



VALE Nouvelle-Calédonie

**Demande de permis de construire
Projet Lucy – phase 2**



Livret D – Volet D5

**Méthodologies utilisées pour évaluer et suivre
les effets du projet sur l'environnement**

Février 2017



Demande de permis de construire

Méthodologie

*Commune de Yaté
Nouvelle-Calédonie*

REDACTION	Artelia	
VERIFICATION	Artelia	
APPROBATION	Vale Nouvelle-Calédonie	
APPROBATION	Vale Nouvelle-Calédonie	

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	1
2	INTRODUCTION	2
3	METHODES D'ACQUISITION DES DONNEES	3
3.1.	GENERALITES	3
3.2.	MILIEU EAUX CONTINENTALES	3
3.2.1.	Suivi quantitatif	3
3.2.2.	Suivi de la qualité chimique et biologique des eaux.....	4
3.3.	MILIEU BIOLOGIQUE TERRESTRE	7
3.3.1.	Typologie des formations végétales et zone biogéographique de référence.....	7
3.3.2.	Identification des formations végétales et habitats sensibles	8
3.3.3.	Cartographie des formations végétales.....	9
3.3.4.	Surfaces par formations végétales	10
3.3.5.	Inventaires botaniques	10
3.3.6.	Faune terrestre	15
3.4.	MILIEU HUMAIN	26
3.4.1.	Paysage.....	26
3.4.2.	Données socio-économiques	27
3.4.3.	Bruit	27
3.4.4.	Patrimoine culturel et archéologique	28
4	ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	29
4.1.	DEMARCHE	29
4.2.	AIRE D'ETUDES UTILISEES	29
4.3.	Interrelations entre les différents milieux.....	34
4.4.	Définition des enjeux environnementaux	34
5	METHODOLOGIE D'ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	36
5.1.	Rappel et définition	36
5.2.	Evaluation des impacts	36
5.2.1.	Facteurs d'impacts	36
5.2.1.	Identification des éléments importants pour l'environnement	38
5.2.2.	Synthèse des Eléments Importants de l'Environnement retenus	43
5.2.3.	Eléments non retenus.....	44
5.3.	Effets du projet	45

5.3.1. Définition des effets	45
5.3.1. Types d'effets résiduels	45
5.4. Outils utilisés pour caractériser les effets	46
5.4.1. Avis des experts	46
5.4.2. Modélisation	46
5.4.3. Cartographie et système d'information géographique	46
5.4.4. Matrices	47
5.4.5. Autres outils	47
5.4.6. Identification de l'importance de l'impact.....	47
5.4.7. Intensité de l'impact résiduel	49
5.4.8. Etendue de l'impact résiduel	50
5.4.1. Durée de l'impact résiduel	51
5.4.2. Importance de l'impact résiduel.....	51
6 METHODOLOGIES D'ANALYSE DES IMPACTS SPECIFIQUES.....	53
6.1. Modélisation de la dispersion de poussières.....	53
6.1.1. Méthodologie	53
6.1.2. Quantification des émissions de poussières sur site	57
6.1.3. Présentation du modèle utilisé	70
6.1.4. Hypothèses de calcul	71
6.2. Modélisation bruit.....	77
6.2.1. Terminologie	78
6.2.2. Règlementation	80
6.2.3. Méthodologie et hypothèses de calcul	81
6.3. Modélisation des effets sur la santé	95
6.3.1. Démarche d'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires	95
6.3.2. Elaboration du schéma conceptuel des risques.....	96
6.3.3. Définition des scénarios d'exposition	97
6.3.4. Sélection des substances à retenir pour les calculs d'EQRS et évaluation de la toxicité des substances (VTR).....	97
6.3.5. Evaluation des expositions (poussières inhalées)	99
6.3.6. Evaluation quantitative des risques (poussières inhalées)	100
6.3.7. Evaluation des incertitudes et étude de sensibilité	101
6.4. propositions de mesures.....	102

FIGURES

Figure 1.	Matériel de terrain des inventaires avifaune : carte jumelles, GPS, carnet	17
Figure 2.	Eléments de basse de la mixture réalisée pour les appâts / Mise en place d'un appât	24
Figure 3.	Observation des fourmis présentes sur l'appât / prélèvement	25
Figure 4.	Différents matériels utilisés pour l'observation des fourmis prélevées.....	25
Figure 5.	Processus d'évaluation des impacts résiduels.....	48
Figure 6.	Situation du projet et des différentes unités – Année 2020 – Etat 2.....	54
Figure 7.	Situation du projet et des différentes unités – Année 2022 – Etat 3.....	55
Figure 8.	Situation du projet et des différentes routes – Année 2036 – Etat 4	56
Figure 9.	Présentation de l'environnement du site et localisation des récepteurs spécifiques	72
Figure 10.	Données numérique du terrain prises en compte dans le modèle	74
Figure 11.	Longueur de rugosité du domaine d'étude	75
Figure 12.	Rose des vents à la station « Goro_Ancienne_Pépinière », du 09/01/2011 au 24/11/2014 76	
Figure 13.	Bruit ambiant, bruit particulier, bruit résiduel et émergence	78
Figure 14.	Topographie prise en compte dans la modélisation (vue depuis la future unité d'assèchement des résidus DWP2).....	82
Figure 15.	Rose des vents du site Goro_Usine pour l'année 2011 (Source : Météo France)	83
Figure 16.	Localisation des sources de bruit de l'unité DWP2.....	85
Figure 17.	Scénarios modélisés – année 2020	92
Figure 18.	Scénarios modélisés – année 2022	93
Figure 19.	Scénario modélisé – année 2036.....	93
Figure 20.	Localisation des récepteurs.....	95

TABLEAUX

Tableau 1.	Organisation des livrets du dossier de demande de permis de construire	1
Tableau 2.	Seuils pour le calcul de la qualité de l'eau.....	7
Tableau 3.	Coefficient d'abondance de Braün-Blanquet	12
Tableau 4.	Nombre de parcelles par lignes.....	14
Tableau 5.	Coefficient d'abondance et explications (selon la table de Braün-Blanquet)	15
Tableau 6.	Description des stations de suivi du scinque léopard et des méthodes utilisées.....	20
Tableau 7.	Liste des inventaires lézards et oiseaux réalisés entre 2008 et 2015	20
Tableau 8.	Définition des zones d'influence du projet par thématiques.....	31
Tableau 9.	Impacts potentiels évalués dans le cadre du projet Lucy	43
Tableau 10.	Définition de la sévérité de l'impact.....	49
Tableau 11.	Définition de l'intensité de l'impact	50
Tableau 12.	Définition de l'étendue de l'impact	50
Tableau 13.	Définition de la durée de l'impact	51

Tableau 14.	Niveaux d'importance de l'impact négatif ou positif.....	51
Tableau 15.	Définition de l'importance de l'impact négatif ou positif	52
Tableau 16.	Description des parcs à résidus amont et aval.....	56
Tableau 17.	Valeurs des constantes empiriques, en fonction de la taille des particules	59
Tableau 18.	Facteur d'émission (en g/km) pour circulation sur les routes non revêtues	60
Tableau 19.	Nombre d'aller/retour, par an, en fonction de la destination.....	61
Tableau 20.	Distance des allers-retours selon le parcours.....	61
Tableau 21.	Emissions de PM10 dues à la circulation des tombereaux articulés de 40 tonnes.....	62
Tableau 22.	Emissions de PM2,5 dues à la circulation des tombereaux articulés de 40 tonnes.....	62
Tableau 23.	Emissions de PM30 dues à la circulation des tombereaux articulés de 40 tonnes.....	62
Tableau 24.	Facteurs d'émission pour les opérations de manipulation et de stockage de résidus secs	64
Tableau 25.	Quantité de matériaux manipulée, en tonnes, par zone et par état.....	64
Tableau 26.	Emissions de PM10 dues aux activités de manipulation et de stockage.....	64
Tableau 27.	Emissions de PM2,5 dues aux activités de manipulation et de stockage.....	65
Tableau 28.	Emissions de PM30 dues aux activités de manipulation et de stockage.....	65
Tableau 29.	Valeurs des constantes empiriques, en fonction de la taille des particules	66
Tableau 30.	Caractéristiques des engins sur les parcs de stockage.....	67
Tableau 31.	Facteur d'émission (en g/km) pour circulation sur les routes non revêtues	67
Tableau 32.	Nombre de kilomètres parcourus, par an, par type d'engin et par parc à résidus.....	68
Tableau 33.	Emissions de poussières de résidus dues à la circulation sur les parcs à résidus	69
Tableau 34.	Emissions totales de PM10, PM2.5 et PM30 pour la durée d'exploitation de l'unité DWP2 et du parc à résidus	70
Tableau 35.	Coordonnées des récepteurs spécifiques (système de coordonnées RGNC91-93)	72
Tableau 36.	Classification du type d'occupation du sol et longueur de rugosité associée	74
Tableau 37.	Type de modélisation pour chaque source.....	77
Tableau 38.	Concentration de fond en PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	77
Tableau 39.	Echelle sensible du dB(A)	79
Tableau 40.	Emergences admissible	81
Tableau 41.	Caractéristiques des sources sonores mises en place dans le modèle pour l'unité DWP2	85
Tableau 42.	Spectre d'atténuation des bâtiments des filtres presses et des compresseurs	88
Tableau 43.	Hypothèses de trafic des camions.....	89
Tableau 44.	Caractéristiques acoustiques des sources de bruit liées au transfert des matériaux.....	90
Tableau 45.	Caractéristiques acoustiques des engins utilisés pour la mise en place des résidus	90
Tableau 46.	Coordonnées des récepteurs (RGNC91-93)	94

ABREVIATIONS et ACRONYMES

ACD	Agents Chimiques Dangereux
AFNOR	Agence Française de NORmalisation
AGDR	Aire de Gestion Durable des Ressources
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ANZECC	<i>Australian and New Zealand Environment and Conservation Council</i>
AOA	Association Océanienne d'Archéologie
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US</i>
BM	Banque Mondiale
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BTP	Bâtiment et Travaux Publics
CCB	Convention pour la Conservation de la Biodiversité
CIM	Centre Industriel de Minier
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction - <i>Convention on International Trade in Endangered Species</i>
CO	Composé Organique
COV	Composés Organiques Volatils
CP-A1	Carrière de Péridotite 1
CPCE	Code des Postes et des Communications Electroniques
DAVAR	Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales de Nouvelle-Calédonie
DEPS	Direction de l'Equipement de la Province Sud
DIMENC	Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie
DJE	Dose Journalière d'Exposition
DTSI	Direction des Technologies et des Services de l'Information
EIE	Eléments Importants de l'Environnement
ENSO	El Niño Southern Oscillation
EPT	Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères
EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERI	Excès de Risque Individuel
ETP	Evapo-Transpiration Potentielle
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture - <i>Food and Agriculture Organization (United Nations)</i>
IAC	Institut Agronomique Néo-Calédonien
IANCP	Institut d'Archéologie de la Nouvelle-Calédonie et du Pacifique
IBA	Important Bird Area
IBNC	Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie
IBS	Indice BioSédimentaire
ICMM	Conseil International de la Mine et des Métaux / <i>International Council on Mining & Metals</i>
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IFC	Société Financière Internationale / <i>International Finance Corporation</i>
INERIS	Institut National de l'EnviRonnement Industriel et des risques
IPA	Indices Ponctuels d'Abondance
IRD	Institut de Recherche pour le Développement

ISEE	Institut de la Statistique et des Etudes Economiques
ISO	<i>International Standard Organisation</i>
META	Microscopie Electronique à Transmission Analytique
MNT	Modèle Numérique du Terrain
MOCF	Microscopie Optique en Contraste de Phase
NF	Norme Française
NOx	Oxyde d'Azote
O₃	Ozone
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OPT	Office des Postes et Télécommunication
PIB	Produit Intérieur Brut
PM	Matière Particulaire - <i>Particulate Matter</i>
PPE	Périmètre de Protection Eloigné
PPI	Périmètre de Protection Immédiat
PPR	Périmètre de Protection Rapproché
PUD	Plan d'Urbanisme Directeur
RGA	Recensement Général Agricole
RGNC	Réseau Géodésique de Nouvelle-Calédonie
RIVM	Rijnsinstituut voor volksgezondheid en Milieuhygiëne, Pays Bas
SAD	Schéma d'Aménagement et de Développement
SAU	Surface Agricole Utile
SGT	Service de la Géomatique et de la Télédétection
SMHV	Séismes Maximaux Historiquement Vraisemblables
SMS	Séisme Maximal de Sécurité
SMS	Séisme Maximal de Sécurité
SO₂	Dioxyde de Soufre
THR	Très Haute Résolution
UE	Union Européenne
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UPM	Usine de Préparation de Minerai
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
VCI	Valeurs de Constat d'Impact
VDSS	Valeurs de Définition de Source dans les Sols
VKP	Zone de Voh, Koné et Pouembout
VLPSH	Valeur Limite Pour la Santé Humaine
VLPV	Valeur Limite pour la Végétation
VNC	Vale Nouvelle-Calédonie S.A.S.
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZER	Zones à Emergence Réglementée

Bibliographie

- A2EP. (2012). *Bilans hydrologiques - Bassin versant de la Kwé et Plaine des Lacs*.
- A2EP. (2012). *Campagne de reconnaissance hydrologique et hydrogéologique*.
- A2EP. (2012). *Synthèse climatologique - Secteur de Goro*.
- A2EP. (2012). *Synthèse des observations piezométriques, secteur de Goro*.
- A2EP. (2012). *Synthèse hydrologique - Secteur de Goro*.
- A2EP. (2012). *Synthèse sur la qualité des eaux souterraines et superficielles*.
- Artelia. (2016, Juillet 12). Photos issues de la visite de terrain. Yaté, Nouvelle-Calédonie, Province Sud.
- Bertil D., L. A. (2008). *Evaluation probabiliste de l'aléa sismique de Nouvelle-Calédonie*. Rapport BRGM/RP-54935-FR, 137 p., 81 fig., 13 tabl., 4 ann.
- Bodley, A. (2016, Juillet 25). Mail Hatch.
- Bodley, A. (2016, Aout 4). Residue strength and erodibility - Permitting Inputs.
- DAVAR, ISEE. (2012). *Recensement général agricole 2012*.
- DAVAR, ISEE. (2012). *Recensement général agricole 2012 - Province Sud*.
- DAVID, G., GUILLAUD, D., & SODTER, F. (1995). Relief, climat et population en Nouvelle-Calédonie. *ORSTOM, Agriculture*, 5.
- DTSI, SGT. (2008). *Classification de l'occupation du sol de la Nouvelle-Calédonie par approche objet V1.0*. Retrieved 08 08, 2016, from <http://sig-public.gouv.nc/Notice-Occupationdusol2008-SPOT5-approcheobjet.pdf>
- ENERCAL. (n.d.). *Centrale thermique de Prony Energies*. Retrieved 09 15, 2015, from [enercal.nc: http://www.enercal.nc/la-production-d-electricite/moyens-de-production-thermique/centrale-thermique-de-prony-energies.html](http://www.enercal.nc/la-production-d-electricite/moyens-de-production-thermique/centrale-thermique-de-prony-energies.html)
- Errani, L. (2016, juillet 12). mail Bilfinger du 12 juillet 2016.
- Geophysical. (2006-2007). *Prospection géophysique sur le futur site de stockage de la Kué Ouest par tomographie électrique 2D*.
- Ginty, B. (2016, Juillet 25). Mail Hatch du 25 juillet 2016.
- HATCH - H350607-1000-220-210-0001. (2016). *Process Design Basis and Process Design Criteria, Rev A*.
- HATCH - H350607-1000-228-202-0005. (n.d.). *Calculation for Residue Mass Balance, Rev B*.
- HATCH - H350607-1000-22A-220-000X. (n.d.). *Project Memo - KO2 Permit Inputs*.
- HATCH - H350607-1300-228-030-0001. (2016, May 19). *Assessment of Rain Impact on Residue Placement and Dry Storage*.
- HATCH - H350607-4000-240-202-0002. (n.d.). *Materials Handling Delivery System - Articulated Dump Trucks - Trucking fleet Calculation - rev 0*.
- HATCH - H350607-4000-240-206-0013. (n.d.). *Area 135 DWP2 Materials Handling Delivery System Articulated Dump Trucks*.
- IANCP. (2015). *Rapport d'intervention sur site minier - Projet KO2*.

- INERIS. (2004). Facteurs d'émission de polluants de feux simulés de forêt et de décharge. ADEME.
- ISEE . (2011, septembre 22). *ISEE TEC Energie*. Retrieved 06 08, 2015, from ISEE.NC: <http://www.isee.nc/population/recensement/structure-de-la-population-et-evolutions>
- ISEE. (2009). *Chiffres-clés des communes*.
- ISEE. (2011, septembre 22). *TEC, Tableaux de l'Economie Calédonienne*. Retrieved 06 08, 2015, from ISEE.NC: <http://www.isee.nc/population/recensement/structure-de-la-population-et-evolutions>
- ISEE. (2014). *Bilan économique et social*.
- ISEE. (2014). *TEC - Tableau de l'économie Calédonienne*.
- ISEE. (2015). *Emploi Salarié conjoncture 1er trimestre 2015*.
- ISEE. (2015). *TEC, Tableaux de l'économie calédonienne*.
- ISEE. (2016). *Les chiffres du tourisme - Enquête passagers*.
- ISEE, CEROM. (2016). *Les synthèses de CEROM ; Les comptes économiques rapides de la Nouvelle-Calédonie en 2014 - Un nouveau rythme de croissance*.
- Météo France. (2011). *Retour sur la dépression tropicale Vania en Nouvelle-Calédonie*.
- Météo France. (2015). *Rose des vents de la station GORO_RESIDUS (988) - Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn*.
- Météo France. (2015). *Synthèse climatologique d'une année, station GORO_RESIDUS (988)*.
- Météo France. (2016). *Données météorologiques sur la station GORO_RESIDUS entre août 2011 et juillet 2016*.
- Organisation météorologique mondiale. (2014, 12 04). Retrieved 03 2015, from <http://www.wmo.int/>: <http://www.wmo.int/media/?q=fr/content/info-ni%C3%B1oni%C3%B1a-situation-actuelle-et-perspectives>
- Pascal Dumas, M. t. (2013). *Revue Géographique de l'est*.
- Romieux, N. (2011). *Synthèse et régionalisation des données pluviométriques de la Nouvelle-Calédonie*. DAVAR - SESER - ORE.
- Sand, C., Barp, F., Baret, D., & Gony, B. (2007). *Relevé d'un abri sous roche sur l'emprise du chantier de Goro Nickel*. Nouméa: DACC.
- Scal Air. (2014). *La qualité de l'air à Nouméa et dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie, Bilan 2013*.
- Scalair. (2015). Retrieved 05 12, 2015, from Scalair.nc: <http://www.scalair.nc/informations/indices/indices-atmo>
- US-EPA. (1995). *Compilation of air pollutant emission factors, Fifth edition*.
- US-EPA. (2006). *AP-42 13.2.2 Unpaved Roads*.
- US-EPA. (2006). *AP-42 13.2.4 Aggregate handling and storage piles*.
- Vale NC. (2015). *Suivi environnemental - Rapport annuel 2014 - Eaux souterraines*.
- Vale NC. (2016, 03). *Résultats Amiante et ACD - Kwé Ouest*.
- Vale NC. (2016). *Suivi environnemental qualité de l'air ambiant Rapport semestriel aout 2014*.
- Vale NC. (2016). *Suivi environnemental Rapport Annuel 2013*.

- Ville du Mont Dore. (2013, 03 28). Plan d'Urbanisme Directeur (PUD) approuvé par délibération n°7-2013/APS du 28 mars 2013. Mont Dore, Nouvelle-Calédonie.
- VNC ; A2EP Roche. (2014). *Synthèse des mesures piézométriques 2011-2013 - Elements de construction et validation des modèles - Site de Goro.*
- VNC. (2007). *Demande d'autorisation d'exploiter l'installation classée d'un parc à résidus dans la vallée de la Kwé Ouest. Volume III : Etude d'Impact. Section A : Caractérisation de l'environnement.*
- VNC. (2012 actualisé en 2015). DAEM Livret D - Gestion et protection des eaux superficielles et souterraines - volets A à H.
- VNC. (2012 actualisé en 2015). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret C Etude d'Impact sur l'Environnement - Volet B - Etat Initial de l'Environnement.*
- VNC. (2012). *Bilan hydrologique 2009 à 2011 de l'aire de stockage des résidus.*
- VNC. (2012). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret C Etude d'Impact sur l'Environnement - Volet B - Etat Initial de l'Environnement.*
- VNC. (2012). *Synthèse hydrologique - Secteur de Goro.*
- VNC. (2012, actualisation en 2015). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret G : Etude d'impact socio-économique.*
- VNC. (2015). *Suivi environnemental - Rapport annuel 2014 - Eaux souterraines.*
- VNC. (2015). *Suivi environnemental des eaux douces de surfaces - Rapport annuel 2014.*
- VNC. (2016). *Bilan de l'état écologique de la rivière Kwé (1995-2015). Evolution dulcicole des rivières Kwé Ouest et Kwé Principale avant et après l'exploitation du parc à résidus et essai de comparaison avec une rivière de référence, le Trou Bleu.*
- VNC. (2016). *Etat initial hydrogéologique.*
- VNC. (2016). *Suivi environnemental des eaux douces de surface - Rapport annuel 2015.*
- VNC. (version 2012 actualisée en 2015). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret D - Gestion et protection des eaux superficielles et souterraines.*

1 PREAMBULE

Le présent dossier constitue **le volet D5** de la demande de permis de construire relatif au projet de développement de l'usine d'assèchement des résidus issus du procédé hydrométallurgique et de leurs stockages sur le parc de la Kwé Ouest 2 (KO2).

Tableau 1. Organisation des livrets du dossier de demande de permis de construire

Dossier de demande de permis de construire	
A	Courrier d'accompagnement et présentation générale
B	Formulaire, attestations et récépissés
C	Notice décrivant le projet
D	Etude d'impact environnementale :
	D1 - Résumé non technique
	D2 - Etat initial du site du projet et de son environnement
	D3 - Analyse des effets du projet sur l'environnement et mesures proposées
	D4 – Raisons pour lesquelles le projet a été retenu
	D5 - Méthodologies utilisées pour évaluer et suivre les effets du projet sur l'environnement
E	Dossier de plans

2 INTRODUCTION

Ce volet présente les principales méthodes utilisées pour la réalisation de l'étude d'impact environnementale du projet Lucy.

Les méthodes décrites sont celles utilisées pour :

- l'acquisition de données et la caractérisation de l'état initial de l'environnement, incluant également les données de suivi (techniques d'inventaires faune-flore, mesures physiques du milieu) ;
- l'analyse des impacts spécifiques des activités du projet Lucy par l'utilisation d'outils de modélisation des effets du projet sur l'air, l'ambiance sonore, les écoulements souterrains et la qualité des eaux souterraines.

Les méthodes citées peuvent être standardisées, et dans ce cas la description de la méthode renvoie à la norme publiée correspondante ; elles peuvent être sinon spécifiquement adaptées au contexte de l'étude, et dans ce cas elles sont détaillées de façon à assurer leur reproductibilité et permettre des comparaisons.

Ce volet présente également une définition des Éléments Importants de l'Environnement (EIE) et la méthode utilisée par VNC pour l'évaluation du niveau d'impact du projet sur ces EIE, en précisant les échelles spatiales et temporelles considérées.

3 METHODES D'ACQUISITION DES DONNEES

3.1. GENERALITES

Pour réaliser cette étude d'impact, une bonne connaissance du site et de son évolution est nécessaire. Pour cela, plusieurs démarches complémentaires ont été entreprises :

- une étude de la bibliographie existante (études et dossiers existants) ;
- un recueil de données brutes auprès de différents organismes tels que Météo France, l'Agence de l'Eau ;
- un recueil de documents cartographiques utilisés comme support : carte IGN, carte géologique, cadastre notamment ;
- des visites terrain et relevés *in situ*, avec retranscription sur fond de plan, pour une perception globale du site : topographie, réseaux, habitat, sensibilité paysagère ;
- des études et modélisations spécifiques : acoustique, poussières, faune/flore, écoulements souterrains ;
- des expériences acquises sur d'autres dossiers d'études d'impacts sur le même site.

Les différentes études utilisées pour l'élaboration de ce dossier sont listées dans les références bibliographiques indiquées au début des volets concernés.

3.2. MILIEU EAUX CONTINENTALES

3.2.1. SUIVI QUANTITATIF

3.2.1.1. DEBIT DES RIVIERES

OBJECTIFS

Le suivi du débit des rivières permet de connaître le fonctionnement des cours d'eau et leur régime hydrologique. Il sert également à estimer les débits caractéristiques des rivières

(crues, étiage) et à évaluer les échanges potentiels entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

Le débit des rivières est également un paramètre influant sur la composante écologique du cours d'eau.

MÉTHODOLOGIE

En rivière, il n'existe pas de méthode permettant de mesurer directement le débit. En général, on mesure des hauteurs d'eau (suivi limnimétrique) ou des vitesses d'écoulement (jaugeages), soit ponctuellement (mesure manuelle), soit à haute fréquence à l'aide de capteurs automatiques. Les données sont ensuite transformées en débit à l'aide de relations issues d'études hydrauliques spécifiques à chaque rivière appelées courbes de tarage.

Des campagnes de jaugeages différentiels sont également réalisées ponctuellement. Elles consistent en la réalisation de plusieurs jaugeages à distances régulières sur un linéaire de rivière défini. Elles permettent de comprendre les relations pouvant exister entre une rivière et les nappes d'eau souterraine.

NORMES

Pour les jaugeages, les préconisations de la charte française de qualité de l'hydrométrie (code de bonnes pratiques. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, septembre 1998) sont respectées.

3.2.1.2. NIVEAUX D'EAU SOUTERRAINE

 Voir Atlas Carte C51- Réseau volontaire de suivi quantitatif des eaux souterraines

OBJECTIFS

Ce suivi a pour but de comprendre le fonctionnement des nappes d'eau souterraine. Il permet de quantifier la ressource en eau et de déterminer les sens d'écoulements. Il fournit les données nécessaires à la mise en œuvre d'outils d'évaluation de l'impact potentiel des projets d'aménagement sur les eaux souterraines.

MÉTHODOLOGIE

A fréquence régulière, des mesures de niveau d'eau sont réalisées en forage (niveau piézométrique). Certains forages (ou piézomètres) sont équipés de sondes de suivi en continu afin d'obtenir des données à haute fréquence.

3.2.2. SUIVI DE LA QUALITE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EAUX

3.2.2.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE RIVIERE, DE LAC ET DE DOLINE

OBJECTIFS

L'hydrochimie permet de suivre la distribution et l'évolution des composés chimiques des eaux dans le temps et l'espace, suivant différentes conditions hydrologiques (périodes de basses, moyennes et hautes eaux). L'objectif est d'établir un état initial puis de suivre l'évolution de la qualité des eaux.

MÉTHODOLOGIE

Sur le terrain, les paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, température) sont mesurés à l'aide de sondes portables, mono ou multi-paramètres. D'autres paramètres sont analysés par un laboratoire agréé sur des échantillons prélevés sur le terrain. Le laboratoire interne de VNC est certifié ISO 17025.

NORMES

L'échantillonnage (NF EN 25667-2), le transport, la conservation (NF EN ISO 5667-3) et l'analyse des échantillons d'eau sont réalisés suivant les normes françaises en vigueur.

3.2.2.2. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX SOUTERRAINES

OBJECTIFS

L'hydrochimie permet de suivre la distribution et l'évolution des composés chimiques des eaux dans le temps et l'espace, suivant différentes conditions hydrologiques (périodes de basses, moyennes et hautes eaux). L'objectif est d'établir un état initial puis de suivre l'évolution de la qualité des eaux. Ce suivi permet de mettre en évidence une pollution éventuelle générée par le projet.

MÉTHODOLOGIE

Sur le terrain, les paramètres physico-chimiques (ph, conductivité) sont mesurés à l'aide de sondes portables, mono ou multi-paramètres. D'autres paramètres sont analysés par un laboratoire agréé sur des échantillons prélevés dans les piézomètres à l'aide d'un système de pompage. Le laboratoire interne de VNC est certifié ISO 17025.

NORMES

Le protocole d'échantillonnage des eaux souterraines est basé sur les recommandations des parties 3 et 11 de la norme ISO 5667 relatives à la conservation et la manipulation des échantillons d'eau (partie 3) et à l'échantillonnage des eaux souterraines (partie 11). L'échantillonnage (NF EN 25667-2), le transport, la conservation (NF EN ISO 5667-3) et l'analyse des échantillons d'eau sont réalisés suivant les normes françaises en vigueur.

3.2.2.3. SEDIMENTS EN RIVIERES

OBJECTIFS

Le suivi des sédiments permet de s'assurer que l'équilibre écologique et hydraulique des rivières n'est pas ou peu modifié par l'activité minière.

MÉTHODOLOGIE

Les prélèvements de sédiments des cours d'eau sont effectués à l'aide d'une pelle. Selon la largeur du lit du cours d'eau, plusieurs prélèvements sont effectués afin de réaliser un échantillon représentatif du transect étudié. La nature des sédiments est essentiellement définie par l'analyse granulométrique et les analyses chimiques réalisées sur les principaux métaux composant les sols des massifs miniers et les matières sèches.

Les campagnes bathymétriques permettent d'évaluer la quantité de sédiments déplacés et leur répartition dans la rivière.

L'analyse par imagerie aérienne ou satellite a pour but de suivre l'évolution de la morphologie du cours d'eau et l'état des berges.

3.2.2.4. FAUNE EN RIVIERES, LACS ET DOLINES

🔍 Source : Extrait du Rapport intitulé *Etude de suivi ichtyologique et carcinologique du Creek de la Baie Nord, la Kwé et la Kwé Bini – Campagne de janvier 2011* (Erbio, 2011).

🔍 Source : Extrait du Rapport intitulé *Vale Nouvelle-Calédonie, 2011 c. Suivi environnemental – Rapport semestriel 2011 – Eaux douces de surface*. 51p.

3.2.2.5. SUIVI DE LA FAUNE EN MILIEU LOTIQUE

OBJECTIFS

Le suivi hydrobiologique des cours d'eau permet d'établir un diagnostic fiable de la fonction biologique des milieux aquatiques. Il permet d'établir un état initial et de suivre l'évolution de la qualité des cours d'eau.

MÉTHODOLOGIE

Le suivi hydrobiologique comprend 2 types de suivi :

- le suivi de la faune ichthyenne et carcinologique,
- le suivi des macro-invertébrés.

SUIVI DE LA FAUNE ICTHYENNE ET CARCINOLOGIQUE

🔍 (D'après VNC, 2011. *Suivi environnemental - Eaux douces de surface, rapport annuel*)

L'inventaire de la faune d'eau douce porte sur les poissons et les crustacés. La méthode d'échantillonnage pour le suivi de la faune ichtyologique (poissons) est la pêche électrique. Des inventaires d'effectifs, de biomasse et d'espèces sont ensuite réalisés.

SUIVI DE LA FAUNE MACRO BENTHIQUE

Des prélèvements sont effectués à plusieurs endroits de la rivière, à l'aide d'un filet à maille fine (protocole d'échantillonnage standardisé), afin de prélever les organismes présents dans le cours d'eau.

Le suivi de la qualité biologique de l'eau des rivières est réalisé selon la méthode des indices biotiques développée pour la Nouvelle-Calédonie (IBNC) par N. Mary (1999). C'est une méthode biologique d'évaluation indirecte de la qualité de l'eau des rivières qui permet de détecter des pollutions organiques, en milieux d'eau courante peu profonds.

On calcule cet indice avec des données récoltées. Dans les prélèvements de substrats effectués dans la rivière, on détermine les organismes présents. Il n'est pas nécessaire de dénombrer exactement la faune triée. Chaque taxon indicateur est pris en compte à partir du moment où il est présent, quel que soit son abondance. Les différents organismes étant plus ou moins sensibles aux pollutions, pour certains d'entre eux, cette sensibilité est évaluée sur une échelle de 1 à 10, les taxons les plus sensibles ayant les scores maximums.

L'indice biotique d'une station est obtenu en divisant la somme des scores des taxons indicateurs présents sur la rivière par le nombre total de taxons indicateurs.

Ce même auteur a également mis en place l'indice bio-sédimentaire (IBS). Il permet de qualifier la qualité d'un milieu face à des altérations sédimentaires. C'est un indice variant de 1 à 10, basé sur une liste de 56 taxons indicateurs de la pollution, dont l'intérêt est de détecter des pollutions de type sédimentaire, notamment celle provoquée par les particules fines issues de sols latéritiques. L'IBNC et l'IBS sont calculés comme suit :

$$Indice = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} S_i$$

avec : n : nombre de taxons indicateurs

Si : score du taxon i

À chaque note calculée, une qualité de l'eau est attribuée (voir Tableau 2).

SEUILS RÉGLEMENTAIRES ET NORMES

- La pêche électrique est réalisée conformément à la norme NF EN 14011 de juillet 2003.
- Aucun seuil réglementaire n'est associé au suivi hydrobiologique.
- A titre indicatif, les eaux sont caractérisées comme indiqué dans le Tableau 2.

Tableau 2. Seuils pour le calcul de la qualité de l'eau

Indice Biotique (IBNC)	Indice BioSédimentaire (IBS)	Qualité de l'eau
IBNC ≤ 3,50	IBS ≤ 4,25	Très mauvaise
3,50 < IBNC ≤ 4,50	4,25 < IBS ≤ 5,00	Mauvaise
4,50 < IBNC ≤ 5,50	5,00 < IBS ≤ 5,75	Passable
5,50 < IBNC ≤ 6,50	5,75 < IBS ≤ 6,50	Bonne
IBNC > 6,50	IBS > 6,50	Excellente

SUIVI DE LA FAUNE DULCICOLE DES DOLINES

Pour les milieux lenticques tels que les dolines, la faune présente dans ces milieux particuliers sont essentiellement des macro-invertébrés.

Les suivis réalisés sur ce type de milieux requièrent une méthodologie spécifique proche de celle utilisée pour le suivi de la faune dulcicole des zones humides. Toutefois, les indices IBNC et IBS ne peuvent pas être utilisés car ils ont été créés pour des milieux lotiques uniquement.

3.3. MILIEU BIOLOGIQUE TERRESTRE

3.3.1. TYPOLOGIE DES FORMATIONS VÉGÉTALES ET ZONE BIOGÉOGRAPHIQUE DE RÉFÉRENCE

Les travaux de l'IRD (2003) ont permis d'établir une typologie et une cartographie des formations végétales dans la zone du projet global industriel et minier de VNC, située dans la région du Grand Sud qui s'étend sur les communes de Mont Dore et de Yaté. La liste des principaux groupements végétaux à considérer a été établie pour l'ensemble de la zone biogéographique du Grand Sud au sud de la ligne Mont-Dore/Yaté. Sur cette base, les travaux ultérieurs réalisés sur des zones spécifiques affinent la localisation des habitats au fur et à mesure des campagnes de terrain. Les relevés botaniques effectués permettent d'identifier la composition floristique singulière de chaque zone inventoriée, de localiser les habitats sensibles, les espèces rares, remarquables, menacées et/ou protégées (localisation par géo-référencement).

La proportion de chaque formation affectée par le projet est évaluée par rapport à la zone de référence du Grand Sud.

3.3.2. IDENTIFICATION DES FORMATIONS VEGETALES ET HABITATS SENSIBLES

Les études réalisées pour caractériser l'état initial (milieu biologique) du projet VNC ont mis en évidence l'existence de formations végétales variées. Ces études ont identifié et localisé des formations végétales sensibles, voire d'intérêt écologique, qui peuvent faire l'objet de mesures de conservation, de protection et de restauration ou d'enrichissement (lorsqu'elles se trouvent dans un état dégradé ou en fragments isolés).

En particulier, il existe dans la région du Grand Sud des écosystèmes d'intérêt patrimonial au sens du code de l'environnement de la province Sud (articles 232-1 et suivants du code de l'environnement) et notamment des formations denses humides sempervirentes (forêts, mangroves, herbiers, récifs coralliens). Les forêts humides sont en régression dans le sud de la Nouvelle-Calédonie suite à une augmentation de la fréquence des incendies (Jaffré et al, 1998 b). Ces formations comportent les faciès suivants en fonction de la dominance d'espèce :

Les formations de forêts denses humides sempervirentes :

- la forêt à *Arillastrum gummiferum* (chêne gomme) : elle est caractérisée par une biodiversité végétale riche et ne se trouve que de façon très fragmentée, en îlots forestiers plus ou moins isolés et très souvent sur des surfaces excessivement réduites ;
- la forêt à *Agathis lanceolata* (Kaori) : caractérisée par une surface très restreinte ;
- la forêt à *Araucaria nemerosa* (Forêt Nord et Port Boisé) ;
- la forêt rivulaire : on les rencontre sur les berges des creeks et dans les zones d'écoulement préférentiel des eaux de ruissellement. La surface est encore plus réduite que celle de la forêt à *Agathis lanceolata*, et elle constitue un biotope particulier.

D'autres formations sont également considérées comme sensibles voir d'intérêt écologique par VNC. Il s'agit des formations suivantes :

- Le maquis pré-forestier : Cette formation à dominance de *Metrosideros nitida* est localisée sur le plateau ferrallitique du nord-ouest de Goro au niveau de l'ancienne pépinière. Ce groupement arborescent n'est rencontré que dans ce secteur. Il reste floristiquement proche des maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum* et à *Arillastrum gummiferum* mais un intérêt particulier est porté à cette formation car malgré le peu d'éléments forestiers qu'il contient, la diversité et la dynamique de ses strates moyennes et inférieures évoquent une évolution possible vers un groupement plus forestier.
- Les formations paraforestières : ce sont des milieux essentiels pour la reconstitution ou la sauvegarde de milieux forestiers. Les groupements paraforestiers situés au voisinage des reliques forestières dignes d'intérêt sont à protéger. Ils peuvent selon les localités remplir des fonctions écologiques particulières (rôle de protection, de réservoir de semences forestières, de corridor pour la faune ou encore la capacité d'évoluer vers des formations plus forestières. Ces derniers mériteraient, si possible, d'être utilisées comme milieu de reconstitution des formations forestières. ; Ces groupements comprennent en particulier les maquis paraforestiers à *Gymnostoma deplancheanum* et à *Arillastrum gummiferum*.

- Les maquis hydromorphes : il est possible de distinguer deux groupements végétaux, l'un situé sur des piémonts dont le sol est marqué par une hydromorphie temporaire, l'autre occupant les plaines basses et les alluvions des cours d'eau qui la drainent caractérisés par une hydromorphie permanente. Les maquis des zones humides permanentes constituent un écosystème particulier, très original. Les maquis de zone humide permanente constituent un écosystème particulier, très original, qui ne se rencontre que dans l'extrême sud de la Grande-Terre notamment au niveau de la plaine des lacs (Jaffré et al. 2003). Outre leur intérêt écologique internationalement reconnu (zone RAMSAR), ils sont également reconnus pour les fonctions qu'ils exercent (épuration, stockage de l'eau...) et les cortèges originaux de faune et de flore qu'ils abritent. Ils occupent une surface réduite et sont menacés.
- Les maquis ligno-herbacés denses des bas de pente et des piémonts : ils sont plus fréquents, mais peuvent selon leur composition jouer un rôle précurseurs dans la reconquête du couvert forestier à condition de pouvoir bénéficier d'action d'enrichissement.

3.3.3. CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS VÉGÉTALES

En 2011, Bluecham a été mandaté pour la réalisation de la cartographie des grandes classes d'occupation du sol. La cartographie des grandes classes d'occupation du sol a été réalisée à partir de la couverture GeoEye-1 de 2011, ainsi que l'indice de végétation dérivé de ces données. Les sols nus ont été croisés sous SIG avec les données fournies par VNC concernant les pistes et formations anthropiques afin de distinguer les sols nus naturels des sols nus anthropisés. L'analyse de la végétation a été menée par traitement des images THR par l'identification des canopées fermées et denses, la discrimination des arbres et arbustes isolés et densité spatiales de ceux-ci, densité du couvert végétal photosynthétique, analyse des textures de l'image. La distinction entre les différentes densités de maquis (maquis ouvert, semi-ouvert et dense) a été effectuée par comptage du recouvrement de la végétation marquante (selon Jaffré et al. 2002).

Au sein des différentes classes de maquis et de forêts, la distinction typologique a été effectuée par analyse géospatiale des grandes classes avec une cartographie des formations lithologiques de la zone d'étude fournie par VNC. Un traitement particulier a été apporté pour identifier les classes de maquis paraforestier et de forêt (Maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum*, Maquis paraforestier à *Arillastrum gummiferum*, Forêt à *Arillastrum gummiferum*, Forêts dominées par *Agathis lanceolata*, Formation à *Araucaria nemorosa*). Un relevé de terrain de ces formations a été effectué pour caractériser les signatures spectrales et texturales de ces formations. Celles-ci ont ensuite été identifiées par reconnaissance de motifs et par photo-interprétation assistée par ordinateur.

La classification finale résultante a été vectorisée et chaque cluster individualisé. Les clusters de superficie inférieure à 0,0001 ha sont éliminés de la classification finale par agrégation aux clusters similaires adjacents par analyse majoritaire. Ainsi, des objets denses (maquis paraforestier et maquis dense) de très petite taille (< 0.05 ha) peuvent être reclassés en maquis ouvert ou semi-ouvert. Ce type de mauvaise allocation de classe se rencontrera exclusivement sur les maquis denses et paraforestiers de taille très réduite et entourés par une grande zone de sol nus ou de maquis ouvert très peu couvrant.

Il convient de noter que cette procédure a été révisée en 2012 pour l'élaboration de la typologie des formations végétales de 2012 afin d'assurer une meilleure conservation des objets de petites tailles et de la définition des bordures des objets. Les discordances pouvant

être révélées entre la typologie de Bluecham et les relevés terrain réalisés par des botanistes sont prises en compte après chaque inventaire floristique afin de préciser et optimiser la typologie de végétation et la méthodologie associée.

Cette méthode de cartographie est maintenant validée par VNC et sert de référence pour l'évaluation des superficies de formations végétales affectées par le projet.

3.3.4. SURFACES PAR FORMATIONS VEGETALES

Les surfaces de défrichement ont été calculées pour trois niveaux d'emprise :

- l'emprise stricte des limites ICPE ;
- aire d'étude restreinte (limites ICPE + zone de contingence 10 m) ;
- aire d'étude élargie.

Les surfaces de défrichement autorisées (passées ou à venir) n'ont pas été prises en compte ni les emprises de l'atelier de la Kwé et de la zone Wagner.

Ces surfaces ont été évaluées à partir de la photo-interprétation de BlueCham (en utilisant la classification typologique de « type n2 ») actualisée avec les inventaires de terrain.

3.3.5. INVENTAIRES BOTANIQUES

3.3.5.1. GENERALITES

Les inventaires botaniques ont pour objectifs de décrire la composition floristique de chaque formation végétale, de localiser les formations d'intérêt écologique et/ou à forte diversité en espèces (forêt primaire, maquis paraforestiers, maquis hydromorphe...) ou contenant des espèces rares, menacées et/ou protégées et d'établir un plan de protection environnementale. Le travail d'inventaire est effectué selon les étapes suivantes :

- Une caractérisation préalable de la zone d'étude sous cartographie avec localisation des formations d'intérêt écologique ;
- Un inventaire botanique du périmètre et des surfaces concernées par un défrichage ;
- Le balisage des espèces rares.
- Des mesures de sauvegarde, d'atténuation ou d'évitement sont élaborées pour les habitats sensibles et les espèces rares, menacées et/ou protégées si ces dernières ne sont pas déjà intégrées dans des actions en cours ou des programmes existants ;
- En cas de discordance entre les relevés terrain des botanistes et la cartographie, une correction est apportée à la typologie des formations végétales de référence (Bluecham, 2012).

Les inventaires floristiques ont été réalisés initialement par les botanistes du laboratoire de Botanique et d'Écologie végétale de l'IRD en collaboration avec les botanistes de VNC. D'autres bureaux d'études spécialisés en particulier Botaenvironnement, sont mandatés ponctuellement par VNC en renfort des botanistes de VNC pour réaliser des inventaires floristiques.

ÉTABLISSEMENT DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE (LISTE ET ABONDANCE/DOMINANCE DES ESPÈCES)

Une première étape consiste à établir une cartographie des formations végétales présentes sur l'emprise de la zone à inventorier afin d'identifier les habitats sensibles. Sur le terrain, un relevé botanique est effectué dans chaque formation végétale homogène préalablement identifiée par cartographie. Un premier recensement des groupements floristiques est réalisé sur le terrain selon la structure de la formation végétale, sa composition floristique et sa situation topographique. Les relevés botaniques sont réalisés selon la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet qui implique l'établissement d'un indice d'abondance et de recouvrement pour chaque espèce recensée. Dans le cadre du projet de VNC, tous les relevés sont réalisés selon un protocole standardisé unique.

DÉNOMBREMENT DU NOMBRE D'INDIVIDUS MATURES DES ESPÈCES PROTÉGÉES

L'estimation du nombre d'individus d'espèces protégées (inscrites sur la liste des espèces protégées de la province Sud) qui sont potentiellement concernés par le défrichement d'une zone dite « zone d'étude » est réalisée à partir de l'extrapolation de données relevées sur différentes unités d'observation (parcelles de 2500 m², transects de 1000 m², quadrats de 100 m², Layon de 500 m²). Ces unités d'observation, extraites de précédents inventaires floristiques ou missions terrain, sont localisées au niveau de différentes formations végétales sur différents secteurs de l'aire d'emprise du site de VNC. L'extrapolation se fait ensuite en utilisant les données relevées par type de formation végétale sur la zone d'évaluation (unités d'observation) appliquée aux surfaces totales des formations végétales sur la zone d'étude concernée par le défrichement.

3.3.5.2. METHODOLOGIE D'INVENTAIRE

La zone d'étude a fait l'objet de différents types de relevés pour répondre aux objectifs :

- Caractérisation de la zone d'étude et des formations végétales :
- Relevés phytosociologiques ;
- Identification, localisation et dénombrement des espèces végétales rares et protégées.

CARACTERISATION DES FORMATIONS VEGETALES ET ÉTABLISSEMENT DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE (LISTE ET ABONDANCE/DOMINANCE DES ESPÈCES)

La caractérisation des formations végétales se base sur la cartographie des formations végétales existantes (Bluecham, 2012) ; la lecture de paysage et les relevés phytosociologiques.

Une première étape consiste à établir une cartographie des formations végétales présentes sur l'emprise de la zone à inventorier afin d'identifier la diversité des formations végétales et les habitats sensibles. Avec l'appui de la cartographie des formations végétales, il s'agit d'observer et de reconnaître les limites de changement de formations végétales. Sur le terrain, un relevé phytosociologique est effectué dans chaque formation végétale homogène préalablement identifiée par cartographie. Un premier recensement des groupements floristiques est réalisé selon la structure de la formation végétale, sa composition floristique et sa situation topographique.

RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES

Les relevés botaniques sont réalisés selon la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet qui implique l'établissement d'un indice d'abondance et de recouvrement pour chaque espèce recensée. Dans le cadre du projet de VNC, tous les relevés sont réalisés selon un protocole

standardisé unique. Les relevés phytosociologiques permettent l'identification et la caractérisation des différentes formations en présence. Ils ont été menés de la manière suivante :

- Au sein de formations végétales homogènes présentant une surface suffisante en rapport avec la lisibilité cartographique ;
- Sous la forme de prospections intensives sur des placettes de 20 m de diamètre (les coordonnées GPS fournies correspondent au centre de chaque placette), afin de relever toutes les espèces jusqu'à ne plus en rencontrer de nouvelles ;
- Chaque espèce observée a été identifiée et consignée dans un tableau mentionnant son statut de protection. Toute espèce dont l'identification n'a pu aboutir sur place a été géoréférencée et récoltée pour une identification ultérieure à l'aide de la bibliographie adéquate (fascicules de la Flore de Nouvelle-Calédonie et Dépendances, certaines publications concernant quelques genres ou espèces) et/ou par comparaison avec les collections d'échantillons conservées à l'herbier de Nouméa à l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD).

Sur le terrain, en cas de divergence avec la cartographie des formations végétales, les informations sont mentionnées dans le descriptif des relevés phytosociologiques et des corrections sont apportées à la typologie des formations végétales (Bluecham, 2012).

Les paramètres relevés sont :

- La description du secteur (pente, type de sol...) ;
- La liste des espèces présentes, la position géographique des espèces rares et menacées (RGNC 91 ; Lambert NC) ;
- Le recouvrement des différentes strates et leur hauteur ;
- Le coefficient d'abondance-dominance de Braün-Blanquet (estimation de la fréquence et de la distribution de chaque plante dans une formation) selon l'échelle présentée au tableau ci-dessous :

Tableau 3. Coefficient d'abondance de Braün-Blanquet

Code	Description	Abondance/ Recouvrement
+	Individu ou peuplement isolé	<1 %
1	Plusieurs petits peuplements	1 - 5 %
2	Peuplements moyennement abondant	6 - 25 %
3	Peuplements abondant	26 - 50 %
4	Peuplements très abondants	51 - 75 %
5	Quasiment mono-spécifique	76 - 100 %

Source : inventaire de la flore des formations végétales sur la zone d'emprise, août 2005, Annexe III-A-5-5

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DES ESPECES RARES ET PROTEGEES

Lors de la phase terrain, au cours de la progression, les espèces protégées par le Code de l'Environnement de la province Sud et / ou jugées rares et menacées selon les critères de l'UICN (CR, EN ou VU) sont relevées. Les espèces classées CR et EN ont été balisées à l'aide

de rubans de couleur bleue. Chaque population rencontrée lors du cheminement a été dénombrée et les coordonnées géographiques associées relevées.

Le cheminement aléatoire ne permet pas un relevé exhaustif des espèces rares et menacées de la zone d'étude. Il permet néanmoins d'en évaluer une part importante et surtout de dresser une liste des espèces protégées du site.

En cas de doute sur la détermination d'un taxon sur le terrain (polymorphisme des individus juvéniles, certains genres ou espèces à la taxonomie compliquées et/ou insuffisamment documentées comme les Sapindacées, les Myrtacées, les Rubiacées...) ou lorsque l'espèce mérite une attention particulière (espèce potentiellement rare ou menacée), la plante est géolocalisée et un échantillon de la plante est collecté. L'échantillon est mis sous presse et séché en étuve. Le matériel sec est ensuite identifié grâce à la littérature taxonomique (fascicules de la Flore de Nouvelle-Calédonie et Dépendances, certaines publications concernant quelques genres ou espèces) et / ou par comparaison avec les collections d'échantillons conservées à l'herbier de l'IRD à Nouméa.

Idéalement, l'échantillon de la plante à identifier doit être fertile (en fruit et/ou fleur). Toutefois, tous les échantillons récoltés ne le sont pas systématiquement. Par ailleurs, certaines espèces sont extrêmement difficiles à identifier, par manque de connaissance sur les groupes ou parce que la révision du groupe est en cours. Aussi, parfois, l'identification jusqu'à l'espèce ne peut aboutir. L'échantillon est alors annoté de « *sp.* ».

Si les échantillons récoltés présentent de fortes affinités morphologiques avec des échantillons de l'herbier de Nouméa, l'échantillon est annoté de « *cf.* » qui signifie *confer*. Cela indique que la détermination de l'espèce présumée est incertaine et nécessite un suivi sur plusieurs saisons (parfois sur plusieurs années) afin d'obtenir des échantillons fertiles, garantissant la détermination.

Les botanistes s'assurent qu'aucune espèce classée ou protégée ne figure parmi celles dont l'identification n'a pu aboutir. Par comparaison avec les listes d'espèces patrimoniales, l'analyse permet, dans un premier temps, d'écarter tous les genres absents des deux listes (province Sud et UICN) et dans un deuxième temps, chacune de leurs espèces protégées ou classées est écartée par recoupement de leur répartition géographique ou / et de leur écologie. Le cas échéant, l'espèce patrimoniale sera signalée et prise en compte dans la description des enjeux de conservation.

Dénombrement du nombre d'individus matures d'espèces rares et protégées par le code de l'environnement

L'estimation du nombre d'individus d'espèces protégées (inscrites sur la liste des espèces protégées de la province Sud) qui sont potentiellement concernés par le défrichement d'une zone dite « zone d'étude » est réalisée à partir de l'extrapolation de données relevées sur différentes unités d'observation (parcelles de 2500 m², transects de 1000 m², quadrats de 100 m², Lagon de 500 m²). Ces unités d'observation, extraites de précédents inventaires floristiques ou missions terrain, sont localisées au niveau de différentes formations végétales sur différents secteurs de l'aire d'emprise du site de VNC. L'extrapolation se fait ensuite en utilisant les données relevées par type de formation végétale sur la zone d'évaluation (unités d'observation) appliquée aux surfaces totales des formations végétales sur la zone d'étude concernée par le défrichement.

Inventaires terrains – méthodologie VNC (forêt S2)

Les inventaires floristiques ont été effectués en utilisant les points d'échantillonnage de l'IRD établis en 2004 pour l'étude des forêts de basse altitude comme points périmètres de chaque parcelle. L'espacement de ses points d'échantillonnage a été établi sur une maille d'environ 30 m (perpendiculaire à la pente) sur 20 m (parallèle à la pente). Cette maille a été choisie

pour cartographier la diversité et la régénération détaillées selon le faciès forestiers en dessous et au-dessus de 230 m. C'est ainsi que les inventaires ont été fait sur la maille de six lignes correspondant à 61 parcelles de 600 m² recouvrant la totalité de la forêt en dessous et au-dessus de 230 m (3,66 hectares).

Les lignes sont répertoriées ainsi que les parcelles dans l'atlas cartographique (carte « a »). Les noms des parcelles sur cette carte sont numérotés de 101 à 512. Par exemple pour 107 : comprendre ligne 1, parcelle N°7. Certaines de ces parcelles n'ont pas été utilisées lors de ces inventaires en raison du changement de milieu : sur les hauteurs de la forêt, la végétation devient plus basse et plus ouverte et se rattache de façon claire à une formation dense de sol remanié comme les « maquis denses de piémont ».

Cependant les individus de chaque espèce rare ont été comptés et les mesures de circonférences ont été prises dans toutes les parcelles.

Tableau 4. Nombre de parcelles par lignes

N° de ligne	Nombre de parcelles
0	1
1	7
2	14
3	12
4	11
5	6

Le recensement et l'identification des espèces végétales ont été réalisés par les botanistes de VNC (Stéphane Mc Coy et Thomas Le Borgne) selon la méthode validée par le Dr Tanguy Jaffré (Directeur du Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale ; IRD Nouméa). Cette méthode consiste à faire un premier recensement des groupements floristiques selon le type de végétation, la situation topographique et les effets de l'anthropogénèse. Le relevé des espèces a été réalisé selon la méthode phytosociologie Braun-Blanquet. Cette méthode donne une mesure qualitative d'abondance et de recouvrement à chaque espèce végétale recensée.

Chaque espèce dans chaque parcelle a reçu deux coefficients de recouvrement selon la technique qualitative de Braun-Blanquet (Tableau 3). Le premier coefficient correspond à l'abondance des individus adultes et le second coefficient correspond à l'abondance des individus juvéniles et plantules pour ainsi estimer la régénération. Dans le cas de la régénération, le coefficient « 0 » est parfois utilisé afin de montrer l'absence en sous-bois des espèces de la canopée.

Les plantes non-identifiées sur le terrain ont été échantillonnées puis identifiées à l'herbier de l'IRD de Nouméa (Nou).

Formation végétale			
MO: Maquis ouvert			
MF: Maquis ferme			
MP: Maquis paraforestier			
MPT: Maquis ligno-herbace de piedmont			
ME: Maquis ligno-herbace de sol erode			
F: Forêt			
MH: Maquis hydromorphe			
VS: Végétation secondaire			
IUCN Categories			
LR lower risk	Braun-Blanquet Abondance (Qualificatif)		Recouvrement
CR critically endangered			
EN endangered	+	Peuplement ou individu isolé	<1%
VU vulnerable	1	Peu abondant	1-5%
LRcd lower risk within a conservation area	2	Moyennement abondant	6-25%
Statut	3	Abondant	26-50%
E endémique	4	Très abondant	51-75%
A autochtone			

Les espèces considérées comme rares selon les critères de l'UICN ont été identifiées et dénombrées sur chaque parcelle en tant que plantules, juvéniles et adultes pour donner le stade de régénération de ses espèces sur les parcelles au-dessus et en dessous de 230 m. Les individus adultes des espèces rares ont ainsi été balisés et visités de façon hebdomadaire pour obtenir des informations sur leur fructification en vue de leur multiplication à partir de graines.

La circonférence a été mesurée pour les arbres supérieur à un mètre de circonférence dans chaque parcelle afin d'obtenir des valeurs de biomasse terrestre, indiquant ainsi la taille maximale de l'habitat selon le faciès. Ceci donne une idée de la complexité des strates végétales en tant qu'habitat. Le nombre et la taille des espèces supérieures à un mètre de circonférence ont aussi été enregistrés pour fournir des informations de cubage de bois pour une exploitation forestière des essences.

Inventaires terrains – méthodologie VNC (hors forêt S2)

Le recensement et l'identification des espèces végétales ont été réalisés par les botanistes du laboratoire de Botanique et d'écologie végétale de l'IRD et transmis en 2002 (T. Jaffré et al., 2002). Cette méthode consiste à faire un premier recensement des groupements floristiques selon le type de végétation, situation topographique et les effets de l'anthropogénèse.

Tableau 5. Coefficient d'abondance et explications (selon la table de Braün-Blanquet)

Code	Description	Abondance / Recouvrement
+	Individu ou peuplement isolé	<1%
1	Plusieurs petits peuplements	1-5%
2	Peuplements moyennement abondants	6-25%
3	Peuplements abondants	26-50%
4	Peuplements très abondants	51-75%
5	Quasiment mono-spécifique	76-100%

3.3.6. FAUNE TERRESTRE

Les études réalisées pour caractériser l'état initial du projet VNC ont porté sur l'ensemble des groupes faunistiques cités dans le code de l'environnement de la province Sud. Une attention

spécifique a été apportée à des espèces ou à des groupements d'espèces particuliers : l'herpétofaune (reptiles : lézards), l'avifaune (oiseaux) et la myrmécofaune (fourmis).

En particulier, le suivi réglementaire de la faune terrestre est axé sur les groupes faunistiques considérés comme des indicateurs de la santé des milieux. Après concertation et validation par les spécialistes et les autorités locales, les communautés de lézards des forêts humides ainsi que les oiseaux terrestres ont été retenus comme espèces indicatrices de la santé des milieux terrestres de la région du Grand Sud et notamment des écosystèmes forestiers limitrophes des infrastructures de VNC. En effet, les habitats à forte diversité biologique et d'intérêt patrimonial, comme par exemple les forêts humides, sont protégés en application du code de l'environnement de la province Sud (articles 231-1 à 235-3) et renferment la plus forte diversité en espèces d'oiseaux et en lézards. Ces habitats particuliers ont donc été choisis pour être suivis.

3.3.6.1. INVENTAIRE DE L'AVIFAUNE

La méthode utilisée pour l'établissement de l'état initial de l'avifaune du plateau de Goro (2003) et des suivis annuels effectués depuis 2008 sur 12 sites suit un même protocole d'étude maintenant bien étalonné et utilisé dans divers milieux arborés de Nouvelle-Calédonie (Villard et al, 2003 ; Barré et Menard, 2003 ; Desmoulins et Barré, 2004 ; Chartendault et Barré, 2005).

MÉTHODE D'OBSERVATION SUR LE PLATEAU DE GORO

La méthode utilisée est celle des points d'écoute ou Indices Ponctuels d'Abondance (IPA). Cette méthode est la suivante :

- Détection des oiseaux par l'écoute et le recensement pendant dix minutes des espèces présentes dans un rayon de 15 m. Il est admis que dans ce rayon tous les oiseaux quelle que soient leur activité, leur morphologie, la puissance de leur chant, sont détectés. Au-delà, la détectabilité varie en fonction du milieu (ouvert, fermé), des conditions météorologiques, de l'activité et de la puissance vocal des oiseaux. Les espèces sont d'autant plus contactées qu'elles sont bruyantes et actives. Il est souvent convenu que dix minutes sont nécessaires pour observer 90 à 95% de l'avifaune présente. Au-delà, les risques de compter les mêmes individus se multiplient. Les doubles comptages de mêmes individus sont écartés par l'expérience de l'observateur à distinguer et localiser les oiseaux entendus.
- Relevés effectués du lever du soleil à 9h30 et de 15h30 jusqu'au crépuscule. Les prospections sont interrompues en cas de fort vent et de pluie (réduction de l'activité des oiseaux, détectabilité réduite).

Pour les campagnes spécifiquement réalisées dans le cadre du projet Lucy au mois de février 2015, les naturalistes de Botaenvironnement ont procédé à des points d'écoutes d'une durée de 10 minutes, qui permettent à l'ornithologue à l'affût d'observer et de quantifier les espèces en présence.

Il s'agit d'un protocole établi et couramment mis en pratique en Nouvelle-Calédonie dans le cadre de ce type d'études. Il s'organise sur une maille d'au moins 200 mètres afin d'espacer les points d'écoute (PE) pour éviter au maximum les doubles comptages. Les espèces sont soit identifiées par contacts visuels (dans un rayon de 15 m environ) soit par contacts auditifs par identification des chants. Les individus, couples ou groupes sont différenciés les uns des autres grâce aux azimuts des chants relevés.

Enfin, ces points ont été réalisés durant les heures où les oiseaux sont les plus actifs au levé et au coucher du soleil, c'est-à-dire tôt le matin (avant 9h00) ou tard le soir (après 17h00).



Figure 1. Matériel de terrain des inventaires avifaune : carte jumelles, GPS, carnet

Sur le terrain, en consultant les heures de lever et de coucher du soleil, l'observateur se rend sur les points d'écoute pendant les horaires de comptage définis par le protocole. Chaque point est localisé d'abord sur une carte, ensuite sur le terrain à l'aide d'un GPS équipé d'un fond cartographique (GARMIN GPSmap 60CSx + fond topographique de la Nouvelle-Calédonie numérisé, vectorisé par la société « Point GED »). Il est important que chacun des lambeaux forestiers ait ses deux points en zone forestière et deux points en zone paraforestière périphérique ce qui n'est pas toujours aisé sur certains lambeaux. La couronne de formations paraforestières est souvent très étroite et accolée à la forêt. Les coordonnées géographiques sont ensuite corrigées dans le système LAMBERT Nouvelle-Calédonie afin d'être compatibles avec les fonds de cartes numérisés utilisés sous logiciel SIG (QGIS). Sur le terrain, l'ornithologue se dirige vers les points déterminés en utilisant son GPS. Arrivé sur le point, il note l'heure, la configuration du site et les observations d'oiseaux sur une tablette numérique. Pendant dix minutes, l'observateur doit rester concentré afin d'éviter dans la mesure du possible les doubles comptages. Le silence est de rigueur car certains chants ténus, quand ils sont éloignés, passent facilement inaperçus (Rhipidures, Gérygone mélanésienne, Zostérops).

3.3.6.2. INVENTAIRES HERPETOLOGIQUES

L'état initial de populations de lézards (et geckos) de l'emprise du projet global VNC a été entrepris à partir de décembre 2003 (A Survey of the Lizard Fauna of the Proposed Goro Nickel Mine Site ; Sadlier & Shea ; 2004), puis dans les 4 réserves spéciales du Grand Sud (Etude de l'Herpétofaune de Quatre Réserves Spéciales du Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie et Propositions d'Orientations de Mesures de Conservation ; Sadlier et Shea ; 2006).

Depuis 2008, de nombreux inventaires ont été réalisés afin de compléter l'état initial. À ce jour, presque la totalité du projet minier de VNC a fait l'objet d'inventaires herpétologiques. Une liste des inventaires réalisés depuis 2008 est présentée dans le Tableau 7.

Ces études ont démontré qu'outre les habitats forestiers, certains habitats, selon leur localité, de maquis dense et paraforestiers sont à considérer pour la conservation de la biodiversité des lézards et geckos.

Les geckos et les scinques ne présentant pas la même activité, les recherches ont été menées de jour pour les scinques et de nuit pour les geckos.

PROTOCOLE D'INVENTAIRE

La période optimale pour l'étude des reptiles correspond à la période pendant laquelle les individus ont une activité intense, autrement dit entre le mois de septembre et le mois de février (période au cours de laquelle les températures sont élevées et les risques de pluie sont généralement plus faibles).

Une fois les patches de maquis paraforestiers et forestiers sélectionnés et localisés sur une carte, les stations d'inventaires sont repérées sur le terrain et les transects matérialisés. Le protocole consiste en :

- transects de 200 m de long sur chaque site (2 x 3 sites), espacés de 30 m ;
- 10 pièges-puits sur chaque transect, espacés de 10 m.

Plusieurs méthodes de recensement sont utilisées afin d'optimiser la recherche des lézards les plus discrets :

- Recherche de jour (Day Search) : cette méthode consiste à marcher le long de chacun des deux transects de 200 m, à deux personnes, chacune de part et d'autre du transect, à 5 mètres minimum l'une de l'autre, regardant chacune de leur côté jusqu'à 10 mètres. Chaque transect est parcouru sur une durée de 30 minutes, aux heures les plus chaudes de la journée (entre 9h et 15h). Cette méthode permet le recensement des espèces actives de jour et les plus communes.
- Piège puits (pit falls) : cette méthode consiste à placer le long de chacun des deux transects de 200 mètres, dix seaux de 5 litres (216 mm, H: 181 mm) dans le sol, percés de plusieurs trous pour l'évacuation de l'eau de pluie, avec quelques feuilles déposées au fond du seau pour prévenir la prédation et/ou le dessèchement des animaux. Ces seaux sont vérifiés une fois par jour pour collecter et relâcher les individus piégés. Cette méthode est indispensable pour recenser les espèces discrètes et fousseuses.
- Recherche de nuit (Spotlighting) : cette méthode permet d'observer les espèces nocturnes grâce à la réflexion des pupilles de l'animal éclairées par un faisceau lumineux. La détection est réalisée grâce à un système ingénieux d'une torche frontale fixée à une paire de jumelles (8 x 40 Wide angle). La canopée moyenne est scannée par un observateur à partir de 2 mètres jusqu'à 10 mètres de haut (au-delà, l'identification de l'espèce est impossible). Un deuxième observateur scrute la strate arbustive, de 0 à 2-3 mètres de hauteur pour repérer les geckos. Chaque transect est examiné pendant une durée de 1 heure. Cette méthode permet la détection, tant des grandes espèces que des espèces de dimension plus réduite. Toutefois, pour être efficace, cette méthode nécessite un champ d'observation libre d'au moins 10 à 15 mètres et s'avère plus adaptée en observation des lisières des habitats forestiers ou dans des forêts dont la strate arbustive est très claire.
- Les pièges à glue (glue trap) : cette méthode consiste à déposer au sol, sur les troncs des arbres ou au niveau des abris (tronc d'arbre, fissure, litière) les pièges à glue dans chaque site d'inventaire. Les pièges placés sur les troncs

des arbres ciblent les espèces arboricoles. Sur le secteur de priorité 1 dans l'emprise du parc à résidus KO2, 70 pièges à colle ont été disposés dans les différents habitats du site.

En outre, tous les lézards observés hors du transect sont relevés et notés comme relevé « opportuniste ». Au début de chaque recensement, l'humidité, la température et la vitesse moyenne du vent sont notées grâce à un appareil de mesure multifonctions de type thermo-hygromètre (marque Kestrel 3000). Les recherches de jour et de nuit ainsi que celles réalisées par les pièges-puits et les pièges à glue sont interrompues et reportées en cas de fortes pluies.

Lors de l'observation ou de la capture d'un lézard ou d'un gecko, le naturaliste note sur une fiche de terrain prévue à cet effet :

- La localisation (coordonnées GPS, RGNC 91- Lambert NC) ;
- La configuration de l'habitat ;
- La description de l'individu.

Tous les individus contactés sont déterminés sur place ou photographiés pour une détermination ultérieure à l'aide de la bibliographie adéquate. Certains sont capturés manuellement ou à l'aide des pièges à colle et remis dans leurs milieux après identification. Aucun prélèvement n'est autorisé. C'est pourquoi les pièges à colle sont inspectés régulièrement, permettant de s'assurer d'un minimum de temps d'immobilisation du lézard et d'éviter ainsi aux individus capturés d'être confronté au stress, aux prédateurs et à une surexposition à la lumière. Les reptiles sont décollés à l'aide d'huile végétale.

CAS PARTICULIER DU SCINQUE LEOPARD

En août 2005, un premier suivi du scinque léopard a été réalisé au col de l'antenne. L'observation du *Lacertoides pardalis* était fondée sur une démarche « opportuniste », qui consiste à observer les sites possibles d'habitat à l'aide de jumelles.

En décembre 2008, le suivi a été réalisé au col de l'antenne sur trois jours (le 15, 16 et 17) par le cabinet de consultance Cygnet (R. Sadlier et G. Swan). La méthode utilisée est celle des pièges à glue (« glue traps ») où les pièges sont disposés aux endroits favorables aux repos des individus. Un appât (morceau de pomme) est posé sur le piège afin d'augmenter les chances de capture. Quatre stations ont été choisies pour cette campagne de suivi au col de l'antenne et 55 pièges ont été posés. Ils sont placés à différents endroits en fonction du milieu, soit au sol accolés à un bloc de péridotite, soit à l'entrée de crevasses ou creux entre le sol et la roche, ou encore dans de petites fissures dans les blocs de roches. Tous les pièges sont disposés de telle façon à ce qu'ils soient protégés des rayons du soleil (pouvant altérer la survie d'un individu capturé). Les pièges sont vérifiés deux (2) fois par jour, en fin de matinée (entre 10h30 et 12h30) et une autre fois en fin d'après-midi (entre 16h30 et 18h30), afin de limiter la prédation sur les animaux capturés.

Outre les pièges à glue, 15 pièges Elliott (piège à mammifère) ont été testés cette année-là (uniquement au col de l'antenne) pour attraper les scinques afin d'expérimenter leur utilisation dans un suivi à long terme. Des morceaux de pommes placés à l'intérieur des cages sont utilisés pour appâter les lézards. Les pièges sont placés au sol sur une surface plane à proximité des blocs de péridotites et protégés du rayonnement. Ils sont vérifiés en même temps que les pièges à glue.

Le Tableau 6 ci-dessous résume les méthodes appliquées.

Tableau 6. Description des stations de suivi du scinque léopard et des méthodes utilisées

Site	Station	Méthode	Caractéristiques
Forêt Nord - Route du col de l'Antenne	Forêt Nord Haut A & B combiné	12 pièges à glue 3 cages Elliott	Pièges placés dans les crevasses, creux et buissons le long de la route dans l'affleurement rocheux
	Forêt Nord Bas A	9 pièges à glue 4 cages Elliott	Placés dans les petits blocs de péridotite le long de la route
	Forêt Nord Bas B	11 pièges à glue 4 cages Elliott	Placés dans les petits blocs de péridotite dispersés
	Forêt Nord Bas C	23 pièges à glue 3 cages Elliott	Placés dans les petits à larges blocs de péridotite dispersés

(Extrait Sadlier, 2009)

Tableau 7. Liste des inventaires lézards et oiseaux réalisés entre 2008 et 2015

Zone d'inventaire	Date	Groupe faunistique	Surface inventoriée (ha)	Nb d'espèces/ Nb d'individus/ Effort de recherche
Future zone de roulage, tronçon KN1 et KN 2-3	Janvier - Avril 2008	Lézards		Observation diurne / nocturne
Future zone de Stockage de Minerai Basse Teneur de la zone KN2-3 (SMBT KN2-3), ainsi que de son futur Bassin de Sédimentation (BS KN2-3)	Avril - Mai 2008			Observation diurne / nocturne
				Pièges à trappes (Pit Fall)
Verse à stériles de la Kwé Est (VSKE), phase d'extension 3 et du noyau forestier de la digue Ouest (dit KE4)	Mai - Juillet 2008	Lézards		Observation diurne / nocturne
				Pièges à trappes (Pit Fall)
Future zone de Stockage de Minerai Basse Teneur de l'Unité de Préparation du Minerai (SMBT-UPM)	Septembre - Octobre 2008	Lézards		Observation diurne / nocturne
Zone d'extension de la fosse minière (5-10 ans)	Octobre - Novembre 2008	Lézards		Observation diurne / nocturne
				Pièges à glue
Zone de la Carrière à Péridotite de la Kwé Est (zone CPKE) – Finalisation du rapport Faune	Mars 2008	Lézards		Bilan bibliographique d'études réalisées en 2004
Crêtes de Kwa Neie – Surveillance Lacertoides pardalis	Décembre 2008	Lézards		Pièges à glue
				Pièges à trappes (Pit Fall)
Fosse de la mine (20 à 30 ans)	Décembre 2010	Lézards	225	8 esp. de scinques/ 3 esp. de geckos
				198 individus
				540 pièges à glue/ 4 transects de nuits

Zone d'inventaire	Date	Groupe faunistique	Surface inventoriée (ha)	Nb d'espèces/ Nb d'individus/ Effort de recherche
Concession FER, AS7	Août - Septembre 2010	Lézards		6 esp. de scinques/ 2 esp. de geckos
				88 ind. diurnes/ 10 ind. nocturnes
				280 pièges à glue/ 6 transects de nuit
Concession FER, AS7, ROBERT	Juin 2010	Lézards		7 esp. de scinques/ 4 esp. de geckos
				43 ind. diurnes/ 11 ind. nocturnes
				260 pièges à glue / 4 transect de nuit
Concessions AS2, AS3, AS4 AS5 AS7	Juin / Juillet 2010	Oiseaux	~ 570	17 espèces (6 EE ; 7 SEE)
				213 individus
				25 points d'écoute
Concessions KUE, AS2, AS3	Juin 2010	Lézards		2 esp. de scinques/ 1 esp. de gecko
				3 ind. diurnes/ 1 ind. nocturne
				36 pièges à glue / 1 transect de nuit
Concessions RHONE, KUE	Juin 2010	Oiseaux	~324	21 espèces (10 EE ; 10 SEE)
				189 individus
				18 points d'écoute
Concessions RHONE	Juin 2010	Lézards		2 esp. de scinque / 0 esp. de geckos
				5 ind. diurnes / 0 nocturnes
				102 pièges à glue / 1 transect de nuit abandonné
Concession FER E2	Juin/Juillet 2010	Oiseaux	~1650	20 espèces (12 EE ; 8 SEE)
				508 individus
				59 points d'écoute
Zone de conservation de la Wajana	Décembre 2010	Oiseaux		25 espèces (10 EE ; 12 SEE)
				352 individus
				32 point d'écoutes
	Janvier 2011	Lézards		8 esp. de scinques / 6 esp. de geckos
				174 esp. diurnes / 41 esp. nocturnes
				360 pièges à glue posés / 2 transects de nuit

Zone d'inventaire	Date	Groupe faunistique	Surface inventoriée (ha)	Nb d'espèces/ Nb d'individus/ Effort de recherche
NICO B Est	Mars 2011	Lézards	+/- 830 ha	9 esp. de scinques/ 2 esp. de geckos
				66 individus
				120 pièges à glue / 1 transect de nuit
AS1	Avril 2011	Lézards	+/- 625 ha	6 esp. de scinques / 2 esp. de geckos
				50 individus
				180 pièges à glue sur 6 sites / 2 transects de nuit
FER E2	Juin 2011	Lézards	+/- 2146 ha	6 esp. de scinques / 5 esp. de geckos
				96 individus
				360 pièges à glue sur 6 sites/ 1 transect de nuit
AS3, AS4 et AS5	Juillet 2011	Lézards	+/- 795 ha	8 esp. de scinques / 4 esp. de geckos
				124 individus
				720 pièges à glue sur 8 sites/ 12 transects de nuit
Zone de conservation de la Wajana	Février 2011	Oiseaux	+/- 490 ha inventoriés	25 espèces (10 EE ; 12 SSE) avec 1 EI (un paon)
				352 individus
				32 points d'écoute
AS1, AS3, AS4, AS5 et NICO B EST	Mai 2011	Oiseaux	Etudes complémentaires (quelques points par concessions)	17 espèces (8 EE ; 8 SEE)
				243 individus
				3 points d'écoute sur AS1 ; 9 points sur AS3, AS4, AS5 et 23 points d'écoute sur NICO B EST
Forêt Nothofagus	Juillet 2014	Lézards		0 espèces
				0 individus
				30 pièges à glue / 1 site / pas de transect de nuit
KO4, Bureaux KO4, BS 10, BS V6, KWRSF, Ext ROM Pad & MIA, et ZEF	Août 2014	Lézards		8 espèces (8 scinques et 4 geckos)
				294 individus
				780 pièges à glue / 26 stations / 2 transects de nuit

Zone d'inventaire	Date	Groupe faunistique	Surface inventoriée (ha)	Nb d'espèces/ Nb d'individus/ Effort de recherche
Carrière KO4 (CP-A1)	Octobre 2014	Lézards		11 espèces (9 scinques et 2 geckos)
				162 individus
				420 pièges / 14 sites / 6 transects de nuits
Plateau de Goro (zones forestières et lacustres)	Décembre 2012 à Février 2013	Oiseaux		28 espèces (11 EE, 16 SE et 1 LR)
				2629 Contacts
				48 points d'écoutes
Route d'accès à la mine	Janvier 2015	Lézards		9 espèces (8 scinques et 1 gecko)
				64 individus
				180 pièges à glue / 6 sites / 2 transects de nuit
KO4 Carrière n°4	Janvier 2015	Lézards		12 espèces (8 scinques et 4 geckos)
				122 individus
				300 pièges à glue / 10 sites / 2 transects de nuit
Zones périphériques à KO4 et déversoir	Mars 2015	Lézards		7 espèces de scinque
				74 individus
				300 pièges à glue / 10 sites / 2 transects de nuit
Projet Lucy	Mai 2015	Lézards		11 espèces (7 scinques et 4 geckos)
				208 individus
				270 pièges à glues / 11 sites
Plateau de Goro (zones forestières et lacustres)	Octobre 2014 à Décembre 2014	Oiseaux		34 espèces (11 EE, 17SE, 6 LR)
				3169 Contacts
				48 points d'écoutes

3.3.6.3. INVENTAIRE DE LA MYRMECOFAUNE

L'échantillonnage des différentes espèces de fourmis présentes sur le site suit un protocole établi et couramment mis en pratique en Nouvelle-Calédonie dans le cadre de ce type d'études. Il s'organise le long d'un transect de 120 m de long, à raison d'un échantillonnage tous les 20 m, soit 7 échantillonnages par transect. La méthodologie d'échantillonnage est détaillée ci-après.

DISPOSITION DES TRANSECTS

Myrmécofaune invasive

L'activité humaine étant la source majeure de dissémination des fourmis exotiques, l'ensemble des appâts a été positionné en limite de zones anthropisées (piste, plateforme, talus...) et de maquis ligno-herbacés. En effet, la frontière zone anthropisée / zone végétalisée est l'endroit le plus à même de présenter la plus grande diversité d'espèces exotiques envahissantes.

La faune myrmécologique invasive a été échantillonnée sur plusieurs transects de 120 m chacun situés en zone anthropisée.

Myrmécofaune des patchs forestiers

La faune myrmécologique de patchs forestiers a été échantillonnée sur plusieurs transects de 120m chacun, localisés dans des patchs forestiers.

MISE EN PLACE DES APPATS

Pour chacun des transects, un appât a été disposé tous les 20 m. Un appât est constitué d'un support (une assiette en carton) identifié par un numéro d'échantillon et de transect. Au centre de l'assiette est disposée une cuillère d'une préparation hautement attractive pour les fourmis. Cette mixture est constituée de miel, thon au naturel et de biscuit sec émiettés. Le mélange est hautement attractif car il présente à la fois (i) des protéines (thon), (ii) des céréales (biscuit), (iii) du sucre (miel). Ainsi, il est appétant pour un large spectre de fourmis, aux régimes alimentaires variés (insectivore, granivore).



Figure 2. Eléments de base de la mixture réalisée pour les appâts / Mise en place d'un appât

Source : Botaenvironnement

Pour l'étude de la myrmécofaune invasive, les appâts sont mis sur des assiettes en carton géo-référencées, au niveau du sol.

Pour l'étude des fourmis présentes dans les patchs forestiers, les appâts alimentaires ont d'abord été disposés sur des assiettes en carton au niveau du sol ou directement étalés sur un arbre ou au niveau de la litière. Ils sont ensuite géo-référencés.

PRELEVEMENT DES FOURMIS ET CONDITIONNEMENT

Les appâts sont relevés une à deux heures après leur mise en place. Avant le prélèvement des fourmis, les naturalistes procèdent à une observation minutieuse de l'appât (cf. Figure 3). Cela permet d'identifier le nombre d'espèces présentes avant d'intervenir, afin de s'assurer

de récolter au moins un individu de chaque espèce. Puis les naturalistes procèdent au prélèvement : quelques individus de chaque espèce sont placés dans un tube étiqueté (numéros de transect et d'échantillon) contenant de l'alcool à 90° dans un souci de bonne conservation (Cf. Figure 3).



Figure 3. Observation des fourmis présentes sur l'appât / prélèvement

Source : Botaenvironnement

Pour l'ensemble des transects placés (transect "exotiques" et transect "patches forestiers"), une fouille à vue est également réalisée dans les endroits susceptibles d'accueillir des colonies afin d'améliorer l'effort d'échantillonnage.

IDENTIFICATION DES SPECIMENS

Chaque individu récolté est observé à la loupe binoculaire pour permettre son identification à l'aide d'une clé d'identification présentant les caractéristiques propres à chaque espèce de fourmi rencontrée (Cf. Figure 4).



Figure 4. Différents matériels utilisés pour l'observation des fourmis prélevées

Source : Bota environnement

3.4. MILIEU HUMAIN

Les données du milieu humain rapportées dans le livret C sont limitées à celles qui vont permettre d'évaluer les effets sur les sites et les paysages, les biens et le patrimoine archéologique et culturel, la commodité de voisinage (bruit, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la sécurité et la salubrité publiques (selon les indications du code minier).

3.4.1. PAYSAGE

La méthodologie d'étude des impacts paysagers du projet a comporté :

- une connaissance élargie de l'état initial paysager ;
- le repérage dimensionnel du projet et l'aire d'étude appropriée, de quelques centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres, par visites de terrain ;
- la consultation d'atlas géographiques et guides touristiques ;
- la connaissance de la réalité physique du terrain et de l'occupation du sol, de la sitologie, des motifs identitaires du site, de la qualité des paysages en présence ;
- le repérage des lieux de vie, des lieux fréquentés, lieux touristiques, des routes, sentiers de randonnées dans l'aire de perception rapprochée et éloignée ;
- les éléments de perceptions sociales au travers les publications locales, affiches, articles de presse, reportages ;
- la consultation des iconographies actuelles et anciennes, cartes postales, photos partagées ;
- le repérage des éléments de communication territoriale partagés, les éléments patrimoniaux reconnus, les éléments protégés ;
- la prise de vues multiples depuis les lieux sensibles liés à la fréquentation et à la reconnaissance touristique ;
- la synthèse de l'organisation du paysage, entités paysagères et perceptions visuelles, inter-visibilités potentielles et hiérarchisation des vues significatives ;
- la synthèse des sensibilités paysagères du site vis-à-vis du projet à terme, compréhension des enjeux.

Les impacts du projet ont ensuite été analysés :

- en fonction des vues paysagères sensibles significatives préalablement répertoriées ;
- par la modélisation du terrain et simulation 3D du projet et de ses variantes, l'analyse des modifications de perception des motifs identitaires à court, moyen et long terme, effets visuels, effets visuels cumulés avec d'autres installations, effets rapprochés et lointains via les modélisations de terrain et simulations ;
- dans la logique de la dynamique économique et industrielle de la région puis dans la logique d'un retour futur à un état naturel évolutif gardant la mémoire d'un passé minier.

Les effets directs et indirects liés au chantier et à l'exploitation ont été évalués sur le territoire de proximité.

Cette analyse aboutit à proposer des orientations pour la composition paysagère et les aménagements du projet, et à concevoir un projet paysager optimisant dans l'acceptation sociale les effets paysagers du projet industriel.

3.4.2. DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES

Les données ont été reprises de l'analyse des conditions socio-économiques et culturelles actuelles (fin 2011–début 2012) des communautés. Le périmètre d'analyse s'étend sur les communautés vivant à proximité de la zone du projet susceptibles d'être plus directement impactées et plus particulièrement sur les villages et les tribus du littoral sud :

- Ile Ouen (commune du Mont-Dore) ;
- Goro (commune de Yaté) ;
- Touaourou (Commune de Yaté) ;
- Unia (commune de Yaté) ;
- Waho (commune de Yaté).

3.4.3. BRUIT

VNC procède à des campagnes de mesure des niveaux sonores au titre de la réglementation ICPE depuis 2007, année qui sert de référence à l'analyse comparative des résultats. La fréquence réglementaire imposée de ce suivi est de trois (3) ans et concerne 11 points de mesure répartis dans le Grand Sud aux abords de zones habitées et des zones naturelles identifiées comme patrimoniales (forêts classées).

L'objectif de ces campagnes est d'évaluer le niveau sonore à la limite des zones du site à émergences réglementées et en limite de propriété de l'usine, conformément à la délibération n° 741-2008/BAPS du 19 septembre 2008 relative à la limitation des bruits aériens émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement. Cette délibération fixe pour chacune des périodes (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limite de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles.

Les stations de mesure ont été regroupées en cinq (5) zones :

- Zone 1 : ensemble « premières habitations » en baie de Prony : îlot Casy, village de Prony ;
- Zone 2 : ensemble « mine » : base opérationnelle de la mine, unité de préparation de minerai ;
- Zone 3 : ensemble « limite de propriété » : col Paillard, débarcadère Ferry, Forêt Nord et limite de la base-vie ;
- Zone 4 : ensemble « premières habitations » côte Est : tribu de Goro, Port-Boisé ;
- Zone 5 : autre : base-vie.

Ces zones ont été définies pour l'ensemble des installations industrielles de VNC et non pas spécifiquement à celles du parc à résidus. Ainsi certaines zones, comme les zones 1, 3 et 5,

sont plus particulièrement concernées par les bruits émis par les installations de l'usine ou du Port de VNC.

3.4.4. PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE

Les données sur le patrimoine ont été extraites de l'inventaire archéologique raisonné réalisé par l'Association Océanienne d'Archéologie (AOA) en 2006. Son objectif était de réaliser une reconnaissance d'ensemble des sites archéologiques de surface. Lors de cet inventaire, les photographies aériennes n'ont pas permis d'identifier d'éventuels vestiges, en raison de la couverture végétale. L'analyse des archives, bien que succincte, a permis de focaliser l'étude terrain sur les secteurs non encore étudiés.

L'étude terrain a permis d'inventorier un certain nombre de sites classés en deux catégories principales : les entités historiques (XIXème et XXème siècle) et les entités Kanaks diachroniques.

4 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

4.1. DEMARCHE

L'analyse de l'état initial du site et de son environnement a pour objectif de :

- réunir, pour chaque thème environnemental, les données nécessaires et suffisantes à l'évaluation environnementale du projet,
- caractériser l'état de chaque composante environnementale et socio-économique identifiée ;
- définir in fine les niveaux d'enjeu pour chaque composante environnementale ou socio-économique identifiée.

L'analyse de l'état initial du site et de son environnement se fonde sur des données bibliographiques nécessairement complétées par des investigations de terrain.

Dans le processus de caractérisation de l'environnement, les deux approches suivantes ont été mises en œuvre dans le cadre de ce dossier :

- dans un premier temps, **une démarche thématique**, comprenant une description de chaque thème environnemental ;
- ensuite **une démarche « systémique », fondée sur l'analyse du fonctionnement et des interrelations** entre les différents milieux constituant l'environnement.

La description détaillée de l'ensemble de ces composantes aboutira sur **un tableau de synthèse des principales caractéristiques de chaque composante environnementale** ou socio-économique justifiant de la valeur de celle-ci.

4.2. AIRE D'ETUDES UTILISEES

La réalisation de l'état initial a nécessité la définition de plusieurs aires d'études déterminées en fonction des thèmes abordés et de l'importance de ceux-ci vis-à-vis du projet envisagé.

L'aire d'étude se définit comme étant la zone d'influence du projet. Elle se justifie sur la base de critères topographiques, écologiques, géologiques, hydrodynamiques, d'occupation des sols, et est fonction de la thématique étudiée.

L'aire d'étude porte sur l'emprise du projet et ses aménagements connexes, pour toutes les phases d'évolution, ainsi que sur tous les espaces ou milieux, naturels ou humains qui sont susceptibles d'être influencés par lui, de manière directe ou indirecte.

L'aire d'étude intègre les trois limites suivantes pour encadrer la description de l'état initial de l'environnement :

- **limite technique** qui correspond au périmètre du projet de parc à résidus asséchés et à l'usine d'assèchement, y compris l'emprise nécessaire à tous les équipements (bassins, réseaux, accès) durant les phases de construction et d'exploitation.
- **limite temporelle** qui correspond aux phases de construction, d'exploitation, de fermeture et de remise en état du site en 2044.
- **limite spatiale** correspond aux périmètres d'études utilisés pour les différentes thématiques étudiées dans le cadre de l'état initial. La limite spatiale du projet dépasse les limites physiques de l'emprise au sol des installations et est variable selon les composantes de l'environnement considérées et les connectivités potentielles entre les habitats ou les milieux.

Il est ainsi défini :

- une **aire d'étude restreinte** correspondant à un périmètre susceptible d'être directement affecté par les opérations du projet (zone d'emprise) et leurs abords immédiats. La zone d'emprise comprend les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner;
- une **aire d'étude élargie** correspondant à l'aire d'influence potentielle du projet autour des zones d'aménagement ou d'activités et d'une superficie variable suivant le compartiment environnemental étudié. L'aire d'influence du projet a été définie en fonction de paramètres environnementaux potentiellement impactés par le projet, que ce soit de manière directe ou indirecte, à long terme comme à court terme, de façon temporaire ou permanente.

L'analyse de l'état initial présente les données régionales puis les données au niveau de l'aire d'étude du projet. Ces aires d'étude ont été définies en fonction et thématiques et sont présentées ci-après.

Le tableau ci-après précise les limites spatiales considérées pour chaque thématique et les outils et critères qui ont servi à définir la zone d'influence du projet.

Tableau 8. Définition des zones d'influence du projet par thématiques

Thématique	Définition de(s) aire(s) d'étude utilisée pour chaque paramètre environnemental analysé à l'état initial	Principaux éléments considérés
Climat	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner. Données issues de la station Station GORO_RESIDUS la plus proche de l'emprise du projet et la plus proche d'un point de vue relief qui fournit des informations sur le bassin-versant de la Kwé Ouest grâce à un contrôle qualité par Météo France. Station GORO_RESIDUS et données Météo France	Pluviométrie (apports en eau) Températures Vents dominants (dispersion des poussières, propagation du bruit)
Géologie	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner	Nature des terrains du sous-sol
Pédologie	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner	Nature des sols
Hydrologie	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner Aire d'étude élargie Emprise du projet +Kwé Ouest et bassin associé	Hydrographie au droit de l'emprise du projet Hydrologie et hydraulique
Hydrogéologie	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner Aire d'étude élargie Emprise du projet +aquifères sous-jacents	Études hydrogéologiques Points d'émergence des eaux souterraines

Thématique	Définition de(s) aire(s) d'étude utilisée pour chaque paramètre environnemental analysé à l'état initial	Principaux éléments considérés
Biodiversité terrestre	Aire d'étude restreinte : emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.) + une zone de contingence d'une largeur de 10 m. <i>Remarque</i> : l'aire d'étude restreinte comprend l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner qui sont anthropisées et qui ne participeront pas au défrichement. Ces deux zones anthropisées n'ont pas été étudiées ni à vis des caractéristiques du milieu naturel. Aire d'étude élargie : zone d'influence du bruit et de la poussière. Concernant la zone de contingence de 10 m, cette zone est nécessaire pour plusieurs raisons : - la prise en compte de l'incertitude des relevés topographiques ; - la protection des végétations voisines lors des travaux d'aménagement finaux ; - la manoeuvrabilité des engins en périphérie du projet ; - la maintenance future du projet ICPE.	Faune, flore et habitats Prise en compte des effets directs de la destruction d'espèces floristiques constituant également des habitats propices à la faune de la zone. Prise en compte du dérangement (bruit, poussières, vibration, lumière, pollution de l'air). Effets indirects dus à la propagation de la poussière et du bruit sur les espèces.
Faune et flore dulçaquicole	Aire d'étude élargie Bassin versant jusqu'à la zone de confluence avec KO5 : - faune : tronçon de la Kwé Ouest sur cette zone ; - flore : espèces présentes sur une largeur de 10 m de part et d'autre de la Kwé Ouest sur le tronçon défini.	Faune et flore Effets indirects dus à la propagation via les cours d'eau
Milieu humain	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner Aire d'étude élargie Air, acoustique, poussières, déplacements : zones pouvant être affectées = plateau de Goro	Commodités du voisinage Reconnaitances archéologiques Aspects socio-culturels Nuisances acoustiques Émissions de poussières Dégradation de la qualité de l'air
Paysage	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (routes, aires de stockage, etc.), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner Aire d'étude élargie Air, acoustique, poussières, déplacements : zones pouvant être affectées = plateau de Goro	Environnement paysager Perception

4.3. INTERRELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS MILIEUX

Une approche thématique n'étant pas suffisante pour caractériser le système complexe et dynamique que constitue l'environnement, un tableau de synthèse a été élaboré en vue de mettre en évidence les liens entre les compartiments environnementaux.

Les compartiments environnementaux choisis et les informations mises en évidence résultent du recueil de données de l'état initial.

4.4. DEFINITION DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Un enjeu environnemental désigne la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu, au regard des préoccupations écologiques, patrimoniales, sociologiques, de qualité de vie ou de santé. Définir un enjeu, c'est déterminer les biens, les valeurs et fonctions environnementales qui pourraient potentiellement être affectés.

L'enjeu est le résultat du croisement matriciel de la valeur écosystémique et de la valeur socioculturelle (ou patrimoniale).

On distingue trois niveaux de valeur écosystémique pour les milieux physique et biologique :

- **Forte** : la composante présente un intérêt majeur en termes de rôle écosystémique ou de biodiversité et des qualités exceptionnelles dont la protection et la conservation font l'objet d'un consensus dans la communauté scientifique.
- **Moyenne** : la composante présente un fort intérêt et des qualités reconnues dont la conservation ou la protection représente un sujet de préoccupation sans toutefois faire l'objet d'un consensus.
- **Faible** : la composante présente un intérêt et des qualités dont la conservation et la protection sont l'objet de peu de préoccupations.

On distingue de même trois niveaux de valeur socio-économique ou culturelle pour le milieu humain :

- **Forte** : la composante fait l'objet de mesures de protection légale ou s'avère d'une grande importance (même immatérielle) pour la plus grande partie de la population concernée. Une composante peu valorisée et non utilisée peut avoir une importance coutumière, culturelle, patrimoniale forte.
- **Moyenne** : la composante est valorisée ou utilisée par une portion significative de la population concernée sans toutefois faire l'objet d'une protection légale. Ou bien la composante n'est ni valorisée ni utilisée mais un lien culturel la met en valeur au près d'une population.
- **Faible** : la composante est peu valorisée ou utilisée par la population. De plus, il n'y n'a pas de considération patrimoniale ou culturelle pour cette composante.

Le croisement matriciel permet de définir l'enjeu :

Enjeu		Valeur écosystémique		
		Faible	Moyenne	forte
Valeur socioéconomique et culturelle	Faible	Faible	Faible	Moyen
	Moyenne	Faible	Moyen	Fort
	forte	Moyen	Fort	Fort

5 METHODOLOGIE D'ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1. RAPPEL ET DEFINITION

Le contenu de l'étude d'impact est défini par le code de l'environnement de la province Sud qui spécifie.

Au sein de la présente étude, les définitions suivantes sont adoptées :

- **Effet** : L'effet décrit la conséquence objective du projet sur l'environnement.
- **Impact** : L'impact est la transposition de cette conséquence sur une échelle de valeurs.

Ces notions évoquent les conséquences sur l'environnement – sans restriction d'effet sur une cible humaine ou naturelle. On peut ainsi avoir des effets négatifs et modifier un « compartiment » de l'environnement (eau souterraine, eau de surface, air,...) sans pour autant avoir au moment de la réalisation du projet un effet sur l'être humain ou la biodiversité.

5.2. EVALUATION DES IMPACTS

5.2.1. FACTEURS D'IMPACTS

Plusieurs activités ou composantes du projet Lucy sont susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement physique, naturel et humain. Ces éléments et activités sont définis comme des facteurs d'impacts. Il s'agit notamment des ouvrages décrits dans le tableau 3 via leurs effets directs ou indirects, temporaires ou permanents, positifs ou négatifs.

C'est donc à partir des enjeux environnementaux et de la description du projet que l'analyse a été menée afin d'aboutir à l'identification des facteurs d'impacts.

Comme indiqué précédemment, les impacts ont été analysés pour chaque phase du projet :

- phase construction (ou travaux) ;

- phase d'exploitation ;
- phase de remise en état et après la fermeture.

5.2.1.1. FACTEURS D'IMPACTS EN PHASE DE CONSTRUCTION

En phase de construction, les impacts potentiels du projet Lucy sont liés aux opérations suivantes :

- acheminement du matériel ;
- construction et mise en place des différents équipements et des voies de circulation ;
- raccordements des différents réseaux ;
- construction des ouvrages de gestion des eaux ;
- aménagement d'aires de stockage et d'installations temporaires ;
- aménagement de la plateforme, réalisation des dalles béton ;
- génération de béton ;
- exploitation des matériaux issus des zones d'emprunts des matériaux.

5.2.1.2. FACTEURS D'IMPACTS EN PHASE D'EXPLOITATION

En phase d'exploitation, les impacts potentiels du projet Lucy sont liés aux différents équipements du projet Lucy :

- parc à résidus, usine d'assèchement ;
- systèmes de transports (convoyeurs) ;
- zone de chargement des camions ;
- plateforme technique (activités de maintenance, lavage) ;
- rotation des camions.

5.2.1.3. FACTEURS D'IMPACTS EN PHASE DE REMISE EN ETAT/FERMETURE DU SITE

En phase de remise en état/fermeture, les impacts potentiels du projet Lucy sont liés aux opérations suivantes :

- démantèlement des installations ;
- remodelage et aménagement du site ;
- revégétalisation ;
- fermeture, réaménagement et mise en sécurité.

5.2.1. IDENTIFICATION DES ELEMENTS IMPORTANTS POUR L'ENVIRONNEMENT

5.2.1.1. DETERMINATION DES ELEMENTS IMPORTANTS POUR L'ENVIRONNEMENT

La détermination des EIE, sur lesquels va porter l'évaluation des impacts environnementaux, est le résultat d'un processus participatif qui s'appuie sur la prise en compte des éléments suivants :

- l'identification des composantes sensibles de l'environnement naturel et humain réalisée au cours de l'établissement de l'état des lieux et transcrite dans les différents dossiers successifs de demande d'autorisation d'exploiter au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) déposés par la société Goro Nickel (devenue Vale Nouvelle-Calédonie SAS) ;
- les résultats des enquêtes publiques et des avis des commissaires-enquêteurs ;
- les préoccupations des communautés, qui ont pu être recueillies au cours de campagnes de consultation des populations locales au cours des précédents projets ;
- les obligations juridiques en matière de protection de l'environnement applicables en Nouvelle-Calédonie ;
- les bonnes pratiques en matière de développement durable relatées dans les guides tels que ceux édités par l'IFC/BM, l'UE ou l'ICMM notamment.

Sur cette base et en intégrant l'évolution du projet depuis juillet 2002, les préoccupations environnementales ont fait l'objet d'une évaluation méthodique. Ces préoccupations sont regroupées par thématiques et appelées EIE.

L'EIE est, par définition, un élément de la nature susceptible d'être affecté par le projet VNC. Il revêt plusieurs formes :

- l'EIE peut être un paramètre environnemental imposé par **les réglementations applicables ou recommandées** sur lequel porte l'évaluation des effets des installations ;
- l'EIE peut avoir une valeur patrimoniale ou culturelle en corrélation ou non avec sa valeur écologique ;
- la valeur patrimoniale ou culturelle d'un EIE n'est pas fondée sur une valeur chiffrable objective évidente mais sur une valeur historique et mythique. Cette valeur est évaluée au travers des consultations des populations et par un travail d'identification des éléments ou des lieux emblématiques importants du milieu marin ou du milieu terrestre.

Par exemple une espèce végétale peut avoir une haute importance dans certaines coutumes ou cérémonies, elle est donc de forte valeur, au même titre qu'une espèce qui serait sur la liste rouge de l'UICN.

- la valeur écologique, quant à elle, doit être objectivée (dans une finalité de quantification qui est une préoccupation internationale forte) et elle se réfère aux listes de l'UICN et à tous les référentiels suivants : CITES, FAO, Code de l'environnement de la province Sud, CDB, etc. La vulnérabilité (rareté) du taxon ou de l'habitat considéré, son abondance dans toute la région du Grand Sud

calédonien et sur la zone d'évaluation, ses tendances évolutives, son degré de protection, ses possibilités de reproduction en pépinière, son rôle fonctionnel, son micro-endémisme, sa valeur marchande reconnue ou illégale (par exemple une espèce recherchée pour ses essences ou par les collectionneurs), etc. sont des critères pris en considération pour évaluer la valeur écologique d'une espèce ou d'un habitat à protéger prioritairement. Les recommandations de l'IRD de Nouméa prennent en compte ces critères en hiérarchisant les priorités de protection sur les forêts, les maquis pré-forestiers, les écosystèmes rivulaires, etc. À cette fin, la région de référence du Grand Sud est inventoriée pour comparer la représentativité d'un habitat potentiellement affecté par le projet avec sa répartition dans cette région et dans la zone d'empreinte. Les priorités d'évitement sont ainsi définies dans une approche systémique.

- le rôle d'un taxon (ou d'un milieu) dans la fonctionnalité des écosystèmes, et donc sa pérennisation évolutive est difficile à appréhender malgré les efforts d'études engagés depuis 1996.

5.2.1.2. IDENTIFICATION DES ELEMENTS IMPORTANTS POUR L'ENVIRONNEMENT LIE AU PROJET LUCY

L'environnement humain rassemble des éléments aussi divers que l'économie de la Nouvelle-Calédonie (emploi, formation), la situation foncière dans le secteur de la province Sud, l'activité touristique et récréative dans ce secteur, la « coutume », c'est-à-dire le mode de vie traditionnel et la culture mélanésienne ainsi que les patrimoines historiques et archéologiques. Les populations et les autorités locales ont manifesté leurs inquiétudes à l'égard de ces aspects.

De plus, à l'initiative de la province Sud, par deux arrêtés¹, ont été créés :

- un comité local d'information du site industriel de VNC,
- un comité local d'information du site minier de VNC.

L'objectif du comité d'information est d'émettre toute recommandation à l'égard du projet VNC dans une perspective de développement durable. Le comité de pilotage vise à examiner les difficultés induites par le projet VNC et à proposer les mesures permettant son insertion dans le tissu économique, social et culturel existant. Ces deux comités sont constitués, en particulier, par des représentants des autorités publiques, des autorités coutumières et de VNC.

Au vu de ces considérations, les EIE retenus sont :

- la commodité du voisinage et le paysage ;
- les aspects (macro et micro) économiques ;
- les aspects socioculturels.

Les différentes consultations réalisées par VNC dans le cadre de la mise en œuvre de son projet industriel et minier ont permis de cerner les préoccupations environnementales majeures des populations locales et des autorités administratives.

1 Arrêté n°2705-2012-ARR-DIMENC du 30 novembre 2012 relatif à la création du comité local d'information du site industriel de VNC et arrêté n°2707-2012-ARR-DIMENC du 30 novembre 2012 relatif à la création du comité local d'information du site minier de VNC

Ces préoccupations ont été mises en relation avec les différentes composantes du projet, les principaux enjeux environnementaux mis en évidence dans l'étude de l'état initial du site (volet D2), le contexte réglementaire de Nouvelle-Calédonie et les bonnes pratiques de gestion environnementale en matière d'activité minière.

Afin de permettre l'identification des éléments importants de l'environnement, chaque thématique composant l'environnement du projet ont été analysées au regard des enjeux et des caractéristiques du projet Lucy.

5.2.1.3. CLIMAT

Les activités ou sources d'émissions susceptibles d'affecter la qualité de l'air sont principalement les émissions polluantes liées à la circulation des véhicules et des engins.

La qualité de l'air constitue une préoccupation dans la mesure où elle est responsable du réchauffement climatique.

5.2.1.4. MILIEU NATUREL TERRESTRE ET SES EQUILIBRES BIOLOGIQUES / FAUNE, FLORE, HABITATS

Les activités ou sources susceptibles d'affecter le milieu naturel terrestre et ses équilibres biologiques / faune, flore, habitats sont principalement :

- les défrichements ;
- la construction des ouvrages et des installations ;
- le bruit ;
- les émissions lumineuses ;
- le trafic routier ;
- la qualité de l'air ;
- l'introduction d'espèces exogènes ;
- les incendies ;
- l'anthropisation et sa pression sur les milieux au sens général.
- la coupe de bois illégal favorisée par l'ouverture de pistes pouvant offrir un accès privilégié aux maquis paraforestier et forêts, notamment à proximité de la route communale

Ces activités peuvent entraîner la fragmentation de l'habitat, la réduction ou le dérangement des zones de prédation, de repos et de reproduction, la modification de corridors et barrières, des déséquilibres écologiques.

La flore terrestre calédonienne est caractérisée par sa diversité, par la présence d'espèces végétales rares, endémiques et menacées d'extinction. En Nouvelle-Calédonie, 147 espèces végétales sont répertoriées par la convention CITES. Plus d'une soixantaine d'espèces végétales listées par l'UICN se trouvent dans la zone d'emprise du projet global (mine et usine). Plus de 40 espèces végétales sont également inscrites sur la liste des espèces protégées du code de l'environnement de la province Sud (dont une vingtaine apparaît également sur la liste UICN). Trois réserves botaniques spéciales sont situées au voisinage du projet (Forêt Nord, Monts Oungoné (Pic du Grand Kaori) et Cap N'Dua). Le code de l'environnement de la province Sud présente une liste des milieux protégés.

La faune terrestre calédonienne est caractérisée par la présence d'espèces protégées par le cadre réglementaire néo-calédonien (code de l'environnement de la province Sud) dans la zone d'emprise du projet, d'espèces répertoriées comme sensibles par des conventions internationales et d'espèces endémiques.

La biodiversité terrestre constitue une préoccupation locale et internationale en raison de la rareté de certaines espèces (animales et végétales) et des potentialités offertes par les écosystèmes (tourisme, éducation, recherche scientifique, connaissances en général...).

Un des engagements de VNC dans sa démarche de protection de la biodiversité est « d'éviter, minimiser, rectifier et compenser les impacts sur la biodiversité » du Sud calédonien tout au long du cycle de son activité minière (exploration, construction, exploitation et fermeture). Dans cette démarche, la priorité est accordée à la préservation des habitats, suivie de la protection des populations et des espèces.

Les EIE retenus doivent donc permettre d'atteindre cet objectif. Si les EIE associés à l'étude des impacts résiduels permettent de définir les actions de compensation, il faut cependant noter que :

- Les actions d'évitement et de minimisation (qui ont déjà eu lieu lors des modifications successives et améliorations du design du projet) ne sont pas terminées mais se poursuivront tout au long du projet qui est amené à évoluer.
- Les actions de sauvegarde ne sont pas focalisées sur la conservation d'un seul EIE (comme une espèce rare). Le premier engagement de VNC est d'éviter une extinction d'espèce mais, au-delà de cette sauvegarde ponctuelle, la priorité va aux habitats et à leur capacité d'évoluer de façon pérenne.
- La sauvegarde et la restauration des habitats sont des démarches reconnues qui permettent une protection des espèces associées et de leurs interactions vitales. En l'absence d'une connaissance approfondie des fonctionnalités et structures éco-systémiques, la démarche la plus sécuritaire, pour toutes les espèces concernées, consiste en une sauvegarde de l'habitat global. Les études systémiques pourront être effectuées par la suite dans la perspective d'une amélioration continue des connaissances.
- Le manque de connaissances sur la fonctionnalité de la biodiversité ne permet pas d'aller plus loin qu'une approche « physique » systémique, les réactualisations futures tiendront d'avantage compte de la fonctionnalité, des relations et des corridors écologiques au fur et à mesure de l'avancée des études.

Sur la base des éléments ci-dessus, les EIE retenus pour la biodiversité terrestre sont :

- les habitats et formations végétales (forêts denses humides et rivulaires, maquis paraforestiers, hydromorphes et de piémonts) et les espèces rares ;
- la faune terrestre : herpétofaune et entomofaune (myrmécofaune) ;
- l'avifaune.

5.2.1.5. SITE ET PAYSAGE

L'EIE retenu pour le paysage est lié au remodelage du relief.

5.2.1.6. SOL ET EAUX SOUTERRAINES

Les activités ou sources susceptibles d'affecter la qualité des sols et des eaux souterraines ainsi que les régimes d'écoulement sont principalement :

- le stockage et la manipulation de produits dangereux en raison du risque de contamination des sols et par conséquent des eaux souterraines ;
- le stockage de résidus et les lixiviats associés et leur potentielle infiltration ;
- l'imperméabilisation des surfaces et ses impacts sur la recharge des aquifères.

Compte tenu de ce qui précède, les EIE retenus sont :

- la qualité des sols et des eaux souterraines ;
- le régime d'écoulement des eaux souterraines (ou hydraulique souterraine).

5.2.1.7. EAUX DE SURFACE

Les activités ou sources susceptibles d'affecter la qualité et le régime des eaux douces de surface (accès, disponibilité) et leur biodiversité ainsi que le milieu marin sont principalement :

- les modifications du débit de la rivière Kwé ouest par l'imperméabilisation de nouvelles zones ;
- les eaux de ruissellement issues du parc à résidus ;
- les contaminations accidentelles.

L'emprise au sol des principales infrastructures (actuelles et projetées) du projet VNC est limitée au bassin de la rivière Kwé où sont localisées les infrastructures minières et le parc à résidus.

Aucune infrastructure n'est construite sur les autres bassins versants du Grand Sud (rivière de la Madeleine, rivière Kwébini, rivière Wajana, ancienne mine, Entonnoir, Trou bleu...).

Au vu de ces considérations, les EIE retenus sont :

- les débits d'eau douce ;
- la qualité des eaux et indirectement les écosystèmes d'eau douce et leur biodiversité (terrestre et dulçaquicole).

5.2.1.8. BIEN ET PATRIMOINE CULTUREL

Les activités ou sources susceptibles d'affecter le patrimoine culturel et archéologique est lié aux dépôts de résidus essentiellement.

5.2.1.9. COMMODITE DE VOISINAGE

Les activités sur le site (bruit, émissions de poussières, vibrations, émissions liées à l'éclairage) pourront produire des nuisances susceptibles de gêner les riverains et personnes fréquentant les abords du site, aussi les EIE retenus sont :

- les déplacements des riverains ;
- la modification de la qualité de l'air ;
- la modification des niveaux de bruit ;

- la création de vibrations ;
- les émissions lumineuses.

5.2.1.10. HYGIENE, SANTE, SALUBRITE ET SECURITE PUBLIQUE

Les activités sur le site (bruit, émissions de poussières, vibrations, émissions liées à l'éclairage) pourront produire des effets sur l'hygiène, la santé, la salubrité et la sécurité des riverains et personnes fréquentant les abords du site, aussi les EIE retenus sont :

- la modification de la qualité de l'air sur la santé des riverains ;
- la modification des niveaux de bruit, des vibrations et des émissions lumineuses sur la santé des riverains ;
- la modification de la qualité de l'eau sur la santé des riverains ;
- la gestion des déchets ;
- la disponibilité et la gestion de la ressource en eau ;
- les consommations énergétiques liées au projet.

5.2.1.11. SOCIO-ECONOMIE

Par la création d'emplois (directs et indirects), le projet Lucy va modifier le contexte socio-économique local.

5.2.2. SYNTHESE DES ELEMENTS IMPORTANTS DE L'ENVIRONNEMENT RETENUS

Le tableau ci-dessous récapitule les EIE identifiés dans le cadre du projet VNC qui feront l'objet d'une évaluation.

Tableau 9. Impacts potentiels évalués dans le cadre du projet Lucy

Thématique de l'environnement (art 130-4 du code de l'environnement de la province Sud)	Source d'impact dans le cadre du projet Lucy
Climat	Impact des émissions de GES sur le climat
Milieu naturel terrestre - faune, flore, habitats et équilibres biologiques	Impact du défrichement sur la diversité biologique (destruction d'habitat, fragmentation, dispersion d'espèces envahissantes) Impact de la qualité de l'air sur le milieu naturel Impact des niveaux de bruit sur la faune Impact des émissions lumineuses sur la faune
Sites et paysages	Impact du remodelage du relief sur le paysage
Sol et eaux souterraines	Impact de la conception du projet sur la qualité des eaux souterraines Impact de la conception du projet sur l'hydraulique souterraine

Thématique de l'environnement (art 130-4 du code de l'environnement de la province Sud)	Source d'impact dans le cadre du projet Lucy
Eaux de surface	Impact du remodelage du relief et de la conception du projet sur les débits des eaux de surface Impact de la conception du projet sur la qualité de l'eau des rivières et indirectement sur la biodiversité (terrestre et dulçaquicole)
Patrimoine archéologique et culturel	Impact de la conception du projet sur le patrimoine culturel et archéologique
Commodité de voisinage	Impact de la qualité de l'air sur la commodité du voisinage Impact des niveaux de bruit sur la commodité du voisinage Impact des vibrations sur la commodité du voisinage Impact des émissions lumineuses sur la commodité du voisinage
Hygiène, santé, salubrité et sécurité publique	Impact de la conception du projet sur les déplacements des riverains Impact de la qualité de l'air sur la santé des riverains Impact des niveaux de bruit, des vibrations et des émissions lumineuses sur la santé des riverains Impact de la qualité de l'eau sur la santé des riverains
Socio-économie	Impact positif du projet sur l'économie locale

5.2.3. ELEMENTS NON RETENUS

Les éléments non retenus ne feront pas l'objet de l'évaluation méthodique des effets environnementaux du projet. Ils seront cependant mentionnés dans l'analyse des impacts en tant que tels. Ces éléments concernent l'agriculture, l'élevage, la chasse, la cueillette vivrière, la pêche en rivière et l'habitat.

5.2.3.1. AGRICULTURE, ELEVAGE, CHASSE, CUEILLETTE VIVRIERE, PECHE EN RIVIERE ET HABITAT

Aucune activité agricole n'est recensée dans la zone d'emprise du projet, en raison de la « pauvreté » des sols et de leur condition édaphique particulière de sol ultramafique. La culture maraîchère est surtout pratiquée à proximité des villages (littoral Est et commune de Yaté). Il n'y a ni pâturage ni zone directement ou indirectement utile à l'élevage dans la zone du projet.

La zone du projet n'étant pas habitée, il n'y a aucun déplacement d'habitation à prévoir.

La zone d'emprise du projet n'est pas un lieu de chasse ou de cueillette vivrière.

La pêche en rivière n'est pas une activité pratiquée par les communautés sur la zone du projet.

5.3. EFFETS DU PROJET

5.3.1. DEFINITION DES EFFETS

Depuis le démarrage des études environnementales liées au projet global d'exploitation industrielle et minière de Goro, une méthode a été mise en place pour l'évaluation des impacts sur l'environnement attribuables au projet.

Cette méthode a été appliquée systématiquement pour la rédaction de tous les dossiers successifs présentés aux autorités pour l'obtention des autorisations d'exploiter, et ce depuis le premier dossier soumis en 1997.

Cette utilisation systématique permet de suivre l'évolution des niveaux d'impacts résiduels du projet intégrant les mesures d'atténuation qui sont mises en place par VNC tout au long de la vie du projet.

La démarche appliquée, qui est décrite ci-après, répond aux meilleures pratiques internationales en la matière pour la discrimination des différents types et niveaux d'impacts.

Avant de décrire cette méthodologie, une définition de la nature des effets est rappelée ainsi qu'une synthèse des outils existants d'évaluation des effets.

Les effets du projet Lucy seront analysés en tenant compte des mesures d'atténuation mises en œuvre. Ils seront donc dénommés « effets résiduels » dans la suite de ce document et dans l'étude d'impact.

5.3.1. TYPES D'EFFETS RESIDUELS

Les effets résiduels du projet sur les EIE peuvent être négatifs ou positifs et appartenir aux catégories suivantes :

- **Les effets résiduels directs** sont directement attribuables au projet et traduisent les conséquences immédiates du projet sur l'environnement dans l'espace et dans le temps ;
- **Les effets résiduels indirects** résultent d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet résiduel direct. Ils peuvent concerner des territoires éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long mais leurs conséquences peuvent être aussi importantes que celles des effets résiduels directs ;
- **Les effets résiduels permanents** sont des effets inscrits dans la durée, dus au projet ou à son exploitation, qui se manifesteront tout au long de sa vie ;
- **Les effets résiduels temporaires** sont des effets limités dans le temps : ils disparaissent immédiatement après cessation de la cause, ou leur intensité peut s'atténuer progressivement jusqu'à disparaître.

A ces notions, s'ajoutent celles de **réversibilité** ou **d'irréversibilité** des effets des aménagements ou des activités sur les composantes de l'environnement. Un effet résiduel est réversible si les conséquences sur la composante affectée ne sont pas définitives et qu'une résilience peut s'opérer. Un effet résiduel est irréversible si, au contraire, l'effet subsiste au cours du temps après cessation de la cause l'ayant généré.

Les effets résiduels cumulatifs sont le résultat du cumul et de l'interaction de plusieurs effets résiduels directs ou indirects générés par un même projet ou par des projets distincts, dans le

temps et l'espace, et pouvant conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux.

5.4. OUTILS UTILISES POUR CARACTERISER LES EFFETS

De nombreux outils existent pour la caractérisation des effets environnementaux. Le choix d'un outil approprié est fonction de la nature des effets résiduels étudiés, de la disponibilité des données et de leur qualité, et enfin des conditions propres au projet (budget, temps imparti, équipe d'étude).

Les principaux outils utilisés comprennent des outils d'identification (nature, origine, étendue) et d'évaluation (quantification) des effets résiduels environnementaux. Ils peuvent être employés indépendamment ou en association.

5.4.1. AVIS DES EXPERTS

Les composantes de l'environnement étant de nature multiple et parfois complexe (interactions), il est souvent fait appel à une équipe pluridisciplinaire d'experts capables d'identifier et d'évaluer les effets résiduels environnementaux d'un projet. L'opinion des experts (organismes publics, locaux et régionaux, chercheurs, universités, consultants, etc.) est formulée sur la base de l'expérience acquise et de l'analyse des données à disposition. L'avis des experts intervient également dans le choix et l'utilisation des outils appropriés.

Par exemple, concernant les effets sur la biodiversité, les recommandations formulées par H. Léthier dans son rapport² constituent des pistes d'action empruntées par VNC pour mener une réflexion sur les méthodes d'évaluation des effets environnementaux, composant la démarche pour la conservation de la biodiversité.

5.4.2. MODELISATION

De nombreux outils de modélisation existent et permettent de reproduire tout ou partie du fonctionnement de systèmes, puis de prévoir les conséquences des modifications apportées par le projet à ces systèmes.

Ces outils sont notamment utilisés pour la poussière, le bruit, l'hydrologie, l'hydrogéologie et le milieu marin. Les méthodologies employées dans le cadre du projet Lucy sont présentées au sein du chapitre 6.

5.4.3. CARTOGRAPHIE ET SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

L'outil cartographique (cartes, système d'information géographique SIG) permet, par la préparation de cartes ou la superposition de couches présentant des informations complémentaires, d'identifier la répartition spatiale des effets résiduels, d'établir un état zéro des conditions environnementales initiales, d'apprécier les évolutions du projet dans le temps et de cerner les zones particulièrement sensibles ou affectées.

² LETHIER, H, 2010 – Evaluation du coût des impacts résiduels du complexe industriel et minier de VNC. Rapport d'études et éléments de plan d'action, EMC2I/province Sud, 44 pages + annexes.

En 2011, Bluecham a été mandaté pour la réalisation de la cartographie des grandes classes d'occupation du sol. VNC souhaitait ainsi intégrer ces nouvelles données dans son Système d'Information Géographique. VNC en disposerait comme d'un nouvel outil préliminaire d'aide à la décision et d'une base de données à fournir aux autorités dans le cadre de ses activités. Le point zéro de la végétation en 2011 avait pour objectif d'identifier et de cartographier au 1/2500^{ème} les éléments d'occupation du sol par télédétection à partir de la couverture GeoEye-1 acquise par VNC en juin 2011. Ce travail de cartographie s'est appuyé sur la typologie définie par l'IRD en 2003 pour la cartographie des maquis de basse altitude en 2003.

En 2012, Bluecham a été mandaté pour actualiser et poursuivre la cartographie des grandes classes d'occupation du sol et la méthodologie a été révisée en collaboration avec les experts botanistes de VNC afin d'optimiser cette outil d'analyse et d'adapter la classification aux réalités du paysage du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Ce travail de cartographie des grandes classes d'occupation du sol a été élargi à l'ensemble des concessions VNC (concession de Tiebaghi incluse).

5.4.4. MATRICES

Les matrices sont généralement présentées sous la forme de tableaux. Elles peuvent être utilisées pour identifier les effets résiduels directs sur les composantes de l'environnement, et leur exploitation peut être étendue aux effets résiduels indirects et cumulatifs (interactions) entre différentes composantes environnementales. Les matrices ne permettent pas de quantifier les effets résiduels, mais de les pondérer sur la base de critères tels que la durée, l'étendue et l'intensité.

5.4.5. AUTRES OUTILS

Il existe d'autres outils utilisés pour l'évaluation d'impact qui peuvent faire appel à des sondages et questionnaires, l'utilisation de listes de référence (checklists), des comparaisons de résultats de mesures avec des valeurs guides ou recommandées lorsqu'elles existent et qui sont issues des différentes sources suivantes :

- les valeurs guides, les normes et les recommandations généralement établies par les organisations nationales et internationales ;
- les critères réglementaires (locaux, nationaux et éventuellement internationaux) qui établissent les seuils admissibles d'émission ou de rejet par activité ou les concentrations acceptables qu'un milieu peut supporter.

5.4.6. IDENTIFICATION DE L'IMPORTANCE DE L'IMPACT

La méthode proposée pour évaluer, de manière objective, les effets résiduels du projet VNC sur l'environnement et la biodiversité, procède d'une suite rigoureuse et logique d'étapes. Ainsi, chaque EIE préalablement identifié sera traité selon les étapes définies ci-dessous.

La méthode retenue pour l'identification des impacts potentiels du projet Lucy est basée sur l'appréciation du niveau d'impact prévisible du projet sur les thématiques de l'environnement.

L'analyse porte sur l'évaluation des impacts résiduels c'est-à-dire des effets environnementaux qui devraient subsister après l'application des mesures d'atténuation présentées.

L'élaboration de la matrice de définition de l'importance de l'impact résiduel a été précédée par la définition des niveaux d'enjeux à l'issue de l'analyse de l'état initial (voir le volet D2).

Comme indiqué précédemment, la méthodologie de définition des impacts est présentée en détail dans le volet D3.

L'importance de l'impact résiduel est définie à partir de trois critères :

- l'intensité de l'impact ;
- l'étendue de l'impact ;
- la durée pour chaque impact négatif.

Ces critères sont ceux communément employés pour la caractérisation du niveau d'impact ou de son « importance ». Ce sont également les critères qui ont été employés habituellement par VNC dans le cadre de ses études notamment dans la méthodologie du dossier de Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière.

Le processus d'évaluation des impacts résiduels est schématisé dans la figure ci-après.

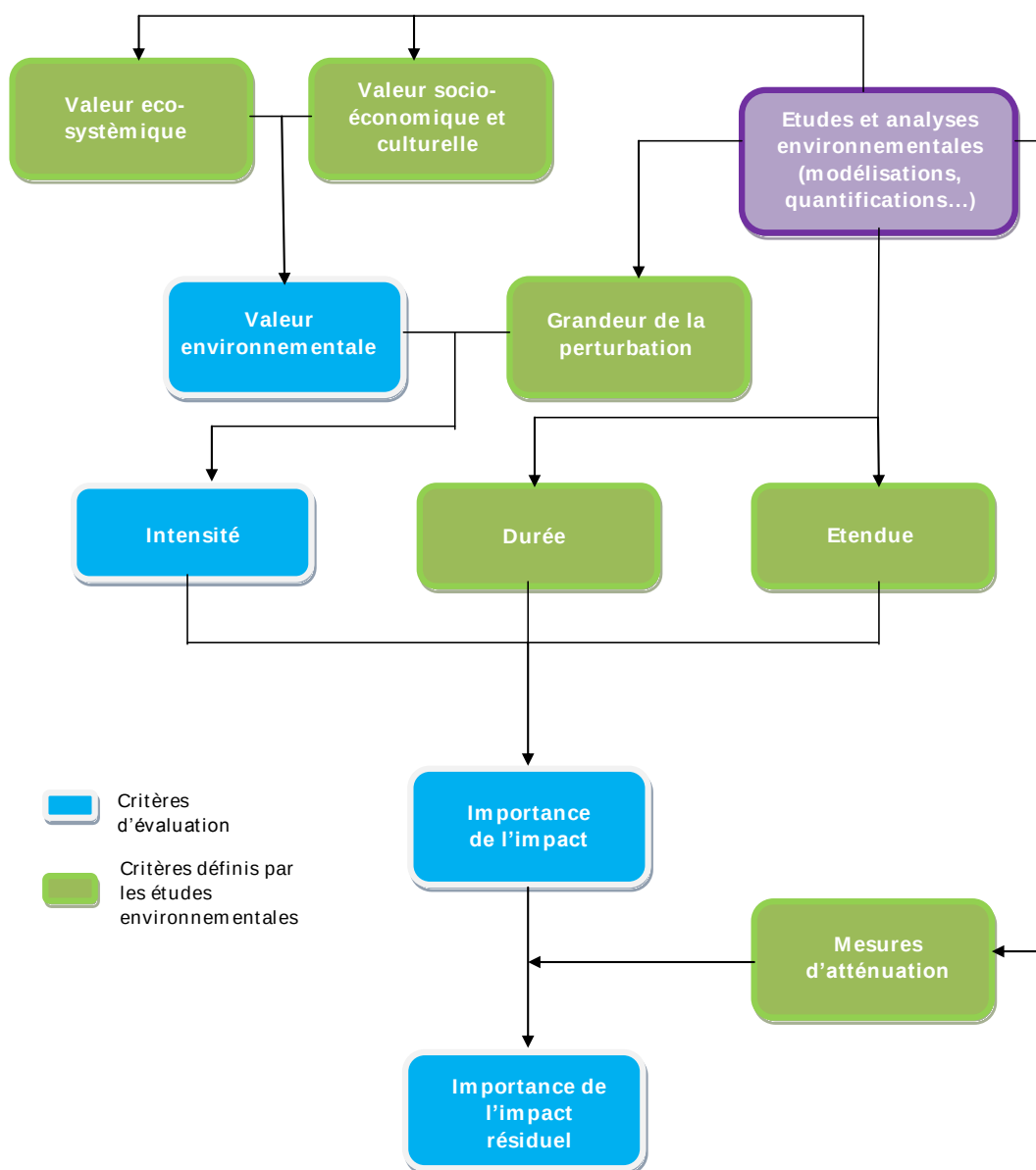


Figure 5. Processus d'évaluation des impacts résiduels

5.4.7. INTENSITE DE L'IMPACT RESIDUEL

L'intensité de l'impact est définie par le croisement de la **sévérité** de la perturbation et **des enjeux** accordés à chaque composante environnementale ou socio-économique.

L'intensité, de l'effet résiduel est le résultat du croisement entre la « sévérité » de la perturbation et l'enjeu accordée à l'EIE.

La sévérité de la perturbation est évaluée à partir des résultats des modélisations numériques ou physiques, de la cartographie ou par analogie à partir de l'expérience et de la pratique des experts. Elle prend en compte les mesures d'atténuation mises en place par VNC pour limiter, réduire ou maîtriser les effets écologiques néfastes du projet. La grandeur est comparée à des critères de référence bien définis, et les difficultés éventuelles rencontrées pour les apprécier sont précisées.

La sévérité de la perturbation est définie selon trois niveaux :

Tableau 10. Définition de la sévérité de l'impact

Niveau		Définition
3	Faible	Lorsque la perturbation altère faiblement la composante mais ne modifie pas véritablement sa qualité, sa répartition générale ou son utilisation dans le milieu.
2	Moyenne	Lorsque la perturbation modifie la composante touchée sans mettre en cause son intégrité ou son utilisation ou entraîne une modification limitée de sa répartition générale dans le milieu.
1	Forte	Lorsque la perturbation détruit la composante, met en cause son intégrité ou entraîne un changement majeur de sa répartition ou de son utilisation dans le milieu.

Le croisement de la sévérité de la perturbation avec les niveaux d'enjeu des composantes environnementales permet d'obtenir des niveaux d'intensité de l'impact comme décrit dans le tableau ci-dessous.

La définition des enjeux est présentée au chapitre 4 du présent volet. La valeur de l'EIE tient compte de :

- **Son caractère écosystémique**³, caractérisant son rôle ou sa fonction dans l'écosystème ou les chaînes alimentaires, sa rareté, sa vulnérabilité, son statut de protection attribué par la société, etc. et ses relations avec les autres milieux ;

³ Le caractère écosystémique : la valeur écologique doit être objectivée (dans une finalité de quantification qui est une préoccupation internationale forte) et elle se réfère aux listes de l'UICN et à des référentiels tels que le CITES, la FAO, le code de l'environnement de la province Sud, etc. La vulnérabilité du taxon ou de l'habitat considérés, son abondance dans toute la région et sur la zone d'évaluation, ses tendances évolutives, son degré de protection, ses possibilités de reproduction assistée, son rôle fonctionnel dans la limite des connaissances, son micro-endémisme, sa valeur marchande, etc. sont des critères qui sont pris en considération pour évaluer la valeur écologique d'une espèce ou d'un habitat. Les rôles d'un taxon (ou d'un milieu) dans la fonctionnalité des écosystèmes et leur pérennisation évolutive, sont difficiles à appréhender malgré les efforts d'études. En fonction de l'évolution de ces connaissances et des écosystèmes de la région, la valeur d'une espèce (ou d'un habitat) peut être réévaluée.

- **Son caractère socio-économique et culturel⁴**, attribué par la société (populations, organisations, autorités, etc.).

La caractérisation de l'intensité de l'effet résiduel résulte du croisement de la sévérité de la perturbation et de l'enjeu. Sur la base de la matrice ci-après, l'intensité est jugée faible, moyenne ou forte.

Tableau 11. Définition de l'intensité de l'impact

Intensité de l'impact		Enjeu		
		Faible	Moyen	fort
Sévérité	Faible	1 - Faible	1 - Faible	2 - Moyenne
	Moyenne	1 - Faible	2 - Moyenne	3 - Forte
	forte	2 - Moyenne	3 - Forte	3 - Forte

5.4.8. ETENDUE DE L'IMPACT RESIDUEL

L'étendue de l'impact est définie comme la superficie touchée ou la proportion de la population affectée. Les différents niveaux qui seront appliqués dans le cadre de cette évaluation des impacts sont les suivants :

Tableau 12. Définition de l'étendue de l'impact

Niveau		Définition
3	Etendue régionale	Grand Sud calédonien
2	Etendue locale	Lorsque l'impact est ressenti sur une portion de la zone d'étude élargie ou de sa population
1	Etendue ponctuelle	Lorsque l'impact est ressenti dans un espace réduit et circonscrit ou par un faible nombre d'individus

Comme le montre le tableau ci-dessus, l'étendue de l'impact est directement liée à la définition de l'aire d'étude. L'étendue de l'impact dépend de la composante environnementale sensible impactée.

4 Le caractère socio-économique et culturel : la valeur patrimoniale ou culturelle d'un EIE n'est pas fondée sur une valeur chiffrable objective évidente, mais sur une valeur parfois historique et mythique. Les consultations des populations, notamment sur des éléments emblématiques importants, permettent d'identifier de nombreux EIE de valeur patrimoniale.

5.4.1. DUREE DE L'IMPACT RESIDUEL

La **durée de l'impact** renvoie à la période pendant laquelle les effets seront ressentis dans le milieu perturbé. C'est également le temps de résilience d'un milieu (soit du laps de temps nécessaire à un écosystème pour récupérer son état originel suite aux perturbations), qui peut permettre de quantifier la durée d'une perturbation. Cependant, selon les milieux (terrestre, forestier, d'eau douce...) et selon les espèces considérées, les temps de résilience seront différents. L'estimation de la durée des effets est variable selon l'effet évalué.

Trois durées ont été considérées : longue, moyenne et courte. Pour les appréhender facilement elles sont comparées à la durée du projet :

Tableau 13. Définition de la durée de l'impact

Niveau		Définition
3	Longue	Lorsque l'impact est ressenti de façon continue ou discontinue sur une période excédant la durée de vie du projet quelle que soit la rapidité de résilience du milieu à la fin de la perturbation.
2	Moyenne	Lorsque l'impact est ressenti de façon continue ou discontinue sur une période inférieure ou égale à la durée de vie du projet.
1	Courte	Lorsque l'impact résiduel est ressenti de façon temporaire d'une manière continue ou discontinue pendant les phases de travaux, d'exploitation ou de remise en état. Une durée courte implique une capacité de résilience de la composante environnementale à la fin de la perturbation.

5.4.2. IMPORTANCE DE L'IMPACT RESIDUEL

Une fois l'intensité, l'étendue et la durée définies, l'importance de l'impact peut être déterminée. La cotation de l'importance de l'impact positif ou négatif est en quatre niveaux : majeure, modérée, mineure, non significatif.

Tableau 14. Niveaux d'importance de l'impact négatif ou positif

Majeure
Modérée
Mineure
Impact non significatif

Tableau 15. Définition de l'importance de l'impact négatif ou positif

Intensité	Critère		Importance
	Etendue	Durée	
Forte	Régionale	Longue	Majeure
		Moyenne	Majeure
		Courte	Majeure
	Locale	Longue	Majeure
		Moyenne	Modérée
		Courte	Modérée
	Ponctuelle	Longue	Majeure
		Moyenne	Modérée
		Courte	Mineure
Moyenne	Régionale	Longue	Majeure
		Moyenne	Modérée
		Courte	Modérée
	Locale	Longue	Modérée
		Moyenne	Modérée
		Courte	Mineure
	Ponctuelle	Longue	Modérée
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure
Faible	Régionale	Longue	Modérée
		Moyenne	Modérée
		Courte	Mineure
	Locale	Longue	Modérée
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure
	Ponctuelle	Longue	Mineure
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure

6 METHODOLOGIES D'ANALYSE DES IMPACTS SPECIFIQUES

6.1. MODELISATION DE LA DISPERSION DE POUSSIÈRES

Le présent chapitre concerne l'évaluation, par modélisation, de l'impact de la dispersion de poussières liée aux activités futures du projet Lucy comprenant l'unité d'assèchement dite « DWP2 », le parc à résidus asséchés de la KO2 et leurs installations annexes, ainsi que la vérification du respect des seuils réglementaires des niveaux de poussières dans l'atmosphère.

6.1.1. METHODOLOGIE

Le présent chapitre vise la quantification, grâce à la modélisation, des concentrations de poussières dues aux activités liées à l'exploitation de l'unité d'assèchement de résidus DWP2, ainsi que la gestion du parc à résidus associé. L'influence des émissions de poussières des activités existantes en proximité pourra être intégrée dans les résultats de modélisation dans un second temps, à travers les mesures de stations de suivi de la qualité de l'air in-situ.

Les résidus asséchés produits par l'unité DWP2 (teneur en humidité de 27%) seront acheminés essentiellement par convoyeurs jusqu'à la zone de chargement des camions puis par camions dans le parc à résidus (en amont ou en aval de la berme) où ils seront ensuite compactés.

Au vu de la configuration et de la répartition temporelle des transferts de résidus asséchés (voir notamment la description des phases 1 et 2 au sein du livret B relatif à la description du projet), quatre cas ont été considérés sur la durée de vie du projet :

- **Etat 1 - 2016 – Janvier 2019 : DWP1/construction DWP2** : durant cette phase, l'usine de démonstration DWP1 produira des résidus et ceux-ci seront disposés dans le parc à résidus de la Kwé Ouest, sur la partie sud-ouest du parc. Cet état ne sera pas étudié dans la suite de cette étude.
- **Etat 2 - Janvier 2019 – 2022 : Phase 1 - Route Nord** : durant cette phase, les résidus seront acheminés de la zone de chargement des camions située sous le convoyeur 135-CVB-001 (via les trémies « Kamengo » 135-FEM-001/002) par la route passant au nord du parc à résidus (actuelle route d'accès à la mine)

pour la partie amont, ou directement vers le parc en aval de la berme. Lors des opérations de vidage de la zone de stockage tampon par temps de pluie du résidu asséché, les camions emprunteront le chemin d'accès au parc en aval de la berme.

La figure suivante présente la localisation des routes et convoyeurs pour l'état 2 (année 2020).

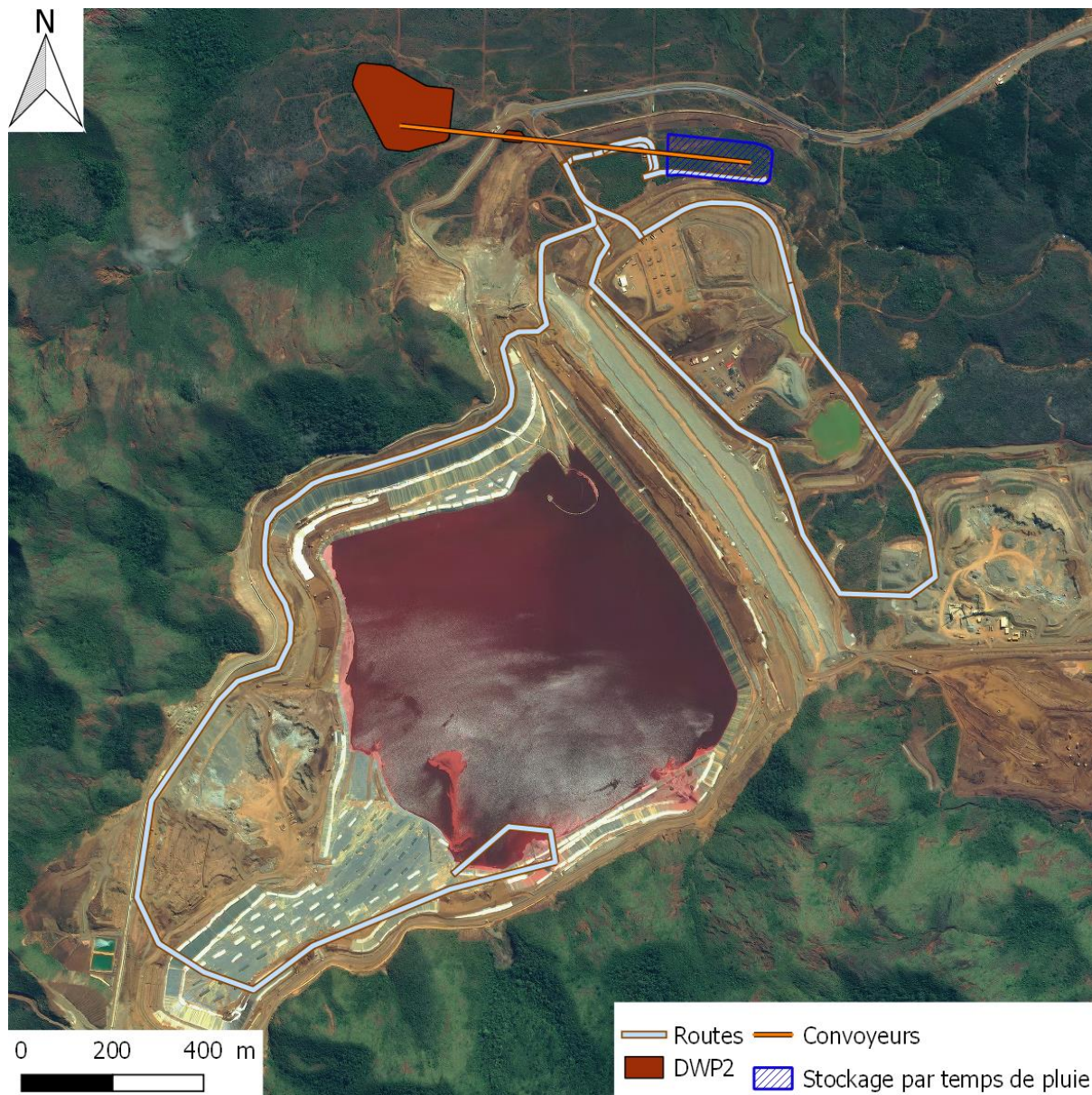


Figure 6. Situation du projet et des différentes unités – Année 2020 – Etat 2

- **Etat 3 - 2022 – 2026 : Phase 1 - Route Est+Sud** : durant cette phase, les résidus seront acheminés de la zone de ravitaillement des camions située sous le convoyeur 135-CVB-001 (via les trémies « Kamengo » 135-FEM-001/002) par la route passant sur la berme pour le parc de résidus amont, ou directement vers le parc en aval de la berme. Lors des opérations de vidage du stock tampon, les camions emprunteront le chemin d'accès au parc en aval de la berme.

La figure suivante présente la localisation des routes et convoyeurs pour l'état 2 (année 2022).

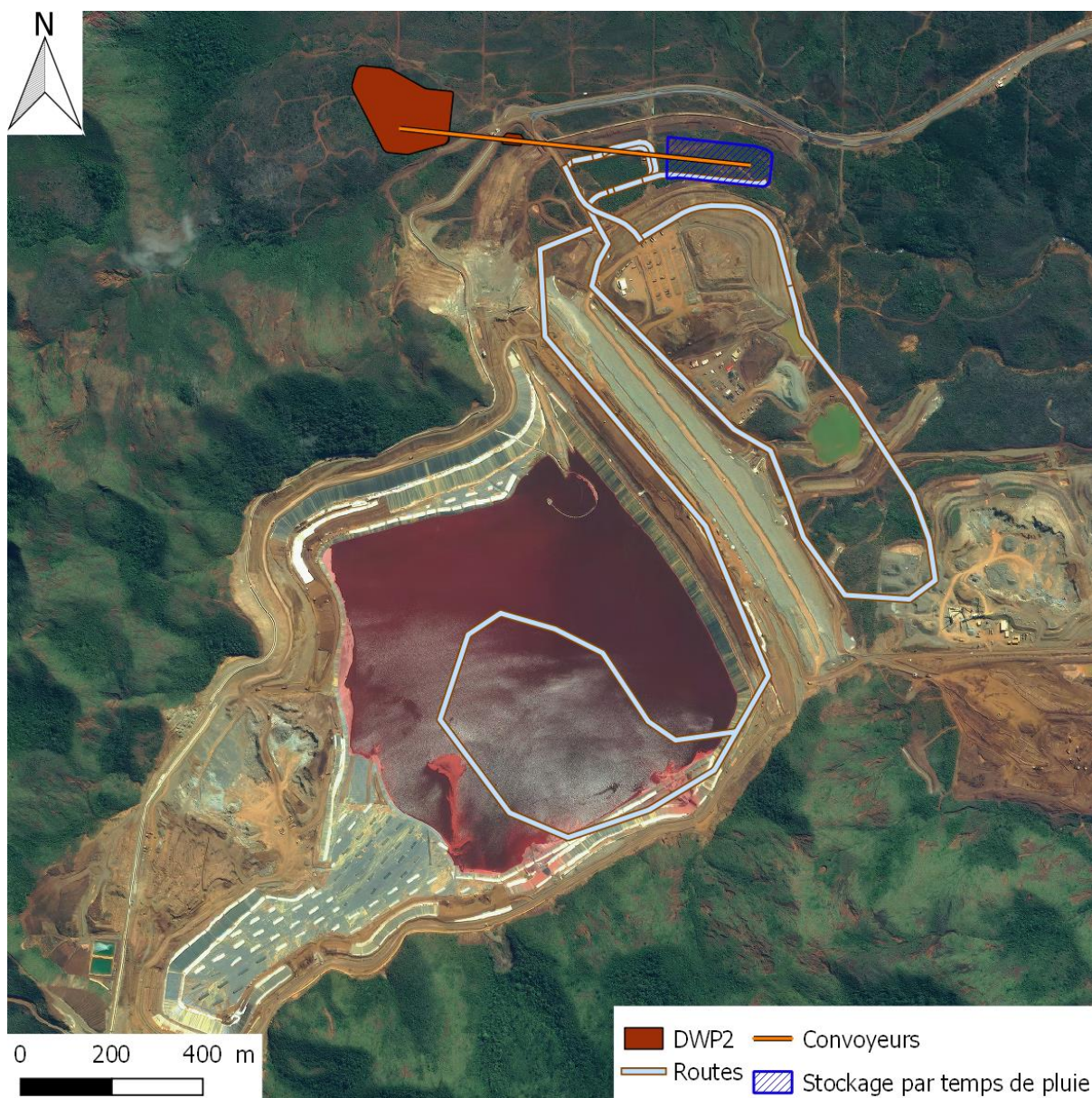


Figure 7. Situation du projet et des différentes unités – Année 2022 – Etat 3

- **Etat 4 – 2026 – 2044 : Phase 2 – convoyeurs** : durant cette phase, les résidus seront acheminés de la zone de ravitaillement des camions située sous le convoyeur 135-CVB-013 (installé pour la phase 2) alimenté par les convoyeurs provenant de l'unité DWP2 ainsi que par le convoyeur issu du stock tampon (via les trémies « Kamengo » 135-FEM-010/011) vers le stockage de résidus amont. Le stockage de résidus en aval de la berme sera quant à lui achevé.

La figure suivante présente la localisation des routes et convoyeurs pour l'état 4 (année 2036).

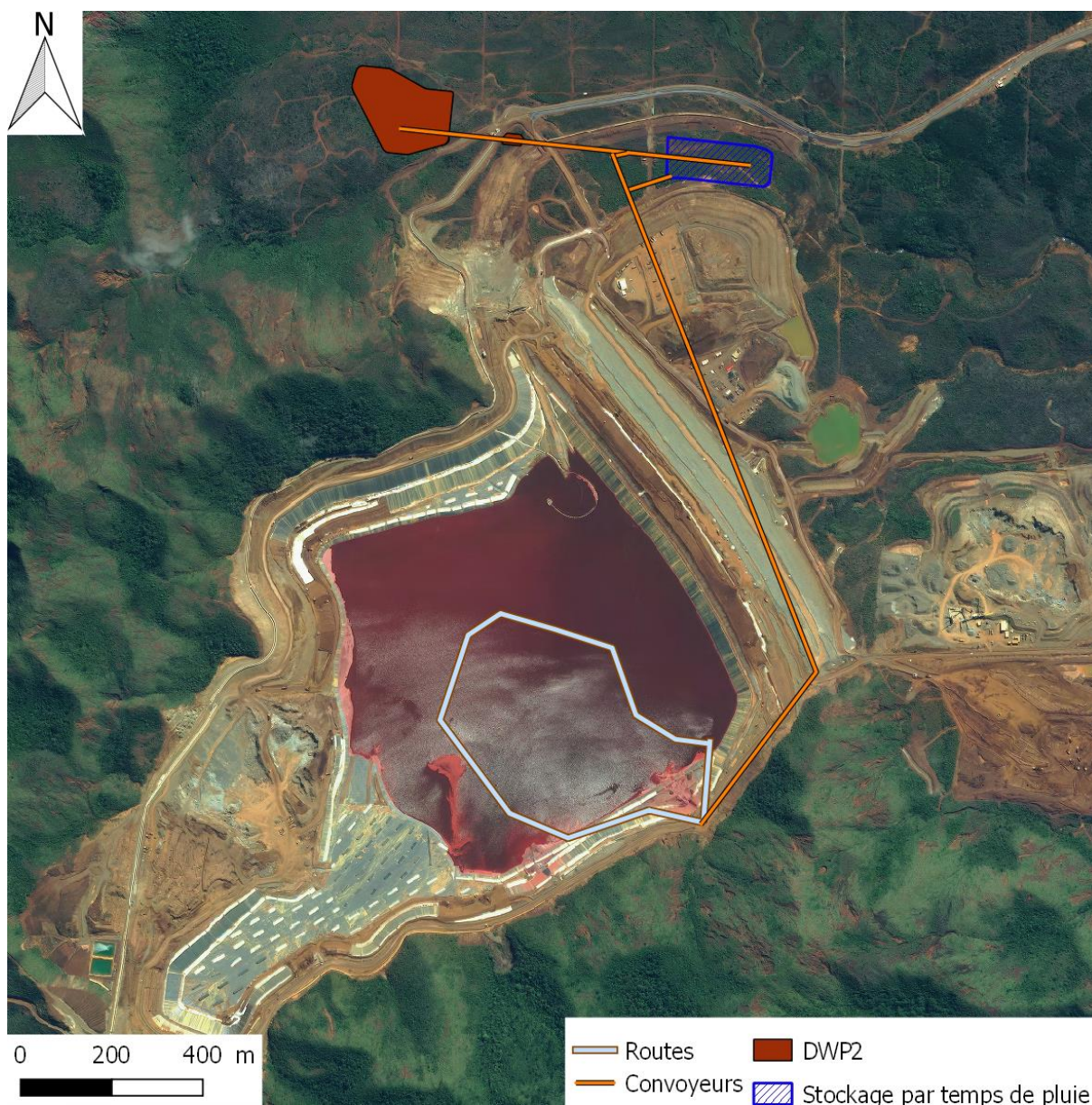


Figure 8. Situation du projet et des différentes routes – Année 2036 – Etat 4

Pour la caractérisation des parcs de résidus asséchés amont et aval, les données suivantes d'altitude, de surfaces et de volumes, fournies dans le tableau ci-après pour les différents états sont celles utilisées pour bâtir le modèle de la présente étude.

Tableau 16. Description des parcs à résidus amont et aval

Etat	Année	Amont			Aval		
		Altitude (m)	Surface (m2)	Volume (m3)	Altitude (m)	Surface (m2)	Volume (m3)
Etat 1	1	215,100	950 200	22 525 700	176,600	239 500	2 221 300
	2	218,700	1 031 400	29 409 600	184,200	307 200	3 668 400
Etat 2	3	222,200	1 101 800	33 121 700	191,000	373 200	5 054 300
	4	225,300	1 142 200	36 601 200	197,700	438 000	6 673 894

Etat	Année	Amont			Aval		
		Altitude (m)	Surface (m2)	Volume (m3)	Altitude (m)	Surface (m2)	Volume (m3)
	6	233,300	1 380 800	46 394 200	215,400	549 800	10 329 800
Etat 3	10	244,700	1 519 800	61 413 100	231,000	574 500	12 588 900
Etat 4	15	266,600	1 644 800	86 860 200	231,000	574 500	12 588 900
	20	293,100	1 725 000	111 397 200	231,000	574 500	12 588 900
	25	310,000	1 765 900	121 893 400	231,000	574 500	12 588 900

La qualification et la quantification des émissions et la modélisation ont par conséquent été effectuées pour les états 2 à 4. Trois scénarios ont été envisagés :

- Etat 2 (2020), avant la construction de la route en aval de la berme, passage par le nord ;
- Etat 3 (2022), utilisation de la route en aval de la berme par le sud-est ;
- Etat 4 (2036), après la construction des convoyeurs et la finalisation du stockage de résidus à l'aval.

Une estimation de la quantité de résidus asséchés produits par an est de 8 646 120 tonnes, soit 987 tonnes/heure (taux supposé constant sur l'ensemble des années d'exploitation, pour 27% d'humidité). Des pics de production ponctuels à 1 158 t/h pourront être observés ; cependant, afin de ne pas surestimer les émissions, ce taux n'est pas retenu (lissage de la production sur chaque année).

6.1.2. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DE POUSSIÈRES SUR SITE

6.1.2.1. INTRODUCTION

Les principales sources de poussières sur le site, prises en compte dans le cadre de cette étude, sont :

- l'unité d'assèchement DWP2,
- le transport des résidus asséchés par convoyeurs,
- la circulation des tombereaux articulés sur les routes non revêtues,
- les opérations de chargement/déchargement des résidus asséchés et de stockage des matériaux en tas,
- l'érosion éolienne des zones de stockage,
- la circulation des engins de dépôt et de compactage des résidus sur les zones de stockage amont et aval (de la berme actuelle).

Dans le cadre d'une approche sécuritaire, l'arrosage des pistes et des tas, qui permet l'abattement des poussières, n'a pas été considéré dans la quantification des émissions du site, ce qui constitue bien sûr une hypothèse majorante.

En termes de granulométrie de poussière, les paramètres PM (*Particulate Matter*) quantifiés et modélisés par la suite dans la présente étude sont :

- les PM_{2,5} (particules d'une granulométrie telle que le diamètre maximal est de 2,5 µm),

- les PM10 (particules d'une granulométrie telle que le diamètre maximal est de 10 μm),
- les PM30, assimilées aux particules totales.

Dans une approche majorante vis-à-vis du caractère potentiellement dangereux des poussières de résidus, l'ensemble des émissions de particules (notamment les émissions de poussières provenant de la circulation des camions sur les routes non goudronnées) seront considérées comme des particules de résidus asséchées.

La caractérisation des émissions sera majoritairement basée sur des données bibliographiques avec l'utilisation de facteurs d'émissions provenant de rapports de l'US-EPA (Environmental Protection Agency) (US-EPA, 1995), validés et largement utilisés dans le domaine de l'industrie.

6.1.2.2. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DUES A L'UNITE DWP2

Les émissions de poussières associées aux opérations de transfert de floculant dans les bacs de floculation n'ont pas été quantifiées car leurs émissions sont négligeables par rapport à d'autres sources. De plus, les émissions associées aux opérations des filtres presses n'ont pas été quantifiées, ceux-ci étant placés dans des bâtiments fermés. Il a été par ailleurs confirmé par le constructeur de filtre-presses Bilfinger que compte tenu de la nature du résidu asséché (27%±3% d'humidité), les émissions liées au fonctionnement des filtres presses n'étaient pas pertinentes à prendre en compte (Errani, 2016).

6.1.2.3. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DUES AU TRANSPORT DE RESIDUS ASSECHES PAR CONVOYEUR

Les émissions de poussières associées aux opérations de transfert de résidus asséchés par convoyeurs (135-CVB-001/002/003 pour l'ensemble des états et 135-CVB-010/011/012/013/014 pour l'état 4) n'ont pas été quantifiées car ceux-ci sont couverts, et leurs émissions sont donc drastiquement limitées.

6.1.2.4. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DUES A LA CIRCULATION DES TOMBEREAUX

Les émissions de poussières dues à la circulation des tombereaux sur les routes non revêtues concernent les voies entre les zones de chargement des camions et les zones de stockage de résidus asséchés, ainsi qu'entre le stockage tampon par temps de pluie de résidus asséchés et les zones de stockage amont et aval, soit :

- circulation de la zone de chargement des camions de la phase 1 par la route Nord (actuelle route d'accès à la mine) vers le stockage amont (état 2) ;
- circulation de la zone de chargement des camions de la phase 1 vers le stockage aval (états 2 et 3);
- circulation de la zone de stockage tampon par temps de pluie vers le stockage aval (états 2 et 3);
- circulation de la zone de chargement des camions de la phase 1 par la route en aval de la berme vers le stockage amont (état 3) ;
- circulation de la zone de chargement des camions de la phase 2 par la route en aval de la berme vers le stockage amont (état 4).

Dans cette section, la circulation des tombereaux sur les parcs de stockage de résidus asséchés (entre la route et le lieu de dépôt des résidus) a également été prise en compte.

Ce trafic routier n'impactera pas les voies publiques adjacentes.

Nota : la nouvelle route d'accès à la mine ne fait pas partie de cette étude.

Hypothèses de calcul

Le facteur d'émission (E) concernant l'émission de poussières liée à des routes non pavées est donné par le rapport de l'US-EPA (Environmental Protection Agency) : « AP-42, Unpaved Roads section 13.2.2 », mis à jour en Novembre 2006 (US-EPA, 2006) :

$$E = 281,9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^a \left(\frac{W}{3}\right)^b \left[\frac{(365 - P)}{P}\right]$$

avec :

E = facteur d'émission lié au trafic de camions (g/km) ;

k, a, b = constantes empiriques dépendant de la taille des poussières émises ;

s = teneur en limon, en % ;

W = poids des véhicules (tonnes) ;

P = nombre de jour de pluie par an.

Constantes empiriques

Les constantes empiriques sont données dans le tableau ci-dessous pour les PM10, les PM2,5 et les PM30 (US-EPA, 2006).

Tableau 17. Valeurs des constantes empiriques, en fonction de la taille des particules

Type de particule	k	a	b
PM10	1,5	0,9	0,45
PM2,5	0,15	0,9	0,45
PM30-PMT	4,9	0,7	0,45

Teneur en limon

L'hypothèse retenue et validée pour la teneur en limon (matériaux fins de moins de 0.075 mm de diamètre) des routes du site du parc de résidus secs est de 10% (Ginty, 2016). Cette valeur est en accord avec les propositions de l'US-EPA pour les routes de carrières (US-EPA, 2006).

Poids des véhicules

Le poids des camions de transport de résidus selon les données des constructeurs est donné ci-dessous (HATCH - H350607-4000-240-206-0013):

Tombereaux articulés (40 tonnes) modèle CAT 740B – plateau modifié:

- Poids à vide : 33,1 t ;
- Poids à pleine charge : 72,6 t ;

- Moyenne prise pour les calculs : 52,85 t.

Nombre de jours de pluie par an

Il a été considéré une moyenne de 25% de jours de pluie (plus de 5 mm de précipitations dans la journée) par an, soit 92 jours (HATCH - H350607-1300-228-030-0001, 2016; Bodley A. , 2016).

Facteurs d'émission

Les facteurs d'émissions E, pour chaque type de particules pour les tombereaux articulés CAT740, sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18. Facteur d'émission (en g/km) pour circulation sur les routes non revêtues

Type de particules	Facteur d'émission pour les CAT740 (en g/km)
PM10	15,511
PM2.5	1,551
PM30-PMT	132,005

Distances parcourues

Les hypothèses pour le calcul du nombre d'aller-retour sont les suivantes :

- **Temps de pluie** : 25% du temps, les conditions météorologiques ne permettent pas le remplissage direct du parc de stockage des résidus (temps assimilé aux jours de pluie, soit plus de 5 mm de précipitations par jour). Les résidus asséchés provenant de l'unité DWP2 sont envoyés directement par convoyeur au stock tampon (capacité maximale 6 jours), aucune circulation de camions n'est à retenir dans ce cas.
- **Régime de base** : 50% du temps, les résidus asséchés sont transférés par camions depuis les zones de chargement sous les convoyeurs vers le parc de stockage des résidus (zones amont et aval) :
 - Etat 1 – pas de camions ;
 - Etat 2 - 29 cycles par heure (HATCH - H350607-4000-240-202-0002), 24h/24, 70% vers l'amont par la route Nord et 30% vers l'aval (HATCH - H350607-1000-228-202-0005) ;
 - Etat 3 - 29 cycles par heure, 24h/24, 70% vers l'amont par la route de la berme - parties sud et est) et 30 % vers l'aval ;
 - Etat 4 - 29 cycles par heure, 24h/24, 100% vers l'amont par la route de la berme (partie sud).
- **Régime de base + vidage du stock tampon constitué en temps de pluie** : 25% du temps, les résidus asséchés sont transférés par camions depuis les zones de chargement sous les convoyeurs vers le parc de stockage des résidus (amont et aval) (cf. point précédent). A ces transferts sont ajoutés 29 cycles par heures, 24h/24 entre le stock tampon et le parc à résidus (partie aval pour les états 2 et 3, partie amont pour l'état 4).

En appliquant ces hypothèses, le nombre d'aller/retour (cycles) par an des tombereaux articulés suivant la destination est donné dans le tableau ci-dessous.

Tableau 19. Nombre d'aller/retour, par an, en fonction de la destination

Etat	Description des transferts	Cycles/ heures	% temps	Répartition		Cycles / an	
				Amont	Aval	Amont	Aval
Etat 1	Pas de transfert par camion (DWP2)	0	100%	0	0	0	0
Etat 2	Pas de transfert par camion	0	25%	0	0	0	0
	Transfert depuis convoyeur 135-CVB-001	29	50%	70%	30%	88 914	38 106
	Transfert depuis convoyeur 135-CVB-001	29	25%	70%	30%	44 457	19 053
	Vidage du stock tampon	29		0	100%	0	63 510
Etat 3	Pas de transfert par camion	0	25%	0	0	0	0
	Transfert depuis convoyeur 135-CVB-001	29	50%	70%	30%	88 914	38 106
	Transfert depuis convoyeur 135-CVB-001	29	25%	70%	30%	44 457	19 053
	Vidage du stock tampon	29		0	100%	0	63 510
Etat 4	Pas de transfert par camion	0	25%	0	0	0	0
	Transfert depuis convoyeur 135-CVB-013	29	50%	100%	0%	127 020	0
	Transfert depuis convoyeur 135-CVB-013	29	25%	100%	0%	63 510	0
	Vidage du stock tampon	29		100%	0%	63 510	0

La distance d'un aller-retour selon la destination est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20. Distance des allers-retours selon le parcours

	Parcours	Observations	Distance parcourue (km)
A	Zone de chargement DWP2 Phase 1 – stockage amont (route Nord)	5,2 km par la route Nord 1 km aller/retour dans le parc amont	6,2
B	Zone de chargement DWP2 Phase 1 – stockage amont (route est + sud)	3,4 km par la route sud/est 1 km aller/retour dans le parc amont	4,4
C	Zone de chargement DWP2 Phase 1 – stockage aval	2,2 km par la route 1 km aller/retour dans le parc aval	3,2
D	Zone de chargement DWP2 Phase 2 – stockage amont	0,8 km par la route sud 1 km aller/retour dans le parc amont	1,8
E	Stockage par temps de pluie – parc aval	2,2 km par la route + 0,6 km depuis le stockage par temps de pluie 1 km aller/retour dans le parc aval	3,8

Le stockage tampon par temps de pluie sera utilisé tout au long de la durée de vie du site. Cependant, le transport par tombereaux sera effectué vers le parc aval seulement pour les états 2 et 3. Une fois le parc aval terminé (à la fin de l'état 3), les résidus asséchés seront acheminés par convoyeur couvert jusqu'à la zone de chargement des camions de la phase 2 du projet (parcours D).

Emissions annuelles

Les émissions annuelles (en kg/an) dues à la circulation des tombereaux de transport de résidus asséchés sont présentées dans le tableau ci-après, selon la destination et l'année.

Le total des émissions sur la durée de vie de l'installation (en kg) est également précisé.

Tableau 21. Emissions de PM10 dues à la circulation des tombereaux articulés de 40 tonnes

En kg/an	A - Phase 1 – amont (nord)	B - Phase 1 – amont (est/sud)	C - Phase 1 –aval	D –Phase 2 – amont	E - Stockage pluie – aval
Etat 1	0	0	0	0	0
Etat 2	12 826	0	2 837	0	3 743
Etat 3	0	9 103	2 837	0	3 743
Etat 4	0	0	0	7 093	0
Total pendant la durée de l'exploitation (kg)	51 305	36 410	22 697	99 301	29 948

Tableau 22. Emissions de PM2,5 dues à la circulation des tombereaux articulés de 40 tonnes

En kg/an	A - Phase 1 – amont (nord)	B - Phase 1 – amont (est/sud)	C - Phase 1 –aval	D –Phase 2 – amont	E - Stockage pluie – aval
Etat 1	0	0	0	0	0
Etat 2	1 283	0	284	0	374
Etat 3	0	910	284	0	374
Etat 4	0	0	0	709	0
Total pendant la durée de l'exploitation (kg)	5 131	3 641	2 270	9 930	2 995

Tableau 23. Emissions de PM30 dues à la circulation des tombereaux articulés de 40 tonnes

En kg/an	A - Phase 1 – amont (nord)	B - Phase 1 – amont (est/sud)	C - Phase 1 – aval	D –Phase 2 – amont	E - Stockage pluie – aval
Etat 1	0	0	0	0	0
Etat 2	109 155	0	24 145	0	31 858
Etat 3	0	77 465	24 145	0	31 858

En kg/an	A - Phase 1 – amont (nord)	B - Phase 1 – amont (est/sud)	C - Phase 1 – aval	D –Phase 2 – amont	E - Stockage pluie – aval
Etat 4	0	0	0	60 362	0
Total pendant la durée de l'exploitation (kg)	436 621	309 860	193 159	845 072	254 863

6.1.2.5. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DUES AUX CHARGEMENTS ET DECHARGEMENT DES TOMBEREAUX ET DU STOCKAGE DES MATERIAUX

Hypothèses de calcul

Le facteur d'émission E lié aux activités de stockage, manipulation, chargement et déchargement des matériaux est donné par le rapport de l'US-EPA : « AP-42, Aggregate Handling and Storage Piles section 13.2.4 », mis à jour de novembre 2006 (US-EPA, 2006):

$$E = 0,0016 \times k \times \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Avec :

E = facteur d'émission lié à la manipulation de produit pulvérulent (kg/t) ;

k = facteur dépendant de la taille des particules considérées ;

U = vitesse moyenne du vent sur le site (m/s) ;

M = humidité du produit manipulé (%) ;

Constantes empiriques

La valeur de k préconisée par le rapport de l'US-EPA est de 0,35 pour les PM10, de 0,053 pour les PM2,5 et de 0,74 pour les PM30 (US-EPA, 2006).

Vitesse moyenne du vent

La vitesse moyenne du vent considérée sur le site est d'environ 3m/s.

Humidité du produit manipulé

Le pourcentage d'humidité considéré dans les résidus asséchés est de 27%(±3%) (Errani, 2016).

Facteurs d'émission

Les facteurs d'émission pour les différentes tailles de poussières de résidus sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 24. Facteurs d'émission pour les opérations de manipulation et de stockage de résidus secs

Type de particule	Facteur d'émission (kg/tonne)
PM10	0,013830214
PM2,5	0,00209429
PM30-PMT	0,029241024

Les activités de manipulation et de stockage des matériaux sont effectuées au niveau :

- De la zone de stockage par temps de pluie du résidu asséché : chargement des tombereaux articulés ou du convoyeur par les chargeuses
- Des parcs à résidus asséchés en amont et aval de la berme : déchargement des tombereaux articulés

Cependant, les émissions dues aux manipulations dans la zone de stockage par temps de pluie du résidu asséché ne sont pas prises en compte à ce niveau. En effet, ce dernier étant couvert, les poussières resteront majoritairement confinées. Les quantités des matériaux traitées durant les périodes de pluie sont par la suite réparties sur les parcs amont et aval (70% amont et 30% aval durant les états 2 et 3 (HATCH - H350607-1000-228-202-0005) et 100% vers le parc amont durant l'état 4).

La quantité de matériaux manipulée par zone considérée est présentée ci-dessous.

Tableau 25. Quantité de matériaux manipulée, en tonnes, par zone et par état

Etat	Résidus asséchés (tonnes/an)		
	Stock Tampon	Amont	Aval
Etat 1	0	0	0
Etat 2	0	6 052 284	2 593 836
Etat 3	0	6 052 284	2 593 836
Etat 4	0	8 646 120	0
<i>Total pendant la durée de l'exploitation (tonnes)</i>	<i>0</i>	<i>169 463 952</i>	<i>20 750 688</i>

Emissions annuelles

Les émissions annuelles (en kg/an) pour chaque unité, ainsi que les émissions totales sur la durée de l'exploitation (en kg) sont données dans les tableaux ci-dessous, respectivement pour les PM10, les PM2,5 et les PM30 :

Tableau 26. Emissions de PM10 dues aux activités de manipulation et de stockage

Etat	Emissions de PM10 (kg/an)		
	Stock Tampon	Amont	Aval
Etat 1	0	0	0

Etat 2	0	83 704	35 873
Etat 3	0	83 704	35 873
Etat 4	0	119 578	0
<i>Total pendant la durée de l'exploitation (kg)</i>	0	2 343 723	286 986

Tableau 27. Emissions de PM2,5 dues aux activités de manipulation et de stockage

Etat	Emissions de PM2.5 (kg/an)		
	Stock Tampon	Amont	Aval
Etat 1	0	0	0
Etat 2	0	12 675	5 432
Etat 3	0	12 675	5 432
Etat 4	0	18 107	0
<i>Total pendant la durée de l'exploitation (kg)</i>	0	354 907	43 458

Tableau 28. Emissions de PM30 dues aux activités de manipulation et de stockage

Etat	Emissions de PM30 (kg/an)		
	Stock Tampon	Amont	Aval
Etat 1	0	0	0
Etat 2	0	176 975	75 846
Etat 3	0	176 975	75 846
Etat 4	0	252 821	0
<i>Total pendant la durée de l'exploitation (kg)</i>	0	4 955 299	606 771

6.1.2.6. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DUES A L'EROSION EOLIENNE

Les émissions de poussières peuvent également être générées par l'érosion éolienne sur les sites de stockage exposés aux vents. Dans le cadre de cette étude, il a été considéré que le stockage par temps de pluie n'était pas soumis à ce mécanisme, étant donné que ce dernier est couvert, et donc particulièrement bien protégé de l'action du vent.

Les parcs à résidus en amont et en aval de la berme actuelle ne sont pas couverts. Cependant, l'érosion éolienne n'a pas été considérée pour ces sites de stockage. En effet, les résidus

asséchés sont classés en « type 4 » pour les tests d'Emerson, ce qui signifie qu'ils sont totalement résistants à l'érosion (Bodley A. , 2016). Les résidus asséchés stockés ne sont pas complètement secs ($27\% \pm 3$ d'humidité), cette humidité augmente la cohésion des particules du sol, le rendant temporairement indisponible pour l'arrachage et le transport par l'érosion éolienne. De plus, la compaction des résidus augmentera la cohésion des particules, réduisant fortement le phénomène d'érosion éolienne.

Afin de ne pas sous-estimer les émissions de poussières des parcs à résidus, une étude conservatrice de la circulation des engins (hors tombereaux: compacteurs, niveleuses, excavatrices, tracteurs) sur les zones de stockage est cependant effectuée dans la section suivante.

6.1.2.7. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DUES A LA CIRCULATION DES ENGINS HORS TOMBEREAUX SUR LES PARCS A RESIDUS

Les émissions de poussières de résidus dues à la circulation des engins sur les parcs à résidus amont et aval sont étudiées ci-après. Pour rappel, les émissions de poussières de résidus dues à la circulation des tombereaux sur les parcs à résidus amont et aval ont été quantifiées précédemment.

Ce trafic routier n'impactera pas les voies publiques adjacentes.

Hypothèses de calcul

Le facteur d'émission (E) concernant l'émission de poussières de résidus liée au trafic d'engins sur les parcs à résidus est celui donnée par le rapport de l'US-EPA (Environmental Protection Agency) pour les routes non pavées : « AP-42, Unpaved Roads section 13.2.2 » de novembre 2006 (US-EPA, 2006) :

$$E = 281,9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^a \left(\frac{W}{3}\right)^b \left[\frac{(365 - P)}{P}\right]$$

Avec :

E = facteur d'émission lié au trafic d'engins (g/km) ;

k, a, b = constantes empiriques dépendant de la taille des poussières émises ;

s = teneur en limon, en % ;

W = poids des véhicules (tonnes) ;

P = nombre de jours de pluie par an.

Constantes empiriques

Les constantes empiriques sont données dans le tableau ci-dessous pour les PM10, les PM2,5 et les PM30 (particules totales).

Tableau 29. Valeurs des constantes empiriques, en fonction de la taille des particules

Constantes	k	a	b
PM10	1,5	0,9	0,45
PM2,5	0,15	0,9	0,45

PM30-PMT	4,9	0,7	0,45
-----------------	-----	-----	------

Teneur en limon

L'hypothèse retenue et validée pour la teneur en limon (matériaux fins de moins de 0.075 mm de diamètre) pour les parcs de résidus asséchés est de 96% (HATCH - H350607-1000-220-210-0001, 2016).

Poids des véhicules

Les poids des engins travaillant sur les parcs à résidus, selon les données des constructeurs, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 30. Caractéristiques des engins sur les parcs de stockage

Type d'engins	Quantité	Poids (t)
Niveleuse de type CAT 16M3	1	32,4
Compacteur pied de mouton CAT 825H	2	32,7
Camion asperseur CAT 740	2	38
Bulldozer CATD6	2	18
Bulldozer CATD8	1	80
Tracteur JD94070R	1	20,3
Excavateur CAT336D	1	39,7
Excavateur CAT324D	1	24,8
Compacteur cylindre vibrant CAT CS76	2	17,4

Nombre de jours de pluie par an

Il a été considéré une moyenne de 25% de jours de pluie par an, soit 92 jours (HATCH - H350607-1300-228-030-0001, 2016).

Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions E, pour chaque type de particules pour chaque type d'engins sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 31. Facteur d'émission (en g/km) pour circulation sur les routes non revêtues

Type d'engins	E en g/km PM10	E en g/km PM2,5	E en g/km PM30-PMT
Niveleuse de type CAT 16M3	95,29	9,53	515,89
Compacteur pied de mouton CAT 825H	95,69	9,57	518,03

Type d'engins	E en g/km PM10	E en g/km PM2,5	E en g/km PM30-PMT
Camion asperseur CAT 740	102,38	10,24	554,26
Bulldozer CATD6	73,15	7,31	395,99
Bulldozer CATD8	143,12	14,31	774,82
Tracteur JD94070R	77,21	7,72	418,01
Excavateur CAT336D	104,42	10,44	565,28
Excavateur CAT324D	84,49	8,45	457,42
Compacteur cylindre vibrant CAT CS76	72,04	7,20	389,99

Distances Parcourues

En l'absence de données suffisamment précises à ce stade sur la circulation des engins (hors tombereaux) au droit des zones de stockage, les hypothèses pour le calcul du nombre de kilomètres parcourus par ces derniers sont les suivantes :

- **Temps de pluie** : 25% du temps, les conditions météorologiques ne permettent pas le remplissage du parc de résidus. Les engins étudiés ici sont donc à l'arrêt.
- **Régime de base** : pendant 75% du temps :
 - L'ensemble des engins de compaction travaille uniquement de jour, de 6h à 18h, soit 12h de travail par jour par engin.
 - La vitesse considérée pour l'ensemble des engins est de 8km/h, soit celle des compacteurs CAT825 (HATCH - H350607-1000-22A-220-000X). Les distances parcourues par engin et par jour travaillé sont donc de $12 \times 8 = 96\text{km}$ (hypothèse considérée très conservative).
 - La répartition entre les zones de stockage amont et aval pour les états 1, 2 et 3 est de 70% pour l'amont et 30% pour l'aval (HATCH - H350607-1000-228-202-0005). Pour l'état 4, 100% des engins sont considérés à l'amont (la zone de stockage aval étant considérée comme terminée).

Le bilan des distances parcourues par les engins travaillant sur les zones de stockage de résidus est fourni ci-dessous avec les hypothèses précédentes.

Tableau 32. Nombre de kilomètres parcourus, par an, par type d'engin et par parc à résidus

Distance parcourue par type d'engin (km/an)	Etat 1		Etat 2		Etat 3		Etat 4	
	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Niveleuse de type CAT 16M3	0	0	18 396	7 884	18 396	7 884	26 280	0
Compacteur pied de mouton CAT 825H	0	0	36 792	15 768	36 792	15 768	52 560	0
Camion asperseur CAT740	0	0	36 792	15 768	36 792	15 768	52 560	0

Distance parcourue par type d'engin (km/an)	Etat 1		Etat 2		Etat 3		Etat 4	
	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Bulldozer CATD6	0	0	36 792	15 768	36 792	15 768	52 560	0
Bulldozer CATD8	0	0	18 396	7 884	18 396	7 884	26 280	0
Tracteur JD94070R	0	0	18 396	7 884	18 396	7 884	26 280	0
Excavateur CAT336D	0	0	18 396	7 884	18 396	7 884	26 280	0
Excavateur CAT324D	0	0	18 396	7 884	18 396	7 884	26 280	0
Compacteur cylindre vibrant CATCS76	0	0	36 792	15 768	36 792	15 768	52 560	0

Emissions annuelles

Les émissions annuelles (en kg/an) dues à la circulation des engins sur les parcs à résidus sont présentées dans le tableau ci-après, selon le lieu et l'année, pour les trois types de PM considérés.

Tableau 33. Emissions de poussières de résidus dues à la circulation sur les parcs à résidus

Etat	Parc	PM10 (kg/an)	PM2.5 (kg/an)	PM30 (kg/an)
Etat 1	Amont	0	0	0
	Aval	0	0	0
Etat 2	Amont	21 911	2 191	118 617
	Aval	9 390	939	50 836
Etat 3	Amont	21 911	2 191	118 617
	Aval	9 390	939	50 836
Etat 4	Amont	31 301	3 130	169 453
	Aval	0	0	0

6.1.2.8. RECAPITULATIF DES EMISSIONS DE POUSSIÈRES PAR UNITÉ

Le tableau ci-dessous présente les émissions de PM10, PM2,5 et PM30, en kg, sur la durée d'exploitation de l'unité DWP2 et du stockage de résidus asséchés, suivant le type d'opérations susceptibles de générer l'émission de poussières.

Tableau 34. Emissions totales de PM10, PM2.5 et PM30 pour la durée d'exploitation de l'unité DWP2 et du parc à résidus

Type d'opération	Emissions PM10		Emissions PM2.5		Emissions PM30	
	kg	%	kg	%	kg	%
Unité DWP2	-	-	-	-	-	-
Transport par convoyeur	-	-	-	-	-	-
Circulation des camions	239 662	7%	23 966	5%	2 039 575	18%
Manipulation/ stockage	2 630 709	74%	398 365	81%	5 562 071	49%
Erosion éolienne	-	-	-	-	-	-
Circulation des engins	688 628	19%	68 863	14%	3 727 960	33%
Total	3 558 998	-	491 193	-	11 329 606	-

Globalement, les émissions de poussières sur site proviennent majoritairement (56%) des opérations de manipulation de résidus asséchés et dans une moindre mesure de la circulation des engins sur les parcs à résidus pour le compactage (29%) et de la circulation des camions de transport entre l'usine et les parcs de stockage (15%).

6.1.3. PRESENTATION DU MODELE UTILISE

La modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel ADMS 5. Ce système fait partie de la dernière génération de modèles de dispersion atmosphérique conçu pour répondre aux nouvelles exigences environnementales.

Ce logiciel se base sur les dernières connaissances en physique atmosphérique afin de caractériser les conditions météorologiques. Il utilise deux paramètres physiques, que sont la hauteur de la couche limite (h) et la longueur de Monin-Obukhov (LMO), pour décrire la couche limite atmosphérique. Par ailleurs, il utilise une distribution de concentration gaussienne pour calculer la dispersion des rejets.

Le modèle de dispersion ADMS 5 calcule les concentrations, à long-terme ou à court terme, relatives aux différents types de rejets (sources ponctuelles, jets, sources linéiques, sources surfaciques et sources volumiques). Les calculs long-terme concernent les calculs de concentrations moyennes annuelles, de percentiles ou de nombre de dépassements de valeurs seuils qui peuvent être comparés aux objectifs de la qualité de l'air.

Un prétraitement des données météorologiques permet au système de calculer les paramètres de description de la couche limite requis par ADMS 5.

ADMS 5 possède un certain nombre de modules permettant de prendre en compte certains phénomènes naturels (précipitations, effet de côte, etc.) ou certaines caractéristiques de terrain (relief, rugosité de terrain, etc.).

6.1.4. HYPOTHESES DE CALCUL

6.1.4.1. EXTENSION DU DOMAINE DE CALCUL ET MAILLAGE

Le modèle de dispersion ADMS calcule la concentration des poussières à la fois sur un maillage de point, avec un espacement horizontal régulier, et sur des points spécifiques.

La grille de calcul retenue pour la modélisation couvre une surface de 16 kilomètres par 14 kilomètres, soit 10 201 points (101*101) pour 224 km². Elle englobe la zone du projet et est suffisamment large afin de modéliser la concentration de poussières au niveau de la base de vie de VNC et des habitations les plus proches du site, à savoir le village Port Boisé et des tribus Goro et Truu. De plus, différentes zones sensibles (réserves – en vert sur les figures suivantes) sont situées à proximité du site :

- la réserve de la forêt Nord (au sud du site),
- la réserve du pic du grand Kaori (au nord du site),
- le site Ramsar⁵ des lacs du Grand Sud néo-calédonien (au nord du site).

Les concentrations ont également été calculées au niveau de 21 récepteurs spécifiques. Neuf d'entre eux (étoiles bleues sur la figure suivante) sont positionnés à des endroits considérés comme « sensibles », les 12 autres correspondant à des endroits à proximité du site où des mesures pourraient être réalisées.

La figure en page suivante présente la localisation de la grille de calcul et des récepteurs spécifiques, ainsi que la localisation des habitations et réserves les plus proches du site.

⁵ La convention sur les zones humides, appelée convention de Ramsar, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources.

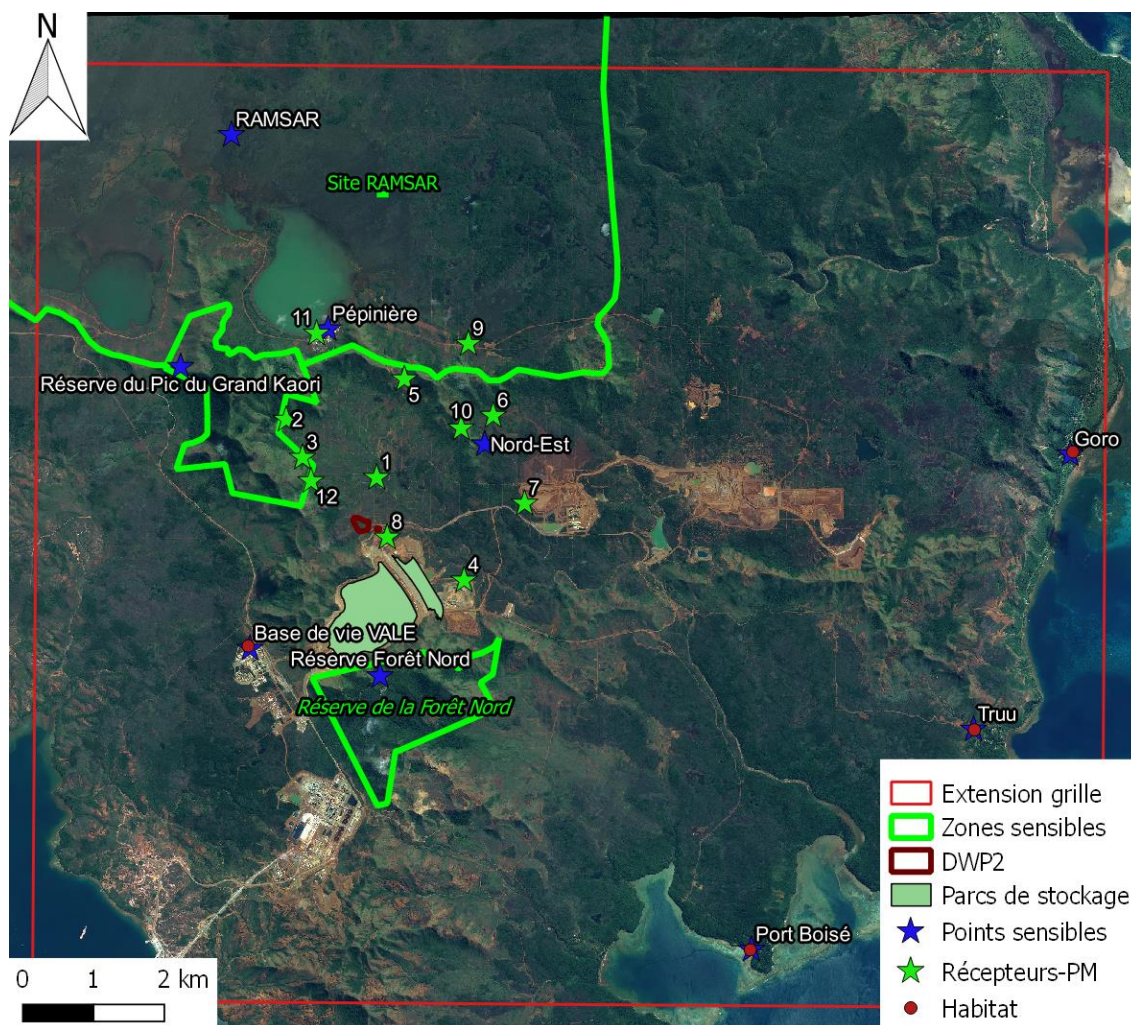


Figure 9. Présentation de l'environnement du site et localisation des récepteurs spécifiques

Les coordonnées des 21 récepteurs spécifiques au niveau desquels les concentrations de poussières sont plus particulièrement étudiées sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 35. Coordonnées des récepteurs spécifiques (système de coordonnées RGNC91-93)

Lieu	X (m)	Y(m)
Truu	503343	208640
Port Boisé	500203	205527
Pépinière	494218	214297
Réserve du Pic du Grand Kaori	492059	213773
Reserve Forêt Nord	494953	209393
Goro	504710	212527
Site RAMSAR	492853	217043

Lieu	X (m)	Y(m)
Base de vie VALE	493116	209782
Nord-Est	496432	212669
1	494905	212198
2	493626	213018
3	493857	212481
4	496140	210746
5	495296	213590
6	496552	213073
7	496996	211832
8	495054	211353
9	496201	214090
10	496099	212895
11	494055	214236
12	493976	212151

Données d'entrée et options de modélisation

Topographie et occupation du sol

La configuration générale du modèle permet l'activation de modules qui affinent la modélisation.

Dans cette étude, le module de « terrain complexe » a été activé. Ce module utilise le préprocesseur météorologique d'ADMS (Flowstar) afin d'ajuster les champs de vent suivant la topographie locale (collines, vallées,...) et le type d'occupation du sol (modélisé à travers la longueur de rugosité).

Cette longueur de rugosité, exprimée en mètres, dépend de l'homogénéité du terrain et du type d'obstacles. Elle varie entre 0,0001 m pour l'eau et 1 m dans les centres de villes/villages et dans les forêts.

La topographie du site a été prise en compte dans le calcul à travers un fichier Modèle Numérique du Terrain (MNT), avec une résolution horizontale de 50 m.

La figure ci-après présente la topographie prise en compte dans la modélisation.

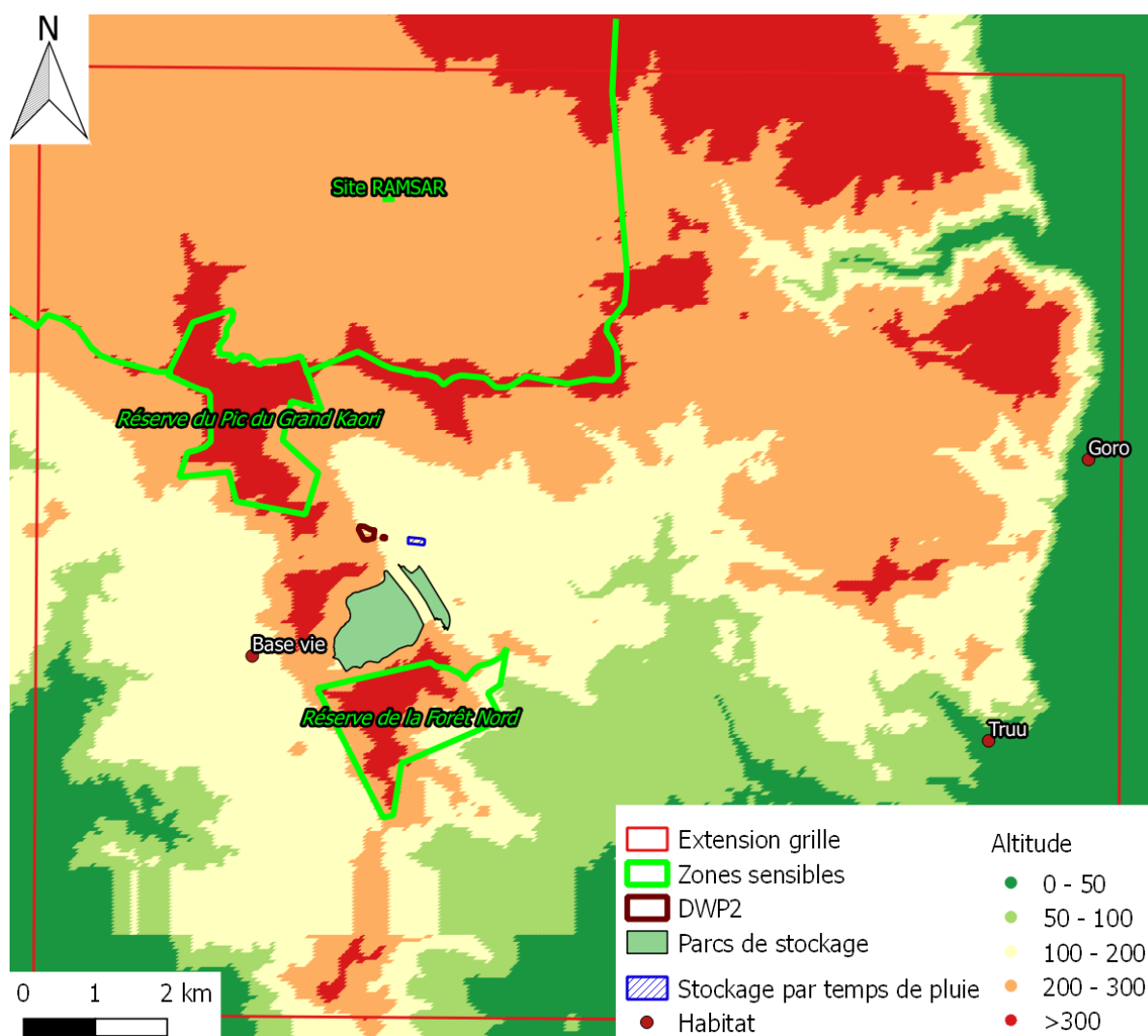


Figure 10. Données numérique du terrain prises en compte dans le modèle

Les données de l'occupation du sol ont été construites manuellement en utilisant les photos aériennes et en classant l'occupation en quatre types distincts.

Le tableau ci-dessous présente les quatre classifications, ainsi que la longueur de rugosité associée.

Tableau 36. Classification du type d'occupation du sol et longueur de rugosité associée

6.1.5. Type d'occupation du sol	6.1.6. Longueur de rugosité (m)
Eau	0,0001
Végétation éparse	0,1
Activité humaine et minière	0,5
Forêt	1

La figure ci-dessous présente les données d'occupation prise en compte dans la modélisation, exprimées en termes de longueur de rugosité.

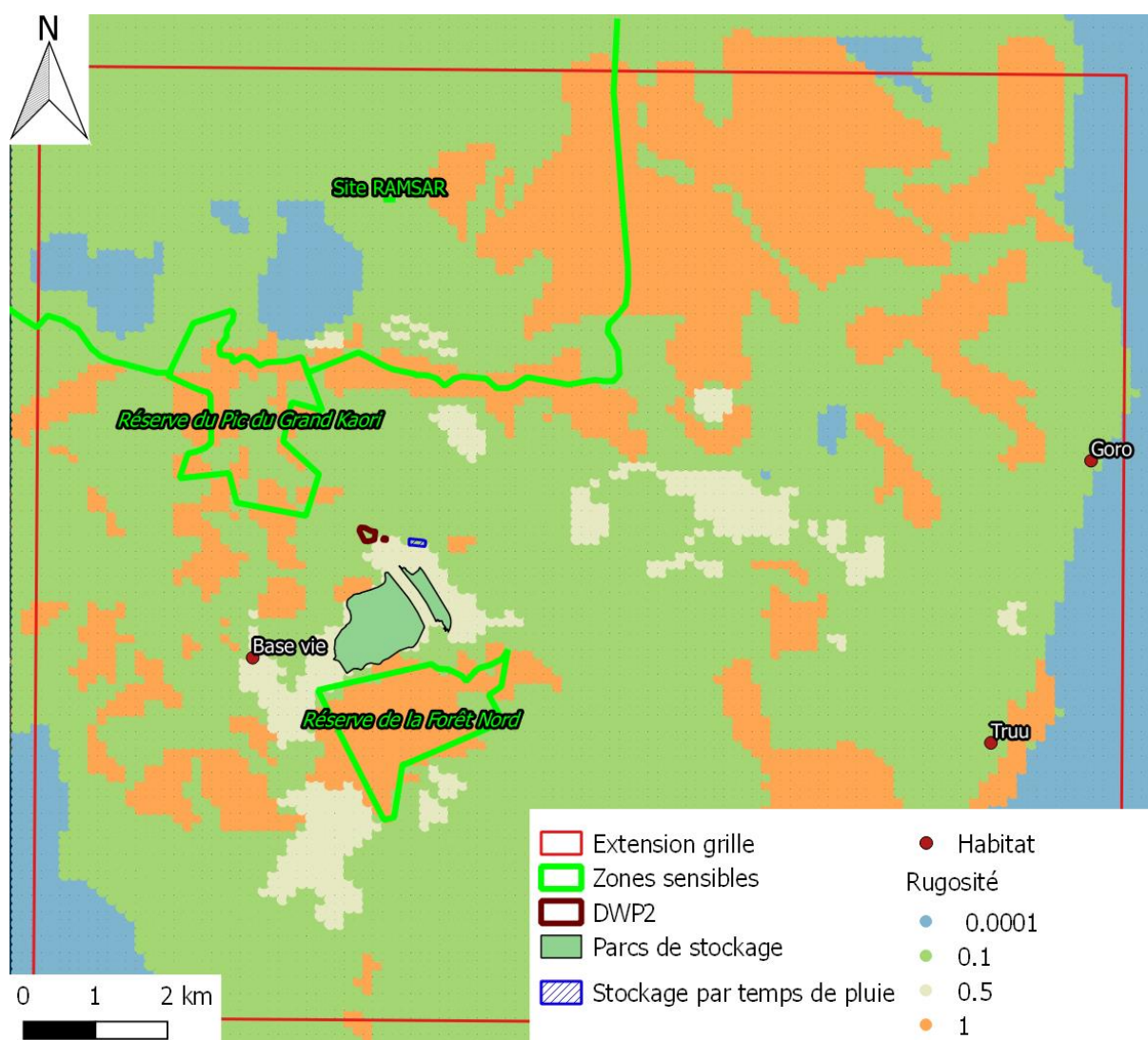


Figure 11. Longueur de rugosité du domaine d'étude

Données météorologiques

Les conditions météorologiques influencent en partie les différents états de la couche limite atmosphérique (conditions stables, neutres ou instables), en favorisant ou limitant les phénomènes de dispersion.

Les données météorologiques prise en compte pour la modélisation de la dispersion sont :

- la direction du vent,
- la vitesse du vent,
- le rayonnement global,
- la température,
- l'humidité,
- la pluviométrie.

Les données météorologiques horaires utilisées sont issues de la station « Goro Ancienne Pépinière » et ont été utilisées pour la modélisation, car contrairement à d'autres stations, cette station est située sur un plateau à environ 5km au nord du site et n'est pas influencée par la topographie locale. En effet, le préprocesseur météorologique d'ADMS (Flowstar) ajuste les

données météo en entrée de modèle en fonction de la topographie locale (accélération ou décélération en présence de collines, vallées,...). Il est par conséquent préférable de prendre en compte comme conditions d'entrée des données non perturbées par la topographie locale.

Afin de pouvoir couvrir une période temporelle représentative de conditions météorologiques, les données du 09 janvier 2011 au 24 novembre 2014 ont été utilisées. La rose des vents de cette période, prise en compte dans ADMS, est affichée sur la figure ci-dessous.

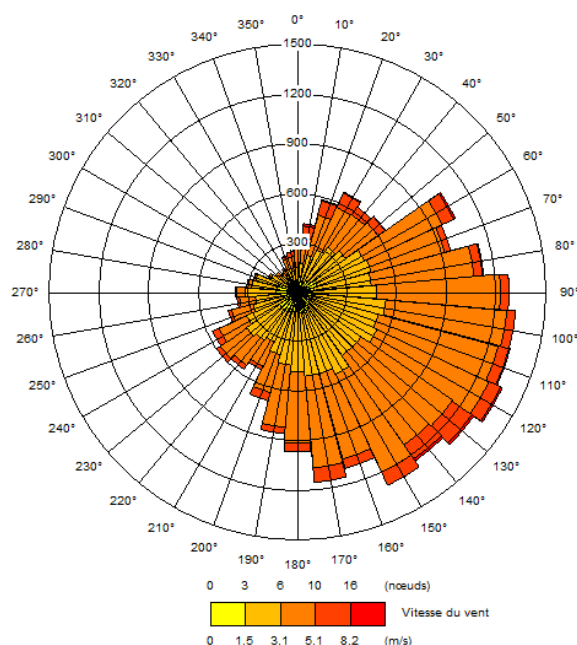


Figure 12. Rose des vents à la station « Goro_Ancienne_Pépinière », du 09/01/2011 au 24/11/2014

Lorsque les vitesses du vent sont faibles (i.e. inférieures à 1 m/s), la direction du vent fluctue grandement. Par conséquent, la moyenne horaire calculée par la station météorologique n'est pas très représentative de cette fluctuation qui influe beaucoup sur la dispersion du polluant. Pour cette raison, le logiciel ADMS utilisé pour la dispersion ne prend pas en compte les vents faibles (< 0.75 m/s). Les vitesses de ces vents faibles ont donc été manuellement modifiées et augmentées à 0.75 m/s afin de prendre en compte l'ensemble des données horaires. Une distribution aléatoire de la direction a été réalisée pour ces vents. Cette démarche peut être considérée comme sécuritaire pour les objectifs de la présente étude.

Dépôt sec et humide

Un module de calcul de dépôt de poussière intégré à ADMS permet de prendre en compte les phénomènes de dépôt sec (diffusion au sol des panaches et chute par gravité) et de dépôt humide (lessivage par les précipitations) pour les effluents particuliers. Ce module a été activé dans la présente étude pour les dépôts sec et humide.

Modélisation des sources de poussières

La circulation des tombereaux sur le site (routes et parcs de stockage amont et aval) pour le transport du résidu asséché a été modélisée sous forme de sources linéiques.

La position des opérations de déchargement et de stockage de résidus asséchés, au sein d'une zone, varie dans le temps. La modélisation de la position exacte de ces opérations au cours du temps pendant toute la durée du projet est impossible. Par conséquent, les émissions issues de ces opérations, ainsi que celles des opérations de compactage par les engins sur les parcs de résidus, ont été modélisées sous forme de sources surfaciques dont la surface

horizontale est égale à celle des différentes zones (partie supérieure des zones de stockage amont et aval, en fonction des états considérés).

Cette hypothèse n'est pas contraignante car les points sensibles les plus proches du site se situent à une distance d'environ 1 km au minimum ; à cette distance, la position exacte des opérations influe peu.

Le tableau ci-dessous résume le type de modélisation pris en compte pour chacune des différentes sources de poussières.

Tableau 37. Type de modélisation pour chaque source

Type d'émissions	Type de source modélisée
Circulation sur les routes non revêtues	Source linéique
Chargement, déchargement et stockage de matériaux	Source surfacique
Compactage, épandage	Source surfacique

Bruit de fond loin du site

Le bruit de fond n'a pas été intégré dans le modèle afin de pouvoir modéliser, dans un premier temps, l'apport en émissions de poussières des activités liées au projet Lucy, c'est-à-dire à l'exploitation de l'usine d'assèchement et de la zone de stockage.

Des campagnes de mesures de la qualité de l'air (PM10) ont été effectuées sur plusieurs stations proches du site en 2013. Aucune donnée pour les PM2,5 et les PM30 n'est disponible.

Le tableau ci-dessous rappelle les concentrations de PM10 mesurées en 2013 (concentrations en moyenne annuelle) sur des stations de mesures suffisamment éloignées des activités afin de pouvoir caractériser le bruit de fond en PM10.

Tableau 38. Concentration de fond en PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Lieu	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne annuelle de 2013)
Prony (~10 km à l'ouest du site)	10,55
Port Boisé (~7 km au sud-est du site)	13,53
Moyenne	12,04

La moyenne des concentrations en PM10 sur les stations de mesures (~12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est utilisée lors de l'interprétation des résultats de la modélisation comme valeur de bruit de fond.

6.2. MODELISATION BRUIT

Le présent chapitre s'intéresse, au moyen d'un outil de modélisation, à la définition de la contribution sonore de l'installation (unité DWP2 et parc à résidus de la KO2) et des émergences au droit des zones occupées par des personnes, ainsi qu'au respect des seuils réglementaires applicables pour un projet de ce type. Elle est réalisée en application de la réglementation française et en particulier de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, qui définit les niveaux sonores limites admissibles par le voisinage et un niveau maximal du bruit des installations par rapport au bruit ambiant.

La contribution de l'installation est déterminée sur la base d'une modélisation acoustique à l'aide du logiciel **CadnaA** selon la norme de calcul ISO 9613-2. Plusieurs états ont été considérés en fonction des phases du projet.

L'estimation du bruit résiduel (nécessaire pour le calcul du bruit ambiant et des émergences au droit des habitations les plus proches et des zones jugées sensibles) a été réalisée sur la base de mesures acoustiques in-situ réalisées dans le cadre des études antérieures (dont celles notamment menées dans le cadre du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter de la carrière de péridotite CP-A1).

6.2.1. TERMINOLOGIE

Bruit ambiant

Le bruit ambiant est le bruit total existant dans une situation donnée, pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis dans l'environnement par toutes les sources proches et éloignées.

Bruit particulier

Le bruit particulier est une composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement.

Au sens de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement, le bruit particulier est le bruit dû à l'activité de l'établissement concerné.

Dans le cadre de l'étude, le bruit particulier correspond au bruit dû à l'activité de VNC.

Bruit résiduel

Le bruit résiduel est le bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s). Il s'agit donc de l'ensemble des bruits habituels en l'absence du bruit de l'établissement concerné.

Émergence

L'émergence est la modification du niveau sonore du bruit ambiant produit par l'apparition ou la disparition du bruit particulier.

C'est la différence entre le niveau de bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et le niveau de bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par ce même établissement).

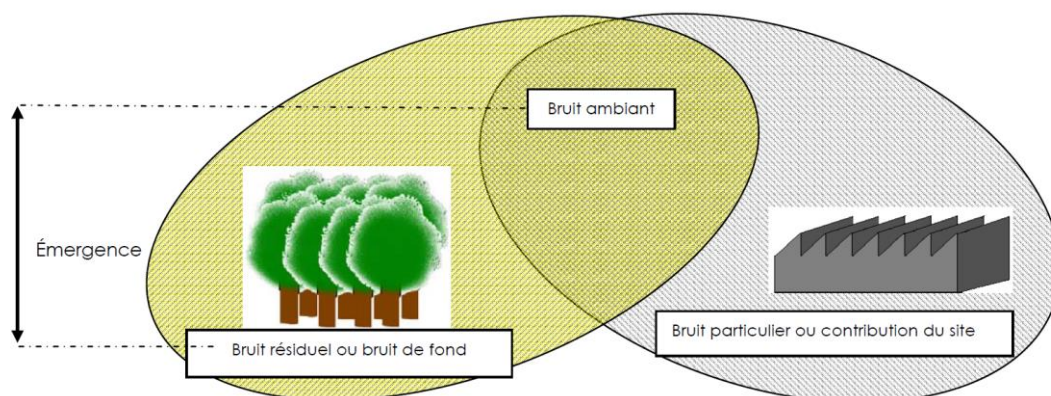


Figure 13. Bruit ambiant, bruit particulier, bruit résiduel et émergence

Le décibel

Le décibel est une échelle de mesure logarithmique en acoustique, c'est un terme sans dimension. Il est noté dB. Il est à remarquer que $80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 83 \text{ dB}$ et $80 \text{ dB} + 90 \text{ dB} = 90 \text{ dB}$.

Le décibel A : dB(A)

La lettre A signifie que le décibel est pondéré pour tenir compte de la différence de sensibilité de l'oreille à chaque fréquence. Elle atténue les basses fréquences.

Afin de mieux interpréter la cartographie des contributions, le tableau ci-après donne à titre d'exemple des valeurs indicatives concrètes et usuelles de niveaux acoustiques.

Tableau 39. Echelle sensible du dB(A)

Lieux extérieurs	Niveaux sonores dB(A)	Lieux intérieurs	Distance parole	Ressenti
Avion au décollage	140		Nulle	Seuil de la douleur
Voiture de course	120		Nulle	
Petit avion à réaction, décollage à 50 m	100	Banc d'essai de moteur Bruit dangereux Chaîne hi-fi, baladeur au niveau maximum	Nulle	Difficilement supportable, dangereux
Aboiement d'un chien, appareil de bricolage (scie circulaire)	90	Bruit dangereux pour 8 heures d'exposition	Nulle	
Cour d'usine bruyante A 3 m d'une route (4000 véhicules/heure)	80	Atelier très bruyant Cantine scolaire	Faible à voix criée	Pénible, nocif
Zone industrielle Forte circulation en ville	70	Atelier mécanique courante Téléphonie, Téléviseur,	Limite de la parole normale	
	65	Salle de classe bruyante	1 m	Bruyant
Zone industrielle moyenne Trafic urbain	60	Salle bruyante, grand restaurant, « Open space »	Conversation normale	
Trafic urbain modéré Zone urbaine active	55	Limite d'exposition sonore journalière recommandé par l'OMS, sur une base de 16 heures d'exposition	3 m	Bruits courants
Trafic urbain faible Zone résidentielle urbaine	50	Salle de réunion, bureau collectif, Restaurant calme, secrétariat		
Zone résidentielle calme	40	Appartement calme (jour) Limite d'exposition sonore nocturne recommandée par l'OMS, sur une base de 8 heures d'exposition	10 m	
Zone rurale de jour, loin des routes,	30	Bureau très calme, salle de séjour résidence ou immeuble sur cour,		Calme

Lieux extérieurs	Niveaux sonores dB(A)	Lieux intérieurs	Distance parole	Ressenti
Zone résidentielle de nuit		salle de conférence, hôpital		
Zone rurale de nuit sans vent, loin des routes	20	Studio de radiodiffusion, pièce très isolée.		

Bandes d'octaves et niveau global

La sensation de l'oreille en fréquence n'est pas linéaire. Plus elle est élevée, plus il faut une grande variation de cette fréquence pour que l'impression de variation reste constante. Des valeurs de fréquences en Hertz sont normalisées pour exprimer cette sensation notée :

L31,5 L63 L125 L250 L500 L1k L2k L4k L8k

Nous parlerons ici d'octave comme les musiciens.

Le niveau global correspond à la somme d'énergie de toutes les bandes d'octave. Le niveau global est noté L.

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A

Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, noté LAeq est la valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui, au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Il est défini par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right]$$

Avec :

- LAeq,T le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2.
- Po la pression acoustique de référence (20 µPa) ;
- PA (t) la pression acoustique instantanée pondérée A du signal.

Niveau acoustique fractile

Le niveau fractile est exprimé en dB(A), il est symbolisé par le paramètre LAN,T, où N est compris entre 0 et 100 (par exemple: LA10,T, LA90,T, LA95,T). Il exprime le niveau sonore dépassé pendant un pourcentage de temps N (10%, 90%, 95%) par rapport à la durée totale de la mesure. Les valeurs LA1 et LA5 caractérisent généralement les niveaux de pointes tandis que les valeurs LA90 et LA95 caractérisent les niveaux de bruit de fond. A indique qu'il s'agit de bruit pondéré A et T donne la durée d'intégration.

6.2.2. REGLEMENTATION

Le respect de l'arrêté métropolitain du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement des Installations Classées pour la protection de l'environnement constitue une obligation réglementaire en l'absence de texte de référence en province Sud.

Ce texte fixe pour les installations classées des niveaux sonores limites admissibles par le voisinage et un niveau maximal d'émergence du bruit des installations par rapport au bruit ambiant.

Les émissions sonores d'une installation classée ne doivent pas engendrer dans les zones à émergence réglementée (ZER), une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau en page suivante.

Tableau 40. Emergences admissible

Niveau de bruit ambiant	Emergence admissible (de 7h à 22h)	Emergence admissible (de 22h à 7h, les dimanches et jours fériés)
Entre 35 et 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
> 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Dans cet arrêté, les zones à émergences réglementées (ZER) sont :

- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existants à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cours, jardins, terrasses),
- Les zones constructibles définies par les documents d'urbanismes opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation,
- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties annexes comme ci-dessus, à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

Dans le cas d'un établissement existant au 1^{er} juillet 1997 et faisant l'objet d'une modification autorisée, la date à prendre en considération pour la détermination des zones à émergences réglementées est celle de l'arrêté autorisant la première modification intervenant après le 1^{er} juillet 1997.

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement (projet minier), déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

6.2.3. METHODOLOGIE ET HYPOTHESES DE CALCUL

6.2.3.1. METHODOLOGIE GENERALE

La simulation des niveaux sonores a été menée sous **CadnaA**, un logiciel de référence en cartographie des nuisances sonores, aussi bien pour les bruits liés aux transports que pour les bruits industriels. CadnaA implémente la plupart des modules de calcul normalisés dans différents pays européens, dont la norme de calcul ISO 9613-2 (Acoustique – Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Méthode générale de calcul), dédiée au milieu industriel et mise en œuvre dans la présente étude. Cette norme tient compte de la topographie, des effets d'écran des bâtiments, de l'isolation acoustique des bâtiments, de

l'atténuation atmosphérique, de l'atténuation par effet de sol, des réflexions, de la météorologie, ...

La modélisation acoustique de l'installation consiste à construire un modèle 3D incluant les bâtiments du projet (y compris les réservoirs) comme ceux pouvant intervenir sur la propagation du son et à positionner les sources de bruit ponctuelles, linéiques ou surfaciques représentant au mieux la configuration de la source.

Les calculs sont réalisés sur une grille horizontale à quatre mètres de hauteur, avec une maille (résolution) de cinq mètres sur la zone d'étude et en des points particuliers appelés récepteurs.

L'indice de calcul utilisé est le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A, pour les périodes jour et nuit (LAeq (7h-22h) et LAeq (22h-7h)).

6.2.3.2. PARAMETRAGE GENERAL

L'ensemble des choix de paramétrage du module de calcul (ISO 9613) va dans le sens de la sécurité en surestimant légèrement les niveaux acoustiques.

Topographie

La topographie initiale du site a été prise en compte dans le calcul à travers un fichier Modèle Numérique de Terrain (MNT), avec une résolution horizontale de 50 m.

La figure ci-après présente un exemple de la topographie prise en compte dans la modélisation.

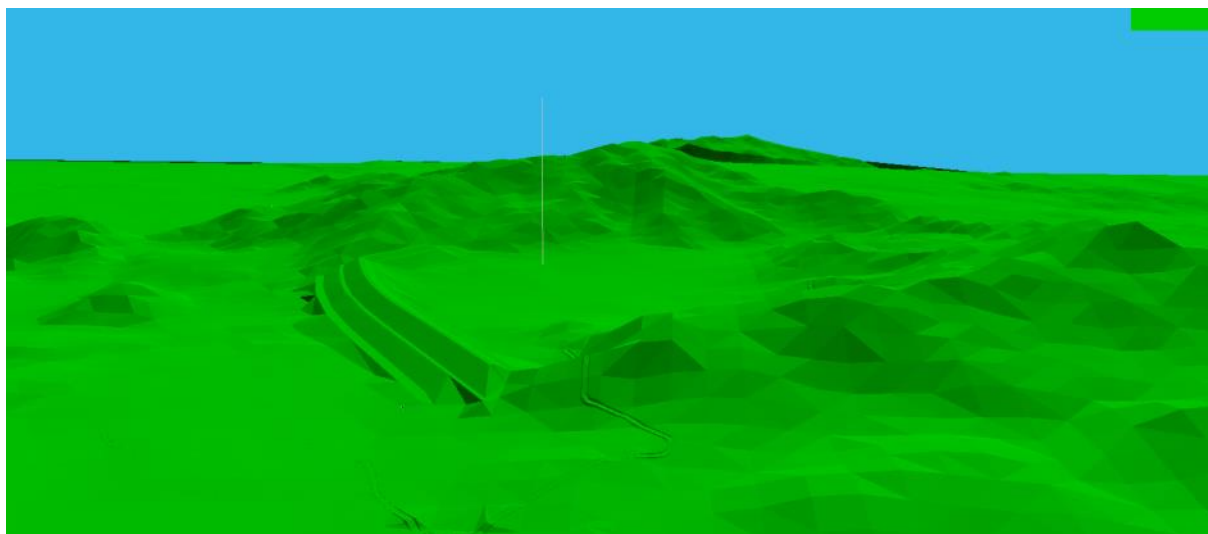


Figure 14. Topographie prise en compte dans la modélisation (vue depuis la future unité d'assèchement des résidus DWP2)

La topographie a été reprise localement au niveau des stockages amont et aval afin de tenir compte des modifications dues à l'avancée progressive du stockage.

Bâtiments

Les bâtiments de l'unité DWP2 ont été modélisés en formes simplifiées. Les bâtiments (y compris les réservoirs) sont considérés réfléchissants sur le plan acoustique. Leurs localisations ainsi que leurs dimensions sont issues des plans de l'usine fournis par le concepteur HATCH (plans H350607-3300-240-270-0001 et suivants de juillet 2016).

Absorption du sol

Le modèle tient compte de l'atténuation due au sol. Celle-ci est principalement le résultat de l'interférence entre le son réfléchi par la surface du sol et le son qui se propage directement de la source au récepteur. Pour les besoins opérationnels de calcul, l'absorption acoustique d'un sol est représentée par un coefficient G , adimensionnel, compris entre 0 (sol réfléchissant) et 1 (sol absorbant).

Etant donné l'environnement du site, l'absorption du sol dans le modèle a été prise constante et égale à 0,8 (soit un sol absorbant) sauf au droit de l'emprise de l'unité DWP2 où l'absorption a été paramétrée égale à 0 (soit un sol réfléchissant).

Conditions météorologiques

La météorologie est prise en compte conformément aux dispositions de la norme 9613-2 (correction météorologique à l'aide du coefficient $C_{\text{météo}}$, qui permet d'introduire une pénalité dans les secteurs défavorables sous le vent).

La modélisation acoustique a été réalisée en tenant compte de la rose des vents issue de la station météo de Goro_Usine, considérée comme la plus adaptée à la problématique étudiée ici. Elle a été préférée à celle des autres stations météo situées près du site: la station Goro_Ancienne_Pepinière présente des vents relativement faibles peu perturbés par la topographie immédiate de la zone étudiée, alors que la station Goro_Résidus présente par contre les caractéristiques de conditions météorologiques très perturbées par la topographie locale du fait de sa position particulière.

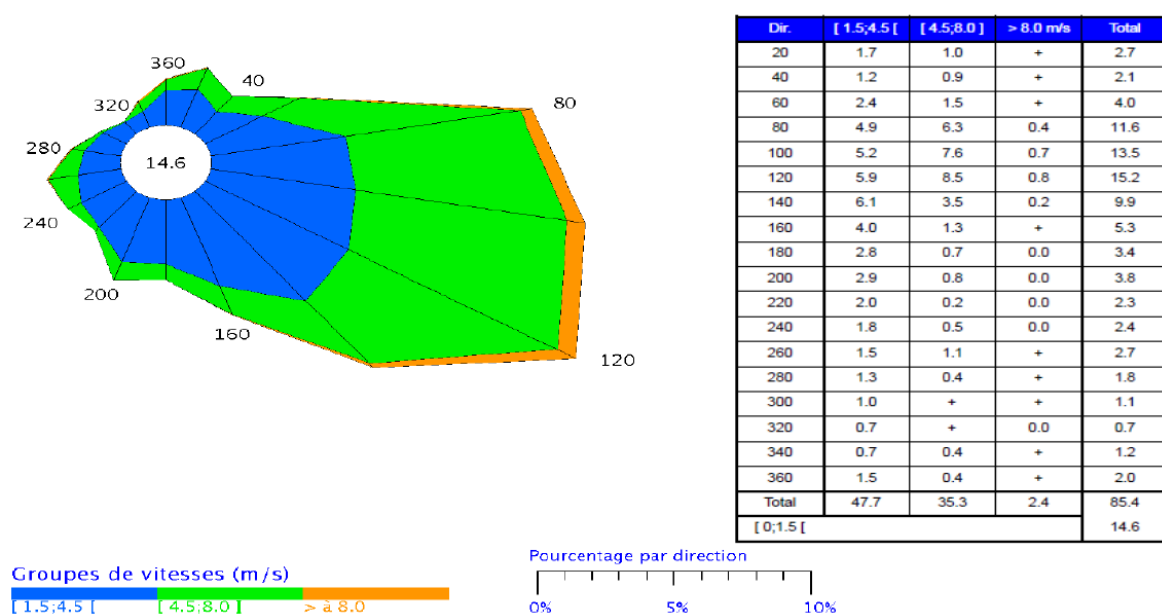


Figure 15. Rose des vents du site Goro_Usine pour l'année 2011 (Source : Météo France)

L'atténuation atmosphérique est paramétrée par le biais de la température moyenne du site et de l'humidité relative respectivement fixées à 23°C et 70%.

6.2.3.3. SOURCES DE BRUIT MODELISEES

La modélisation est menée pour caractériser le fonctionnement normal du site en phase d'exploitation. Plusieurs scénarios ont été envisagés afin de tenir compte de l'avancement des installations (construction des convoyeurs notamment) et des zones de stockage (en amont et en aval de la berme actuelle).

Les principales sources sonores prise en compte dans le cadre de cette étude sont :

- l'unité DWP2 avec :
 - les compresseurs,
 - les filtres presses,
 - les générateurs,
 - les différentes pompes,
- le transport des matériaux depuis l'usine d'assèchement des résidus vers les stockages amont et aval avec :
 - les convoyeurs,
 - les trémies de chargement des camions,
 - les chargeuses au droit du stockage des résidus par temps de pluie,
 - la circulation des camions sur les routes depuis la zone de chargement des camions vers les zones de stockage amont et aval,
- les engins présents sur les stockages amont ou aval pour le dépôt, la manipulation et le compactage des résidus asséchés.

Les caractéristiques sonores des différentes sources ainsi que leurs localisations ont été communiquées par le concepteur du projet HATCH. Elles sont résumées dans les paragraphes suivants.

Unité DWP2

L'unité DWP2 a été modélisée à l'aide de **47 sources ponctuelles** (essentiellement les pompes), **19 sources surfaciques verticales** (les filtres presses et les compresseurs) et **deux sources surfaciques horizontales** (les générateurs).

Dans une approche majorante, il a été considéré que toutes les sources fonctionnaient en même temps, en page suivante présente la localisation des sources de bruit de l'unité DWP2.

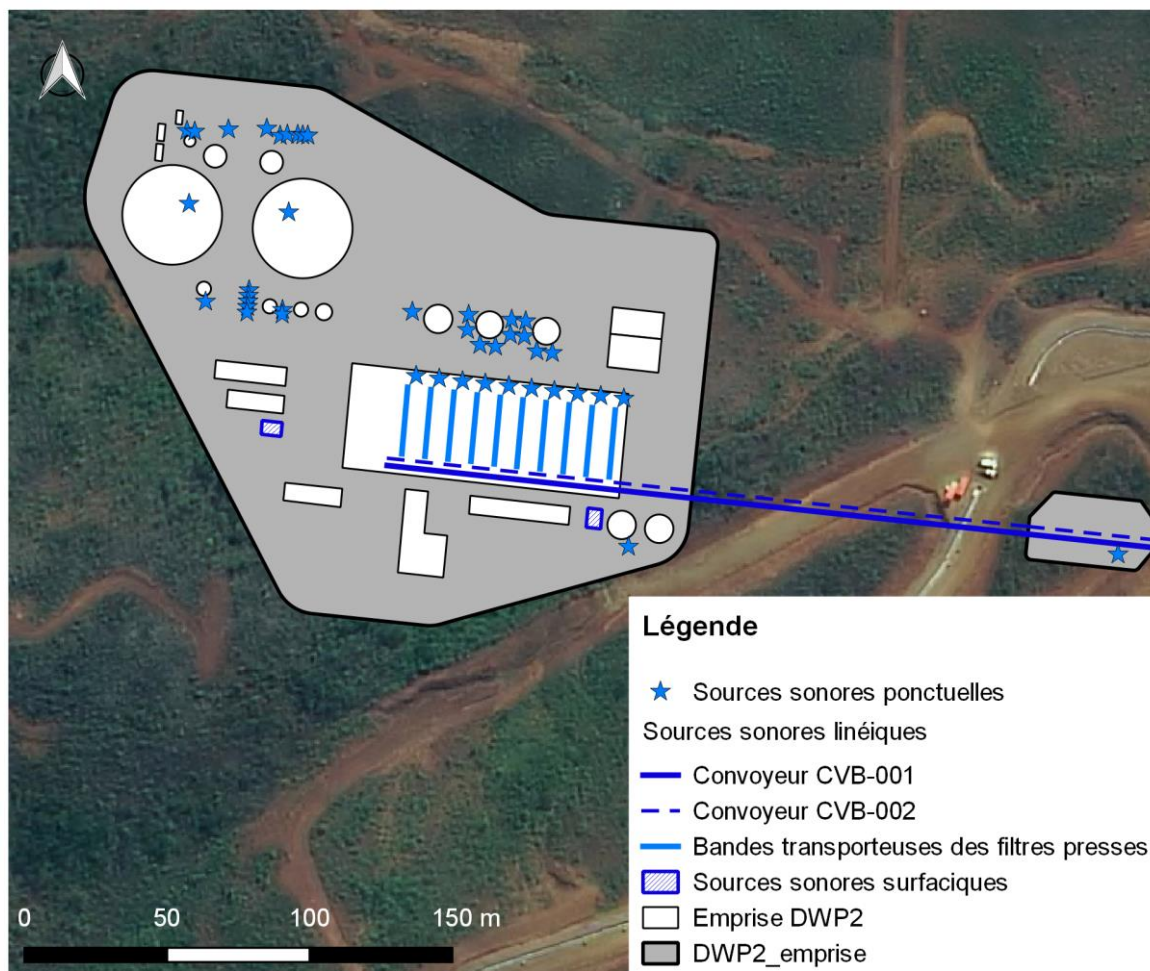


Figure 16. Localisation des sources de bruit de l'unité DWP2

Leurs caractéristiques acoustiques sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 41. Caractéristiques des sources sonores mises en place dans le modèle pour l'unité DWP2

Nom	Numéro	Lw - dB(A)	Type source	Elévation
ZONE DES EPAISSISSEURS				
Residue liquor, return pump n°1A	135-PPC-010	93	Ponctuelle	202,705
Residue liquor, return pump n°1B	135-PPC-012	93	Ponctuelle	202,705
Flocculant dilution pump n°1	135-PPC-014	76	Ponctuelle	202,305
Filter feed pump wash pump n°1	135-PPC-018	91	Ponctuelle	202,305
Booster pump n°1	135-PPC-022	71	Ponctuelle	202,705
Booster pump n°2	135-PPC-023	71	Ponctuelle	202,705
Booster pump n°3	135-PPC-024	71	Ponctuelle	202,705
Flocculant tranfer pump n°1	135-PPD-010	71	Ponctuelle	202,305
Flocculant distribution pump n°1, duty	135-PPD-011	71	Ponctuelle	202,305
Flocculant distribution pump n°3, duty	135-PPD-013	71	Ponctuelle	202,305
Thickener n°1, underflow pump n°1	135-PPS-010	92	Ponctuelle	202,55
Thickener n°1, underflow pump n°2	135-PPS-011	92	Ponctuelle	202,55

Nom	Numéro	Lw - dB(A)	Type source	Elévation
Thickener n°2, underflow pump n°1	135-PPS-012	92	Ponctuelle	202,55
Thickener n°2, underflow pump n°2	135-PPS-013	92	Ponctuelle	202,55
ZONE DE LAVAGE				
Core washing pump n°1	135-PPC-104	87	Ponctuelle	202,38
Cloth rinsing pump n°1	135-PPC-105	91	Ponctuelle	202,57
Core washing pump n°2	135-PPC-204	87	Ponctuelle	202,38
Cloth rinsing pump n°2	135-PPC-205	91	Ponctuelle	202,57
Core washing pump n°3	135-PPC-304	87	Ponctuelle	202,38
Cloth rinsing pump n°3	135-PPC-305	91	Ponctuelle	202,57
Core washing pump n°4	135-PPC-310	87	Ponctuelle	202,38
Cloth rinsing pump n°4	135-PPC-311	91	Ponctuelle	202,57
Core washing pump n°5	135-PPC-404	87	Ponctuelle	202,38
Cloth rinsing pump n°5	135-PPC-405	91	Ponctuelle	202,57
ZONE DE REMPLISSAGE DES FILTRES PRESSES				
Filter press feed pump n°1	135-PPS-101	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°2	135-PPS-102	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°3	135-PPS-103	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°4	135-PPS-201	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°5	135-PPS-202	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°6	135-PPS-203	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°7	135-PPS-301	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°8	135-PPS-302	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°9	135-PPS-303	91	Ponctuelle	202,54
Filter press feed pump n°10	135-PPS-401	91	Ponctuelle	202,54
Filtrate pump n°1	135-PPC-016	91	Ponctuelle	202,54
BATIMENT DES FILTRES PRESSES				
<i>Filter press n°1</i>	<i>135-FLP-101</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>
<i>Filter press n°2</i>	<i>135-FLP-102</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>
<i>Filter press n°3</i>	<i>135-FLP-103</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>
<i>Filter press n°4</i>	<i>135-FLP-201</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>
<i>Filter press n°5</i>	<i>135-FLP-202</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>
<i>Filter press n°6</i>	<i>135-FLP-203</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>
<i>Filter press n°7</i>	<i>135-FLP-301</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>
<i>Filter press n°8</i>	<i>135-FLP-302</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>
<i>Filter press n°9</i>	<i>135-FLP-303</i>	<i>111</i>	<i>Surfacique verticale</i>	<i>225,757</i>

Nom	Numéro	Lw - dB(A)	Type source	Elévation
Filter press n°10	135-FLP-401	111	Surfacique verticale	225,757
Filter press n°1, hydraulic unit	135-HYD-101	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°2, hydraulic unit	135-HYD-102	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°3, hydraulic unit	135-HYD-103	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°4, hydraulic unit	135-HYD-201	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°5, hydraulic unit	135-HYD-202	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°6, hydraulic unit	135-HYD-203	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°7, hydraulic unit	135-HYD-301	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°8, hydraulic unit	135-HYD-302	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°9, hydraulic unit	135-HYD-303	87	Ponctuelle	225,757
Filter press n°10, hydraulic unit	135-HYD-401	87	Ponctuelle	225,757
BATIMENT DES COMPRESSEURS				
Cake squeezing air compressor n°1	135-COP-010	96	Surfacique verticale	au sol
Cake squeezing air compressor n°2	135-COP-011	96	Surfacique verticale	au sol
Cake squeezing air compressor n°3	135-COP-012	96	Surfacique verticale	au sol
Cake blowing air compressors n°1	135-COP-014	95	Surfacique verticale	au sol
Cake blowing air compressors n°2	135-COP-015	95	Surfacique verticale	au sol
Cake blowing air compressors n°3	135-COP-016	95	Surfacique verticale	au sol
Cake blowing air compressors n°4	135-COP-017	95	Surfacique verticale	au sol
Cake blowing air compressors n°5	135-COP-018	95	Surfacique verticale	au sol
Cake blowing air compressors n°6	135-COP-019	95	Surfacique verticale	au sol
GENERATEURS				
Générateur 1		105	Surfacique	au sol
Générateur 2		105	Surfacique	au sol
EAU POTABLE				
Potable water pump n°1	135-PPC-026	71	Ponctuelle	202,63
EAUX USEES / INCENDIE				
Raw water pump n°1	135-PPC-028	87	Ponctuelle	au sol

La majorité des sources sont en extérieur, à l'exception des filtres presses et des équipements associés (qui se trouvent dans le bâtiment des filtres presses) et les compresseurs. A ces sources ont donc été associées une atténuation due au bâtiment qui les contient. Les caractéristiques d'atténuation des bâtiments (bâtiments des filtres presses et bâtiment des compresseurs) restent modestes mais atténuent notablement le bruit des sources qui y sont abritées. Le spectre d'atténuation est typique d'une construction faiblement isolée avec quelques ouvertures latérales. Il est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 42. Spectre d'atténuation des bâtiments des filtres presses et des compresseurs

Nom	Spectre d'octave en dB									Rw
	31.5	63	125	250	500	1000	2 000	4 000	8 000	
Atténuation du au bâtiment	4	5	8	12	15	18	20	23	25	18

Transport des résidus asséchés

Le transport des résidus sera effectué par une série de convoyeurs depuis l'usine d'assèchement des résidus jusqu'à deux trémies de chargement des camions qui assureront le transport du résidu jusqu'à son lieu de stockage final.

Deux configurations pour le transport des résidus sont considérées, comme détaillé dans le livret B présentant la description du projet Lucy :

- phase 1 : jusqu'en 2026, la zone de chargement des camions est située en pied de la berme actuelle pour la zone de stockage aval ;
- phase 2 : des convoyeurs additionnels sont ajoutés et la zone de chargement des camions se situe au sein du stockage amont, au niveau du flanc sud.

Phase 1 : jusqu'en 2026

Jusqu'en 2026, le système de transport est constitué de deux convoyeurs CVB-001 et CVB-002, progressant en parallèle et qui alimentent respectivement les trémies de chargement des camions et la zone de stockage tampon par temps de pluie.

En fonctionnement normal, les résidus asséchés sont acheminés depuis le bâtiment des filtres presses à la zone de chargement des camions et transférés dans les camions par deux trémies de chargement FEM-001 et FEM-002.

Lorsque le niveau de précipitation ne permet pas la mise en œuvre des résidus, les résidus asséchés sont transférés au niveau de la zone du stockage tampon prévu par temps de pluie à l'aide du deuxième convoyeur CVB-002. La reprise des résidus au sein du stockage par temps de pluie sera assurée par cinq chargeuses frontales de type CAT-988 qui chargeront directement les camions.

Les camions utilisés pour le transport seront des camions articulés de type CAT740. Ils transporteront ensuite les résidus asséchés vers les zones de stockage amont ou aval par la route.

Jusqu'en 2022, les résidus seront acheminés vers la zone de stockage amont par la route Nord (actuelle route d'accès à la mine) ou directement vers la zone en aval de la berme. Après 2022 et jusqu'en 2026, les résidus seront acheminés vers la zone de stockage amont par la route passant sur la berme (route est / sud) ou directement vers le parc en aval de la berme.

Les hypothèses pour la circulation des camions et leur itinéraire sont les suivantes :

- **Temps de pluie** : pendant 25% du temps, les conditions météorologiques ne permettent pas le remplissage des zones de stockage amont et aval. Les résidus asséchés sont acheminés directement par convoyeur vers le stockage tampon (et couvert) par temps de pluie du fait des conditions météorologiques : il n'y a pas alors de circulation de camion à considérer.
- **Régime de base** : pendant 50% du temps, les résidus asséchés issus de l'unité DWP2 sont transférés par camions depuis les zones de chargement vers les

stockages amont et aval ; il a été considéré que 70% du trafic se répartissait vers le stockage amont et 30% vers le stockage aval selon une hypothèse de 29 cycles par heure (un cycle comprenant un chargement et un aller-retour), 24h/24.

- **Régime de base + vidage du stock tampon constitué en temps de pluie :** pendant 25% du temps, les résidus asséchés issus de l'unité DWP2 sont transférés par camions depuis les zones de chargement vers les stockages amont et aval comme précédemment (avec une répartition de 70% vers l'amont et 30% vers l'aval). A ces transferts s'ajoute le transport des résidus asséchés issus du stockage tampon par temps de pluie vers la zone de stockage finale selon une hypothèse de 29 cycles par heure, 24h/24.

Le tableau ci-après présente le trafic de camions estimé sur les différentes voiries de circulation en fonction des itinéraires utilisés (avant et après 2022) et selon le fonctionnement de l'usine (stockage des résidus issus de l'unité DWP2 uniquement ou stockage des résidus issus de DWP2 et du vidage du stockage tampon par temps de pluie).

Tableau 43. Hypothèses de trafic des camions

Année	Fonctionnement	Description des transferts	% du temps	Nb de cycles par heure	Traffics		
					Route Nord	Route Sud	Desserte aval
Jusqu'en 2022	Fonctionnement normal	Depuis la zone de chargement des camions	50%	29	41		17
	Vidage du stockage par temps de pluie	Depuis la zone de chargement des camions	25%	29	41		17
		Depuis le stockage par temps de pluie		29	0		58
De 2022 jusqu'en 2026	Fonctionnement normal	Depuis la zone de chargement des camions	50%	29		41	17
	Vidage du stockage par temps de pluie	Depuis la zone de chargement des camions	25%	29		41	17
		Depuis le stockage par temps de pluie		29		0	58

Phase 2 : après 2026

En 2026, le stockage des résidus asséchés en aval de la berme est achevé. Des convoyeurs supplémentaires sont ajoutés pour transporter les résidus asséchés depuis le convoyeur CVB-001 vers une nouvelle zone de chargement des camions, située au sein du stockage amont, au niveau de son flanc sud. Trois convoyeurs additionnels sont nécessaires pour couvrir cette distance (CVB-010, CVB-012 et CVB-013). L'alimentation du premier convoyeur est effectuée via la première trémie de la zone de chargement des camions de la phase 1, puis les résidus transitent par les deux autres convoyeurs.

Un convoyeur supplémentaire (CVB-011) est ajouté entre le stockage des résidus asséchés par temps de pluie et le deuxième convoyeur (CVB-012). Les cinq chargeuses permettront le chargement de ce convoyeur.

Termes sources du bruit

Les convoyeurs ont été modélisés comme des sources linéiques. Les moteurs des convoyeurs ont également été considérés et modélisés comme des sources ponctuelles.

La circulation des camions a été modélisée comme une source linéique avec le trafic défini en fonction des différents scénarios (cf. paragraphe précédent).

Les chargeuses évoluent autour du stockage par temps de pluie. Il est par conséquent difficile de les localiser précisément au sein de la zone de stockage par temps de pluie. Aussi, les chargeuses ont été modélisées comme une unique source surfacique, d'une surface couvrant le stockage par temps de pluies et les voies autour et dont la contribution sonore est égale à la contribution sonore des cinq chargeuses.

Le tableau ci-après présente les niveaux de puissances acoustiques du matériel utilisé pour le transport des matériaux.

Tableau 44. Caractéristiques acoustiques des sources de bruit liées au transfert des matériaux

Nom	Nombre	Puissance acoustique d'une source	Type source
Convoyeur	2 en phase 1 6 en phase 2	85 dB/m	Linéique
Moteurs des convoyeurs	2 en phase 1 6 en phase 2	103 dB	Ponctuelle
Trémies de chargement	2 en phase 1 3 en phase 2	90 dB	Ponctuelle
Camion CAT740	cf. hypothèses de trafic des camions	100 dB	Linéique avec un trafic associé
Chargeuse CAT 988H	5	114 dB	Surfacique avec une puissance acoustique totale de 121 dB (5 chargeuses à 114 dB)

Stockage des matériaux

La mise en place des résidus asséchés sur les zones de stockage amont et aval est effectuée à partir des camions de transport. Les résidus sont étalés sur la zone active par couches et compactés au fur et à mesure. Ces opérations sont effectuées à l'aide d'une niveleuse, de bulldozers et de compacteurs. Les engins de compaction travailleront de 6h à 18h.

Le tableau ci-dessous présente les puissances acoustiques des engins utilisés sur les zones de stockage amont ou aval.

Tableau 45. Caractéristiques acoustiques des engins utilisés pour la mise en place des résidus

Engin	Nombre	Puissance acoustique - dB(A)
Niveleuse 16M ³	1	109
Compacteur pied de mouton 825 H	2	113
Camion asperseur CT 740	2	100
Bulldozer CAT D6	2	115
Bulldozer CAT D8	1	113

Engin	Nombre	Puissance acoustique - dB(A)
Tracteur JD 94070R	1	107 ⁶
Excavateur CAT 336D	1	104
Excavateur CAT 324D	1	104
Compacteur à cylindre vibrant CS76	2	107

La position des sources sonores au sein des zones de stockage amont et aval évoluera dans le temps et l'espace et n'est pas connue précisément pour toute la durée du projet. Par conséquent, les contributions sonores des sources ont été sommées et associées à la zone concernée sous la forme d'une source surfacique.

Il a été fait l'hypothèse que tous les engins sont disponibles soit sur la zone de stockage amont, soit sur la zone de stockage aval. Deux sources surfaciques représentant les deux stockages ont donc été intégrées au modèle, chacune avec une puissance acoustique égale à la somme des contributions acoustiques de chaque engin (soit 122 dB(A)). Toutefois, les calculs sont réalisés avec une seule source, soit la zone de stockage amont, soit la zone de stockage aval.

Cette approximation, qui permet de simuler les conditions les plus défavorables en termes de concentration des sources sonores sur la zone de stockage, est suffisante compte tenu des objectifs de la simulation, à savoir l'estimation de la contribution en limite du site et aux niveaux des zones sensibles.

Fonctionnement des sources de bruit

Plusieurs simulations ont été réalisées selon le fonctionnement de l'installation en différenciant notamment la façon dont les matériaux sont transférés, ainsi que la position des engins sur la zone de stockage des résidus.

Pour chaque scénario, la situation la plus pénalisante a été regardée, à savoir lorsque les résidus asséchés sont issus de l'unité DWP2 et du stockage tampon par temps de pluie. Dans ce cas, la circulation des camions est en effet la plus importante et les chargeuses sont en activité.

Pour résumer, cinq scénarios représentatifs ont été envisagés :

- **Année 2020** : les camions acheminent les résidus sur la zone de stockage amont par la route Nord. La zone de stockage aval est en cours de construction. Deux variantes à l'intérieur de ce scénario sont étudiées :
 - engins de compaction concentrés uniquement sur la zone de stockage aval de 6h à 18h,
 - engins de compaction concentrés uniquement sur la zone de stockage amont de 6h à 18h.
- **Année 2022** : les camions acheminent les résidus sur la zone de stockage amont par le sud et l'est sur la nouvelle route située en aval de la berme. Comme précédemment, deux variantes à l'intérieur de ce scénario sont étudiées :
 - engins de compaction concentrés uniquement sur la zone de stockage aval de 6h à 18h,

⁶ La puissance acoustique du tracteur a été estimée sur la base de la pression acoustique aux oreilles du conducteur de 86 dB(A)

- engins de compaction concentrés uniquement sur la zone de stockage amont de 6h à 18h.
- **Année 2036** : le stockage aval est terminé depuis 2026. Les matériaux sont acheminés vers la zone de stockage amont par des convoyeurs jusqu'à la zone de chargement des camions situées au sein du stockage, au niveau de son flanc sud.

Les scénarios modélisés sont représentés sur les figures ci-après.

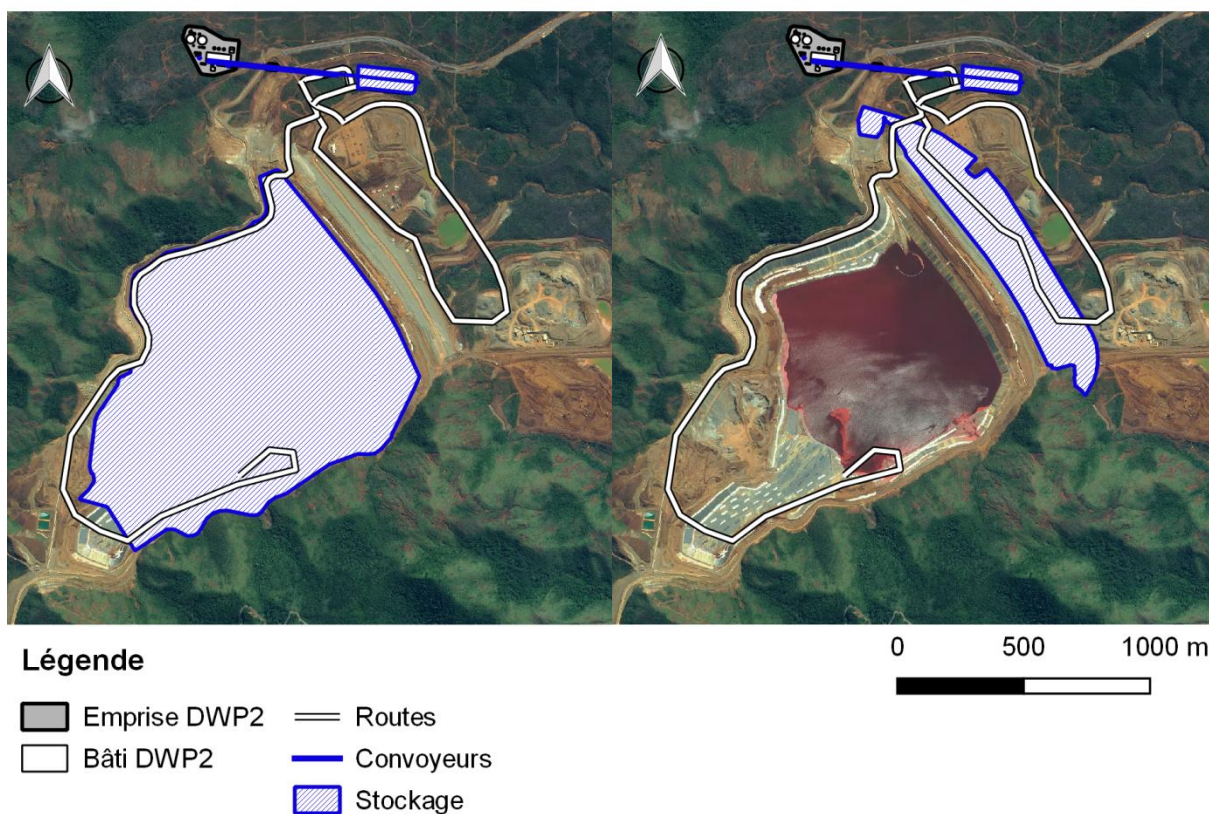


Figure 17. Scénarios modélisés – année 2020

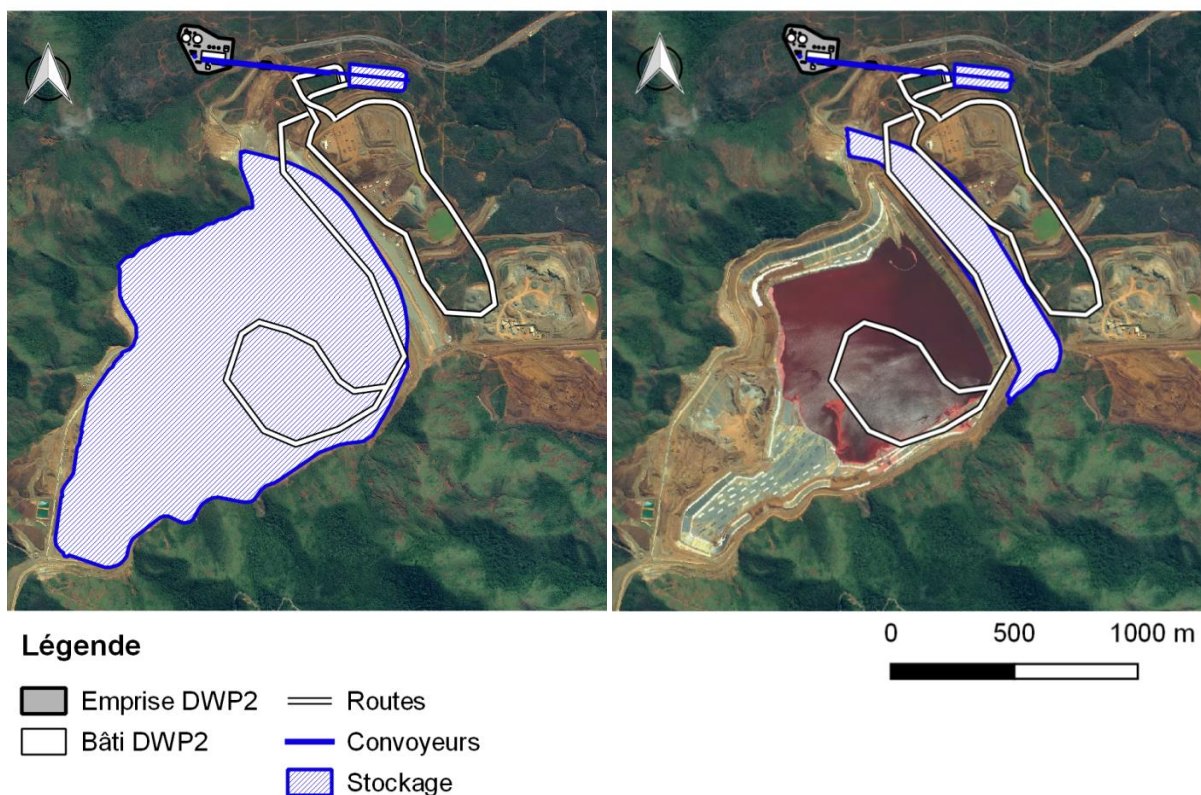


Figure 18. Scénarios modélisés – année 2022

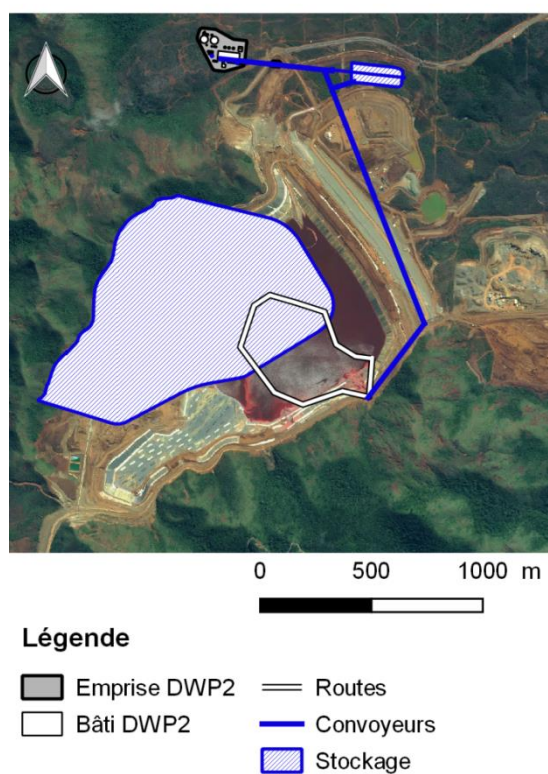


Figure 19. Scénario modélisé – année 2036

6.2.3.4. MAILLAGE DES CALCULS ET RECEPTEURS

Les calculs ont été réalisés sur une grille horizontale à quatre mètres de hauteur, avec une maille (résolution) de cinq mètres sur la zone d'étude.

Les niveaux sonores sont également calculés sur des points spécifiques (dénommés « récepteurs »). Ces calculs permettent notamment l'étude de la contribution de chaque source du modèle en chaque point récepteur.

Ces points ont été placés au niveau des zones sensibles les plus proches de l'installation. Ils représentent par ailleurs les points de mesures acoustiques réalisées antérieurement. Sur ces points, le bruit résiduel (sans l'installation) est donc connu et un calcul de l'émergence pourra être réalisé.

Le tableau et la figure ci-après représentent la localisation des récepteurs. Les coordonnées sont données dans le système de géo-référencement Réseau Géodésique Nouvelle-Calédonie 1991 (RGNC91-93).

Tableau 46. Coordonnées des récepteurs (RGNC91-93)

Nom	Localisation	X (m)	Y (m)	Z (m)
CAP_01	Zone RAMSAR	494 607	214 565	261,11
CAP_02	Pic du grand Kaori	493 532	213 056	227,08
Ver_5	Port Boisé	500 132	205 560	9,22
Ver_4	Tribu de Goro	503 446	208 668	26,97
Ver_3	Base vie VALE	492 919	210 016	172,34
FN_1	Zone RAMSAR	496 119	209 561	266
RA_1	Forêt Nord	495 760	213 668	371,48
CAP_03	Flanc du versant Est du bassin KO4	496 214	212 661	272,47
CAP_04		494 298	211 946	248,38
CAP_05	Nord de la berme	495 098	211 148	199,2

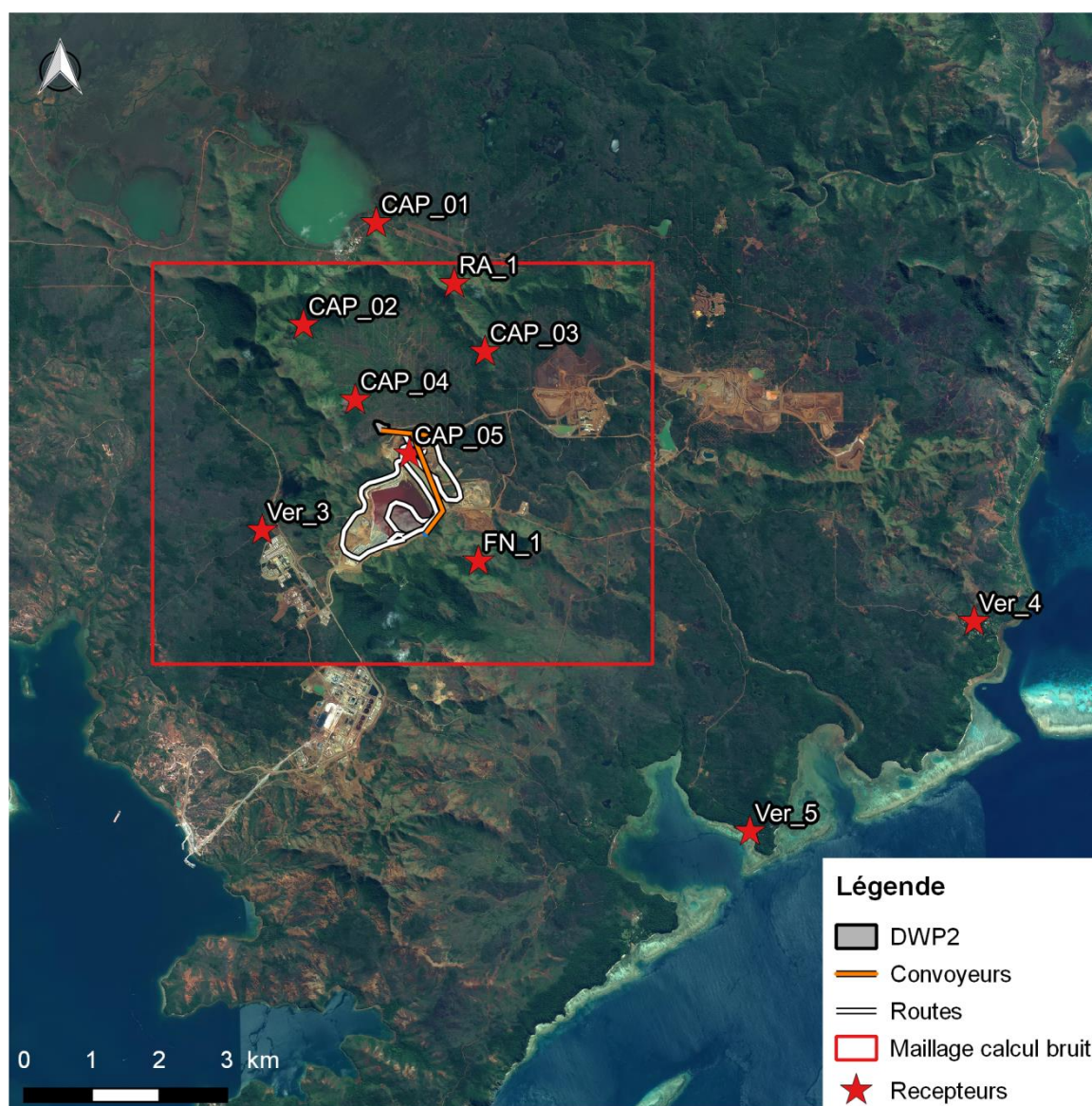


Figure 20. Localisation des récepteurs

6.3. MODELISATION DES EFFETS SUR LA SANTE

6.3.1. DEMARCHE D'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a pour objectif de quantifier les risques sanitaires entraînés par la présence de substances polluantes présentes dans les milieux du site, lorsque les voies de transfert ne peuvent pas être toutes désactivées, et que des expositions potentielles aux polluants subsistent. Cette quantification permet de définir si le risque sanitaire est acceptable par rapport aux critères usuellement retenus au niveau international par les organismes en charge de la santé, et adopté par la réglementation française en vigueur.

L'EQRS permet de caractériser les substances, voies d'exposition, utilisateurs du site et autres paramètres qui «tirent» le risque.

Cette approche, relevant de l'aide à la décision, doit permettre de quantifier les éventuels risques sanitaires, de définir le cas échéant les concentrations acceptables et d'orienter les possibles mesures compensatoires et aménagements spécifiques à mettre en place afin d'éliminer ou limiter les risques.

Les principales étapes de la réalisation de l'EQRS sont les suivantes :

- **Définition des scénarios d'expositions** identifiant les liens entre les sources de danger, les voies d'exposition et les utilisateurs du site; cette étape a été menée au stade du schéma de fonctionnement ;
- **Sélection des substances** susceptibles d'entrer en contact avec les utilisateurs du site et devant par conséquent être retenues pour les calculs ;
- **Evaluation des expositions** théoriques des utilisateurs du site pour chaque substance et dans chaque scénario selon une approche itérative en prenant en compte la répartition rencontrées des substances polluantes résiduelles ;
- Identification de la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) permettant d'évaluer le risque ;
- **Quantification des risques sanitaires**, par comparaison des teneurs théoriques auxquelles sont exposés les utilisateurs du site à la VTR ;
- Evaluation des incertitudes et étude de sensibilité.

L'EQRS s'intéresse uniquement aux expositions chroniques. En effet, l'annexe 2 de la Politique métropolitaine des sites et sols pollués stipule que « *La problématique des sites et sols pollués relève pour la population générale, du domaine des risques chroniques et non des risques accidentels dont les effets potentiels sont, par contre, très rapidement observables* ».

La méthodologie et les conditions d'intervention utilisées par ARTELIA pour cette étude sont conformes à la norme métropolitaine AFNOR NF X31-620 spécifique aux « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués ». D'après cette norme, l'étude correspond à la codification A320 : Analyses des enjeux sanitaires (démarche d'évaluation des risques sanitaires).

6.3.2. ELABORATION DU SCHEMA CONCEPTUEL DES RISQUES

Sur la base du contexte environnemental et de la caractérisation des résidus fournie par VNC pour l'élaboration du dossier, un schéma conceptuel des risques est établi et constitue la base de l'approche proposée pour l'évaluation des conséquences sanitaires du projet sur l'homme. Il précise pour cela, comme recommandé dans toute approche de ce type :

- les sources potentielles (volumes de résidus humides et asséchés manipulés / stockés, filtrats et autres eaux de process pouvant être en contact avec les salariés du site) ;
- les enjeux à protéger (personnes susceptibles d'être affectées directement ou indirectement, sur site et hors site – riverains, ressources et milieux naturels à protéger) ;
- les voies de transfert et les voies d'exposition pertinentes à étudier.

Une première évaluation du niveau de risque associé à chaque association « source / voie de transfert / cibles » est menée. Cette évaluation vise à identifier les transferts de pollution possibles, c'est-à-dire ceux pour lesquels une voie de transfert met en relation une source et

une cible. Le niveau du risque est évalué en fonction de la probabilité d'occurrence du transfert entre cible et source et de la gravité des conséquences de l'occurrence de cet événement. L'évaluation du risque permet de hiérarchiser les questions selon qu'elles sont associées à un niveau de risque très faible à très élevé, et définit les modalités des études d'évaluation des risques adaptées.

En première approche, les principales voies d'exposition à quantifier sont celles associées à l'inhalation et à l'ingestion des poussières générées par le projet ; l'outil de modélisation de la dispersion des poussières décrit au paragraphe 6.1 est le support principal de l'évaluation des teneurs inhalées et ingérées par les populations riveraines et par les salariés du site, et des niveaux de risques sanitaires associés.

6.3.3. DEFINITION DES SCENARIOS D'EXPOSITION

Les scénarii envisagés prennent en compte l'ensemble des éléments illustrés dans le schéma conceptuel du site et se conforment à la méthodologie française de gestion des sites potentiellement pollués et aux recommandations de la réglementation locale.

Pour ce faire, les scénarii envisagés couvrent géographiquement la totalité du site du projet Lucy et les zones d'habitations les plus proches, dans la mesure où la modélisation des poussières met en évidence un impact détectable du projet Lucy sur la qualité de l'air ambiant.

Pour chaque scénario identifié dans le cadre de l'établissement du schéma conceptuel, à partir de la relation source-transfert-cibles définie par le schéma conceptuel, sont détaillés :

- les milieux et ouvrages associés pertinents pour l'étude de chaque scénario ;
- les cibles les plus exposées, pour lesquelles les risques sanitaires seront évalués en première approche ;
- les hypothèses considérées (temps d'exposition, profils des cibles, ...).

La pertinence des hypothèses retenues est discutée dans un paragraphe dédié à l'évaluation des incertitudes.

6.3.4. SELECTION DES SUBSTANCES A RETENIR POUR LES CALCULS D'EQRS ET EVALUATION DE LA TOXICITE DES SUBSTANCES (VTR)

La sélection des substances à retenir pour l'évaluation des risques sanitaires repose sur les caractéristiques physico-chimiques et la composition chimique des résidus (humides / asséchés) retenus par VNC comme hypothèse de base du dossier à produire, sous la forme de teneurs massiques globales en éléments traces métalliques, sans spéciation : Al, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Ti, Zn, etc.

Pour chaque composé identifié, les valeurs réglementaires d'exposition professionnelle sont dans un premier temps déterminées pour alimenter l'analyse des risques au sein de la notice hygiène et sécurité dédiée aux salariés du site (approche « Code du Travail »).

L'appréciation des risques chroniques pour la santé humaine (approche « Code de l'Environnement ») est quant à elle obtenue par comparaison des concentrations d'exposition avec des concentrations d'exposition tolérables, propres à chaque polluant, définies dans les bases de données toxicologiques. Deux approches différentes existent pour définir les critères de santé humaine :

- l'une où l'on parle d'effet à seuil (le risque peut exister dès lors que l'on dépasse une dose d'exposition) ;

- l'autre nommée effet sans seuil, où l'on considère qu'il n'y a pas de niveau d'exposition sans risque.

Pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires, plusieurs types d'indices toxicologiques sont utilisés. L'évaluation de la toxicité des substances passe par deux étapes. La première a pour but d'identifier les effets indésirables que la substance est capable de provoquer chez l'homme. La seconde consiste à définir la relation quantitative qui existe entre la dose de polluant et l'effet produit. Cette relation se traduit par une Valeur Toxicologique de Référence, VTR.

Les données toxicologiques, spécifiques de chaque substance, sont recensées sur les fiches toxicologiques de l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) et d'après les données des organismes suivants :

- ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) ;
- US EPA (The United States Environmental Protection Agency) ;
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US) ;
- RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Pays Bas);
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé);
- Agence Santé Canada (Health Canada);
- OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment).

Afin de faciliter la lisibilité des feuilles de calculs utilisées par ARTELIA, lorsqu'une VTR est sélectionnée nous lui attribuons la nomination suivante :

- VTRonc : Valeur toxicologique de référence pour l'ingestion de substance non-cancérogène ;
- VTRoc : Valeur toxicologique de référence pour l'ingestion de substance cancérogène ;
- VTRinc : Valeur toxicologique de référence pour l'inhalation de substance non-cancérogène ;
- VTRic : Valeur toxicologique de référence pour l'inhalation de substance cancérogène ;

Le choix des VTR s'appuie sur :

- en priorité, la note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 en date du 31 octobre 2014, co-signée par la DGS et la DGPR, relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des VTR pour mener les évaluations de risque sanitaire dans le cadre des études d'impact et de la gestion de sites et sols pollués.
- puis en support le rapport d'étude de l'INERIS faisant un « Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) », édité en mars 2009 sous la référence N° DRC-08-94380-11776C.

6.3.5. EVALUATION DES EXPOSITIONS (POUSSIÈRES INHALEES)

L'outil de modélisation des poussières constitue le support à l'évaluation des teneurs inhalées par les populations riveraines et par les salariés du site.

Les doses d'exposition à des produits polluants dépendent des concentrations, de la nature physico-chimique des produits, du type de matériau et des activités de l'homme à proximité des polluants. Selon les activités, le calcul de l'exposition est effectué à partir des différentes voies d'exposition sélectionnées.

L'évaluation quantitative de l'exposition consiste à calculer la dose journalière d'exposition (DJE) selon chaque voie d'exposition :

$$DJE = \frac{Q_i \times C_i \times F \times T}{P \times T_m}$$

avec :

DJE : Dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg/j),

Q_i : Quantité de milieu (sol, eau, aliment, ...) administrée par jour,

C_i : Concentration du polluant dans le milieu i (sol, eau, aliment, ...),

F : Fréquence d'exposition (jours/365),

T : Durée d'exposition (années),

P : Masse corporelle de la cible (kg),

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée :

Polluants non cancérogènes : $T_m = T$;

Polluants cancérogènes : $T_m = 40$ ans généralement.

En complément, la concentration moyenne inhalée par jour sur un site présentant en surface des sols susceptibles de contenir des polluants se définit de la façon suivante, d'après les formules élaborées par HESP :

$$CI = \frac{C_s \times TSP \times frs \times fr \times t \times F \times T}{T_m}$$

avec :

CI : Concentration moyenne inhalée (mg/m³),

C_s : Concentration du polluant dans le sol (mg/kg),

TSP : Quantité de particules en suspension dans l'air (kg/m³),

frs : fraction de sol contenu dans les poussières (-),

fr : fraction retenue dans les poumons (-),

t : fraction du temps d'exposition pendant une journée (heures/24),

F : Fréquence d'exposition (jours/365),

T : Durée d'exposition (années),

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée :

Polluants non cancérogènes : $T_m = T$

Polluants cancérogènes : Tm = 40 ans généralement.

Sur la base des résultats de la modélisation « poussières » et de la configuration finale du site, ARTELIA définira les expositions des cibles retenues.

6.3.6. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES (POUSSIÈRES INHALEES)

6.3.6.1. ESTIMATION DU RISQUE

La caractérisation du risque sanitaire est faite en comparant les doses ou les concentrations d'exposition calculées, avec les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sélectionnées.

- Estimation du risque pour les effets cancérogènes sans seuil

Pour les effets toxiques cancérogènes sans seuil, et pour des faibles expositions, l'excès de risque individuel (E.R.I.) est calculé de la manière suivante :

$$\text{ERI (inhalation)} = \text{CIc} \times \text{VTRC}$$

avec :

CI: Concentration moyenne inhalée (mg/m³), effets cancérogènes

ERI : Excès de risque individuel (sans unité) ;

VTRC : Valeur toxicologique de référence pour les effets sans seuil (mg/m³)⁻¹.

Les ERI sont comparés à une probabilité en prenant comme référence un « risque acceptable d'augmentation de la probabilité d'excès d'occurrence d'un effet » (survenue d'une pathologie) chez l'individu exposé. Par exemple un risque de 10⁻⁵ signifie qu'une personne exposée à une probabilité de 1 sur 100 000 de manifester un effet lié à l'exposition durant la vie entière. Au-dessus d'un niveau de 10⁻⁵ ou 10⁻⁴ le risque est usuellement considéré comme inacceptable selon les circulaires ministérielles en date du mois de février 2007.

Ainsi, le risque est considéré comme acceptable si l'excès de risque individuel (ERI) est inférieur à un risque de 10⁻⁵. Ce seuil correspond également aux recommandations de l'OMS et déjà utilisé pour les normes de potabilité d'eau.

- Estimation du risque pour les effets toxiques et cancérogènes à seuil

Pour les effets toxiques et cancérogènes à seuil, on définit un quotient de danger (Q.D.) de la manière suivante :

$$QD_{inh} = \frac{CI_{inc}}{VTR_{NC}}$$

avec :

CI: Concentration moyenne inhalée (mg/m³), effets non cancérogènes ;

QD : Quotient de Danger (sans unité) ;

VTRNC : Valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil (mg/m³) ;

Pour les effets à seuil, le quotient de danger (QD) n'est pas un risque au sens biostatistique. L'évaluation est de nature qualitative. Les QD sont comparés à 1 :

- si $QD \leq 1$: la survenue d'un effet toxique ne peut théoriquement pas se produire dans la population exposée. Le risque est alors considéré comme négligeable. Il n'est toutefois pas possible d'estimer la

probabilité de survenue de cet événement et le degré de vraisemblance n'est pas linéaire par rapport au QD.

- si $QD > 1$: la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue. Cette possibilité apparaît d'une manière générale d'autant plus forte que l'IR augmente mais ce degré de vraisemblance n'est pas linéaire par rapport au QD.

Le risque lié à la totalité des substances cancérogènes (effets sans seuil) sur un site est la somme des risques pour chaque substance.

Pour les substances non cancérogènes (effets à seuil), bien que l'indice de risque ne représente pas une probabilité, il est considéré que la possibilité d'apparition d'un effet toxique est fonction de la somme des indices de risques pour les substances qui ont des organes cibles communs.

Une telle approche sera suivie pour alimenter :

- le chapitre « impacts sur la santé des riverains » au sein de l'étude d'impact ;
- le chapitre « impacts sur la santé des salariés » au sein de la notice hygiène et sécurité, en complément de l'approche classique « code du travail ».

6.3.6.2. ADDITIVITE DES RISQUES

Les niveaux de risque sont calculés en pratiquant l'additivité des risques selon les règles de l'art en la matière et en tenant compte des recommandations des instances sanitaires émises au niveau national.

Le cumul des effets entre voies et substances sera traduit par la sommation des quotients de danger ou des excès de risque individuel, selon les règles suivantes :

- pour les effets à seuil : addition des quotients de danger, quel que soit le mécanisme d'action toxique ; bien que le quotient de danger ne représente pas une probabilité, on considérera dans une première approche que la possibilité d'apparition d'un effet toxique sera fonction de la somme des quotients de danger liés aux différentes voies d'exposition.
- pour les effets sans seuil : addition de tous les excès de risque individuel.

6.3.7. EVALUATION DES INCERTITUDES ET ETUDE DE SENSIBILITE

Les résultats de l'évaluation des risques sont basés sur des hypothèses prises d'après les connaissances scientifiques actuelles et les informations disponibles sur le site. L'étude des incertitudes a pour objectif de discuter les résultats afin de :

- Mettre en perspective les résultats obtenus par rapport à la réalité,
- Mettre en évidence les points de l'évaluation où un effort supplémentaire dans l'acquisition de données peut réduire de façon substantielle l'incertitude du résultat.

L'évaluation des incertitudes concerne à la fois l'évaluation de l'exposition et l'évaluation de la toxicité des substances. Les incertitudes liées à l'évaluation du risque concernent :

- La définition des scénarios d'exposition,
- La caractérisation des sources de danger,

- Les caractéristiques des substances,
- La modélisation des phénomènes de transfert,
- La définition des paramètres d'exposition,
- L'évaluation de la toxicité des substances.

Ainsi, l'évaluation des incertitudes est conduite, pour les substances et voies d'expositions les plus sensibles, en recherchant l'influence des hypothèses et des paramètres qui ont la plus grande influence sur le niveau de risque.

6.4. PROPOSITIONS DE MESURES

Afin d'éviter, réduire ou compenser les impacts du projet Lucy sur l'environnement des mesures ont été définies par VNC.

Les mesures mises en œuvre concernent, en fonction des impacts, les phases de construction, d'exploitation, de remise en état/fermeture.

Classiquement, quatre types de mesures seront proposés au cours du processus d'étude d'impact :

- les mesures d'évitement ;
- les mesures d'atténuation ;
- les mesures de compensation ;
- les mesures de bonifications (en cas d'impact positif).

L'application du principe ERC (Eviter, Réduire, Compenser) pour les impacts négatifs a été favorisée. Ainsi, dans cet objectif, les premières mesures qui ont été envisagées sont les mesures d'évitement.

Lorsque les mesures d'évitement des impacts négatifs ne sont pas possibles, des mesures d'atténuation sont proposées. Elles permettent de réduire l'impact potentiel pour obtenir un impact résiduel (après mise en place de la mesure) acceptable (c'est-à-dire pour un niveau d'importance de l'impact jugé mineur à modéré). Néanmoins, si malgré les mesures de réduction, l'impact négatif résiduel reste à une importance notable en ce qui concerne les composantes biophysiques et socio-économiques du milieu, des mesures de compensation sont proposées.

Pour ce qui est des impacts positifs, des mesures de bonifications ont été envisagées pour favoriser et optimiser ces impacts.

Les mesures dites générales sont indépendantes de la localisation de l'impact au sein de la zone de projet, et peuvent être appliquées pour différentes phases (construction / opération / fermeture).

Les mesures sont dites spécifiques quand elles ne dépendent que d'une composante du projet.

