de feu *Solenopsis invicta*.

Le développement des populations de fourmis exogènes représente la principale menace sur ce groupe du fait de leur compétitivité. Leur introduction dans les milieux sains à la faveur des roues des véhicules, du dépôt de végétaux ou de terre végétale en contenant, sous les chaussures des promeneurs et, auparavant, par des plantations d'arbres exogènes avec du terreau. Du fait de leur richesse spécifique, les formations forestières sont les plus sensibles à leur développement. Jusqu'ici le suivi effectué montre que l'extension des zones infestées représente moins de 10 % des zones investiguées.

D'autres insectes, comme le papillon bleu *Papilio montrouzieri*, sont endémiques et peuvent être affectés par le projet.

7.2.6 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels du projet sur la végétation et les habitats sont :

- les mesures de protection des zones naturelles à préserver (**M2-11**) par la restriction des accès aux zones sensibles ou protégées, le contrôle et la sensibilisation du personnels de chantier et également toutes les mesures de réduction de poussière, bruit, vibrations et lumières et la réduction des pollutions chroniques ;
- La mise en œuvre du plan opérationnel de maîtrise des espèces exogènes (**M5-3**) notamment par la surveillance des fourmis envahissantes ;
- Les mesures visant la réduction des risques de feux de brousse (**M5-4**) notamment par la sensibilisation du personnel VNC et des communautés voisines ;
- Les mesures de réduction de la pollution lumineuse (**M2-8**) et de réduction des bruits (**M2-6**) et vibrations (**M2-7**) notamment pour la faune aviaire ;
- Les mesures relatives à la récupération des oiseaux marins échoués (**M5-6**) ;
- La mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité (**M5-5**) ;
- La mise en œuvre d'un protocole de translocation du *Lacertoides pardalis* et d'un protocole de transfert de lézards issus des zones à défricher du développement minier de Goro au PPZF (**M5-5**).

SUIVI ENVIRONNEMENTAL ASSOCIE

Plan de suivi de la faune et de la flore terrestre (**MS3**).

7.3 SYNTHÈSE DES IMPACTS RÉSIDUELS SUR LA BIODIVERSITÉ TERRESTRE

7.3.1 Évaluation des impacts résiduels sur la végétation

L'importance des perturbations sur la flore est évaluée en prenant en compte la proportion relativement modeste des superficies affectées pour chaque formation végétale par rapport à leur occurrence dans la zone de référence du Grand Sud, et plus particulièrement pour les habitats sensibles. Les réserves naturelles sont respectées par le développement du projet et les deux espèces protégées *Neocallitropsis pancheri* et *Araucaria muelleri* sont en grande partie préservées.

Au fur et à mesure des défrichements des mesures de sauvegarde sont mises en place pour les espèces rares, menacées et/ou protégées concernées, notamment leur suivi, leur multiplication voir leur transplantation et réalisés chaque année dans le cadre du suivi de la faune et de la flore terrestre.

Les impacts les plus significatifs seront perceptibles dès la phase de construction mais ceux de la phase d'exploitation seront de même intensité sur les zones minières qui seront défrichées au fur et à mesure de la progression de l'exploitation.

En période de fermeture, les impacts seront mineurs car les opérations n'entraîneront pas de défrichement supplémentaire. La réhabilitation systématique de toutes les surfaces défrichées, mettant en œuvre le régalage des terres végétales et la revégétalisation à l'aide d'espèces endémiques, auront un effet bénéfique sur la réintégration écologique des surfaces affectées par le projet, et favoriseront la reconquête spontanée par les espèces alentour.

7.3.2 Évaluation des impacts résiduels sur la faune terrestre et aviaire

La faune subit les effets de l'activité minière, en particulier les communautés fauniques des forêts et formations paraforestières, des zones ripicoles et des zones humides, qui contiennent le plus grand nombre d'espèces et, en particulier, une forte proportion d'espèces endémiques et (ou) rares et menacées d'extinction.

Les opérations minières entraînant la suppression totale du couvert végétal dans certaines zones, provoquant la disparition des individus les plus fragiles, ou le déplacement des populations animales de ces habitats. Le déplacement des espèces n'est pas toujours garant d'une réimplantation réussie dans un milieu voisin, notamment pour les espèces territoriales.

Les suivis réalisés par VNC sur la faune ne mettent pas en évidence de réduction des populations sur le site minier. Ceci est particulièrement vrai pour les oiseaux. L'impact du projet minier sur la faune reste donc modéré en phase de travaux et d'exploitation, considérant les mesures d'atténuation mises en place.

Tableau 27 : Évaluation des impacts résiduels sur la biodiversité terrestre

Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
			Valeur écosystèm.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
PHASE DE CONSTRUCTION									
Végétation et habitats	Suppression de la végétation sur l'emprise des travaux Faible empiètement sur une aire protégée Destruction d'individus d'espèces menacées et/ou protégées Impact d'habitat d'intérêt écologique dont le maquis préforestier à <i>Metrosideros nitida</i>	M2-11 Mesures de protection des zones naturelles à préserver par la restriction des accès aux zones sensibles ou protégées ; M6-3 Mise en œuvre du plan opérationnel de maîtrise des espèces exogènes (surveillance des fourmis envahissantes) ; M6-4 Mesures visant la réduction des risques de feux de brousse (sensibilisation du personnel VNC et des communautés voisines) ; M6-5 Mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité.	Forte	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
Faune terrestre et aviaire	Suppression directe des habitats Dérangement aux abords des chantiers, des voies de circulation et des zones d'activité Destruction directe ou indirecte d'individus d'espèces menacées ou protégées	M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse, des bruits (M2-6) et des vibrations (M2-7) notamment pour la faune aviaire ; M6-6 Mesures relatives à la récupération des oiseaux marins échoués ; M6-5 Mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité.	Forte	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
PHASE D'EXPLOITATION									
Végétation et habitats	Suppression de 908, 57ha de formations végétales dont 7,04 ha de forêts, 144, 17ha de maquis arbustif, 9,99 ha de paraforestier et préforestiers et 182,91 ha de formations de zones humides Faible empiètement sur une aire protégée Impact d'habitat d'intérêt écologique dont le maquis préforestier à <i>Metrosideros nitida</i>) Destruction d'individus d'espèces menacées ou protégées	M2-11 Mesures de protection des zones naturelles à préserver par la restriction des accès aux zones sensibles ou protégées ;	Forte	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée

Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
			Valeur écosystèm.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
Végétation et habitats (suite)		M6-3 Mise en œuvre du plan opérationnel de maîtrise des espèces exogènes (surveillance des fourmis envahissantes) ; M6-4 Mesures visant la réduction des risques de feux de brousse (sensibilisation du personnel VNC et des communautés voisines) ; M6-5 Mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité.	Forte	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
Faune terrestre et aviaire	Suppression de 908, 57ha ha de végétation et création de discontinuités écologiques Dérangement aux abords des installations et des zones d'activités, y compris dérangement nocturne Destruction directe et indirecte d'individus d'espèces menacées ou protégées Prolifération d'espèces invasives néfastes aux populations autochtones et endémiques	M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse, des bruits (M2-6) et des vibrations (M2-7) notamment pour la faune aviaire ; M6-6 Mesures relatives à la récupération des oiseaux marins échoués ; M6-5 Mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité.	Forte	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
PHASE DE FERMETURE									
Végétation et habitats	Pas de défrichement complémentaire Effet lisière des travaux de remodelage	M6-4 Mesures visant la réduction des risques de feux de brousse (sensibilisation du personnel VNC et des communautés voisines) ;	Forte	Moyenne	Faible	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
Faune terrestre et aviaire	Pas de suppression supplémentaire d'habitat	M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse, des bruits (M2-6) et des vibrations (M2-7) notamment pour la faune aviaire	Forte	Moyenne	Faible	Moyenne	Locale	Courte	Mineure

8

IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

Dans ce chapitre et conformément disposition du Code minier, sont évalués les effets du projet minier sur l'hygiène, la sécurité et la salubrité publique, les sites et le paysage, la commodité de voisinage (bruit, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), les biens et le patrimoine archéologique et culturel.

L'impact du projet minier sur l'environnement socio-économique est développé dans le Livret G du présent dossier.

8.1 HYGIENE, SECURITE ET SALUBRITE PUBLIQUE

Les impacts sont liés à l'augmentation de l'activité dans le Sud de la Grande Terre qui entraîne une augmentation de la fréquentation et du trafic routier (risques d'accidents), aux risques d'altération de la ressource en eau et aux risques sanitaires pour les populations.

8.1.1 Augmentation de la fréquentation dans le Sud

Le nombre de travailleurs employés par la mine du complexe industriel de VNC est composé des employés de VNC et des employés des entreprises sous-traitantes. Le nombre de personnes travaillant pour l'exploitation minière pourrait dépasser 600 personnes par jour pour certaines périodes.

Bien que minimisée par la navette maritime et par le transport par navettes internes au projet, l'augmentation de la fréquentation, des transports et des activités pratiquées sur le secteur de la mine, engendre potentiellement des impacts sur :

- Le dérangement de la faune (bruit et vibrations, lumières, poussières...) ;
- Le risque de déchets abandonnés dans le milieu naturel (bouteilles plastique ou verre, canettes aluminium, sacs plastique, chaussons et autres équipements...) ;
- Les déversements accidentels d'hydrocarbures, huiles et graisses ;
- Le départ de feux de brousse ;
- La coupe de bois sauvage liée à l'ouverture de nouvelles pistes de prospection.

8.1.2 Risques d'accident de la circulation

Le trafic routier sur les routes publiques lié à l'activité de l'exploitation minière est essentiellement dû :

- Au transfert du personnel de la base-vie et du port vers la mine ;

- A l'approvisionnement du CIM et UPM en consommables et à l'évacuation des déchets ;
- A la circulation des véhicules légers du personnel VNC et des cocontractants depuis Nouméa ;
- Au transport de matières dangereuses ;
- A la présence d'une route publique dans l'empreinte de la fosse minière.

Sur le site minier, le roulage de minerai représente la majeure partie du trafic. En 2012, le roulage minier a représenté environ 130 trajets quotidiens, soit 44 510 trajets annuels entre la fosse minière du plateau de Goro et les zones de stockage de minerai, mais ces flux ont lieu sur des routes non accessibles au public. Deux routes, la route RM9 (route de la Madeleine) et le CR10 sont publiques et concernent également la circulation de véhicules légers ou d'engins miniers de VNC. L'augmentation du trafic de la part de VNC, mais également du public sur ces voies est une source d'accidents et de dégradation des infrastructures.

Les principaux flux routiers associés à l'activité de VNC en phase d'exploitation concernent majoritairement la route du Port et la route du col de l'Antenne pour le transport de personnel (du port ou de la base vie vers la mine, de la Plaine des Lacs vers la mine) et l'approvisionnement en gazole et en consommables. Une quarantaine de mouvements journaliers sont réalisés sur les axes routiers en liaison avec le secteur de la mine, pour un total de 10 528 trajets annuels (données 2012).

8.1.3 Risques d'altération de la ressource en eau des villages et des tribus littorales (Goro, Truu)

Les populations des tribus et villages du Sud, de Yaté à Port Boisé, utilisent les rivières et les sources comme alimentation en eau potable. Le développement des activités minières sur le plateau en amont engendre un risque d'altération de la ressource en eau douce, soit par réduction du débit, soit par altération de la qualité de l'eau.

En cas de pollution accidentelle des cours d'eau, la présence de liaisons souterraines pseudo-karstiques aura tendance à favoriser la propagation rapide des polluants jusqu'aux sources utilisées comme alimentation en eau potable par les populations des tribus, néanmoins cette pollution se limitera à une courte période grâce au transfert rapide (vitesse d'écoulement forte) des eaux dans les liaisons pseudo-karstiques.

8.1.4 Risques sanitaires pour la population

Un risque sanitaire surveillé est celui lié à l'inhalation des poussières potentiellement amiantifères. Les premières habitations étant éloignées du site ce risque concerne plus les employés de VNC travaillant sur les chantiers miniers que les habitants des tribus et des villages voisins.

Les résultats des analyses effectuées pendant les travaux sur le Col de l'Antenne n'ont mis en évidence qu'une très faible occurrence de fibres d'amiante dans les poussières totales analysées. Les travaux en fond de fosse, au contact de la roche mère et des pinacles seront une source potentielle de poussières chargées en matériaux fibreux qui feront l'objet d'une surveillance.

8.1.5 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels sur l'hygiène, la sécurité et la salubrité publique sont :

- Les mesures liées à la présence humaine accrue sur site (**M2-9**) rappelant notamment les normes de sécurité et les normes environnementales à respecter sur le site ;
- Les mesures de gestion des déchets (**M2-3**);
- Les mesures de lutte contre les incendies et le plan opérationnel de lutte contre les feux de brousse (**M5-4**) notamment l'intervention possible de la brigade d'intervention de VNC sur toute la région Sud. De plus, le plan de sensibilisation des employés et des populations du Grand Sud veille à réduire le fléau calédonien des feux de brousse et de forêt ;
- Les mesures de protection des sols et des eaux souterraines contre la pollution aux hydrocarbures (**M2- 4**) et les mesures de gestion des fuites et des effluents de toute nature (**M2-5**) ;
- Les mesures liées à la régulation du trafic routier (**M2-10**), intégrant en particulier la réfection de la route RM9, la déviation du CR10 pour pérenniser l'accès à Goro et Port Boisé, la mise en place d'un transport du personnel par bateau et bus qui réduit les risques liés aux trajets journaliers ;
- Les mesures spécifiques liées au risque amiante (**M2-2**), notamment des mesures de prévention-protection (arrosage, brumisation, utilisation d'EPI spécifiques, récupération des déchets souillés, nettoyage des engins, suivi médical du personnel, etc...) sont mises en place lorsque les résultats des analyses présentent des valeurs de fibres minérales amiantifères en fonctionnement normal, supérieures ou égales à la valeur limite réglementaire ;
- Les mesures de réduction des émissions atmosphériques (**M2-1**), notamment utilisation de procédés anti-poussières, arrosage des voies de circulation, entretien des engins miniers.

8.2 IMPACT SUR LE PAYSAGE

 Voir Atlas Carte C45 – Analyse paysagère : visibilité du projet

8.2.1 Identification de l'impact du projet sur le paysage

Les sources d'impact associées à la phase de construction sont :

- La construction des routes et des voies de roulage ;
- Le défrichage de la végétation ;
- Le déplacement des engins de chantier ;
- La construction des infrastructures minières et des carrières de péridotite.

Les sources d'impact associées à la phase d'exploitation sont :

- La modification de la topographie du site ;
- Le déplacement des camions ;
- La présence des infrastructures minières (verses, fosses minières, stocks de minerai, voies de roulage) et annexes (parc à résidus, carrières...)

8.2.2 Quantification de l'impact du projet sur le paysage

L'impact du projet minier sur le paysage a été évalué à partir d'une simulation informatique permettant de déterminer les cônes de visibilité du projet depuis les environs en période diurne.

Une attention particulière est apportée aux zones habitées, aux zones touristiques (le lagon et ses ilots, la baie de Prony) et de randonnées (GR et pistes de VTT du Grand Sud).

Les résultats sont présentés sur la carte C45 de l'atlas cartographique.

8.2.2.1 *Vue éloignée*

L'exploitation minière se développe à l'intérieur du bassin de la Kwé, ceinturé par des chaînons montagneux qui occultent presque totalement la vue depuis l'extérieur. Depuis le lagon et la baie de Prony, le site n'est pas visible. Il ne l'est pas non plus depuis les tribus du Sud ni de Yaté, et très peu depuis le lagon Sud. Seules les stations en hauteur permettent la vue sur cette vallée et sur les installations de VNC, notamment le circuit du GRNC1 (à partir de Prony remontant vers la Madeleine) qui permet d'apercevoir le site par intermittence depuis plusieurs endroits, notamment vers le Pic du Pin en amont de la mine Anna Madeleine. Depuis ce secteur, c'est surtout l'usine qui est repérée, notamment le stock de soufre jaune et la centrale électrique. Les installations minières et le site de stockage des résidus de la Kwé Ouest restent peu visibles.

Les reliefs en amont de la Kwébini et surtout de la Wajana permettent également d'avoir une vue importante sur la vallée de la Kwé et le projet minier.

8.2.2.2 *Vue de proximité*

Le passage du CR10 à l'intérieur du site minier permet la vue de proximité sur la zone du projet, mais les contrôles d'accès sur certaines zones réduisent tout de même sensiblement le nombre des observateurs potentiels.

8.2.3 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels sur le paysage sont :

- La limitation des zones de défrichage de la végétation lors de la construction au strict minimum nécessaire pour les besoins du projet minier **(M2-12)** ;
- L'assurance des zones de travaux et du site **(M2-3)** ;
- La réhabilitation des zones utilisées de façon temporaire lors de la construction dès la fin des travaux, mais également des ouvrages en fin de vie au fur et à mesure de l'avancée du projet minier **(M2-12)** ;
- La réduction des émissions atmosphériques **(M2-1)**, notamment avec l'utilisation de procédés anti-poussières (Dust A Side, utilisation d'émulsions pour les tirs de mine) et l'arrosage des voies de circulation.

La réhabilitation et la remise en état du site **(M6)** permettront de diminuer l'impact du projet minier sur le paysage en phase de fermeture.

8.2.4 Evaluation des effets résiduels sur le paysage

En phase de construction et d'exploitation, le chamboulement des terres, les zones remaniées, les vers à stériles (plus de 60 mètres de haut) et les stocks de minerais, le barrage des parcs à résidus et leur déversoir taillé dans la roche massive sont les éléments les plus marquants visuellement. La fosse minière va également entraîner une modification majeure de la topographie en période d'exploitation.

Malgré la modification notable du paysage, l'impact visuel du projet minier est considéré comme modéré en raison de son enclavement et de la faible urbanisation du Sud de la Grande Terre, néanmoins sa valeur sociale et son potentiel dans le développement de l'écotourisme sont forts.

En phase de fermeture, à l'issue des travaux de remise en état, après revégétalisation des zones perturbées, certaines installations majeures comme le barrage du parc à résidus de la Kwé Ouest et les installations de contrôle des eaux d'infiltration resteront visibles de façon permanente. De même, la topographie initiale de la zone du projet sera totalement modifiée par la présence des versants, des routes, des bassins de sédimentation, etc. L'impact à long terme du projet est modéré et l'activité minière va modifier notablement la vallée de la Kwé.

8.3 COMMODITE DE VOISINAGE

8.3.1 Bruit

Pour l'exploitation minière la principale source de bruit est l'UPM (**zone 3**) avec un niveau sonore estimé à 128 dB(A). Les sources principales de bruit de cette unité sont émises par les camions de transport de minerai, le broyeur à boulets, le pulpeur, la cribleuse, le chargement des trémies et les véhicules chargeurs. Elles sont permanentes (sauf arrêt du fonctionnement de l'installation) et fixes géographiquement. Elles produisent donc un bruit constant.

Les autres sources de bruit dans la zone du projet minier sont les suivantes :

- Les engins de travaux miniers, camions de transport, transports en commun et autres véhicules. Les émissions sonores émises par ces engins comprennent à la fois les bruits de moteur, de roulement mais également les bruits des signaux sonores de recul ;
- Les tirs de mine qui produisent des émissions sonores dont l'intensité est potentiellement importante (à l'air libre), mais qui étant réalisés dans la roche, ont au final une intensité sonore faible et ponctuelle ;
- Les sirènes d'alarme incendie ou de danger qui sont très ponctuelles.

Les sources de bruit énumérées ci-dessus sont de plus faible intensité que celles émises par l'UPM, mais sont pour la plupart liées à des engins mobiles dont l'importance et la localisation des émissions ne sont pas constantes et qui peuvent se retrouver plus proches des limites de propriétés de VNC. Etant donné la distance qui sépare la mine des zones d'habitation (Village de Goro à 6,5 km) et des lieux touristiques (Cf. Carte 25) et aussi de la topographie de la zone qui présente des obstacles naturels à la propagation des ondes sonores (lignes de crête en particulier), l'impact résiduel des émissions de bruit sur la population est considéré comme faible.

8.3.2 Vibrations

Certaines installations du centre de préparation de la mine sont susceptibles d'émettre des vibrations par voie solide, en particulier les engins de chantier, les machines tournantes (broyeurs, ventilateurs, pompes...) et les cribles-concasseurs. Ces équipements sont dotés de dispositifs anti-vibrations respectant les normes et les règles en vigueur, il est donc peu probable qu'ils génèrent des vibrations de nature à incommoder le voisinage d'autant que les zones habitées les plus proches (village de Goro, autres hameaux ou tribus du littoral Sud) sont situées à 6,5 km du centre de la mine.

Les tirs de mine (carrières de roches dures, creusement du déversoir du parc à résidus, destruction des pinacles en fond de fosse minière) sont également des événements qui produisent des vibrations importantes mais ponctuelles. Elles sont surtout ressenties sur les zones situées à proximité des travaux. La perception des vibrations depuis les zones habitées est peu probable.

8.3.3 Odeurs

Aucune des installations ou des aménagements ne dégage d'odeur dans le cadre du projet d'exploitation minière, y compris les résidus.

8.3.4 Pollution lumineuse

Certaines zones sont éclairées afin de permettre le travail en période nocturne. Les plus importantes sont les suivantes :

- Le centre industriel de la mine (**zone 3**) : il se trouve principalement sur le bassin versant de la Kwé Ouest à la jonction du bassin versant de la Kwé Nord, à une altitude voisine de 170 m NGNC. L'équipement le plus élevé se trouve sur l'unité de préparation de la pulpe de minerai. Il s'agit de la grue de maintenance des hydrocyclones et d'alimentation du broyeur à boulets (11,25 m). Cet équipement est éclairé pour permettre les travaux durant la nuit ;
- La mine (**Zone 4**) : le régime de fonctionnement de la mine est de 24 heures par jour tout au long de l'année. Le front de taille est éclairé pour permettre les travaux durant la nuit ;
- La pépinière et le camp de géologie (**zone 5**) : l'éclairage est limité aux zones de passage fréquent des occupants (accès aux sanitaires et cantine).

Les lumières ont un impact potentiel sur la faune, notamment la faune aviaire, y compris les oiseaux marins, et les chiroptères. Les lumières nocturnes peuvent augmenter la visibilité des installations de nuit depuis les lieux habités ou les lieux de loisirs (lagon).

La mise en œuvre des recommandations effectuées suite au recensement des sources lumineuses du projet va permettre de réduire la consommation énergétique due à l'éclairage nocturne, la pollution lumineuse du site et son impact négatif sur l'échouage des oiseaux marins.

8.3.5 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels sur la commodité de voisinage sont développées dans le Volet E et décrites succinctement ci-dessous :

- mesures de réduction du bruit (**M2-6**) notamment par l'entretien des engins, la limitation des pentes des voies de circulation, etc. ;
- mesures de réduction des vibrations (**M2- 7**) notamment par la mise en place de dispositifs anti-vibrations sur les machines et les équipements ;
- mesures de réduction de la pollution lumineuse (**M2-8**) notamment par l'orientation des tours mobiles d'éclairage.

8.4 IMPACT SUR LA DISPONIBILITE DE LA RESSOURCE EN EAU DOUCE

Le projet VNC, de par son procédé hydro-métallurgique, est consommateur d'eau douce. Le secteur mine consomme également beaucoup d'eau pour l'arrosage des voies de circulation.

En période de construction

L'alimentation en eau des installations de chantier a été assurée par un captage d'eau dans la Kwé principale, autorisé par arrêté provincial en août 2005 à un maximum de 2050 m³/j et 61 500 m³/mois au maximum.

Le débit d'étiage moyen annuel de la rivière Kwé principale étant de 1,05 m³/s de moyenne mensuelle soit 90 720 m³/j, le prélèvement maximal autorisé dans la rivière Kwé principale représente 2 % du débit d'étiage de cette rivière.

En période d'exploitation

En phase d'exploitation, l'alimentation en eau de la CIM et de l'UPM est assurée par l'eau du lac de Yaté. VNC est autorisé par arrêté provincial de février 2007 à prélever un volume journalier de 55 200 m³. Rapporté à l'année, le volume maximal de prélèvement autorisé dans le lac de Yaté s'élève à 18 000 000 m³.

Aucun captage d'eau permanent pour la consommation de la mine n'est envisagé dans le bassin versant de la Kwé durant l'exploitation minière. Des autorisations de captage temporaires sont régulièrement accordées par la Direction du Développement Rural pour répondre aux besoins en eau durant les campagnes de sondages. Elles sont généralement accordées pour un an et pour un débit de prélèvement maximal de 60 m³/jour.

La pépinière et le camp de géologie sont alimentés à partir du Grand lac, avec une autorisation de captage de 48 m³/jour pour les besoins du camp de la géologie et de 60 m³/jour pour l'alimentation de la pépinière.

8.4.1 Captage dans le lac de Yaté

Les besoins en eau brute annuels pour l'ensemble des infrastructures minières ont été estimés jusqu'en 2030 ainsi que cela ressort du graphique ci-dessous.

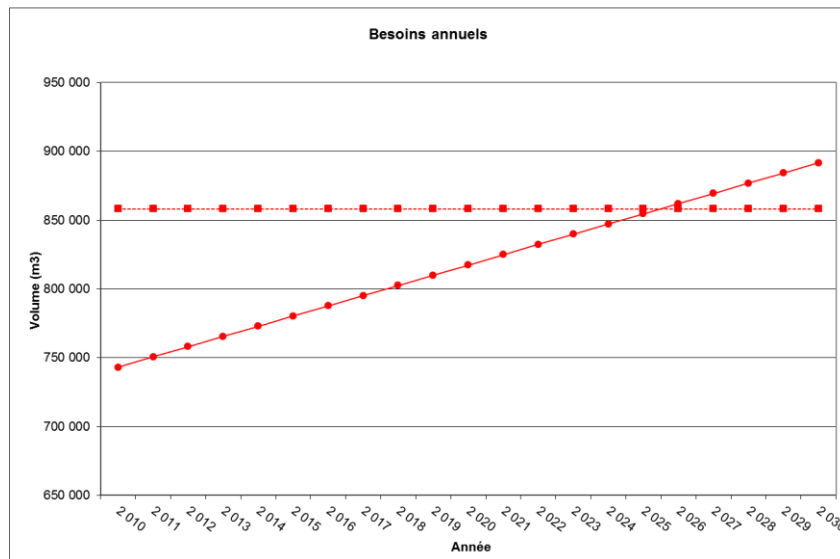


Figure 21 : Besoins annuels en eau brute pour l'ensemble des infrastructures minières

8.4.2 Captage dans le Grand Lac

La nouvelle pépinière a été construite près du camp de géologie et du Grand lac afin de bénéficier de l'eau douce du lac et des infrastructures du camp (route, électricité...) sans impacter de nouvelles zones. Ses besoins en eau intègrent l'arrosage des plants en serre par brumisation. L'eau recueillie après arrosage est recyclée ou éventuellement traitée avant d'être rendue au lac.

Le volume de prélèvement autorisé depuis le Grand Lac est de 48 m³/j pour l'alimentation du camp de la géologie et de 60 m³/j pour l'alimentation de la pépinière.

8.4.3 Disponibilité de la ressource en eau douce en aval de la mine

Les préoccupations concernant la disponibilité en eau des tribus et des villages en aval de la mine sont liées à la quantité et à la qualité des eaux des rivières Truu, Kwébini et Wajana. Les impacts potentiels du projet sur ces cours d'eau sont liés aux modifications des écoulements souterrains et à la dégradation de la qualité des eaux.

Selon les résultats des études réalisées, l'intensité des effets sur la Kwébini seront non-significatifs et devraient rester faibles sur les rivières Truu et Wajana, (VOIR livret D et volet C du livret C).

8.4.4 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels liés à la disponibilité de la ressource en eau sont les mesures liées à la préservation de la ressource en eau (M3-5), notamment l'alimentation en eau par le barrage de Yaté, le recyclage des eaux de procédé.

8.5 PATRIMOINE

Le secteur du projet n'est pas concerné par des vestiges historiques ou culturels majeurs, qui se cantonnent plutôt sur le bord de mer. Un site culturel (grotte) immédiatement en aval du barrage à résidus de la Kwé Ouest va être préservé par les aménagements (Cf. Carte 25).

8.5.1 Mesures d'atténuation correspondantes

Les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour réduire les impacts potentiels sur le patrimoine culturel et historique, sont **(M2-13)** les mesures spécifiques liées à la gestion du patrimoine détaillées dans le volet E du présent livret.

8.6 SYNTHESES DES IMPACTS RESIDUELS SUR LE MILIEU HUMAIN

Les impacts résiduels du projet minier sur le milieu humain sont essentiellement liés à l'accroissement de la fréquentation de la région et d'éventuels problèmes de sécurité sur les axes de circulation, bien que le projet ait contribué à l'amélioration du réseau routier dans cette zone (revêtement d'une grande partie des axes routiers).

L'aspect paysager au sens large est également notablement modifié par le projet, et la zone initialement quasi vierge d'activité et d'occupants a été remodelée par la mise en place des infrastructures minières.

Tableau 28 : Évaluation des impacts résiduels sur le milieu humain

			Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Valeur écosystèm.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
PHASE DE CONSTRUCTION									
Hygiène, santé, salubrité publique	Départ de feux de brousse	M6-4 Mesures de lutte contre les incendies et plan opérationnel de lutte contre les feux de brousse	-	Forte	Faible	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
	Abandon de déchets dans le milieu naturel	M2-3 Mesures de gestion des déchets							
	Déversement accidentel d'hydrocarbures	M2- 4 Mesures de protection des sols et des eaux souterraines contre les pollutions aux hydrocarbures et mesures de gestion des fuites et des effluents de toute nature (M2-5)							
	Altération de la ressource en eau	M2-10 Mesures liées à la régulation du trafic routier (revêtement de route, mise en place d'un transport du personnel par bateau et bus)							
	Accident de la circulation	M2-2 Mesures spécifiques liées au risque amiante (arrosage, brumisation, utilisation d'EPI spécifiques, récupération des déchets souillés, nettoyages des engins, suivi médical du personnel, etc....)							
	Risques sanitaires	M2-1 Mesures de réduction des émissions atmosphériques							
	Coupe sauvage de bois	M2-9 Mesures liées à la présence humaine accrue sur site							
Paysage	Modification du paysage à l'intérieur du périmètre du projet	M2 -11 Préservation des zones naturelles protégées	-	Forte	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
	Construction d'installations majeures, non visibles depuis les zones d'habitation	M2-12 Limitation des zones de défrichage de la végétation lors de la construction au minimum nécessaire pour les besoins du projet minier							
		M2-3 Assurer la propreté des zones de travaux et du site							
		M2-12 Réhabiliter les zones utilisées de façon temporaire lors de la construction dès l'achèvement des travaux mais également les ouvrages en fin de vie au fur et à mesure de l'avancée du projet minier							
		M7 Réhabilitation et remise en état du site qui permettra de diminuer l'impact du projet minier sur le paysage en phase de fermeture							

Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
			Valeur écosystèm.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
Commodité de voisinage	Accroissement de la circulation dans la région du projet, des nuisances associées et des risques d'accident Emission de bruit, vibrations et lumière	M2-10 Mesures liées à la régulation du trafic routier (revêtement de routes, mise en place d'un transport du personnel par bateau et bus) M2-6 Mesures de réduction du bruit notamment par l'entretien des engins, la limitation des pentes des voies de circulation, etc. M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse notamment l'orientation des tours mobiles d'éclairage M2- 7 Mesures de réduction des vibrations notamment par la mise en place de dispositifs anti-vibrations sur les machines et les équipements	-	-	Faible	Faible	Régionale	Longue	Modérée
Disponibilité de la ressource en eau douce	Diminution des débits de la Truu, Kwébini et Wajana	M3-5 Mesures liées à la préservation de la ressource en eau, notamment l'alimentation en eau par le barrage de Yaté, le recyclage des eaux de procédé	Moyenne	Forte	Forte	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
Biens et patrimoine archéologique et culturel	Pas d'impact identifié	-	-	-	-	NS	NS	NS	NS
EN PHASE D'EXPLOITATION									
Hygiène, santé, salubrité publique	Abandon de déchets dans le milieu naturel Déversement accidentel d'hydrocarbures Départ de feu de brousse Accident de la circulation Altération de la ressource en eau Risques sanitaires	Idem Mesures Phase construction	-	-	Faible	Faible	Locale	Courte	Mineure
Paysage	Modification du paysage à l'intérieur du périmètre du projet par des mouvements de terre importants et modification importante de la topographie (creusement de la fosse minière et des carrières, hauteur des verses...)	M2-3 Assurer la propreté des zones de travaux et du site M2-12 Réhabiliter les zones utilisées de façon temporaire lors de la construction dès l'achèvement des travaux mais également les ouvrages en fin de vie au fur et à mesure de l'avancée du projet minier M7 Réhabilitation et remise en état du site qui permettra de diminuer l'impact du projet minier sur le paysage en phase de fermeture	-	Forte	Moyenne	Moyenne	Locale	Longue	Modérée

Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
			Valeur écosystèm.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
Commodité de voisinage	Accroissement plus modéré de la circulation dans la région du projet, en raison du transport du personnel par bateau et bus Emission de bruit, vibrations et lumière	M2-10 Mesures liées à la régulation du trafic routier (revêtement de route, mise en place d'un transport du personnel par bateau et bus) M2-6 Mesures de réduction du bruit notamment par l'entretien des engins, la limitation des pentes des voies de circulation, etc. M2- 7 Mesures de réduction des vibrations notamment par la mise en place de dispositifs anti-vibrations sur les machines et les équipements M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse notamment l'orientation des tours mobiles d'éclairage	-	-	Faible	Faible	Régionale	Longue	Modérée
Disponibilité de la ressource en eau douce	Captage dans le lac artificiel de Yaté pour un usage partagé entre l'usine et la mine Captage dans le Grand lac (pépinière et camp de géologie) à hauteur de 60 m³/j et 48 m³/j Diminution des débits de la Truu, de la Kwébini et de la Wajana	M3-5 Mesures liées à la préservation de la ressource en eau, notamment l'alimentation en eau par le barrage de Yaté, le recyclage des eaux de procédé	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
Biens et patrimoine archéologique et culturel	Réduction de l'ampleur de la cascade de Goro		Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Ponctuelle	Longue	Modérée
PHASE DE FERMETURE									
Hygiène, santé, salubrité publique	Abandon de déchets dans le milieu naturel Déversement accidentel d'hydrocarbures Départ de feux de brousse Accident de la circulation	M2-3 Gestion des déchets M2- 4 Protection des sols et des eaux souterraines contre les pollutions aux hydrocarbures et mesures de gestion des fuites et des effluents de toute nature (M2-5) M6-4 Lutte contre les incendies et plan opérationnel de lutte contre les feux de brousse M2-2 Mesures spécifiques liées au risque amiante (arrosage, brumisation, utilisation d'EPI spécifiques, récupération des déchets souillés, nettoyages des engins, suivi médical du personnel, etc....) M2-1 Réduction des émissions atmosphériques M2-10 Mesures liées à la régulation du trafic routier (revêtement de route, mise en place d'un transport du personnel par bateau et par bus)	-	Forte	Faible	Moyenne	Locale	Courte	Mineure

Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Critères d'intensité			Niveau d'Impact résiduel			
			Valeur écosystèm.	Valeur socio-éco culturelle	Grandeur	Intensité	Étendue	Durée	Importance
Paysage	Remise en état et revégétalisation des zones exploitées mais présence permanente d'éléments visibles (barrage du parc à résidus, ouvrages de gestion des eaux, topographie des verses...)	M2-3 Assurer la propreté des zones de travaux et du site M7 La réhabilitation et la remise en état du site permettra de diminuer l'impact du projet minier sur le paysage en phase de fermeture	-	Forte	Faible	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
Commodité de voisinage	Trafic des engins nécessaires aux travaux de réhabilitation du site et nuisances associées	M2-6 Réduction du bruit notamment par l'entretien des engins M2-8 Réduction de la pollution lumineuse notamment l'orientation des tours mobiles d'éclairage	-	-	Faible	Faible	Locale	Courte	Mineure
Disponibilité de la ressource en eau douce	Captages persistants pour les opérations de fermeture, puis ponctuels avec des volumes réduits pendant la surveillance et l'entretien	M3-5 Les mesures liées à la préservation de la ressource en eau	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne	Locale	Moyenn e	Modérée
Biens et patrimoine archéologique et culturel	Aucun impact supplémentaire en période de fermeture		-	-	-	NS			NS

9

SYNTHESE DES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET

La synthèse des impacts résiduels du projet minier de VNC sur les composantes de l'environnement et, en particulier, sur les éléments importants de l'environnement est présentée dans le paragraphe ci-dessous.

EN PHASE DE CONSTRUCTION les impacts potentiels du projet portent essentiellement sur :

Les eaux continentales

- La qualité physique des eaux de surface et des eaux côtières avec les problématiques de transport solide ;
- Les écosystèmes d'eau douce par l'engravement et le détournement des cours d'eau ;
- Les zones humides et de lacs, avec des impacts liés principalement au creusement de la fosse minière (disparition ou baisse des niveaux) ;

Les eaux côtières et marines

- Les eaux côtières de l'estuaire de la rivière Kwé et de la baie Kwé avec les problèmes associés au transport solide ;

La biodiversité terrestre

- La végétation et les habitats avec le défrichement des surfaces sur l'emprise du projet minier pouvant impliquer la disparition de certains individus d'espèces protégées et/ou menacées ;
- La faune terrestre et aviaire avec la suppression des habitats, le dérangement aux abords des infrastructures du projet ;

L'environnement humain

- Le paysage avec une modification à l'intérieur de l'emprise du projet. Certaines installations, telles que le parc à résidus, sont visibles dans une zone proche du site ;
- La commodité de voisinage avec l'augmentation du trafic routier à proximité de la zone du projet, entraînant certaines nuisances et des risques d'accident accrus ;

EN PHASE D'EXPLOITATION ces impacts portent essentiellement sur :

L'environnement atmosphérique

- La qualité de l'air avec, d'une part les émissions de gaz d'échappement des véhicules de transport de personnes, des engins miniers et des groupes électrogènes, et d'autre part le

soulèvement de poussières sur les voies de circulation, dans la fosse minière, les carrières et dans le parc à résidus.

Les eaux continentales

- Le régime hydrogéologique avec la modification des écoulements souterrains entre les différents bassins connectés par des systèmes pseudos-karstiques ;
- Le régime hydrologique du bassin de la Kwé avec une modification saisonnière des écoulements du bassin de la Kwé et de certains bassins adjacents ;
- La qualité physique des eaux de surface avec les problématiques de transport solide ;
- La qualité chimique des eaux de surface en raison de fuites et déversements accidentels potentiels (carburant, huile, graisse...), fuites, infiltrations et débordements de l'eau stockée dans le(s) parc(s) à résidus, déversement de résidus et production de déchets ;
- La qualité biologique des eaux de surface en raison de leur turbidité et de la création de discontinuités hydrauliques ;

La biodiversité terrestre

- La végétation et les habitats avec une suppression de 908,57ha ha de formations végétales, dont 7,04 ha de forêts, 109,37ha de maquis arbustif, 140,13 ha de maquis paraforestier et 140,13 ha de formations de zones ;
- La faune terrestre et aviaire avec la disparition des forêts et la création de discontinuités écologiques, les nuisances aux abords des installations, la destruction d'espèces menacées ou protégées et la prolifération d'espèces invasives néfastes aux populations autochtones et endémiques ;

L'environnement humain

- Le paysage avec sa modification à l'intérieur du périmètre du projet et la modification de la topographie ;
- La commodité de voisinage avec l'accroissement de la circulation aux abords du projet. Cet impact est néanmoins atténué par le transport du personnel en bateau et en bus ;
- La disponibilité de la ressource en eau avec la diminution des débits de la Truu, de la Kwébini et de la Wajana ;

La biodiversité marine

- La biodiversité marine avec la modification des conditions du milieu dans la baie de Kwé induite par la modification du régime hydrologique de la Kwé ;

EN PHASE DE FERMETURE les impacts potentiels portent essentiellement sur :

Les eaux continentales

- Le régime hydrogéologique avec le réaménagement des fosses comblées par les stériles et l'installation d'un nouvel équilibre hydrodynamique ;
- La qualité biologique des eaux avec la turbidité des eaux pendant les travaux de fermeture ;

L'environnement humain

- Le paysage avec la présence des ouvrages permanents tels que le barrage du parc à résidus, les ouvrages de gestion des eaux et quelques voies de circulation.

Le Tableau 29 récapitule l'ensemble des impacts résiduels du projet minier de VNC sur les composantes de l'environnement ainsi que les mesures d'atténuation associées.

Tableau 29 : Tableau récapitulatif des impacts résiduels du projet

Milieu	Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Importance
PHASE DE CONSTRUCTION				
Milieu physique	Qualité de l'air	Émissions de gaz d'échappement dues aux transports, roulages et au fonctionnement des groupes électrogènes Soulèvement de poussières sur les voies de circulation et surfaces non revêtues, pendant les opérations de terrassement, manipulation des terres, construction et minage des carrières de roches massives Présence potentielle d'amiante dans les formations terrassées pour les travaux (col de l'antenne)	M2-1 Réduction des émissions atmosphériques (arrosage, utilisation de procédé anti-poussières...) M2-2 Mesures spécifiques liées au risque d'amiante (masque de protection, utilisation d'EPI spécifiques) M2-10 Régulation du trafic routier (transport en commun)	Mineure
Milieu Eaux continentales	RIVIERES			
	Régime hydraulique de la Kwé et ses affluents	Construction des installations de la CIM/UPM, des voies de circulation et des plateformes pour les tuyauteries du corridor technique	M3 Les mesures spécifiques à la protection et la gestion des eaux	Mineure
	Régime hydraulique des bassins adjacents	Aucune activité sur les cours d'eau périphériques	Idem ci-dessus	Non significative
	Qualité physique des eaux	Eaux de ruissellement chargées en sédiments Envasement et engravement de la baie de Kwé	M3-2 Mise en place d'un plan de gestion des eaux de la mine en phase travaux M3-1 Plan opérationnel de gestion des eaux de surface (POGES) sur le CIM et l'UPM et pour la fosse minière (M3-4), fixant des objectifs de concentration en MES avant rejet vers le milieu naturel ;	Modérée
	Qualité biologique des eaux et biodiversité d'eau douce	Altération des écosystèmes d'eau douce par l'engravement et détournement des cours d'eau	M3 Les mesures spécifiques à la protection et la gestion des eaux M4-4 Des mesures d'urgence liées au parc à résidus	Modérée
	PLANS D'EAU (DOLINES, LACS)			
	Lacs et dolines	Disparition de zones humides (dolines) dans les zones 3 et 4 ; Disparition du Lac Goro Baisse de niveau importante du Lac Xéré Wapo et un assèchement de ce dernier à partir de 2020 Baisse importante (environ 5 mètres) du Lac Robert et un assèchement au moins temporaire de ce dernier	Pas de mesure envisagée	Modérée
Milieu marin	Eaux côtières - Estuaire de la rivière Kwé et baie Kwé	Augmentation de l'apport en sédiments par la rivière Kwé	M3-1 Gestion des eaux polluées notamment la collecte des eaux de ruissellement du site minier et le confinement des eaux polluées M3-2 et M3-3 Gestion des eaux de surface en période de construction et d'exploitation, notamment par la mise en place de système de drainage	Modérée
	Eaux du canal de la Havannah et du lagon Sud	L'impact potentiel pourrait être du a la charge en sédiments de la rivière Kwé, Cependant la barrière hydrodynamique due aux courants marins protège le lagon	M-4-1 La conception des parcs à résidus pour retenir les ruissellements d'un événement pluvieux M4-2 La mise en place de réseaux de drainage périphériques pour	NS

Milieu	Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Importance
			séparer les eaux « propres » des eaux potentiellement polluées M4-3 Le contrôle des eaux d'infiltration en aval des parcs à résidus M4-4 La mise en place de mesures d'urgence en cas de détection de pollution des eaux souterraines	
	Biodiversité marine - Estuaire de la rivière Kwé et de la baie Kwé	Modification des conditions du milieu dans la baie de Kwé en raison des modifications du fonctionnement hydraulique de la rivière qui peut affecter l'herbier et le platier peu profond de la baie Kwé	M3-2 et M3-3 La mise en œuvre des mesures de protection et de gestion des eaux et notamment des plans de gestion des eaux de ruissellement M4-4 Des mesures d'urgence en cas d'altération de la qualité des eaux souterraines en aval des parcs à résidus, notamment la mise en place de puits d'interception des eaux souterraines en aval de la berme.	Modérée
	Biodiversité marine - Canal de la Havannah et du lagon Sud	L'impact potentiel pourrait être du a la charge en sédiments de la rivière Kwé, Cependant la barrière hydrodynamique due aux courants marins protège la biodiversité du lagon		NS
Milieu biologique terrestre	Végétation et habitats	Suppression de la végétation sur l'emprise des travaux Faible empiètement sur une aire protégée Destruction d'individus d'espèces menacées et /ou protégées	M2-11 Mesures de protection des zones naturelles à préserver par la restriction des accès aux zones sensibles ou protégées ; M5-3 Mise en œuvre du plan opérationnel de maîtrise des espèces exogènes (surveillance des fourmis envahissantes) ; M5-4 Mesures visant la réduction des risques de feux de brousse (sensibilisation du personnel VNC et des communautés voisines) ; M5-5 Mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité.	Modérée
	Faune terrestre et aviaire	Suppression directe des habitats Dérangement aux abords des chantiers, voies de circulation et zones d'activités Destruction directe ou indirecte d'individus d'espèces menacées ou protégées	M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse et de réduction des bruits (M2-6) et vibration (M2-7) notamment pour la faune aviaire ; M5-6 Mesures relatives à la récupération des oiseaux marins échoués ; M5-5 Mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité.	Modérée
Milieu humain	Hygiène, santé, salubrité publique	Départ de feux de brousse Abandon de déchets dans le milieu naturel Altération de la ressource en eau Accident de la circulation Risques sanitaires Coupe sauvage de bois	M2-3 Mesures de gestion des déchets M2- 4 Mesures de protection des sols et des eaux souterraines contre les pollutions aux hydrocarbures et les mesures de gestion des fuites et des effluents de toute nature (M2-5) M2-1 Mesures de réduction des émissions atmosphériques M2-2 Mesures spécifiques liées aux risques « amiante » (arrosages, brumisation, utilisation d'EPI spécifiques, récupération des déchets souillés, nettoyages des engins, suivi médical du personnel, etc....) M2-9 Mesures liées à la présence humaine accrue sur site M2-10 Mesures liées à la régulation du trafic routier (revêtement de routes, la mise en place d'un transport des personnels par bateau et bus) M6-4 Mesures de lutte contre les incendies et le plan opérationnel de lutte contre les feux de brousse	Mineure
	Paysage	Modification du paysage à l'intérieur du périmètre du projet Construction d'installations majeures, non visibles depuis les zones d'habitation	M2-3 Assurer la propreté des zones de travaux et du site M2 -11 Préservation des zones naturelles protégées M2-12 Limiter les zones de défrichage de la végétation lors de la construction au minimum nécessaires pour les besoins du projet minier et réhabiliter les zones qui ont été utilisées de façon temporaire lors de	Modérée

Milieu	Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Importance
			la construction dès l'achèvement des travaux mais également les ouvrages en fin de vie au fur et à mesure de l'avancée du projet minier M6 La réhabilitation et la remise en état du site permettra de diminuer l'impact du projet minier sur le paysage en phase fermeture	
	Commodité de voisinage	Accroissement de la circulation dans la région du projet, des nuisances associées et des risques d'accidents Emissions de bruits, vibrations et lumières	M2-6 Mesures de réduction du bruit notamment par l'entretien des engins, la limitation des pentes des voies de circulation, etc. M2- 7 Les mesures de réduction des vibrations notamment par la mise en place de dispositifs anti-vibration sur les machines et équipements M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse notamment l'orientation des tours mobiles d'éclairage M2-10 Mesures liées à la régulation du trafic routier (revêtement de routes, la mise en place d'un transport des personnels par bateau et bus)	Modérée
	Disponibilité de la ressource en eau douce	Diminution des débits de la Truu, de Kwébini et de la Wajana	M3-5 Les mesures liées à la préservation de la ressource en eau, notamment l'alimentation en eau par le barrage de Yaté, le recyclage des eaux de procédé	Mineure
	Biens et patrimoine archéologique et culturel	Pas d'impact identifié	M2-13 Mesures liées à la gestion du patrimoine en cas de découverte archéologique	NS
PERIODE D'EXPLOITATION				
Milieu physique	Qualité de l'air	Émissions de gaz d'échappement dues aux transports, au fonctionnement des engins de la mine et des groupes électrogènes Soulèvement de poussières sur les voies de circulations non revêtues, pendant les opérations de minage dans la fosse minière, pendant le minage des carrières de roches massives Présence potentielle d'amiante (fond de fosse minière)	M2-1 Réduction des émissions atmosphériques (arrosage, utilisation de procédé anti-poussières, entretien des machines...) M2-2 Mesures spécifiques liées au risque d'amiante (masque de protection, utilisation d'EPI spécifiques) M2-10 Régulation du trafic routier (transport en commun, navette maritime)	Modérée
Milieu eaux continentales	EAUX SOUTERRAINES			
	Perturbations de type 1 : Modification des écoulements	Kwé Ouest	Pas de mesures particulières	Modérée
		Kaori et Kadji		–
		Port-Boisé (Trou Bleu et Kû Mwa Nirê)		–
		Sud-est de la Plaine des Lacs		Modérée
		Kwé Nord et Est		Modérée
		Wajana		Modérée
		Autres bassins (Kwé Binyi, Entonnoir, ancienne mine des Japonais, Truu et Creek Crête Sud)		–

Milieu	Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Importance
	Perturbations de type 2 : Modification de la relation hydraulique entre les nappes, les lacs et les zones humides pouvant entraîner une baisse des plans d'eau voire un assèchement saisonnier ou permanent	Sud Est de la Plaine des Lacs	Pas de mesures particulières	Modérée
		Kwé Nord et Est	Pas de mesures particulières	Modérée
		Wajana		–
		Autres bassins (Kwé Binyi, Entonnoir, ancienne mine des japonais, Truu et creek crête Sud)		–
	Perturbations de type 3 : Disparition des limites de partage des eaux souterraines dans les chaînons rocheux pouvant entraîner des échanges d'eau entre les bassins versants naturellement non connectés	Toutes zones	Pas de mesures particulières	Non significatif
	Perturbations de type 4 : Modification de la contribution totale des écoulements souterrains aux débits de base et d'étiage des rivières	Kwé Ouest	Voir composante « Rivières » ci-dessous	Modérée
		Kwé Nord		
		Kwé Est		
		Wajana	Pas de mesures particulières	
	Perturbations de type 5 : Modification des relations hydrauliques entre les nappes d'eau souterraine et les rivières pouvant entraîner des diminutions de débit ou des assèchements	Kwé Ouest	Voir composante « Rivières » ci-dessous	Modérée
		Kwé Nord		
		Kwé Est		
		Wajana	Pas de mesures particulières	
	Perturbations de type 6 : Modification des échanges d'eau souterraine entre bassins versants	Plaine des Lacs vers Kwé Nord	Pas de mesures particulières	Modérée
		Kwé Nord vers Wajana		Modérée
		Kwé Ouest vers Trou Bleu		-
		Autres bassins		-

Milieu	Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Importance
	RIVIERES			
	Régime hydraulique de la Kwé et ses affluents	Opération de la fosse minière, SMLT et autres verses, parcs à résidus : Modification, détournement, discontinuités des cours d'eau (création d'asec) par la fosse minière Modification des variations saisonnières d'écoulement Modification du débit de la Kwé principale de l'ordre de 12%, avec l'exploitation du parc à résidus de KO4 Intensification des crues	M3-3 Mise en place d'un POGES M3-4 Gestion des eaux d'exhaure de la fosse	Modérée
	Régime hydraulique des bassins adjacents	Creusement de la fosse minière à 25 ans : risque de diminution du débit de base de la Wajana de l'ordre de 10%	Idem ci-dessus	Modérée
	Qualité physique des eaux	Eaux de ruissellement chargées en sédiments Envasement et engravement de la baie de Kwé	M3-3 Protection et gestion des eaux de surface en période d'exploitation M3-4 Gestion des eaux d'exhaure	Modérée
	Qualité biologique des eaux et biodiversité d'eau douce	Destruction des communautés d'eau douce dans l'empreinte des activités minières Création de discontinuités dans les cours d'eau (asec), création de barrière physiques à la migration (bassins, barrages...) Dégradation de la qualité des écosystèmes par altérations possibles de la qualité physico-chimique des cours d'eau Modification des types d'habitats (raréfaction des milieux lotiques et fragmentation potentiel des habitats lié à la réduction des débits de la rivière Kué	M3 Les mesures spécifiques à la protection et la gestion des eaux M4-4 Des mesures d'urgence liées au parc à résidus	Modérée
PLANS D'EAU (DOLINES, LACS)				
Idem Phase de construction				
Milieu marin	Idem Phase de construction			
Milieu Biologique terrestre	Végétation et habitats	Suppression de 908, 57ha de formations végétales Faible empiètement sur une aire protégée Destruction d'individus d'espèces menacées ou protégées, dont 60 ha de la zone d'occurrence d' <i>Araucaria muelleri</i>	M2-11 Mesures de protection des zones naturelles à préserver par la restriction des accès aux zones sensibles ou protégées ; M5-3 Mise en œuvre du plan opérationnel de maîtrise des espèces exogènes (surveillance des fourmis envahissantes) ; M5-4 Mesures visant la réduction des risques de feux de brousse (sensibilisation du personnel VNC et des communautés voisines) ; M5-5 Mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité.	Modérée
	Faune terrestre et aviaire	Suppression de 908, 57ha de végétation dont des habitats forestiers du Grand Sud et création de discontinuités écologiques Dérangement aux abords des installations et zones d'activités,	M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse et de réduction des bruits (M2-6) et vibration (M2-7) notamment pour la faune aviaire ; M5-5 Mise en œuvre du plan de sauvegarde de la biodiversité ; M5-6 Mesures relatives à la récupération des oiseaux marins échoués.	Modérée

Milieu	Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Importance
		y compris dérangement nocturne et voies de circulation Destruction directe et indirecte d'individus d'espèces menacées ou protégées Prolifération d'espèces invasives néfastes aux populations autochtones et endémiques		
Milieu humain	Hygiène, santé, salubrité publique	Abandon de déchets dans le milieu naturel Déversement accidentel d'hydrocarbures Départ de feux de brousse Accident de la circulation Altération de la ressource en eau Risques sanitaires	Idem Mesures Phase construction	Mineure
	Paysage	Modification du paysage à l'intérieur du périmètre du projet par des mouvements de terre importants et une modification drastique de la topographie (creusement de la fosse minière et des carrières, hauteur des verses...)	M2-3 Assurer la propreté des zones de travaux et du site M2-12 Réhabiliter les zones qui ont été utilisées de façon temporaire lors de la construction dès l'achèvement des travaux mais également les ouvrages en fin de vie au fur et à mesure de l'avancée du projet minier M6 La réhabilitation et la remise en état du site permettra de diminuer l'impact du projet minier sur le paysage en phase fermeture	Modérée
	Commodité de voisinage	Accroissement plus modéré de la circulation dans la région du projet, en raison du transport des personnels par bateau et navettes Emissions de bruits, vibrations et lumières	M2-6 Les mesures de réduction du bruit notamment par l'entretien des engins, la limitation des pentes des voies de circulation, etc. M2- 7 Les mesures de réduction des vibrations notamment par la mise en place de dispositifs anti-vibration sur les machines et équipements M2-8 Les mesures de réduction de la pollution lumineuse notamment l'orientation des tours mobiles d'éclairage M2-10 Mesures liées à la régulation du trafic routier (revêtement de routes, la mise en place d'un transport des personnels par bateau et bus)	Modérée
	Disponibilité de la ressource en eau douce	Captage dans le lac artificiel de Yaté pour un usage partagé entre l'usine et la mine Captage dans le Grand lac (pépinière et camp de géologie) à hauteur de 48 m ³ /j Diminution des débits de la Truu, de la Kwébini et de la Wajana	M3-5 Les mesures liées à la préservation de la ressource en eau, notamment l'alimentation en eau par le barrage de Yaté, le recyclage des eaux de procédé	Modérée
	Biens et patrimoine archéologique et culturel	Réduction de l'ampleur de la cascade de Goro	M2-13 Mesures liées à la gestion du patrimoine en cas de découverte archéologique	Modérée
EN PHASE FERMETURE				
Milieu physique	Qualité de l'air	Émissions de gaz d'échappement dues aux transports et au fonctionnement des groupes électrogènes Soulèvement de poussières sur les voies de circulation non revêtues, pendant les opérations de remodelage et	M2-1 Réduction des émissions atmosphériques (arrosage, utilisation de procédé anti-poussières, entretien des machines ...) M2-2 Mesures spécifiques liées au risque d'amiante (masque de protection, utilisation d'EPI spécifiques)	Mineure

Milieu	Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Importance
		recouvrement par une couche de terre végétale Envol de poussières des parcs à résidus	M2-10 Régulation du trafic routier (Transport en commun) M4-1 Conception du parc à résidus et suivi du barrage M6 Opérations de fermeture et de remise en état (revégétalisation des zones dénudées)	
	RIVIERES			
	Régime hydraulique de la Kwé et ses affluents	Réaménagement et restauration de la continuité des cours d'eaux	M6 Les mesures liées aux opérations de fermeture et remise en état et notamment le suivi des ouvrages de gestion des eaux	Mineure
	Régime hydraulique des bassins adjacents	Aucune activité sur les bassins versants adjacents	M6 Les mesures liées aux opérations de fermeture et remise en état et notamment le suivi des ouvrages de gestion des eaux	Non significative
	Qualité physique des eaux	Eaux de ruissellement chargées en sédiments Envasement et engrèvement de la baie de Kwé	M6 Les mesures liées aux opérations de fermeture et remise en état et notamment la restauration des portions de cours d'eau interrompus par l'exploitation	Mineure
	Qualité biologique et biodiversité d'eau douce	Réaménagement des cours d'eau et de leur continuité	M6 Les mesures liées aux opérations de fermeture et remise en état et notamment la restauration des portions de cours d'eau interrompus par l'exploitation	Mineure
	PLAN D'EAU (LACS ET DOLINES)			
	Idem Phase de construction			
Milieu Marin	Idem Phase de construction			
Milieu biologique terrestre	Végétation et habitats	Pas de défrichements complémentaires Effet lisière des travaux de remodelage	M5-4 Mesures visant la réduction des risques de feux de brousse (sensibilisation du personnel VNC et des communautés voisines) ;	Mineure
	Faune terrestre et aviaire	Pas de suppression complémentaire d'habitats	M2-8 Mesures de réduction de la pollution lumineuse et de réduction des bruits (M2-6) et vibration (M2-7) notamment pour la faune aviaire	Mineure
Milieu humain	Hygiène, santé, salubrité publique	Abandon de déchets dans le milieu naturel Déversement accidentel d'hydrocarbures Départ de feux de brousse Accident de la circulation Altération de la ressource en eau	M2-1 Mesures de réduction des émissions atmosphériques M2-2 Mesures spécifiques liées aux risques « amiante » (arrosages, brumisation, utilisation d'EPI spécifiques, récupération des déchets souillés, nettoyages des engins, suivi médical du personnel, etc....) M2-3 Mesures de gestion des déchets M2- 4 Mesures de protection des sols et des eaux souterraines contre les pollutions aux hydrocarbures et les mesures de gestion des fuites et des effluents de toute nature (M2-5) M2-10 Mesures liées à la régulation du trafic routier (revêtement de routes, la mise en place d'un transport des personnels par bateau et bus) M5-4 Mesures de lutte contre les incendies et le plan opérationnel de lutte contre les feux de brousse	Mineure
	Paysage	Remise en état et végétalisation des zones exploitées mais présence permanente d'éléments visibles (barrage du parc à	M2-3 Assurer la propreté des zones de travaux et du site	Modérée

Milieu	Composante de l'environnement	Nature de l'impact	Mesure d'atténuation en place	Importance
		résidus, ouvrages de gestion des eaux, topographie des versants...)	M6 La réhabilitation et la remise en état du site permettra de diminuer l'impact du projet minier sur le paysage en phase fermeture	
	Commodité de voisinage	Trafic des engins nécessaires aux travaux de réhabilitation du site et nuisances associées	M2-6 Les mesures de réduction du bruit notamment par l'entretien des engins M2-8 Les mesures de réduction de la pollution lumineuse notamment l'orientation des tours mobiles d'éclairage	Mineure
	Disponibilité de la ressource en eau douce	Captages persistants pour les opérations de fermeture, puis ponctuels avec des volumes réduits pendant la surveillance et l'entretien	M3-5 Les mesures liées à la préservation de la ressource en eau	Modérée
	Biens et patrimoine archéologique et culturel	Aucun impact supplémentaire en période de fermeture	M2-13 Mesures liées à la gestion du patrimoine en cas de découverte archéologique	NS

NS : Non significatif