



VALE Nouvelle-Calédonie

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



Livret D – Volet D2

**Etat initial de l'environnement du site du projet
et de son environnement**

Février 2017



Permis de construire

***Etude d'impact :
Etat initial de l'environnement du site du projet et de son
environnement***

***Commune de Yaté
Nouvelle-Calédonie***

REDACTION	ARTELIA/CAPSE	
VERIFICATION	ARTELIA/CAPSE	
APPROBATION	Vale Nouvelle-Calédonie	
APPROBATION	Vale Nouvelle-Calédonie	

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	1
2	AIRE D'ETUDE	3
2.1.	Localisation du site du projet	3
2.2.	Activités actuelles sur le site	4
2.3.	Définition des aires d'étude.....	7
3	MILIEU PHYSIQUE	10
3.1.	Contexte climatique	10
3.1.1.	Contexte calédonien et régional	10
3.1.2.	Spécificité au sein de l'aire d'étude	18
3.2.	Géologie	25
3.2.1.	Contexte calédonien	25
3.2.2.	Contexte régional	28
3.2.3.	Spécificité au sein de l'aire d'étude	31
3.3.	Pédologie	40
3.3.1.	Contexte calédonien	40
3.3.2.	Contexte régional	41
3.3.3.	Spécificités de l'aire d'étude	43
3.4.	Hydrologie	43
3.4.1.	Contexte calédonien	43
3.4.2.	Contexte régional	44
3.4.3.	Spécificités sur l'aire d'étude	47
3.5.	Hydrogéologie	55
3.5.1.	Massif du Sud	55
3.5.2.	Spécificités de l'aire d'étude	59
3.5.3.	Qualité des eaux souterraines	66
3.6.	Niveau sonore et vibrations	69
3.6.1.	Mesures des niveaux sonores au niveau du plateau de Goro	69
3.6.2.	Niveaux de bruits mesurés au niveau de la zone de projet	70
3.6.3.	Vibrations	71
3.7.	Qualité de l'air ambiant	71
3.7.1.	Contexte général de la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie	71
3.7.2.	Rappels des seuils réglementaires applicables à VNC	73
3.7.3.	Sources polluantes en Nouvelle-Calédonie	75
3.7.4.	Suivi environnemental de la qualité de l'air sur le plateau de Goro	76
3.7.5.	Mesures in situ des émissions de poussières	91
3.8.	Source lumineuse	97

4	MILIEU NATUREL.....	98
4.1.	Contexte de la biodiversité calédonienne.....	98
4.1.1.	La Nouvelle-Calédonie	98
4.1.2.	Le Grand Sud	100
4.1.3.	Habitats dans la zone d'étude élargie	105
4.2.	Caractéristiques floristiques de la zone d'étude restreinte (limite ICPE + 10 m).....	114
4.2.1.	Recensement des formations végétales	114
4.2.2.	Identification des espèces floristiques.....	121
4.2.3.	Focus sur la Forêt S2	125
4.3.	Caractéristiques faunistiques de la zone d'étude restreinte	126
4.3.1.	Mammifères	126
4.3.2.	Mollusques terrestres (bulimes)	128
4.3.3.	Avifaune.....	128
4.3.4.	Herpétofaune	133
4.3.5.	Myrmécofaune.....	138
5	MILIEU HUMAIN	145
5.1.	Démographie	145
5.1.1.	Contexte calédonien.....	145
5.1.2.	Spécificités de l'aire d'étude élargie	146
5.2.	Habitat – logement.....	149
5.2.1.	Contexte en Nouvelle-Calédonie.....	149
5.2.2.	Spécificités de l'aire d'étude élargie	149
5.3.	Economie	149
5.3.1.	Généralités	150
5.3.2.	Activités liées à l'exploitation de minerai	151
5.3.3.	Activités liées au BTP.....	154
5.3.4.	Activités agricoles.....	155
5.3.5.	Commerces	157
5.3.6.	Services et communication	157
5.3.7.	Tourisme et loisirs	158
5.4.	Emplois.....	160
5.4.1.	Contexte en Nouvelle-Calédonie.....	160
5.4.2.	Spécificités de l'aire d'étude.....	161
5.5.	Infrastructures, réseaux et servitudes	161
5.5.1.	Infrastructures de transport	161
5.5.2.	Energie	164
5.5.3.	Eau potable et eaux usées.....	166
5.5.4.	Périmètres de protection de captage	169

5.5.5. Servitudes sur l'aire d'étude	171
5.6. Urbanisme et occupation des sols	172
5.6.1. Urbanisme et cadastre	172
5.6.2. Occupation du sol	175
5.7. Patrimoine culturel et archéologique	176
5.7.1. Patrimoine archéologique	176
5.7.2. Patrimoine coutumier	180
5.7.3. Patrimoine culturel	180
6 RISQUES.....	182
6.1. Risques naturels	182
6.1.1. Sismicité	182
6.1.2. Amiante environnementale	184
6.1.3. Erosion des sols	185
6.1.4. Cyclone	187
6.1.5. Inondation	187
6.1.6. Risque incendie	187
6.2. Risques technologiques	189
6.2.1. Risques industriels	189
6.2.2. Agents chimiques dangereux	197
7 PAYSAGE	198
7.1. Analyse de l'organisation du paysage et des perceptions visuelles	198
7.1.1. Le complexe industriel VNC	198
7.1.2. Le relief et les grandes unités paysagères	200
7.1.3. Ambiances végétales	205
7.1.4. Eléments patrimoniaux paysagers aux abords du projet	207
7.1.5. Le site du projet Lucy dans la vallée KO2	209
7.1.6. Formes et couleurs aux abords du site du projet	210
7.1.7. Perception du site actuel de projet et repérage des prises de vues significatives	212
7.2. Analyse des perceptions sociales	219
7.3. Synthèse paysagère	220
8 INTERRELATIONS ENTRE LES THEMATIQUES DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	221
9 SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT	224

FIGURES

Figure 1.	Localisation du projet	3
Figure 2.	Vue nord-est des installations existantes	6
Figure 3.	Localisation des activités déjà autorisées sur l'emprise du projet Lucy	7
Figure 4.	Moyenne Interannuelle des précipitations sur la période 1990-2009	12
Figure 5.	Evolution des températures sur l'années 2014.....	13
Figure 6.	Stations météorologiques actuellement suivies par VNC	19
Figure 7.	Moyenne mensuelle des précipitations et de l'évapotranspiration sur la station « GORO_RESIDUS » en 2015.....	21
Figure 8.	Évolution des températures maximales et minimales sur la station « GORO_RESIDUS » en 2015	21
Figure 9.	Rose des vents du site Goro_Résidus (988) pour l'année 2015.....	23
Figure 10.	Contexte géodynamique de la Nouvelle-Calédonie	26
Figure 11.	Contexte géologique général de la Nouvelle Calédonie	27
Figure 12.	Successions stratigraphiques simplifiées rencontrées dans sept secteurs du site de Goro...	30
Figure 13.	Localisation des bassins-versants sur et à proximité de la zone d'étude.....	33
Figure 14.	Carte géologique de la zone d'étude	34
Figure 15.	Coupe géologique interprétative du bassin de KO2.....	36
Figure 16.	Localisation des sondages géologiques et piézomètres implantés en contexte de crête rocheuse dans le bassin de la Kwé.....	38
Figure 17.	Modèle conceptuel géologique d'un chaînon rocheux	39
Figure 18.	Profil de sol ferrallitique ferritique cuirassé.....	42
Figure 19.	Profil de sol ferrallitique ferritique érodé	43
Figure 20.	Débits moyens mensuels caractéristiques à la station KOL	45
Figure 21.	Conductivité.....	49
Figure 22.	Teneurs en sulfates.....	50
Figure 23.	Teneurs en manganèse.....	50
Figure 24.	Évolution de la richesse taxonomique pour la Kwé Ouest et le Trou Bleu entre 2005 et 2015	51
Figure 25.	Évolution de l'IBS à la Kwé et au Trou Bleu entre 2005 et 2015	52
Figure 26.	Évolution des espèces dans la Kwé par campagnes entre la période 1995-2007 et 2009-2015	53
Figure 27.	Unités hydrogéologiques dans le contexte de Goro	58
Figure 28.	Carte piézométrique de l'aquitard latéritique en contexte de hautes eaux : Comparaison de l'état naturel avec l'état actuel	63
Figure 29.	Carte piézométrique de l'aquifère principal en contexte de hautes eaux : Comparaison de l'état naturel avec l'état actuel	64
Figure 30.	Projection des signatures chimiques dans le Diagramme de Piper	66
Figure 31.	Récepteurs étudiés et niveaux de bruit.....	70

Figure 32.	70
Figure 33. Méthode de calcul de l'indice ATMO	72
Figure 34. Localisation des différentes stations de mesure de la qualité de l'air	78
Figure 35. Nickel (ng/m ³) mesuré sur la fraction PM10	87
Figure 36. Moyennes horaires — Dioxyde de soufre	89
Figure 37. Moyennes journalières — Dioxyde de soufre	90
Figure 38. Moyennes journalières — Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10)	90
Figure 39. Localisation des stations de mesures de poussières PM10	91
Figure 40. Classement des stations d'échantillonnage	97
Figure 41. Zones inscrites au patrimoine mondial de l'UNESCO	99
Figure 42. Surfaces brûlées dans le Grand Sud depuis 2000	103
Figure 43. Classification des espèces	104
Figure 44. Répartition des points d'écoute en fonction de la valeur de l'indice patrimonial en saison sèche	109
Figure 45. Emprise des zones inventoriées par rapport à la zone du projet	115
Figure 46. de gauche à droite : Maquis ligno-herbacés de pentes érodées, Maquis ligno-herbacé de bas de pente ou de piémont, Maquis ligno-herbacé dense	117
Figure 47. de gauche à droite : Maquis des plaines hydromorphes, Maquis à hydromorphie temporaire	118
Figure 48. de gauche à droite : Maquis arbustif semi-ouvert (P5), Maquis arbustif ouvert (P4)	119
Figure 49. de gauche à droite : Maquis paraforestier d'enjeu modéré (P5), Maquis paraforestier d'enjeu faible (P2)	119
Figure 50. Extrait de la Carte 4.2 au niveau de la réserve de la Forêt Nord	120
Figure 51. Emprise des zones inventoriées par Bota Environnement – caractérisation de l'avifaune	129
Figure 52. Emprise des zones inventoriées par Bota Environnement – caractérisation de l'herpétofaune	134
Figure 53. Emprise des zones inventoriées par Bota Environnement – caractérisation de la myrmécofaune	139
Figure 54. Évolution de la population des communes entre 2009 et 2014	145
Figure 55. Situation du projet Lucy	146
Figure 56. Population de la commune de Yaté	147
Figure 57. Population de la commune du Mont Dore	147
Figure 58. Evolution du nombre d'habitant pour les communes de Yaté et Mont Dore	148
Figure 59. Répartition sectorielle de la valeur ajoutée en 2014	150
Figure 60. Implantation des centres miniers et métallurgiques actifs en 2013	152
Figure 61. Evolution de la production en minerais de nickel en Nouvelle-Calédonie de 1993 à 2013	153
Figure 62. Répartition des productions agricoles à Yaté et au Mont Dore en 2012	156
Figure 63. Evolution des arrivées de visiteurs et du taux d'occupation des hôtels depuis 1994	159
Figure 64. Évolution du nombre d'entreprises et de salariés dans le secteur des transports	162

Figure 65.	Réseau routier du Grand Sud	163
Figure 66.	Energie électrique en Nouvelle-Calédonie en 2014	165
Figure 67.	Evolution du prix de détail à la consommation de l'eau distribuée sur Nouméa.....	167
Figure 68.	Parcelles cadastrales dans la zone de projet	174
Figure 69.	Photographies de l'abri sous roche observé sur le site de VNC	177
Figure 70.	Zones de prospection	178
Figure 71.	Points de prospection dans la zone de projet du bassin KO2.....	179
Figure 72.	Photographies du secteur de projet Lucy.....	179
Figure 73.	Aléa sismique en Nouvelle-Calédonie et sur la zone de projet	183
Figure 74.	Résultats d'analyse MOCP et META sur le site projet en 2015.....	185
Figure 75.	Distribution par commune des départs de feux sur la Grande Terre (2000-2009)	188
Figure 76.	Installations de VNC sur le site de Goro	189
Figure 77.	Aménagements du parc à résidus de la Kwé Ouest.....	191
Figure 78.	Vue aérienne de l'UPM	194
Figure 79.	Schéma de localisation des pipes.....	195
Figure 80.	Enveloppe des scénarios toxiques.....	196
Figure 81.	Résultats de l'étude ACD 2015 sur la zone de projet	197
Figure 82.	Extrait de l'Atlas de Nouvelle Calédonie – IRD – présentation du site minier du Grand Sud 199	
Figure 83.	Grandes unités paysagères.....	200
Figure 84.	Le site de stockage KO2 dans le relief et position de la future usine d'assèchement des résidus de l'unité DWP2.....	201
Figure 85.	Relief de collines confrontées aux plateaux ; unité paysagère de la plaine des Lacs au nord 202	
Figure 86.	Unité paysagère de la baie de Port Boisé Trou Bleu	202
Figure 87.	Unité paysagère de la baie de Port Boisé Trou Bleu	202
Figure 88.	Vue sur le site intérieur KO4 – unité paysagère centrale du plateau minier.....	203
Figure 89.	Unité paysagère centrale du plateau minier	203
Figure 90.	Unité paysagère du plateau minier au centre et derrière le relief, unité paysagère de la baie de Port Boisé Trou Bleu – vue depuis les monts Néngoné.....	203
Figure 91.	Unité paysagère de la Baie de Prony - la base vie et l'usine face à la mer – vue depuis les monts Néngoné	204
Figure 92.	Unité paysagère de la Baie de Prony - l'usine sur fond collinaire	204
Figure 93.	Unité paysagère de la Baie de Prony - le Port minier et l'usine	204
Figure 94.	Extrait de la carte de présentation globale de la végétation du Grand Sud	205
Figure 95.	Forêt dense sur flanc collinaire vallée KO2	206
Figure 96.	Maquis minier vers Trou Bleu	206
Figure 97.	Forêt humide à Port Boisé	206
Figure 98.	Mangrove à Port Boisé	207

Figure 99.	Extrait de carte touristique	207
Figure 100.	'Carte postale' Baie de Prony	208
Figure 101.	Vestige du bain au village de Prony	208
Figure 102.	Unité paysagère de la baie de Port Boisé Trou Bleu - Ligne de crête du Pic de l'antenne et vue sur la réserve botanique de la Forêt Nord depuis la route de la Kwé	209
Figure 103.	Vue aérienne actuelle du site de projet dans la vallée KO2, vue sud/nord.....	209
Figure 104.	Vue aérienne actuelle du site de projet – vue nord/sud - vallée KO2.....	210
Figure 105.	Illustration des sols à nu, des érosions, des quadrillages prospectifs aux abords du site 211	
Figure 106.	Site KO2 – entrelacs des pistes au nord de la berme	211
Figure 107.	La vallée KO2 – vue sur le flanc collinaire ouest.....	211
Figure 108.	La vallée KO2 – vue zoomée sur le flanc collinaire ouest	212
Figure 109.	Repérage des panoramas significatifs vers le site KO2	212
Figure 110.	Panorama 0 Baie de Prony, vue depuis la mer sur le port minier.....	213
Figure 111.	Panorama 1 vers le site KO2 depuis la route du Sud, dans la descente vers le village de Prony 213	
Figure 112.	Zoom du panorama 1 vers le site KO2 depuis la route du Sud, dans la descente vers le village de Prony 214	
Figure 113.	Panorama 2 sur le site KO2, relief et environnement - unité paysagère centrale du plateau minier 214	
Figure 114.	Zoom panorama 2 sur le site de la vallée KO2	215
Figure 115.	Panorama 3 sur la ligne de crête des monts Néngoné, vers le site KO2 depuis la route du Grand Kaori en direction la base vie.....	215
Figure 116.	Panorama 4 vers le site KO2 depuis la route de la Kwa Néi, col à hauteur de la base vie 216	
Figure 117.	Panorama 5 vers le site KO2 depuis Grand Lac	216
Figure 118.	Panorama 6 – perception du site de projet KO2- – vue depuis les monts Néngoné.....	217
Figure 119.	Panorama 7 – perception du site de projet KO2, vue depuis le mont Kwa Néi	217
Figure 120.	Panorama 8 – perception vers le site de projet KO2 depuis la route de la Kwé – vue sur le mont Kwa Néi 218	
Figure 121.	Panorama 9 – perception vers le site de projet KO2 depuis la route CR 10- – vue sur le mont Kwa Néi 218	
Figure 122.	Synthèses des sensibilités paysagères.....	220

TABLEAUX

Tableau 1.	Organisation des livrets du dossier de demande de permis de construire.....	1
Tableau 2.	Définition des zones d'influence du projet par thématiques	8
Tableau 3.	Bilan des moyennes mensuelles de température (en °C) entre 2002 et 2007 sur la Nouvelle-Calédonie	13
Tableau 4.	Sélection des derniers événements cycloniques ayant généré des dégâts en Nouvelle-Calédonie	16
Tableau 5.	Stations météorologiques actuellement suivies par VNC	19
Tableau 6.	Bilan pluviométrique sur la période 2011-2016, station de « GORO_RESIDUS »	20
Tableau 7.	Bilan pluviométrique sur l'année 2015, station de « GORO_RESIDUS »	20
Tableau 8.	Température moyenne mensuelle sur la période 2011-2016, station de « GORO_RESIDUS »	21
Tableau 9.	Température moyenne mensuelle sur la période 2002-2007, station de Yaté	22
Tableau 10.	Moyenne mensuelle de l'ETP calculée pour la station GORO_RESIDUS (2011-2016).....	22
Tableau 11.	Moyenne mensuelle de l'ETP calculée pour le bassin de la Kwé (1998-2011).....	22
Tableau 12.	Records météorologiques observés sur le plateau de Goro lors du passage de la dépression tropicale Vania en janvier 2011.....	24
Tableau 13.	Débits caractéristiques d'étiage à la station KOL	45
Tableau 14.	Débits moyens annuels observés entre 1996 et 2012	46
Tableau 15.	Bilans hydrologiques annuels – synthèse des résultats de simulation (valeurs exprimées en mm/an)	46
Tableau 16.	Qualité des sédiments des rivières de la région de Goro entre 1994 et 2005	47
Tableau 17.	Superficie des sous bassins-versants de la Kwé Ouest	47
Tableau 18.	Fond hydrogéochimique par unité hydrostratigraphique	67
Tableau 19.	Niveaux sonores dans la zone d'emprise de VNC en 2001, 2005 et 2013	69
Tableau 20.	Bruit résiduel pour les périodes jour et nuit au droit des récepteurs.....	71
Tableau 21.	Seuils applicables au suivi de la qualité de l'air.....	74
Tableau 22.	Localisation des stations de suivi de qualité de l'air.....	77
Tableau 23.	Pourcentage de données exploitables.....	80
Tableau 24.	Moyennes annuelles – dioxyde de soufre.....	81
Tableau 25.	Moyennes annuelles – dioxyde d'azote.....	82
Tableau 26.	Moyennes annuelles – PM10	83
Tableau 27.	Obligations applicables, en métropole, au suivi de la qualité de l'air - métaux contenus dans les PM10	84
Tableau 28.	Résultats annuels sur les éléments As, Cd, Pb, Ni et Hg	86
Tableau 29.	Résultats campagne de mesure des métaux	87
Tableau 30.	Concentrations moyennes en poussières	93
Tableau 31.	Distribution des groupements végétaux identifiés dans la région de référence du Grand Sud	100

Tableau 32.	Nombre d'espèces rares inventoriées dans la zone du Grand Sud selon la liste rouge de l'UICN, 1994	105
Tableau 33.	Répartition des formations floristiques sur l'aire d'étude élargie	105
Tableau 34.	Espèces de poissons recensées sur la zone d'étude (en vert : espèce endémique/en rouge : espèce rare ou sensible)	112
Tableau 35.	Statuts de protection des espèces de poissons recensées sur la zone d'étude.....	112
Tableau 36.	Formations végétales sur les zones concernées par l'aire d'étude restreinte	115
Tableau 37.	Récapitulatif des espèces recensées sur l'aire d'étude restreinte	121
Tableau 38.	Espèces rares présentes et leurs critères de classification comme espèce menacée	125
Tableau 39.	Les neuf espèces de chiroptères présentes en Nouvelle-Calédonie : répartition, statut, mode de vie, et présence dans la zone du projet.....	127
Tableau 40.	Liste des espèces d'avifaune recensées sur la zone « priorité 1 »	130
Tableau 41.	Liste des espèces d'avifaune recensées sur la zone « priorité 2 »	131
Tableau 42.	Liste des espèces d'avifaune recensées sur la zone « priorité 3 »	131
Tableau 43.	Liste des espèces d'avifaune recensées sur la zone « priorité 4 »	132
Tableau 44.	Liste des espèces d'herpétofaune recensées sur la zone « priorité 1 »	135
Tableau 45.	Liste des espèces d'herpétofaune recensées sur la zone « priorité 2 »	135
Tableau 46.	Liste des espèces d'herpétofaune recensées sur la zone « priorité 3 »	136
Tableau 47.	Liste des espèces d'herpétofaune recensées sur la zone « priorité 3 »	137
Tableau 48.	Espèces de myrmécofaune rencontrées sur la zone Priorité 1	139
Tableau 49.	Espèces de myrmécofaune rencontrées sur les quatre transects hors zone de forêts, hors espèces envahissantes – Priorité 2	140
Tableau 50.	Espèces rencontrées sur les deux transects situés en forêt – Priorité 2.....	140
Tableau 51.	Espèces de myrmécofaune rencontrées sur les six transects « exotiques », hors espèces envahissantes – Priorité 3.....	141
Tableau 52.	Espèces rencontrées sur les trois transects situés en forêt – Priorité 3	142
Tableau 53.	Espèces rencontrées sur les sept transects, hors espèces envahissantes – Priorité 4	143
Tableau 54.	Evolution de la population des communes à proximité de la zone de projet ainsi que sur la Province Sud et la Nouvelle-Calédonie	148
Tableau 55.	Répartition des entreprises par province et secteur d'activité au 1er janvier 2015	151
Tableau 56.	Caractéristiques agricoles des communes de Yaté et du Mont-Dore en 2012	156
Tableau 57.	Part des logements selon leur type d'alimentation en eau par province	167
Tableau 58.	Evolution de l'accès à l'eau courante dans les communes de Yaté et Mont-Dore	168
Tableau 59.	Localisation et description des captages actifs à proximité de la zone de projet.....	170
Tableau 60.	Monuments historiques classés à proximité de la zone de projet	181
Tableau 61.	Niveau d'aléa à 475 ans	182
Tableau 62.	Synthèse de l'analyse de risques sur l'environnement et sur les personnes.....	193
Tableau 63.	Synthèse des dangers	195
Tableau 64.	Interrelations entre les différentes thématiques de l'état initial.....	222

Tableau 65. Synthèse des caractéristiques de l'environnement 226

ANNEXE 1 : ATLAS CARTOGRAPHIQUE

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

ACD	Agents Chimiques Dangereux
AGDR	Aire de Gestion Durable des Ressources
BTP	Bâtiment et Travaux Publics
CEROM	Comptes économiques rapides en Outre-Mer
CIM	Centre Industriel de Minier
CITES	Convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction
CO	Composé Organique
COV	Composés Organiques Volatils
CPCE	Code des Postes et des Communications Electroniques
CSC	Cygnnet Surveys and Consultancy
DACCNC	Direction des affaires culturelles et coutumières de Nouvelle-Calédonie
DAEM	Demande d'autorisation d'exploitation minière
DAVAR	Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales de Nouvelle-Calédonie
DEPS	Direction de l'Equipeement de la Province Sud
DIMENC	Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie
DTSI	Direction des Technologies et des Services de l'Information
ECCECT	Etudes Consultation et Communication en Environnements Terrestres
EIE	Etude d'Impact Environnemental
ENSO	El Niño Southern Oscillation
EPA	Environmental Protection Agency
EPT	Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères
ETP	Evapo-Transpiration Potentielle
ETR	Evapo-Transpiration Réelle
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
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
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
Ifreco	Initiative française pour les récifs coralliens
IPA	Indices Ponctuels d'Abondance
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
ISEE	Institut de la Statistique et des Etudes Economiques
KNS	Koniambo Nickel SAS
META	Microscopie Electronique à Transmission Analytique
MOC	Microscopie Optique en Contraste de Phase
NOx	Oxyde d'Azote
O ₃	Ozone
ŒIL	Observatoire de l'Environnement de la Nouvelle Calédonie
OPT	Office des Postes et Télécommunication

ORSTOM	Office de la recherche scientifique et technique d'Outre-Mer
PIB	Produit Interieur Brut
PPE	Périmètre de Protection Eloigné
PPI	Périmètre de Protection Immédiat
PPR	Périmètre de Protection Rapproché
PUD	Plan d'Urbanisme Directeur
RGA	Recensement Général Agricole
SAD	Schéma d'Aménagement et de Développement
SAU	Surface Agricole Utile
SGT	Service de la Géomatique et de la Télédétection
SLN	Société Le Nickel
SMHV	Séismes Maximaux Historiquement Vraisemblables
SMS	Séisme Maximal de Sécurité
SMS	Séisme Maximal de Sécurité
SO ₂	Dioxyde de Soufre
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
UPM	Usine de Préparation de Minerai
VKP	Zone de Voh, Koné et Pouembout
VLPSH	Valeur Limite Pour la Santé Humaine
VLPV	Valeur Limite pour la Végétation
VNC	Valé Nouvelle-Calédonie S.A.S.
ZCIT	Zone de Convergence Intertropicale
ZCPS	Zone de Convergence Pacifique Sud
ZICO	Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux
ZRT	Zone Réglementée Temporaire

Bibliographie générale

- A2EP. (2012). *Campagne de reconnaissance hydrologique et hydrogéologique*.
- 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.
- DACCNC. (2007). *Relevé d'un abri sous roche sur l'emprise du chantier Goro Nickel*.
- 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*. Consulté le 08 08, 2016, sur <http://sig-public.gouv.nc/Notice-Occupationdusol2008-SPOT5-approcheobjet.pdf>
- ENERCAL. (2016). *Centrale thermique de Prony Energies*. Consulté le 09 15, 2016, sur [enercal.nc](http://www.enercal.nc): <http://www.enercal.nc/la-production-d-electricite/moyens-de-production-thermique/centrale-thermique-de-prony-energies.html>
- IANCP. (2015). *Rapport d'intervention sur le site minier KO2*.
- 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*. Consulté le 06 08, 2015, sur 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*. Consulté le 06 08, 2015, sur 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*.
- Nathalie Mary, V. A. (2012, Avril). *Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie et Indice Biosédimentaire, Guide méthodologique et technique*. DAVAR.
- Organisation météorologique mondiale. (2014, 12 04). Consulté le 03 2015, sur <http://www.wmo.int/>: <http://www.wmo.int/media/?q=fr/content/info-ni%C3%B1oni%C3%B1a-situation-actuelle-et-perspectives>
- ORSTOM. (1978). *Etude des sols de la Nouvelle-Calédonie - Nouvelle essai sur la classification, la caractérisation, la pédogénèse et les aptitudes de sols de Nouvelle-Calédonie*. Paris.
- 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). Consulté le 05 12, 2015, sur Scalair.nc: <http://www.scalair.nc/informations/indices/indices-atmo>
- 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 : DAEM. (2015). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret C Etude d'Impact sur l'Environnement - Volet B - Etat Initial de l'Environnement*.
- 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. (2015). DAEM Livret D - Gestion et protection des eaux superficielles et souterraines - volets A à H.
- VNC. (2015). DAEM Livret D - Gestion et protection des eaux superficielles et souterraines - volets A à H.
- VNC. (2015). DAEM Livret D - Gestion et protection des eaux superficielles et souterraines - volets A à H.
- VNC. (2015). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret C Etude d'Impact sur l'Environnement - Volet B - Etat Initial de l'Environnement*.
- VNC. (2015). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret D - Gestion et protection des eaux superficielles et souterraines*.
- VNC. (2015). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret G : Etude d'impact socio-économique*.
- VNC. (2015). *Suivi environnemental - Rapport annuel 2014 - Eaux souterraines*.
- 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). Résultats Amiante et ACD - Kwé Ouest.
- VNC. (2016). *Suivi environnemental - Rapport Annuel 2013*.
- VNC. (2016). *Suivi environnemental des eaux douces de surface - Rapport annuel 2015*.
- VNC. (2016). *Suivi environnemental qualité de l'air ambiant - Rapport semestriel août 2014*.
- VNC. (version 2012 actualisée en 2015). *Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière - Livret D - Gestion et protection des eaux superficielles et souterraines*.

Bibliographie spécifique à la section « Milieu naturel »

- AMBS (2004). Étude faunistique spécifique herpétofaune sur le site minier Goro Nickel proposé.
- Bauer A.M., Sadler R.A. (2000). The Herpetofauna of New Caledonia. Society for the study of Amphibians and Reptile in cooperation with the Institut de recherche pour le développement.
- Biodical (2012). Seconde campagne de détection du carpaud buffle (*Chaunus marinus*) sur le site industriel de Vale Nouvelle-Calédonie à Prony.
- BIODICAL (2015), *Caractérisation de la myrmécofaune de différents sites inclus dans la zone d'influence du projet KO4, VNC*
- BIODICAL (2015), *Caractérisation de la myrmécofaune présente sur les sites KO4-QUARRY, SITE-3 et SITE-4, VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaires floristiques – Identification des espèces rares et protégées Projet KO2, Priorité 1 – VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaires floristiques – Identification des espèces rares et protégées Projet KO2, Priorité 2 – VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaires floristiques – Identification des espèces rares et protégées Projet KO2, Priorité 3 – VNC*
- Bota Environnement (2016), *Inventaires floristiques – Identification des espèces rares et protégées Projet KO2, Priorité 4 – VNC*
- Bota Environnement (2016), *Inventaires floristiques – Identification des espèces rares et protégées Projet KO2, Priorité 5 – VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaire ornithologique Zone KO2 – Priorité 1 – VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaire ornithologique Zone KO2 – Priorité 2 – VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaire ornithologique Zone KO2 – Priorité 3 – VNC*
- Bota Environnement (2016), *Inventaire ornithologique Zone KO2 – Priorité 4 – VNC*
- Bota Environnement (2015), *Etat initial herpétologique KO2 – Priorité 1 – VNC*
- Bota Environnement (2015), *Etat initial herpétologique KO2 – Priorité 2 – VNC*
- Bota Environnement (2015), *Etat initial herpétologique KO2 – Priorité 3 – VNC*
- Bota Environnement (2016), *Etat initial herpétologique KO2 – Priorité 4 – VNC*
- Bota Environnement (2016). *Inventaire herpétologique Projet Lucy – Kwé Ouest – Priorité 4 VNC. 26 p.*
- Bota Environnement (2015), *Inventaire myrmécologique Projet KO2 – Priorité 1 VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaire myrmécologique Projet KO2 – Priorité 2 VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaire myrmécologique Projet KO2 – Priorité 3 VNC*
- Bota Environnement (2015), *Inventaire myrmécologique Projet KO2 – Priorité 4 VNC*
- Bota Environnement (2015). *Inventaires floristiques : Identification des espèces rares et protégées Projet KO2, Priorité 1 VNC*

- Bota Environnement (2015). *Inventaires floristiques : Identification des espèces rares et protégées Projet KO2, Priorité 2 VNC*
- Bota Environnement (2016). *Inventaires floristiques : Projet KO2, Priorité 4 VNC*
- Bota Environnement (2016). *Inventaires floristiques : Projet KO2, Priorité 5 VNC*
- Bota Environnement (2014). *Inventaires botaniques : Site d'étude BUREAU KO4 VNC*
- Bota Environnement (2015). *Inventaires floristiques et identification des espèces rares et protégées Projet KO4 : Zones tampons Carrière KO4 et Déversoir.*
- Bota Environnement (2015). *Inventaire myrmécologique Projet KO2 – Priorité 1 VNC*
- Bota Environnement (2015). *Inventaire myrmécologique du projet KO2, Priorité 2 VNC*
- Bota Environnement (2015). *Inventaire myrmécologique du projet KO2, Priorité 3 VNC*
- Bota Environnement (2016). *Inventaire myrmécologique du projet KO2, Priorité 4 VNC*
- Brescia, F. (2005). Etat des stocks de Bulimes dans 3 sites de forêt sèche, et mise en place d'une étude de l'écologie des bulimes et des rongeurs, rapport de recherche.
- Brescia, F. (2008). A review of the ecology and conservation of Placostylus (Mollusca : Gasteropoda/Bilimidae) in New Caledonia. Molluscan Research — Malacological society of Australia, 111- 122.
- Brescia F. (2011). Ecology and population trends in New Caledonian Placostylus snails (Mollusca : Gastropoda : Bulimulidae). Unpublished PhD Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Chazeau J., Chevillon C., Garrigue C., Jaffre T., Richer de Forges R., Veillon J-M. (1994). Biodiversité et conservation en Nouvelle Calédonie
- Covich A. P. (2006). Dispersal — Limited biodiversity of tropical insular streams. Polish Journal of Ecology 54 (4) : 523-47.
- Cygnnet Surveys & Consultancy. (2006) Lizard species inhabiting the Kwé West humid forest sites S2 and S5 on the Goro Nickel mine site, Gerry SWAN
- Cygnnet Surveys & Consultancy (2014), *An assessment of the lizard fauna on the Vale Nouvelle-Caédonie areas KO4, Bureaux KO4, BS 10, BS V6, KWRSF, Ext ROM PAD & Ext. MIA, and ZEF*
- Cygnnet Surveys & Consultancy (2015), *An assessment of the lizard fauna on the site of the proposed Vale Nouvelle-Calédonie KO4 Quarry n° 4*
- Cygnnet Surveys & Consultancy. (2015), *An assessment of the lizard fauna on the Vale Nouvelle-Calédonie areas KO4, Bureaux KO4, BS 10, BS V6, KWRSF, Ext ROM PAD & Ext. MIA, and ZEF*
- Cygnnet Surveys & Consultancy. (2015), *An assessment of the lizard fauna on the site of the proposed Vale Nouvelle-Calédonie KO4 Quarry n° 4*
- Darlington, Philip Jackson (1957). Islands patterns, in Zoogeography : the Geographical distribution of animals. John Wiley and Sons. New York.
- ECCET (2015). Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du Plateau de Goro : saison 2014-2015. 43 p.
- ECCET (2014). Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du Plateau de Goro : saison 2013-2014. 42 p.
- ECCET (2015), *Compte rendu de l'inventaire des peuplements aviens Carrières KO4, CP3, CP4*

- ECCET (2015), *Compte rendu de l'inventaire des peuplements aviens du projet KO4*
- ECCET (2015), *Compte rendu de l'inventaire des peuplements aviens Carrières KO4, CP3, CP4*
- ECCET (2015), *Compte rendu de l'inventaire des peuplements aviens du projet KO4*
- Endemia [en ligne] (page consultée en septembre 2016), www.endemia.nc.
- GARGOMINY O. (2003). Biodiversité et conservation dans les collectivités françaises d'outre-mer, comité français pour l'UICN, coll. Planète Nature, 246 p.
- Godé L. (2010), *La faune de Nouvelle-Calédonie*. Edition Roger Le Guen. pp432
- Goro Nickel (2005) Premiers résultats du plan de suivi du LACERTOIDES PARDALIS sur le site du col de l'antenne, Virginie LAIGRET
- Goro Nickel, déc-06. Résultats d'observation du Lacertoides pardali
- Goro Nickel (2006) Résultats d'observation du Lacertoides pardalis
- Haverkamp C, Brescia F. (2014). Etude des escargots natifs (Placostylus) et introduits (Achatina) en province Nord : inventaire, distribution, relations avec le milieu et menaces. Rapport final d'étude IAC axe 2, 141 p.
- Institut Agronomique Néo-calédonien. (2015). Bulimes et chauves-souris sur la zone KO4-VALE Nouvelle-Calédonie : Revue de tiers expert (IAC) du document « Etat des lieux bibliographique Bulimes et Chiroptères » du 23/02/2015. 36 p.
- IAC (2015), *Bulimes et chauve-souris sur la zone d'étude KO4-VALE Nouvelle-Calédonie : Revue de tiers expert (IAC) du document « Etat des lieux bibliographique Bulimes et Chiroptères » du 23/02/2015*
- Jaffré T., Rigault F., Dagostini G. (1998). Impact des feux de brousse sur les maquis ligno-herbacés des roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie. Adansonia, sér. 3., 20 (1) : 173-189.
- Jaffré T. (2003). Conservation programmes in New Caledonia, western Pacific : in place for dry forest, but urgently needed for the ultramafic vegetation, Journal2, 1, p. 13.
- Keith, Philippe, C Lord, J. Lorion, S. Watanabe, K. Tsukamoto, A. Couloux, et A. Dettai (2011). Phylogeny and biogeography of Sicydiinae (Teleostei : Gobiidae) inferred from mitochondrial and nuclear genes. Marine Biology 158 (2) : 311-26.
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M., MacKee H.S. (1986). Affinités floristiques et considérations sur l'origine des maquis miniers de la Nouvelle-Calédonie. Bull. Mus. Natl. Hist. Nat., B, Adansonia, 4è sér., 8 (2) : 133-182
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M. (1994). Richesse et affinités floristiques de la Nouvelle-Calédonie : conséquence directe de son histoire géologique. Mém. Soc. Biogéogr., 4 : 111-123
- Morat, P., Jaffré, T., Tronchet, F., Munzinger, J., Pillon, Y., Veillon, J.-M., & Chalopin, M. (2010). The taxonomic reference base « FLORICAL » and characteristic of the native vascular flora of New Caledonia. Adansonia.
- MYERS N. (1988). Threatened biotas : « hot spots » in tropical forests, The Environmentalist8, pp. 187-208
- Myers N., Russell A. Mittermeier C., Mittermeier A, Da Fonseca A., Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities, Nature 403, pp. 853-858.
- Observatoire de l'Environnement de la Nouvelle Calédonie, www.oeil.nc, consulté le 12/09/16

Page, Timothy J., Benjamin D. Cook, Thomas von Rintelen, Kristina von Rintelen, et Jane M. Hughes (2008). Evolutionary relationships of atyid shrimps imply both ancient Caribbean radiations and common marine dispersals. *Journal of the North American Benthological Society* 27 (1) : 68-83.

Payri & Richer De Forges, 2007 = > référence Céline (VNC)

Pelletier B. (2007). Geology of the New Caledonia région and its implications for the study of the New Caledonian biodiversity, in C. Payri and B. Richer de Forges (eds), *Compendium of marine species from New Caledonia, Nouméa, IRD, Documents scientifiques et techniques II7, vol. spécial (2e éd.)*, pp. 19-32

Province Sud, Code de l'environnement de la province Sud (2016), 398 p.

SADLIER R., SHEA G., CYGNET. (2006) An assessment of the lizard fauna of the proposed humid forest preserves in the Wajana Basin and North Kwé range, Gerry SWAN

IUCN (2014), *The IUCN Red List of Threatened Species, version 2014.3*, www.iucnredlist.org.

IUCN (1994, 2006, 2015.3), *The IUCN Red List of Threatened Species*, [en ligne] (page consultée en septembre 2016) www.iucnredlist.org.

Université de la Nouvelle-Calédonie, nov-05. Aménagement d'un complexe industriel et suivi de la biodiversité – Le cas de *Lacertoides pardalis* sur le site de Goro Nickel, Virginie LAIGRET

VNC, *Inventaires botaniques : noyau forestier « Priorité S2 »*

VNC (2010). Bilan environnemental 2008-2009 Faune terrestre.

VNC, Egis (2015). Espèces menacées d'extinction dans le Grand Sud. In : DAEM. Livret C – Etude d'impact sur l'environnement, Volet B – Etat initial du site et son environnement. 214-215.

VNC, Egis (2015). Végétation et habitats. In : DAEM. Livret C – Etude d'impact sur l'environnement, Volet B – Etat initial du site et son environnement. 215-235.

VNC, Egis (2015). Les insectes. In : DAEM. Livret C – Etude d'impact sur l'environnement, Volet B – Etat initial du site et son environnement. 247-251.

VNC, Egis (2015). Les reptiles. In : DAEM. Livret C – Etude d'impact sur l'environnement, Volet B – Etat initial du site et son environnement. 2237-243.

Wulff A. (2012). Le micro-endémisme dans un hotspot de biodiversité : approche globale sur la flore vasculaire de la Nouvelle-Calédonie et analyse comparative au sein du genre *Scaevola*.

VNC, Egis (2015). Recommandations concernant les formations fragiles et les espèces rares. In : DAEM. Livret C – Etude d'impact sur l'environnement, Volet B – Etat initial du site et son environnement. 235-236.

VNC (2006). *Inventaires botaniques : noyau forestier « Priorité S2 »*. 35 p.

VNC (2013). *Inventaire floristique : Zone d'entreposage nord*. 14 p.

1 PREAMBULE

Le présent dossier constitue le **livret D – volet D2** 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

L'atlas cartographique est proposé en annexe 1 du présent document.

Compte tenu de la surface hors œuvre nette des différentes constructions du projet Lucy (9 178 m²), celui-ci est soumis à une étude d'impact conformément aux seuils de l'article 130-3 du code de l'Environnement.

AMENAGEMENTS, OUVRAGES ET TRAVAUX	LIMITES ET CONDITIONS
4° Constructions soumises à permis de construire et ne se situant pas dans le périmètre d'une zone d'aménagement concerté approuvée, dont le dossier de création contient une étude d'impact conforme aux exigences de l'article 130-4 et datant de moins de six mois au moment du dépôt de la demande de permis de construire.	I. Toutes constructions dont la surface hors œuvre nette est supérieure à 6 000 mètres carrés. II. Constructions d'équipements culturels, sportifs ou de loisirs pouvant accueillir plus de 5 000 personnes.

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 (chapitre 3 à 7 : milieu physique ; milieu naturel, milieu humain, risques naturels et technologiques, paysage) ;
- ensuite **une démarche « systémique », fondée sur l'analyse du fonctionnement et des interrelations** entre les différents milieux constituant l'environnement (chapitre 8).

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 (chapitre 9).

2 AIRE D'ETUDE

2.1. LOCALISATION DU SITE DU PROJET

 Carte 2.1 Localisation du projet

Vale Nouvelle-Calédonie S.A.S (VNC) exploite la mine de cobalt et de nickel de Goro, située en province Sud de Nouvelle-Calédonie. Le procédé hydrométallurgique de l'usine permet d'extraire le nickel et le cobalt contenus dans les minerais de latérites. Pour chaque tonne de minerai traité, environ 1,25 tonne de résidus humides est produite. Ces résidus sont actuellement pompés vers une aire de stockage dédiée, le parc à résidus de la Kwé Ouest 2 (KO2).

Le « projet Lucy » consiste en la création d'une installation d'assèchement et un stockage de résidus asséchés (modification des conditions de stockage des résidus) au sein du parc déjà autorisé.

Les terrains concernés par le projet sont situés sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, sur le plateau de Goro dans la partie ouest du bassin de la rivière Kwé, au sein ou à proximité des concessions minières de VNC.

Le site est localisé à environ 60 km au sud-est de Nouméa.

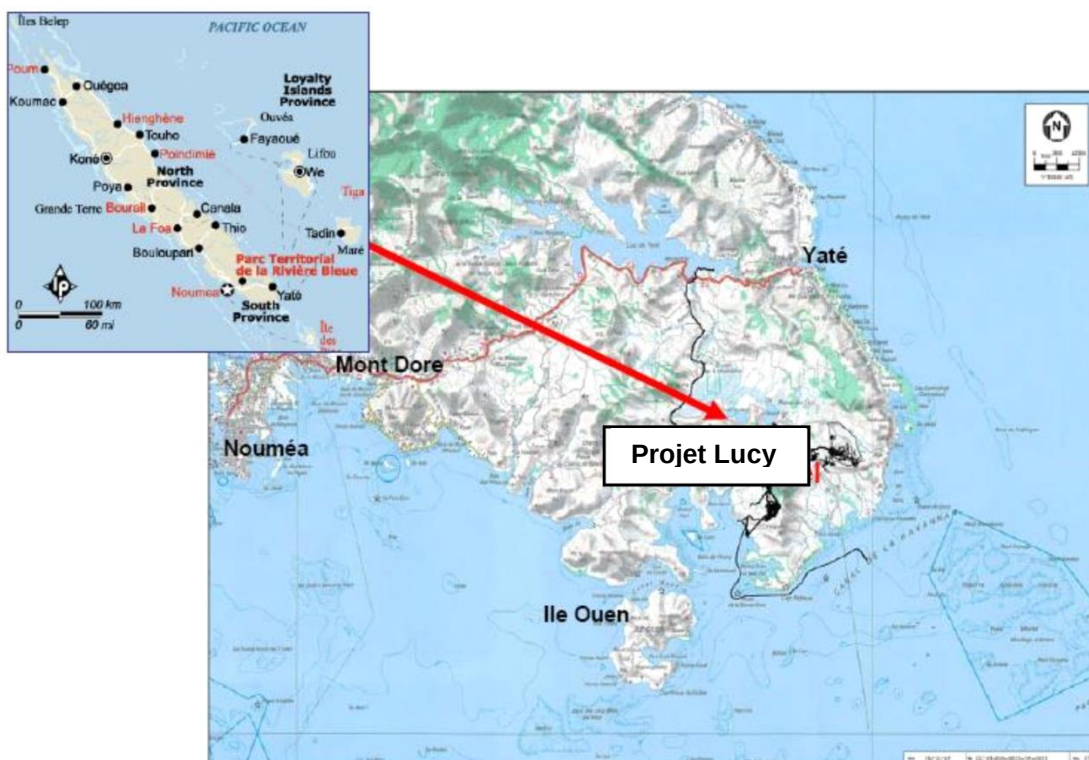


Figure 1. Localisation du projet

2.2. ACTIVITES ACTUELLES SUR LE SITE

Carte 2.2 Activités minières sur le site

L'exploitation de l'usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt a fait l'objet d'une demande d'autorisation au titre des ICPE que VNC a obtenu le 9 octobre 2008 (arrêté n°1467-2008/PS). Cet arrêté ICPE autorise notamment VNC à exploiter une station de traitement et d'épuration collective d'eaux résiduaires industrielles (unité 285, classée au régime d'autorisation au titre de la rubrique 2750).

L'unité 285 traite les effluents de l'usine. Les effluents traités sont ensuite rejetés au milieu naturel via l'émissaire marin. La part des effluents qui ne peut être rejetée au milieu naturel est envoyée au parc à résidus de la Kwé Ouest. À ce niveau les effluents sont décantés, l'eau surnageant dans le parc est récupérée pour être traitée à l'unité 285 de l'usine hydrométallurgique. Les résidus solides restants stockés dans le parc à résidus constituent le déchet du procédé de traitement des effluents.

Localisée sur une partie du site minier, l'emprise envisagée pour le projet Lucy est actuellement occupée par plusieurs installations dont certaines sont déjà soumises à autorisation :

- **Un parc à résidus actuel et ses cellules de suivi** dont l'exploitation a été autorisée par l'arrêté n°1466-2008/PS du 9 octobre 2008 au bénéfice de la société Goro Nickel SAS (site de la Kwé Ouest). Le parc est une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) en raison de sa fonction de stockage de déchets issus de l'usine hydrométallurgique (rubrique 2720 de la nomenclature ICPE).

Cette installation est composée :

- **Une berme** de forme trapézoïdale de 1,3 km de long et d'une hauteur finale de 63 m, fermant la vallée KO2 et classé actuellement en tant qu'ouvrage de type « barrage ». Les matériaux de construction sont de la latérite, de la cuirasse de fer (sous l'emprise du barrage) et de la roche. Ces matériaux sont issus des carrières d'emprunt situées à proximité immédiate, des travaux routiers et des déblais du déversoir (rocheux). La conception du barrage a fait l'objet de nombreuses études de contre-expertise. Les recommandations des experts ont été intégrées dans le projet.
- **Un système de drainage souterrain** destiné à limiter les sous-pressions a été mis en œuvre. Il est composé d'une géomembrane et d'un système de drainage sous-jacent, constitué par un réseau de drains interceptant les eaux souterraines de quatre secteurs distincts et les drainant en aval de la berme au moyen d'un collecteur par secteur. Les quatre collecteurs aboutissent à un puits en béton situé en aval du barrage qui se déverse par débordement dans la rivière Kwé Ouest (retour au milieu naturel). La qualité des eaux est contrôlée au niveau de chaque collecteur. Lorsque la quantité en matières dissoutes totale n'est pas conforme aux spécifications de l'arrêté ICPE dans l'un ou l'autre des collecteurs, l'eau est renvoyée vers la station de traitement des effluents.
- **Un réseau de piézomètres de surveillance** de la qualité des eaux souterraines est installé en aval du barrage.
- **Deux cellules de suivi** des résidus permettent de valider les caractéristiques et propriétés des résidus en consolidation.

- **Un bassin** servant au stockage des résidus humides produits sur le site. La superficie actuelle du parc à résidus est de 130 ha.
- Une **usine pilote d'assèchement des résidus dite usine de « démonstration »** (nommée DWP1) en cours de construction et qui sera implantée sur une plateforme de 7 300 m² au sein de la future emprise du parc à résidus. Cette usine pilote a pour objectif de tester l'assèchement des résidus issus du procédé hydrométallurgique, et de réaliser des tests poussés sur le résidu asséché notamment sur ses caractéristiques géotechniques et sa qualité géochimique.

La capacité de traitement de l'usine DWP1 est d'environ 10 % du flux de résidus provenant de l'usine hydrométallurgique. Sa mise en service est prévue en décembre 2016. Cette usine pilote comprendra :

- un seul filtre presse,
- un épaisseur ainsi que toutes les utilités nécessaires (compresseurs d'air, stockages et cuve de traitement, alimentation électrique).
- **Un système de gestion des eaux**, incluant un évacuateur de crues, un système de tranchées de dérivation des eaux périphériques réalisé ou prévu (flanc sud et flanc nord), un système de pompage des eaux de contact relié à l'unité de traitement des effluents du site VNC (Unité 285).
- **La verse de la Kwé Ouest**, verse à stériles créée au début des travaux de construction du parc à résidus de la KO2 à l'automne 2004 sur une emprise au sol de 115 000 m². Environ 1,5 Mm³ de stériles y ont été stockés depuis.

Sur la verse à stériles, un parking dit « go-line » de 11 500 m² a été créé en 2011 par VNC pour garer les engins de chantier pendant la construction du parc à résidus. À côté du parking est disposé un espace base-vie en demi-lune, quelques bureaux, sanitaires et un parking pour véhicules légers. L'emprise de ces installations est de 5 000 m². Ces installations seront démantelées à la fin de la construction du parc à résidus de la Kwé Ouest en novembre 2016.

- Deux carrières existantes pour l'emprunt des matériaux de construction :
 - **carrière de limonite Sud (CLS)** : gisement de limonite situé au sud-est de l'aire de stockage des résidus. Elle constitue, de par sa proximité avec le site de construction de la berme du parc à résidus de la Kwé Ouest, une zone d'emprunt idéale, exploitable à flanc de colline et ne nécessitant pas le transport de la latérite et de la cuirasse extraite sur de longues distances. La surface actuelle de la carrière de limonite sud est de 16,8 ha. L'exploitation s'effectue par gradins de 4 m de hauteur avec une pente intégratrice de 25°.
 - **carrière Audemard dite carrière du Mamelon**. Cette carrière de roche se situe en face de la carrière de limonite sud, en aval du parc à résidus de la Kwé Ouest. Elle occupe une superficie de 25 ha et est exploitée par la société Audemard. Les matériaux rocheux extraits sont utilisés pour la construction de la berme de l'aire de stockage de la Kwé Ouest et pour l'exploitation de la mine.

- Une **aire d'entreposage**, située au sud de l'évacuateur de crue permet le stockage de stocks tampon de matériaux rocheux tout d'abord extraits d'une zone d'emprunt située dans l'emprise du parc à résidus KO2. L'emprise de la zone est de 5,5 ha et comprend un bassin de décantation (nommé KWDR20D) d'une capacité de 6 700 m³ pour drainer les eaux qui ruissellent sur son emprise. L'aire d'entreposage nord de la Kwé Ouest est en cours de réhabilitation (régalage de terre végétale).
- Un chantier de sécurisation du talus surplombant le déversoir du parc à résidus.
- Un **évacuateur de crue** qui sera conservé jusqu'à la phase 1 du projet (année 2026). Ensuite, il sera réutilisé comme canal de gestion des eaux de contact et canal de gestion des eaux périphériques.

La figure ci-dessous présente le parc à résidus.



Source : VNC, photo fin 2014

Figure 2. Vue nord-est des installations existantes



Figure 3. Localisation des activités déjà autorisées sur l'emprise du projet Lucy

2.3. DEFINITION DES AIRES D'ETUDE

Carte 2.3 Aires d'étude du projet et aires d'études du milieu naturel

La réalisation de l'état initial nécessite 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 (ex : routes, aires de stockage), 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 2. 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 (ex : routes, aires de stockage), 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 (ex : routes, aires de stockage), 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 (ex : routes, aires de stockage), 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 (ex : routes, aires de stockage), 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

Thématique	Définition de(s) aire(s) d'étude utilisée pour chaque paramètre environnemental analysé à l'état initial	Principaux éléments considérés
Hydrogéologie	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (ex : routes, aires de stockage), 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
Biodiversité terrestre	Aire d'étude restreinte : emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (ex : routes, aires de stockage) + 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 vis à vis des caractéristiques du milieu naturel. Aire d'étude élargie : zone d'impact 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 Formations végétales présentes et leur caractère d'habitat Espèces rares et protégées Sources d'émission de bruit, poussières, vibration, lumière, pollution de l'air. Modélisations de la propagation des poussières et du bruit.
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 Modélisation de la qualité de l'eau
Milieu humain	Aire d'étude restreinte Emprise du projet comprenant les limites des installations ICPE et leurs utilités (ex : routes, aires de stockage), 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 (ex : routes, aires de stockage), l'atelier de la Kwé et la Zone Wagner Aire d'étude élargie Acoustique, poussières, déplacements : zones pouvant être affectées = plateau de Goro	Environnement paysager Perception

3 MILIEU

PHYSIQUE

3.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

3.1.1. Contexte calédonien et régional

La Nouvelle-Calédonie est constituée de plusieurs îles situées entre la latitude 18° sud et le tropique du Capricorne. Elle est soumise à l'action de plusieurs facteurs climatiques et géographiques qui en font un archipel au climat très contrasté, qualifié de tropical océanique.

Dans les facteurs géographiques, il faut surtout retenir la présence de la chaîne centrale, un massif montagneux qui sépare la Grande Terre longitudinalement et qui a une influence très importante sur le climat. L'océan joue un rôle régulateur tout en influençant le climat localement. De plus, il faut noter la présence du récif barrière, une formation corallienne qui ceinture la Grande Terre et protège le littoral des vagues océaniques.

Les facteurs climatiques sont dominés par l'activité cyclonique qui est le risque majeur auquel est soumis l'archipel de façon régulière pendant la saison chaude. D'autres paramètres ont cependant une influence non négligeable sur le climat :

- le phénomène ENSO (El Niño Southern Oscillation) qui affecte surtout l'activité cyclonique et le régime des précipitations ;
- les alizés qui soumettent la Nouvelle-Calédonie à un flux régulier d'est/sud-est modéré à assez fort. Ils limitent les températures maximales et sont responsables, avec le relief, de la répartition très inégale des précipitations.

Les saisons sont bien marquées et comprennent des types de temps très différents : chaud et humide en été et plutôt frais et sec en hiver :

Les deux saisons principales sont définies ainsi :

- de **novembre à avril**, c'est la **saison chaude et humide**, dite « saison des cyclones ». L'influence tropicale est prédominante et le temps est rythmé par la position de la ZCPS (Zone de convergence du Pacifique Sud) et de la ZCIT (Zone de Convergence Intertropicale), ainsi que par les trajectoires des dépressions tropicales. Les précipitations sont abondantes et les températures moyennes sont élevées bien que les extrêmes soient limités par l'influence maritime et les alizés. La Nouvelle-Calédonie se trouve néanmoins dans une région très touchée par les dépressions tropicales ;
- de **mai à septembre**, c'est la **saison fraîche**. La ZCIT se trouve dans l'hémisphère nord et la ZCPS se décale vers le nord-est. Les perturbations des régions tempérées remontent vers le nord et les fronts froids associés peuvent affecter la Nouvelle-Calédonie où ils se manifestent par des précipitations et parfois des « coups d'ouest ». Ces épisodes perturbés interrompent un temps généralement sec et frais avec des températures minimales relativement basses.

Les intersaisons s'intercalent entre ces deux saisons principales, mais la transition n'est cependant pas toujours évidente à distinguer :

- la saison sèche, de septembre à novembre, est à cheval entre la saison fraîche et la saison chaude. Cette partie de l'année se caractérise par des précipitations très faibles associées à des températures fraîches la nuit, mais de plus en plus élevées la journée sous l'action du rayonnement solaire qui atteint son maximum en décembre. L'évapotranspiration très importante n'est pas compensée par les maigres précipitations et les feux de brousse se propagent facilement sur une végétation déshydratée sous l'action des alizés renforcés par les brises thermiques. Par ailleurs, le retour des précipitations peut être notablement retardé pendant les épisodes El Niño ;
- d'avril à mai, c'est une saison de transition entre la fin de la saison chaude et le début de la saison fraîche. Les perturbations tropicales sont rares ou peu actives. Cependant, la température de l'eau de mer encore chaude peut favoriser la formation d'épisodes pluvio-orageux, voire de dépressions subtropicales.

Cet ensemble de facteurs concourt à l'irrégularité du climat sur l'ensemble du territoire, tout particulièrement pour les deux paramètres principaux, la pluie et le vent, qui ont une très grande variabilité spatiale et temporelle. En effet, l'alizé subit également d'importantes influences locales qui prennent une importance considérable dès lors que l'on s'écarte de la bande littorale vers l'intérieur des terres. Quant aux précipitations, elles dépendent aussi bien du relief, que de la saison et des phases ENSO (Météo France, 1999).

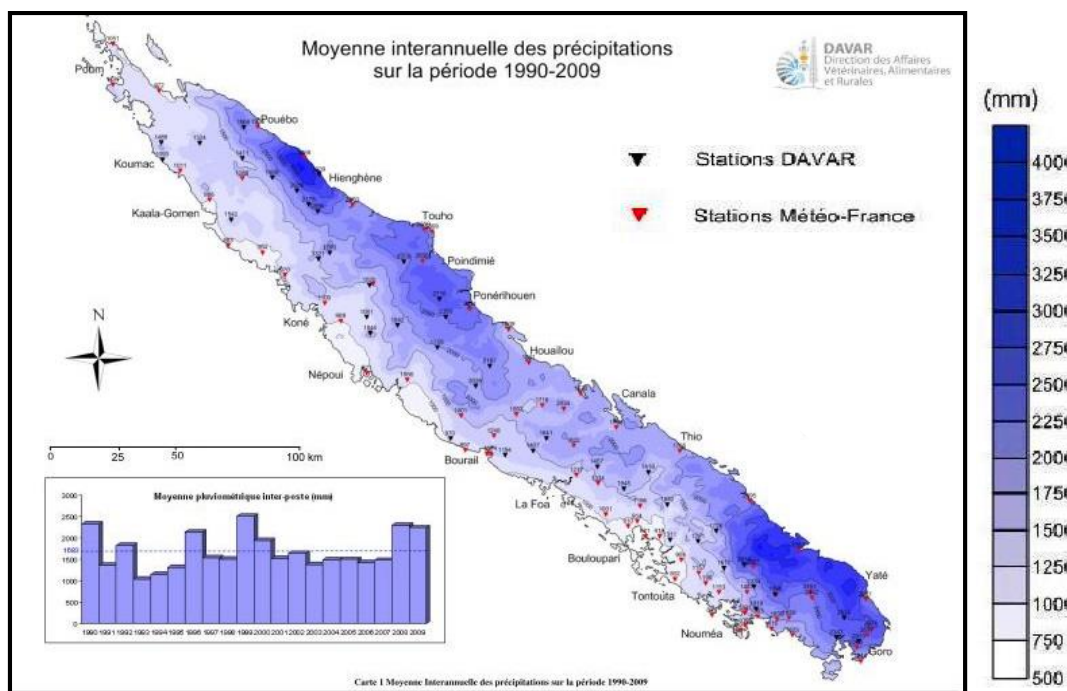
Les données climatologiques présentées ci-après sont extraites de la DAEM et du bulletin climatique annuel 2014 publié par Météo-France.

3.1.1.1. *Précipitations*

La pluviogénèse est essentiellement liée à l'activité de la ZCPS, avec une convection accentuée par l'effet orographique quand les flux d'alizés viennent buter contre les reliefs. La moyenne annuelle des précipitations en Nouvelle-Calédonie varie entre 800 mm et 1 200 mm pour la côte ouest de la Grande Terre et entre 1 750 mm et 4 000 mm pour la côte est et le sud. Ces données illustrent le contraste important entre les versants orientés est et ouest de l'île.

L'humidité relative mensuelle moyenne oscille constamment entre 72 % et 79 %.

La figure ci-dessous illustre la répartition géographique des précipitations sur l'ensemble du territoire néo-calédonien entre 1990 et 2009.



Source : (Romieux, 2011)

Figure 4. Moyenne Interannuelle des précipitations sur la période 1990-2009

Le climat de la Nouvelle-Calédonie est également soumis au phénomène ENSO. Ce phénomène perturbateur d'interaction habituelle entre la dynamique océanique et atmosphérique est encore mal connu. Il apparaît de façon cyclique, en moyenne tous les trois ou quatre ans, selon deux phases successives : El Niño (qui dure environ 18 mois), suivi de son inverse La Niña. ENSO se manifeste par des variations de température des eaux de surface dans le Pacifique Est et central : augmentation des températures en phase chaude (El Niño) et diminution en phase froide (La Niña). Ces variations thermiques sont couplées à une oscillation des pressions atmosphériques entre la Polynésie française et le nord de l'Australie. Ce changement de pressions atmosphériques provoque une modification simultanée du régime des vents et des courants le long de l'Equateur ainsi que le déplacement d'un immense réservoir d'eaux chaudes situé à l'ouest du Pacifique équatorial. Au final, ENSO perturbe les précipitations et la circulation atmosphérique aux latitudes tropicales.

En Nouvelle-Calédonie, El Niño se manifeste par une diminution des précipitations et une intensification des alizés. En décembre 2014, en raison d'un réchauffement constant du Pacifique tropical, les températures de surface ont atteint des niveaux correspondant à une anomalie El Niño de faible intensité (Organisation météorologique mondiale, 2014). Néanmoins, d'après les dernières données, durant les mois de janvier et février 2015, un retour vers une phase neutre (absence de El Niño/la Niña) s'est opéré. Avant cela, le dernier phénomène El Niño avait eu lieu en 2009-2010.

Selon les données annuelles de Météo France dans son bulletin annuel, l'année 2014 se caractérise par une sécheresse de quelques mois. En moyenne sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie, le bilan pluviométrique de l'année 2014 est inférieur aux normales, malgré l'absence d'El Niño dans l'océan Pacifique équatorial. Le déficit annuel moyen calculé sur 22 postes pluviométriques est de -20 % environ, ce qui place l'année 2014 au 10ème rang des années les plus sèches depuis 1970. Une période de sécheresse a frappé le pays de mars à juillet expliquant ce déficit annuel.

3.1.1.2. Températures

Bien que la Nouvelle-Calédonie soit un archipel tropical, les températures maximales ne sont pas très élevées du fait de l'effet rafraîchissant des vents. Les températures moyennes mensuelles les plus élevées sont enregistrées en février durant la saison chaude, où elles sont voisines de 25°C. Durant la saison fraîche, les températures moyennes mensuelles les plus basses sont enregistrées en juillet-août, période pendant laquelle elles sont voisines de 18°C. Le tableau ci-dessous renseigne sur les températures moyennes mensuelles de la Nouvelle-Calédonie calculées sur la période 2002-2007 (VNC : DAEM, 2015).

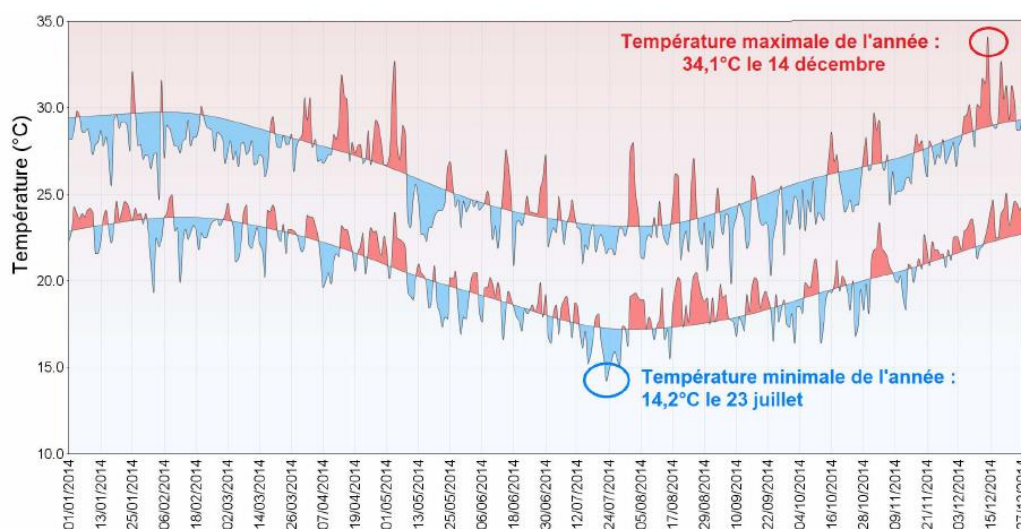
Tableau 3. Bilan des moyennes mensuelles de température (en °C) entre 2002 et 2007 sur la Nouvelle-Calédonie

Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
2002-2007	23,2	24,7	23,8	22,6	19,9	19,1	18	17,9	19,1	20,2	21,8	21,9	21,0

En Nouvelle-Calédonie, l'année 2014 a été légèrement plus chaude que la normale. La moyenne des anomalies de températures est de +0,1°C, ce qui place l'année 2014 au 20^{ème} rang des années les plus chaudes depuis 1970 (Météo France).

Comme le montre la figure ci-dessous, en moyenne, **les nuits de 2014 sont plus chaudes que la normale**. La température minimale annuelle est de 20,8°C, soit +0,3°C au-dessus de la normale. Les nuits les plus chaudes ont été observées au cours du 2^{ème} semestre, notamment en août et en décembre.

En ce qui concerne les températures maximales, elles sont de 26,1°C en moyenne, soit légèrement inférieures à la normale (-0,5°C). Comme le montre la figure ci-dessous, **les journées ont régulièrement été bien plus fraîches qu'à l'accoutumée**, sauf en avril et en décembre où des pics de chaleur nocturne ont eu lieu. Le premier trimestre ainsi que septembre et octobre se démarquent par des journées beaucoup plus fraîches que la normale.



Source : Météo France

Figure 5. Evolution des températures sur l'année 2014

3.1.1.3. *Evapotranspiration (ETP)*

L'évapotranspiration se compose d'une part de l'évaporation directe qui s'effectue à partir des sols humides et des différents plans d'eau, et d'autre part de la transpiration des végétaux. L'eau du sol, captée par les racines des végétaux, est acheminée vers les feuilles à partir desquelles une partie s'évapore à travers les stomates (micropores des feuilles). Cette évapotranspiration dépend de deux éléments : la chaleur fournie par le rayonnement solaire et la quantité d'eau disponible dans le sol. L'évapotranspiration potentielle (ETP) désigne les quantités maximums possibles que peut atteindre l'évapotranspiration pour une surface donnée et pour une situation météorologique définie.

En moyenne entre 2012 et 2014, l'ETP représente environ 30 % des précipitations (Météo France, 2016). En 2015, année particulièrement sèche, l'évapotranspiration potentielle totale (1 035,3 mm) représente environ 50 % des précipitations (1 977,6 mm) (Météo France, 2015).

3.1.1.4. *Vents*

Au cours d'une année, le régime d'alizé est très largement prépondérant de janvier à avril, ainsi que d'octobre à décembre.

Il existe plusieurs stations météorologiques dans le Grand Sud et à proximité du projet qui permettent d'avoir des informations sur les conditions météorologiques régionales. Les données recueillies pour la période 2002 - 2011, montrent les résultats suivants :

- station météorologique Météo France de la rivière blanche (poste de mesure en temps réel) située à ~30 km de la zone d'emprise, enregistre des vents dominants (à 54,1 %) de direction ouest (240° - 280°) et d'une intensité le plus souvent comprise entre 2,9 et 8,7 m/s ;
- station du site Goro_ancienne pépinière (station VNC), située à 6,2 km de la zone d'emprise du projet, enregistre majoritairement des vents d'intensité de 1,5 à 4,5 m/s et de direction est-nord-est et sud ;
- station de Goro_Usine (station VNC) à 3,5 km de la zone d'étude enregistre sur la même période des vents dont l'intensité est majoritairement comprise entre 1,5 et 4,5 m/s et de direction prédominante est-sud-est.

La station Goro_Résidus utilisées pour l'analyse des données au niveau de l'emprise du projet est présentée plus loin.

Ces valeurs montrent une grande disparité de direction et de vitesse des vents. Ceci est également vrai sur l'ensemble des stations du plateau de Goro. Ces différences sont liées aux effets de reliefs qui modifient localement la direction et la force du vent.

Les vents est à sud-est sont les plus fréquents, ils sont communément appelés « alizés », ces vents sont assez moyens à faibles en intensité.

3.1.1.5. *Phénomènes climatiques extrêmes*

La Nouvelle-Calédonie est située dans le bassin cyclonique de l'Australie-Pacifique sud-ouest. Les cyclones font partie des phénomènes climatiques extrêmes qui peuvent l'affecter de janvier à mars. Lors de ces événements, les quantités de pluie peuvent être importantes (plusieurs centaines de mm en 24 heures) et représenter une part non

négligeable de la pluie moyenne annuelle. Selon les registres tenus sur une période de plus de 65 ans (1947 à 2015), la partie sud de la Nouvelle-Calédonie a été touchée par 31 phénomènes tropicaux (y compris des dépressions tropicales d'intensité modérée à forte) et par 11 cyclones tropicaux.

La probabilité d'occurrence annuelle d'une dépression tropicale pouvant atteindre le niveau fort déterminé par Météo France au niveau du plateau de Goro est de 62 %, et celle d'un cyclone tropical est de 22 % (VNC, 2015).

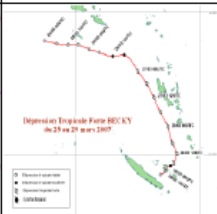
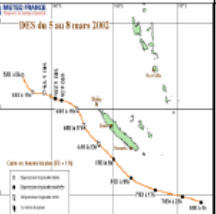
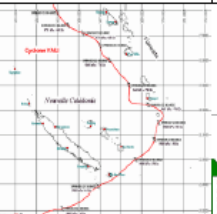
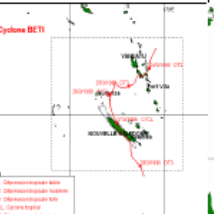
Ces phénomènes extrêmes, qui engendrent des cumuls de précipitations importants sur de très courtes durées, sont susceptibles de modifier la répartition spatiale et temporelle des pluies dans les zones concernées par leur passage.

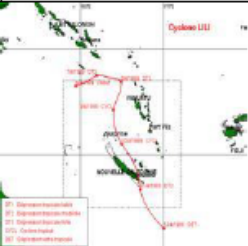
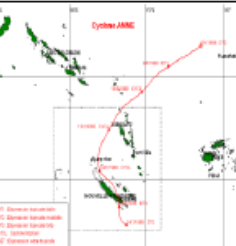
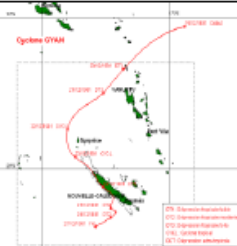
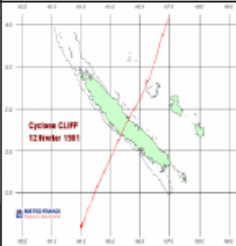
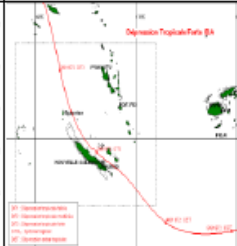
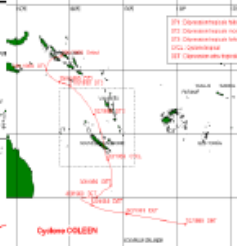
À titre d'exemple, dans le cas de la dépression tropicale Vania en janvier 2011, il est tombé plus de 450 mm en 24 heures à Goro, ce qui représente environ 15 % du cumul de précipitations annuelles (VNC, 2015). Le tableau ci-après regroupe les événements cycloniques ayant provoqué des dégâts en Nouvelle-Calédonie.

L'année 2013, a été quant à elle ponctuée d'épisodes orageux, parfois violents, mais le plus souvent localisés et d'une durée relativement courte (inférieure à 12 heures). Le phénomène le plus marquant en termes de pluie en 2013 a été suivi dans le cadre de la vigilance de Météo France. Il s'agissait de l'épisode de fortes pluies généralisées des 2 et 3 juillet, au cours duquel les seuils de vigilance rouge ont largement été dépassés sur certains secteurs (exemple : nouveau record absolu de précipitation en 24 heures avec 713,8 mm à la station de la Rivière Blanche). La prévisibilité de ces fortes pluies orageuses reste incertaine, moins d'une vigilance orange sur deux étant anticipée dans un délai supérieur à trois heures (Météo France, Rapport d'activité 2013). Cet événement de forte pluie a revêtu un caractère d'autant plus exceptionnel qu'il s'est déroulé durant une période normalement sèche.

L'année 2013 a aussi été marquée par phénomènes climatiques remarquables liés à des vents violents, de direction est-sud-est, observés sur le sud-ouest de la Grande Terre ainsi que dans le Grand Sud. Le secteur de Goro a ainsi enregistré les valeurs d'intensité de vent les plus fortes avec des rafales atteignant jusqu'à 154 km/h et des rafales supérieures à 100 km/h qui ont persisté pendant plus de 6 heures dans le secteur. Les cumuls de pluies les plus importants, se retrouvent sur la côte est et dans le Grand Sud, dans lequel le relief joue un rôle majeur. Ces précipitations importantes ont favorisé le débordement de certains cours d'eau. La saison cyclonique 2014-2015 a été un peu moins active avec huit phénomènes au lieu de dix en moyenne. En revanche, le nombre de phénomènes majeurs a été remarquablement important puisque le nombre de cyclones représente plus de la moitié du total des phénomènes.

Tableau 4. Sélection des derniers événements cycloniques ayant généré des dégâts en Nouvelle-Calédonie

Nom		Vania	Becky	Erica	Des	Yali	Beti	Rewa	
Type		Dépression Tropicale Forte	Dépression Tropicale	Cyclone	Dépression Tropicale Forte	Cyclone	Cyclone	Cyclone puis dépression tropicale forte	
Date		Du 11/01/2011 au 16/01/2011	Du 25/03/2007 au 29/03/2007	Du 13/03/2003 au 14/03/2003	Du 06/03/2002 au 07/03/2002	Du 23/03/1998 au 24/03/1998	Du 27/03/1996 au 28/03/1996	Du 05/01/1994 au 06/01/1994	
Région touchée		Tout le territoire, sauf îles du nord	Maré, Lifou et le Sud	Grande Terre, Ile des Pins	Côte Ouest	Loyauté, Grand Sud, Ile des Pins	Tout le territoire	Moitié sud et Iles Loyauté	
Valeurs remarquables		Pluies	Pluies en 24h : 450 mm à Goro (Station Vale NC), 331 mm à Montagnes des Sources, 284 mm à Tadine, 260 mm à Nouméa	118 mm à Yaté, 105 mm à Goro, 67 mm à Tadine	Pluie en 3 jours : Dzumac : 297 mm, Col des Roussettes : 255 mm, La Coulée : 231 mm.	Pluie en 24h : 276 mm à Aoupinié, 197 mm à Houailou, 175 mm à Yaté.	Pluies : 137 mm à Moué (Ile des Pins) le 23.	Pluies en 24h : 294 mm à Pouébo, 296 mm à La Foa.	Pluies : 275 mm en 48 h à La Coulée, 165 mm à Moué (Ile des Pins) le 6.
		Vent	rafales à 144 km/h à Nouméa, 133 km/h à Ouloup		Vavouto : Vm = 165 km/h, Vi=234 km/h et Nouméa : Vm = 144 km/h et Vi = 202 km/h Rafales à 227 km/h à la Montagne des Sources, 162 km/h à Poindimié, 169 km/h à Koumac.	Rafales à 122 km/h (66 kt) au Koniambo, 119 km/h (64 kt) au Cap N'Dua.	Rafales de 162 km/h (87 kt) au Cap N'Dua, 126 km/h (68 kt) à Ile des Pins, 101 km/h (54 kt) à La Roche.	Rafales de 198 km/h (107 kt) à Poindimié, 172 km/h (93 kt) à Touho, 158 km/h (86 kt) à Nouméa. Montagne des Sources : vent moyen de 133 km/h (72 kt) et rafales de 230 km/h (125 kt).	Rafales à 101 km/h (55 kt) à Nouméa, 94 km/h (50 kt) à Moué, 122 km/h (66 kt) à Pouébo le 6
Trajectoire									

Nom		Lili	Anne	Gyan	Cliff	Ida	Coleen
Type		Cyclone	Cyclone	Cyclone	Cyclone	Dépression Tropicale	Cyclone
Date		Du 10/04/1989 au 11/04/1989	Du 12/01/1988 au 13/01/1988	Du 23/12/1981 au 25/12/1981	12/02/1981	Du 01/05/1972 au 03/05/1972	Du 01/02/1969 au 02/02/1969
Région touchée		Côte Est et moitié sud	Tout le territoire	Tout le territoire sauf Loyauté	Tout le territoire	Tout le territoire, sauf îles du nord.	Tout le territoire, sauf îles du nord.
Valeurs remarquables	Pluies	Pluies : 238 mm à La Ouinné, 240 mm à Poindimié.	Pluies en 24h : 713 mm à Goro, 519 mm à Thio, 427 mm à Koutio, 371 mm à Moué.	Pluies en 24h : 500 mm à Gomen le 23, 513 mm à Yaté le 24, 634 mm le 24 et 813 mm en 48h à La Ouinné.	Pluies en 24h : 411 mm à La Ouinné, 350mm à La Thy, 201 mm à La Foa.	Pluies : 201 mm en 24h à Nouméa, 247 mm à Ouénarou.	Pluies : 214 mm en 4h et 364 mm en 7h à Dumbéa. Crue de 8 m de la Dumbéa.
	Vent	Rafales à 133 km/h (72 kt) à Nouméa le 11	Vent : rafales à 166 km/h (90 kt) à Koumac et 157 km/h (85 kt) à Touho.	Vent : rafales à 169 km/h (91 kt) à Koumac et 126 km/h (68 kt) à Poindimié.	Vent : rafales à 148 km/h (80 kt) à Nouméa et Ouvéa. Probables rafales à 200 km/h localement.	Vent : rafales à 155 km/h à Nouméa, 126 km/h à Poindimié.	Vent : rafales à 158 km/h (86 kt) à Nouméa et 155 km/h (84 kt) à Tontouta.
Trajectoire							

Source : <http://www.meteo.nc/cyclone/cyclones-passes>

3.1.1.6. *Tendance régionale au changement climatique*

La Nouvelle-Calédonie présente a priori une vulnérabilité importante vis-à-vis des changements climatiques, en raison notamment de la constante augmentation des pressions sur ses ressources en eau, de l'importance de sa biodiversité et de son récif corallien (sensible à la température de l'eau), sans oublier les risques que représentent les feux de brousse (VNC, 2015).

Les analyses de séries de températures et de précipitations observées, homogénéisées et corrigées, amènent aux constats suivants (VNC, 2015) :

- accroissement des moyennes annuelles des températures minimales et maximales quotidiennes de respectivement 0,3°C et 0,2°C par décennie au cours des 40 dernières années ;
- au pas de temps quotidien, augmentation du nombre annuel de jours pluvieux au cours des 5 dernières décennies, et diminution significative, en intensité et nombre, des épisodes de pluies substantielles sur la côte est.

Il est très probable que la cause principale du réchauffement climatique calédonien soit l'augmentation globale de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En revanche, les évolutions pluviométriques constatées sont difficilement attribuables à une source particulière et pourraient résulter de fluctuations internes du système climatique dans le Pacifique Sud-Ouest sur une période de plusieurs décennies.

Les simulations climatiques produites par les modèles du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) n'ont pas une précision suffisante pour conduire une étude d'impact fine à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie. Ainsi, une régionalisation des données par la méthode statistique de descente d'échelle quantile-quantile a été réalisée. Les principales tendances à l'échéance de la fin de ce siècle sont les suivantes (VNC, 2015) :

- augmentation de la température de 1,5°C à 2,7°C, de la période actuelle à la période 2081-2099 ;
- augmentation de la saison chaude de deux ou trois mois à la fin du siècle ;
- pas de tendance significative concernant les précipitations totales annuelles mais leur distribution au cours de l'année pourrait varier avec une diminution d'avril à juillet et une augmentation de novembre à mars.

3.1.2. **Spécificité au sein de l'aire d'étude**

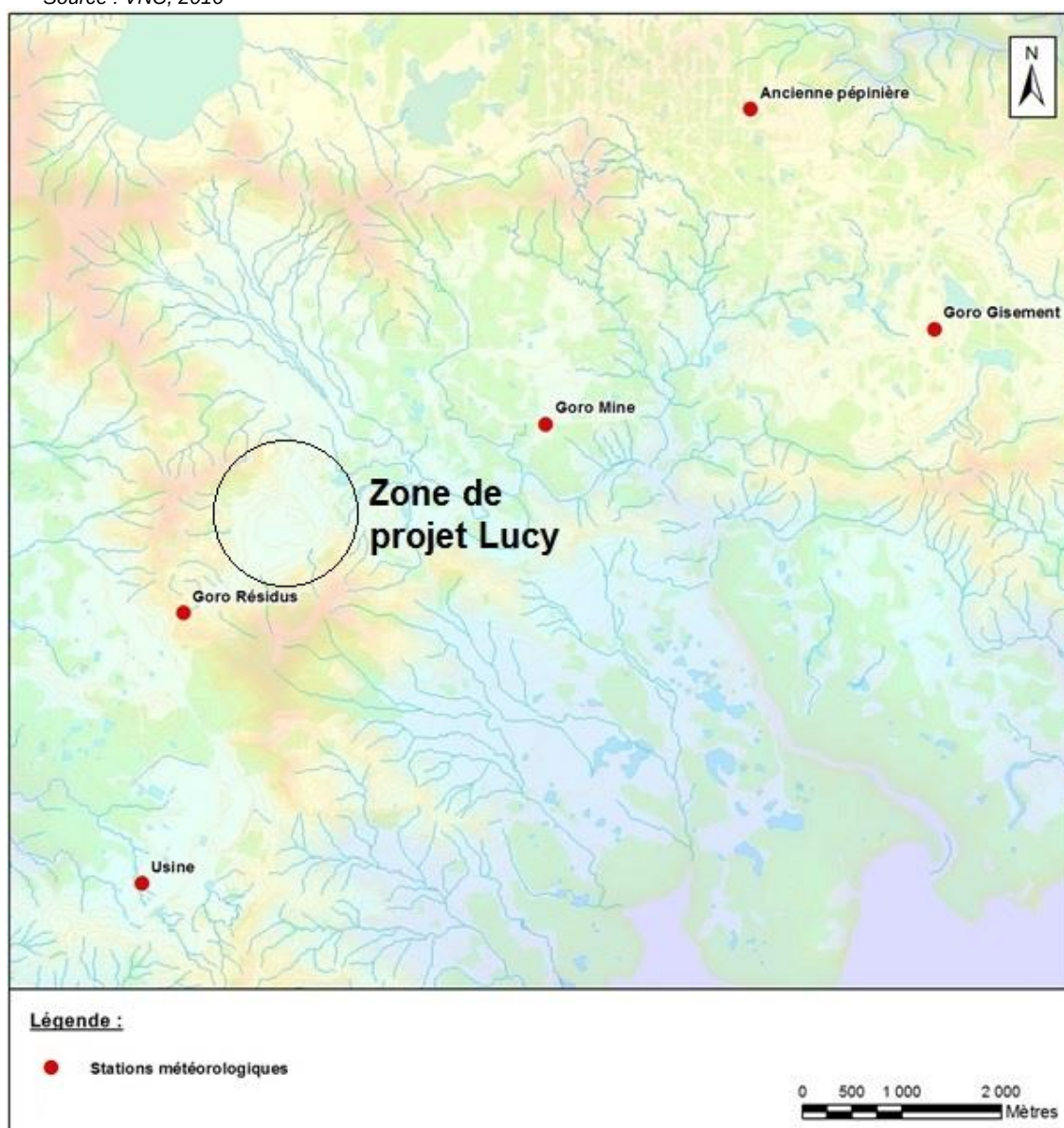
Carte 3.1 Carte des stations météorologiques

Afin de caractériser le contexte climatique au niveau de la zone d'étude, VNC dispose de données pluviométriques sur cinq stations fonctionnelles réparties sur l'ensemble du plateau de Goro. Ces stations sont listées dans le tableau suivant :

Tableau 5. Stations météorologiques actuellement suivies par VNC

Station	Station	Long (RGNC91)_Reel	Lat (RGNC91)_Reel	Distance à la zone d'emprise KO2
365	GORO_GISEMENT	501 566,4	212 330,4	6,5 km
368	GORO_USINE	493 610,4	206 767,4	3,5 km
366	GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	499 722,4	214 535,6	6,2 km
364	GORO_RESIDUS	494 032,1	209 481,1	0,5 km
367	GORO_MINE	497 662,8	211 376,5	2,7 km

Source : VNC, 2016


Figure 6. Stations météorologiques actuellement suivies par VNC

Les tendances météorologiques (précipitations, températures) des différentes stations du réseau suivent globalement la même évolution saisonnière que les caractéristiques régionales.

Comme cela a été vu précédemment dans la description du contexte régional, les conditions climatiques présentent une grande variabilité au sein du secteur du plateau de Goro. Aussi, par sa proximité du site du projet Lucy, la station météorologique « GORO-RESIDUS » a été considérée comme représentative pour les différents paramètres analysés ci-après et sera utilisée pour caractériser la climatologie de l'aire d'étude. Cette station est représentative de la Kwé Ouest et les données font l'objet d'un contrôle qualité par Météo France.

Depuis 1995, la société minière Goro Nickel puis VNC collectent les mesures météorologiques de plusieurs stations implantées sur le site minier afin d'appréhender son environnement climatique et d'assurer la veille des conditions météorologiques. Ces stations de mesures ne sont pas conformes aux standards internationaux mais Météo France apporte son expertise en matière de contrôle des données dans le cadre d'une convention signée en 2002.

La station de « GORO-RESIDUS » permet d'avoir des données conformes aux critères de qualité de Météo France.

3.1.2.1. Précipitations

Le tableau et le graphe ci-dessous donnent les hauteurs de précipitations mensuelles moyennes (en mm) d'août 2011 à fin juillet 2016 et sur l'année 2015 pour la station « GORO_RESIDUS ».

Tableau 6. Bilan pluviométrique sur la période 2011-2016, station de « GORO_RESIDUS »

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Hauteur de précipitations, station Goro_RESIDUS (mm)	329,7	309,5	486,5	229,7	181,4	183,9	257,9	129,2	99,5	136,1	107,4	284,2	2 735

Source : (Météo France, 2016)

Tableau 7. Bilan pluviométrique sur l'année 2015, station de « GORO_RESIDUS »

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Hauteur de précipitations, station Goro_RESIDUS (mm)	150,8	348,9	181,0	228,0	209,4	193,0	139,3	98,4	22,4	236,2	55,4	114,8	1 977,6

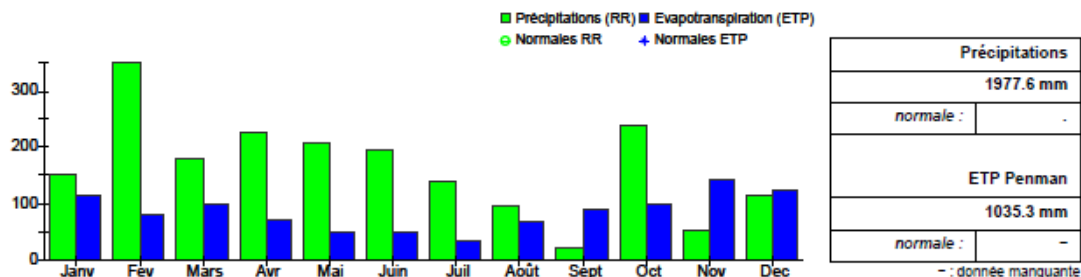
Source : (Météo France, 2016)

Les tableaux 7 et 8 mettent en évidence le fait que les précipitations les plus importantes sont observées pendant les mois de décembre à mai. Inversement, les précipitations les plus faibles sont observées pendant les mois de juin à novembre. Sur la station « GORO_RESIDUS », les plus fortes pluviométries se produisent aux mois de février/mars et les plus faibles en septembre.

La figure 7 et le tableau 8 montrent que les précipitations enregistrées en 2015 par la station « GORO_RESIDUS » sont plus faibles que la moyenne moyenne 2011-2016

(hauteur de précipitations totale annuelle de 1 977,6 mm au lieu de 2 735 mm en moyenne).

PRECIPITATIONS et EVAPOTRANSPIRATION (mm)



Source : (Météo France, 2015)

Figure 7. Moyenne mensuelle des précipitations et de l'évapotranspiration sur la station « GORO_RESIDUS » en 2015

3.1.2.2. Températures

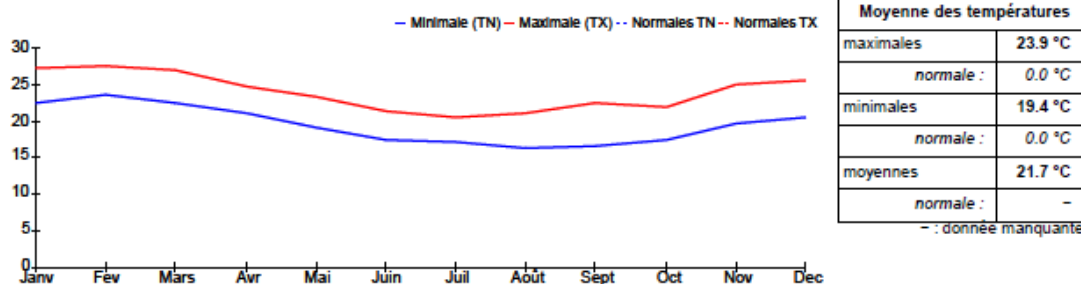
Les températures moyennes journalières enregistrées à la station de « GORO_RESIDUS » sont généralement comprises entre 19,5°C et 24°C. Les données de températures ont été moyennées et synthétisées pour la période 2011-2016 dans le tableau et le graphe ci-dessous.

Tableau 8. Température moyenne mensuelle sur la période 2011-2016, station de « GORO_RESIDUS »

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Moyenne mensuelle (°C)	24.2	24.9	24.2	23.2	21.1	20.1	18.9	18.9	19.4	20.6	22.1	23.6	21.8

Source : (Météo France, 2016)

TEMPERATURES (°C)



Source : (Météo France, 2015)

Figure 8. Évolution des températures maximales et minimales sur la station « GORO_RESIDUS » en 2015

À titre de comparaison, ces valeurs sont comparées aux températures moyennes enregistrées à la station de Yaté (située à environ 25 km de la zone de projet) dans le tableau ci-dessous. Cette analyse permet d'élargir l'analyse des données issues de la station « GORO_RESIDUS » qui concernent une période plus récente. Ces tableaux mettent en évidence que la faible amplitude des températures sur l'année : toutefois les plus fortes températures sont observées en février et les plus faibles en juillet.

Tableau 9. Température moyenne mensuelle sur la période 2002-2007, station de Yaté

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Moyenne mensuelle (°C)	23.2	24.7	23.8	22.6	19.9	19.1	17	17.9	19.1	20.2	21.8	21.9	20.93

Source : (VNC, 2015)

3.1.2.3. Evapotranspiration

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle pour la station GORO_RESIDUS a été effectué à partir d'une moyenne interannuelle (août 2011 - juillet 2016) à 1 103 mm/an, ce qui représenterait près de 40 % des précipitations (2 735 mm/an) (Météo France, 2016).

La distribution mensuelle de cette ETP est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10. Moyenne mensuelle de l'ETP calculée pour la station GORO_RESIDUS (2011-2016)

Station Goro Résidu	
Mois	ETP cumulée août 2011-juil. 2016 (mm)
janvier	115
février	97
mars	95
avril	80
mai	73
juin	63
juillet	63
août	75
septembre	92
octobre	112
novembre	122
décembre	116
TOTAL	1 103 mm

À titre de comparaison, le calcul de l'évapotranspiration potentielle pour le bassin de la Kwé a été estimé à 1 155 mm/an (1998-2011).

La distribution mensuelle de cette ETP est présentée dans le tableau ci-dessous :

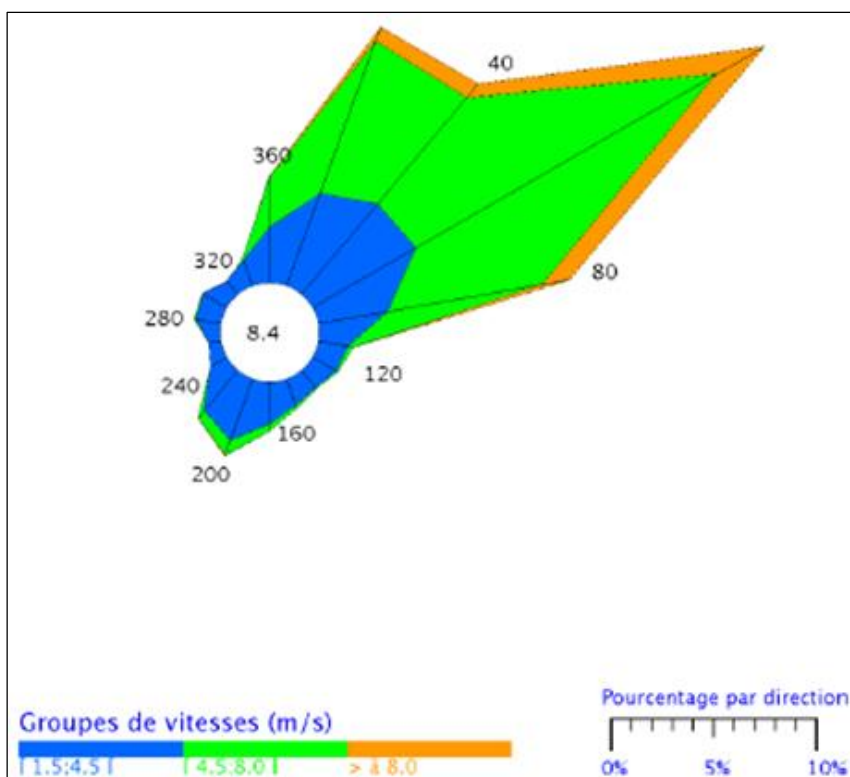
Tableau 11. Moyenne mensuelle de l'ETP calculée pour le bassin de la Kwé (1998-2011)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
ETP	133	117	113	89	72	61	60	71	86	107	115	130	1 155

Source : (VNC, 2015)

3.1.2.4. Vents

La rose des vents de la station météorologique « GORO_RESIDUS » pour l'année 2015 est présentée ci-dessous.



Source : (Météo France, 2015)

Figure 9. Rose des vents du site Goro_Résidus (988) pour l'année 2015

La station « GORO_RESIDUS » montre des vents dominants qui proviennent principalement du nord-est et sud/sud-ouest. Les intensités de ces vents sont majoritairement comprises entre 4,5 et 8,0 m/s pour les vents en provenance du nord-est et entre 1,5 et 4,5 m/s pour ceux en provenance du sud-ouest.

La station « GORO_ancienne pépinière », plus lointaine de l'aire d'étude mais située à une altitude équivalente, montre des vents dominants principalement orientés nord-est et sud. Les intensités de ces vents sont majoritairement comprises entre 1,5 et 4,5 m/s.

3.1.2.5. Phénomènes climatiques extrêmes

Lors de la dépression tropicale Vania en janvier 2011, il est tombé au niveau du site minier entre 400 et 475 mm en 24 heures, ce qui représente environ 15% de la pluie annuelle (Météo France, 2011). Les données pour la station de « Goro-résidus » ne sont pas disponibles pour le mois de janvier 2011.

Tableau 12. Records météorologiques observés sur le plateau de Goro lors du passage de la dépression tropicale Vania en janvier 2011

	Cumuls de précipitations maximums observées en 24 heures entre le 13 et le 15 janvier 2011	Rafales observées entre le 13 et le 16 janvier 2011
GORO_ancienne pépinière	474,4 mm	72 km/h (le 13/01/2011)
GORO_MINE	450,4 mm	-
GORO_GISEMENT	402,6 mm	-
GORO_USINE	399,3 mm	152 km/h (le 14/01/2011)

Source : (Météo France, 2011)

En 2015, la rafale de vent maximale enregistrée au niveau de la station de « GORO_RESIDUS » a atteint 98,6 km/h le 14 mars, ce vent était en provenance du nord-est.

En juillet 2013 (saison sèche), des orages inhabituellement forts et durables pour la saison ont affecté la Nouvelle-Calédonie et plus particulièrement la chaîne et le quart sud-est de la Grande Terre. Il est tombé jusqu'à 396 mm de pluie à Yaté en 12 heures (période de retour estimée à 40 ans). La station de « GORO_RESIDUS » a enregistré des précipitations quotidiennes de 294,4 mm et 152,5 mm les 2 et 3 juillet, puis de 324,4 mm le 28 juillet. De telles intensités pluvieuses avaient déjà été observées auparavant, mais jamais en juillet.

3.1.2.6. Synthèse

La zone de projet est caractérisée par une pluviométrie annuelle élevée (2 500 à 3 000 mm) principalement répartie durant l'été austral (janvier à avril). Celle-ci est généralement nettement excédentaire par rapport à l'évapotranspiration potentielle (l'ETP représente en moyenne 30 % des précipitations).

Il n'y a pas de grande amplitude de température selon les mois, tout au long de l'année. Le mois de février est le mois le plus chaud (température moyenne mensuelle de 24,9°C) tandis que le mois de juillet est le plus frais (moyenne mensuelle : 18,9°C).

La direction et la force du vent dans la zone de projet sont liées à l'effet de relief, avec des vents en provenance préférentiellement du nord-est et sud avec une intensité relativement faible (majoritairement comprise entre 1,5 et 4,5 m/s).

La zone de projet peut être régulièrement soumise à des événements pluvieux extrêmes de courte durée et de forte intensité.

3.2. GEOLOGIE

 Carte 3.2 Relief

 Carte 3.3 Géologie

3.2.1. Contexte calédonien

La Grande Terre constitue la partie émergée de la ride de Nouvelle-Calédonie. Cette dernière représente le prolongement de la ride de Norfolk qui constitue, avec la ride de Lord Howe et la ride de Fairway, trois fragments continentaux issus du continent australien au moment de la fragmentation du Gondwana, du Crétacé terminal au Paléocène. Ces rides sont séparées par des bassins à plancher océanique.

La ride de Nouvelle-Calédonie est bordée au nord-est par le bassin océanique des Loyauté, lui-même limité au nord-est par la ride des Loyautés. Ces rides et bassins sont portés par la plaque australienne qui subducte sous la plaque Pacifique le long de la fosse du Vanuatu faisant partie de l'arc des Nouvelles Hébrides.

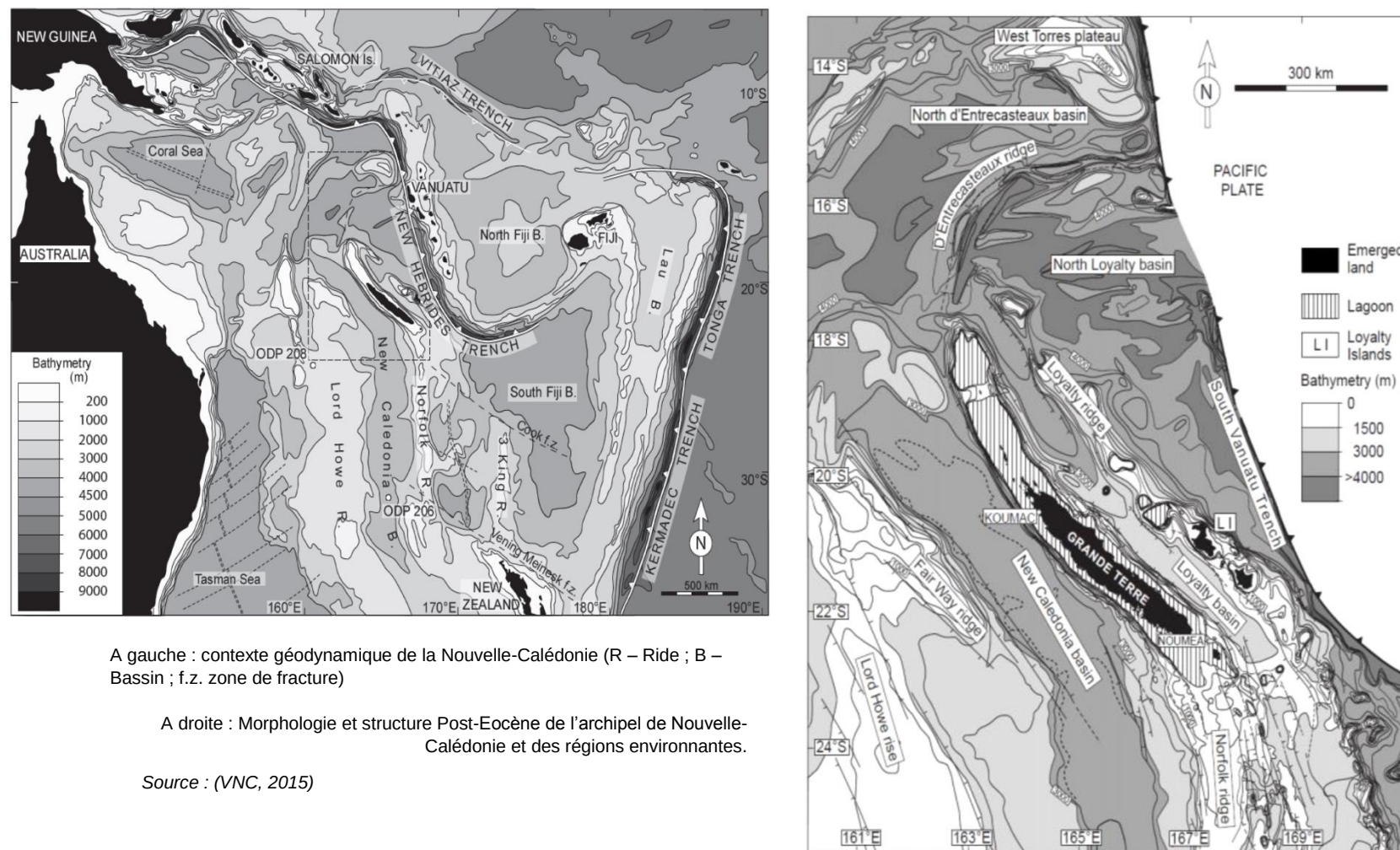


Figure 10. Contexte géodynamique de la Nouvelle-Calédonie

La région nord-est de la plaque australienne a subi une phase orogénique alpine qui a conduit à l'obduction de plusieurs corps ophiolitiques le long d'une chaîne allant de la Nouvelle-Zélande à la Nouvelle-Guinée. La Grande Terre présente la plus volumineuse de ces ophiolites alpines. Elle est constituée d'une nappe de manteau lithosphérique océanique charriée sur la ride de Nouvelle-Calédonie à la fin de l'Eocène supérieur. Cette nappe est actuellement préservée en différents massifs (ou klippes) répartis sur toute la longueur de l'île.

Quatre grands ensembles géomorphologiques, dont l'histoire géologique est distincte, composent l'essentiel de l'archipel calédonien (DAVID, GUILLAUD, & SODTER, 1995) :

- les massifs de péridotites : le grand massif du Sud, qui couvre un bon quart de la Grande Terre, forme le plus grand ensemble péridotitique du territoire. La portion méridionale du massif lui-même, sur laquelle dominent les formes d'altération de type karstique, se distingue des portions centrales et septentrionales qui présentent un relief montagnard caractéristique de dissection.
- les reliefs montagneux de la chaîne centrale et du massif du Panié : la chaîne centrale, dont l'axe décentré par rapport à celui de la Grande Terre se rapproche de la côte orientale, forme un bombement anticlinal à grand rayon de courbure qui s'étire sur plus de 200 km.
- les collines et plaines littorales de l'ouest : à l'exception des massifs de péridotites qui la jalonnent, la côte occidentale est formée d'une succession assez uniforme de collines, de glaciis d'accumulation et de plaines alluviales.
- l'archipel des Loyauté, au large de la Grande Terre : l'avancement inégal de la surrection des îles Loyauté détermine la forme du relief de chacune d'elles. Beautemps-Beaupré est encore un atoll entièrement fonctionnel, Ouvéa un atoll semi-actif, Tiga et Walpol sont de simples bancs coralliens émergés, Maré est un édifice intermédiaire entre l'atoll et le récif barrière émergé, tandis que Lifou présente une morphologie d'atoll annulaire soulevé au sein duquel une couronne récifale et un lagon central sont distingués.

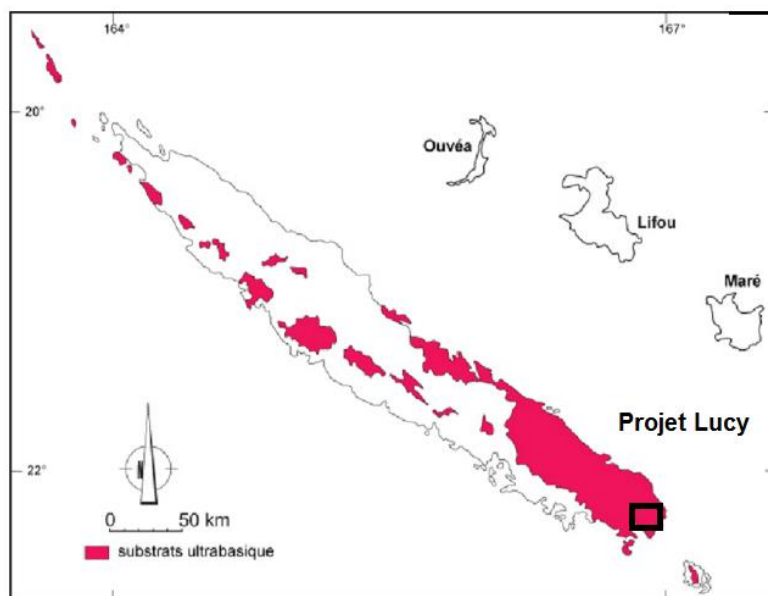


Figure 11. Contexte géologique général de la Nouvelle Calédonie

3.2.2. Contexte régional

3.2.2.1. Profil lithologique

L'épaisseur du profil lithologique de Goro varie de 40 à 60 m et huit horizons géologiques sont différenciés :

- ICP – Cuirasse

La cuirasse est une couche indurée d'oxydes (hématite) et d'hydroxydes de fer (goethite) constituant le sommet du profil latéritique. Elle résulte souvent de la lithification (transformation d'un sédiment meuble en roche consolidée) des hydroxydes de fer contenus dans les débris ferrugineux en place ou remaniés (grenaille, concrétion, fragments de cuirasse plus ancienne). Du fait de son induration et du lessivage des couches inférieures, il est fréquent de rencontrer des cavités sous la cuirasse.

- ISH – Grenaille

Le terme « grenaille » désigne communément une zone allant des oolites aux gravillons ferralitiques en passant par les pisolithes, présentant une granulométrie millimétrique à centimétrique, sans matrice ou à matrice fine de latérite. Ces gravillons sont constitués de goethite et de limonite associées très localement à de la chromite, fragmentée et érodée, héritée de la roche mère.

- LATR – Latérite rouge

Cet horizon correspond à une zone de latérite de couleur rouge brique à brun rouge, constituée presque exclusivement de goethites et d'hématites bien cristallisées de granulométrie de l'ordre de quelques microns. Au sein de cet horizon, on distingue encore des éléments pisolithiques, dans la matrice latéritique, qui disparaissent toutefois vers le bas du profil. On détecte également des minéraux disséminés de chromite. Les latérites dont l'origine est allochtone sont généralement des latérites rouges, mais il peut exister des latérites rouges en place sur des profils non remaniés.

- LATS – Latérite sédimentaire

Cette formation discordante, pourra être insérée dans le profil entre deux horizons, le plus souvent au sein de la latérite rouge. Elle est très difficile à caractériser et principalement constituée de latérite rouge riche en grenaille, et d'éléments provenant de l'érosion et de l'altération de péridotites transportées (bastites, minéraux résiduels de chromites, galets altérés). Un granoclassement de la grenaille peut être observé mais cet indice seul ne permet pas d'identifier une latérite sédimentaire. Cet horizon se rencontre le plus souvent dans des environnements fluvio-lacustres, au sein desquels le dépôt de matériaux remaniés in situ est le plus flagrant.

- LATJ – Latérite jaune

La latérite jaune, appelée « limonite » par les Anglo-Saxons, présente des enrichissements en nickel et cobalt. Elle a une couleur jaune et une granulométrie de quelques microns. La structure résiduelle du protolithe (péridotite : harzburgite ou dunite) peut être observée. Elle est composée de goethite cristallisée en fines aiguilles (goethite cryptocristalline) et de gibbsite (hydroxyde d'aluminium). Sa teneur en nickel est généralement supérieure à 1 % et sa teneur en magnésie inférieure à 1 %.

- TRN – Transition

Au sein de cet horizon, la structure de la roche est encore visible mais elle commence à s'écaser. C'est dans la transition que s'achève l'altération de tous les silicates résiduels. Il s'agit d'un matériel riche en eau et peu compact. C'est également dans cet horizon

que les concentrations en cobalt et manganèse sont les plus fortes, ces deux éléments étant presque invariablement associés sous forme d'asbolane.

Sa teneur en nickel est généralement plus élevée que l'horizon sus-jacent tout comme sa teneur en magnésie qui varie de 1 à 8 %. C'est d'ailleurs le critère géochimique utilisé lors de la révision des logs de sondages pour définir le toit (1 % d'oxyde de manganèse - MgO) et la base (8 % MgO) de cet horizon. Rarement, des blocs de roches altérées sont présents dans cet horizon.

- SAP – Saprolite

La saprolite comprend des portions de roche saine emballées dans une matrice argileuse de roche altérée plus ou moins indurée mais gardant le même volume que la roche saine. Le toit de cet horizon est marqué dès l'apparition des degrés d'altérations 1, 2, 3 et 4 (un degré d'altération 1 correspond à une roche saine alors qu'un degré d'altération 4 correspond à une roche très altérée, généralement friable, dont le protolithe est difficilement identifiable). Les taux de magnésie et de silice augmentent brusquement tandis que le fer chute. La granulométrie est très variable (de quelques microns à des dimensions plurimétriques) et ne présente aucun granoclassement. Les concentrations en éléments économiques se situent dans les granulométries les plus fines (moins de 50,8 mm).

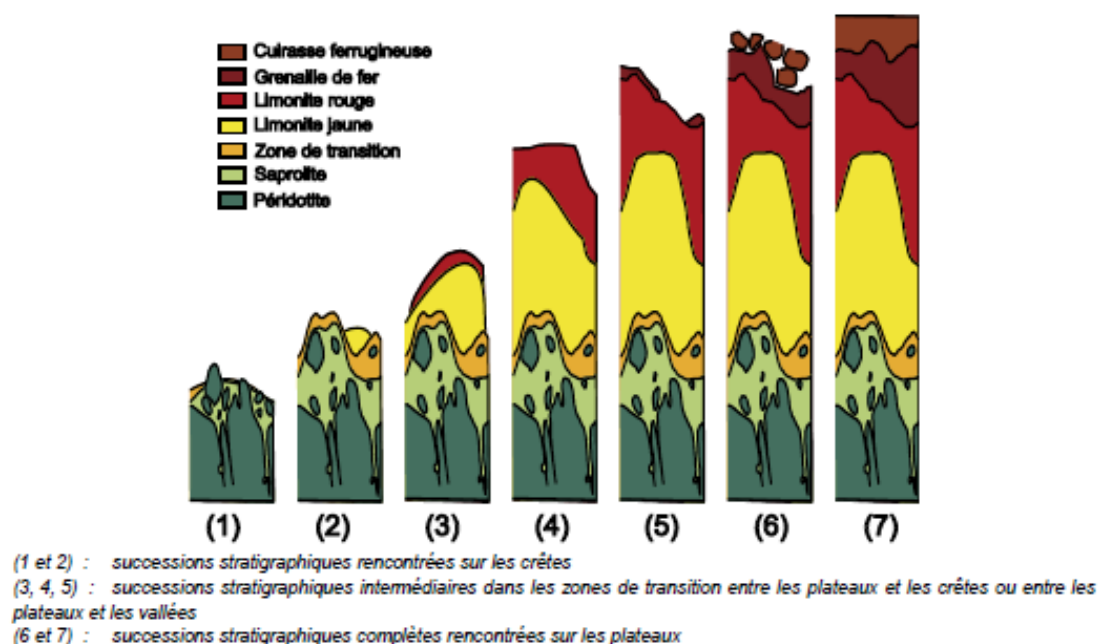
- BRK – Roche mère

On appelle BRK la roche péridotite saine (harzburgite ou dunite). Le toit de la roche mère est défini quand les degrés d'altération 1 et 2 deviennent majoritaires sur trois mètres consécutifs avec moins de 15 % de zones de degrés 3, 4 sur les trois mètres. La dernière passe ne doit pas se terminer sur une zone de degrés 3 ou 4.

3.2.2.1. Successions stratigraphiques

Les formations géologiques présentes ont des épaisseurs variables et ne sont pas nécessairement présentes partout ce qui conduit à l'existence de profils d'altération tronqués. On peut distinguer ainsi trois grandes catégories de succession stratigraphique sur la base d'une classification morphostructurale du paysage :

- au niveau des chaînons rocheux, la roche mère affleure et l'horizon saprolitique est peu épais. Dans certains talwegs qui incisent ces crêtes on peut trouver des horizons minces de latérites (Figure 12 ci-dessous : Successions stratigraphiques simplifiées rencontrées dans différents secteurs du site de Goro : successions 1 et 2) ;
- à proximité des pieds de crêtes et en périphérie des plateaux et des bassins, on trouve plusieurs successions stratigraphiques intermédiaires pour lesquelles l'épaisseur des différents horizons est moindre (Figure 12 ci-dessous, successions 3, 4 et 5) ;
- au centre des plateaux et des bassins, les successions stratigraphiques sont le plus souvent complètes (Figure 12 ci-dessous, successions 6 et 7).



Source : (VNC, version 2012 actualisée en 2015)

Figure 12. Successions stratigraphiques simplifiées rencontrées dans sept secteurs du site de Goro

Au niveau de certains bassins, la succession stratigraphique est recouverte par un dépôt plus ou moins discontinu et épais de formations alluviales.

3.2.2.2. Caractéristiques géochimiques du profil d'altération

Le profil d'altération du gisement de Goro est un profil type d'altération latéritique supergène de roche ultrabasique en milieu subtropical, donnant naissance à un enrichissement en nickel et cobalt.

Les éléments susceptibles d'être exploités sont originellement présents dans la péridotite (harzburgite ou dunite) mais en faible teneur. L'altération par le haut due au climat tropical chaud et humide entraîne une déstructuration partielle à totale du protolithe et des minéraux qui le composent, libérant ainsi des éléments tels que Fe, Mg, Mn, Ni et Co. Ces éléments vont se déplacer le long du profil et précipiter sous forme de carbonates et d'hydroxydes (processus de métasomatose).

Lorsqu'on descend dans le profil, la teneur en éléments lourds, tels que Si, Mg, Ni et Co (qui ne peuvent être intégrés dans la structure des couches superficielles) augmente, pour être maximale à la base du profil : dans les couches de transition et de saproliite. Parallèlement le fer précipité dans la cuirasse n'est pratiquement pas présent à la base du profil.

3.2.2.3. Contexte structural

La région Sud se caractérise par la présence d'un jeu de failles parallèles à l'allongement de la Grande Terre. Cet ensemble de failles détermine une série de compartiments (horsts et grabens) plus ou moins affaissés dont la baie de Prony, la baie de Port Boisé et la baie de Kwé. Ces baies représentent des compartiments effondrés, ennoyés par la mer (ria).

La région est traversée par quatre familles de failles décrites comme des linéaments de surface (VNC, 2007) :

- une famille de failles suivant un axe nord-est/sud-ouest ;
- une famille de failles suivant un axe nord-nord-ouest/sud-sud-est ;
- une famille de failles suivant un axe est/ouest (rarement observée dans la zone de la Kwé Ouest) ;
- une famille de failles suivant un axe nord-sud qui tend à guider les systèmes pseudokarstiques.

Le pendage de ces grands systèmes de failles est considéré comme subvertical.

Les joints dans le massif rocheux suivent typiquement les mêmes orientations.

D'autres indices de failles dans la région incluent des affleurements de roches broyées (plutôt rares), des décrochements latéraux horizontaux ou verticaux des lignes de crêtes, l'infiltration soudaine de petits ruisseaux en surface et des agglomérations de zones de subsidence et de dolines. Les failles sont des chemins préférentiels pour les écoulements souterrains. Une dissolution graduelle du socle rocheux de péridotite le long et aux intersections de ces failles s'ensuit et a entraîné, à l'échelle géologique, la formation de dolines sous la surface et de plus grands bassins de subsidence à diverses échelles.

3.2.3. Spécificité au sein de l'aire d'étude

 Carte 3.4 des Bassins-versants

3.2.3.1. Contexte morpho-structural

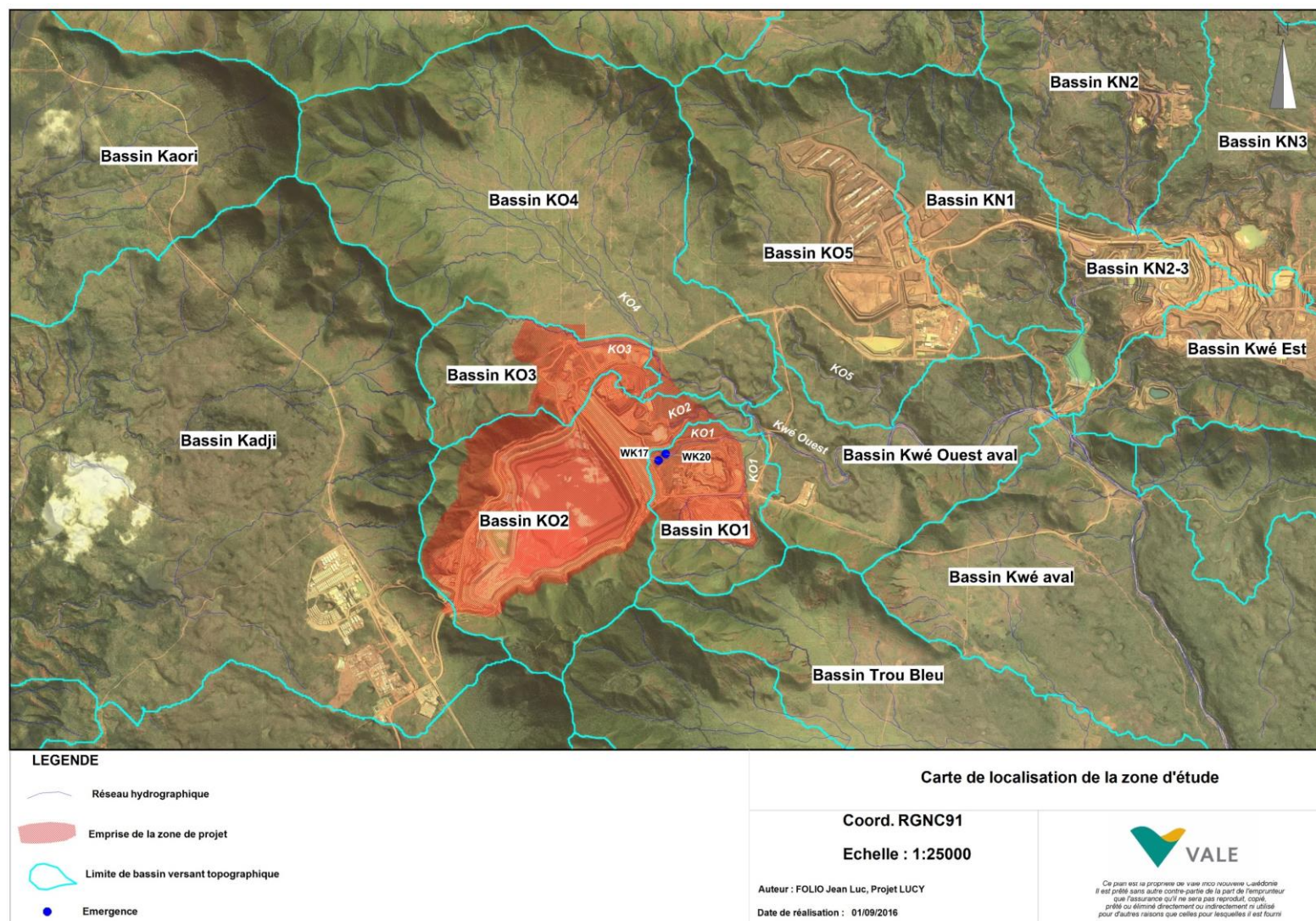
La zone d'étude est organisée en trois bassins juxtaposés (KO1, KO2 et KO3) ouverts vers l'est (voir Figure 13). Cette organisation est typique du contexte morpho-structural et géologique du massif du Sud avec un socle de péridotite d'extension régionale dont la morphologie en creux et bosses donne une succession de bassins et de plateaux généralement bien individualisés par des crêtes rocheuses. À l'intérieur de ces bassins et plateaux, le socle de péridotite est recouvert par un manteau d'altération plus ou moins épais.

Plusieurs cartographies structurales, basées sur de la photo-interprétation ont été réalisées (Golder, 2005 ; A2EP, 2011). Les deux grandes familles de faille recensées en Nouvelle-Calédonie (orientations : N120-130° et N20-30°) sont retrouvées dans le secteur d'étude. À l'échelle des temps géologiques, ces failles ont favorisé les processus d'altération de la péridotite ce qui a conduit à la formation de nombreuses dépressions topographiques et cavités de dimensions variables.

Durant la période de construction de l'actuel parc à résidus, environ 200 cavités ont été découvertes (Figure 14). 95 % de ces cavités ont un diamètre compris entre 0,1 et 8 m (pour un diamètre médian de 3 m). Les cavités les plus grosses (neuf objets) ont un diamètre compris entre 10 et 30 m. Quatre d'entre elles sont localisées sous la berme à proximité des sources WK17 et WK20. Ces objets sont généralement peu profonds (moins de 5 m).

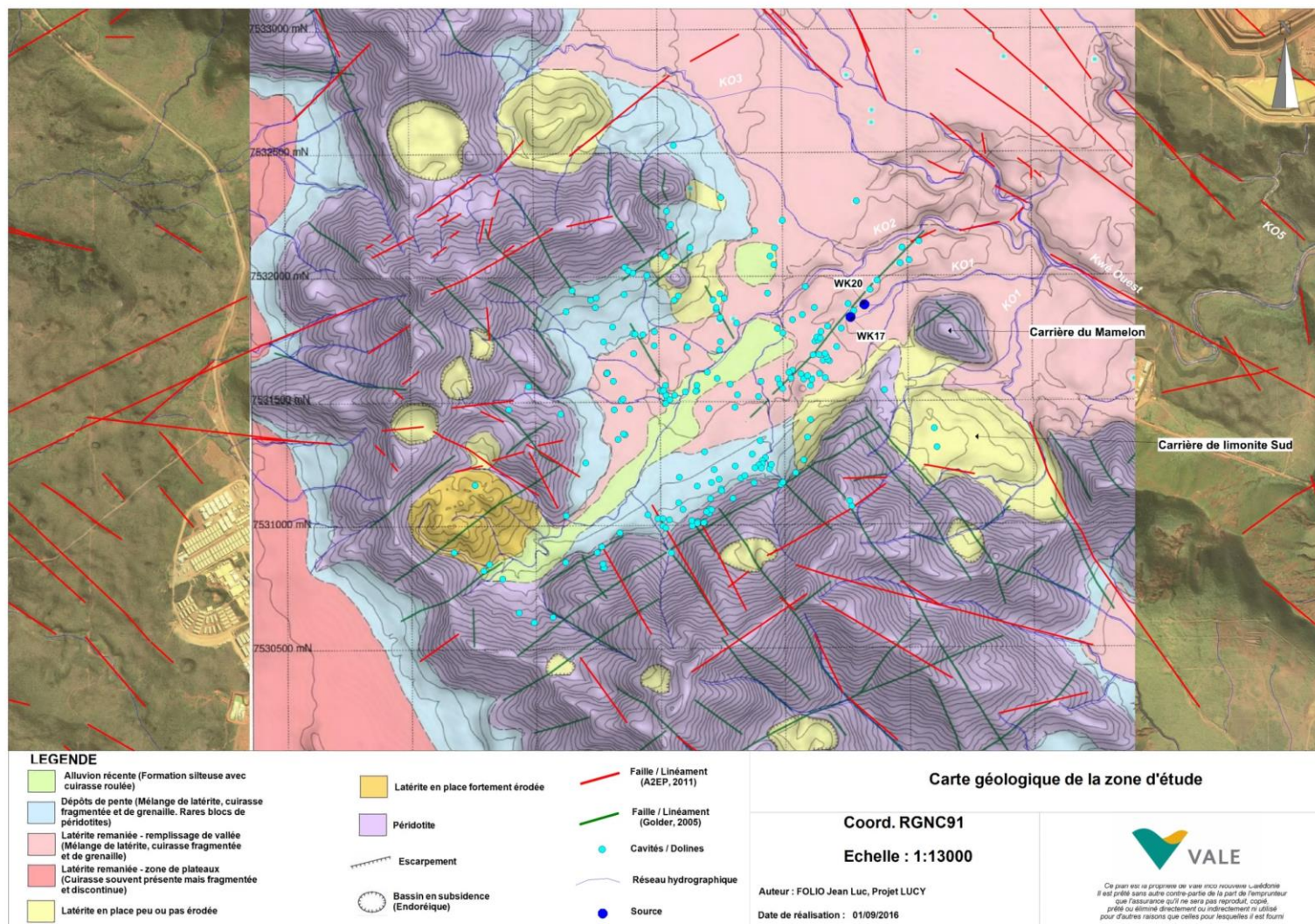
Huit grandes dépressions topographiques ont également été recensées dans le secteur d'étude (Figure 14). Ces objets sont uniquement observés dans les crêtes rocheuses et

correspondent généralement à des bassins endoréiques. Leur superficie varie de 0,7 à 8 ha.



Source : (VNC, 2016)

Figure 13. Localisation des bassins-versants sur et à proximité de la zone d'étude



Source : (VNC, 2016)

Figure 14. Carte géologique de la zone d'étude

3.2.3.2. *Géologie du manteau d'altération*

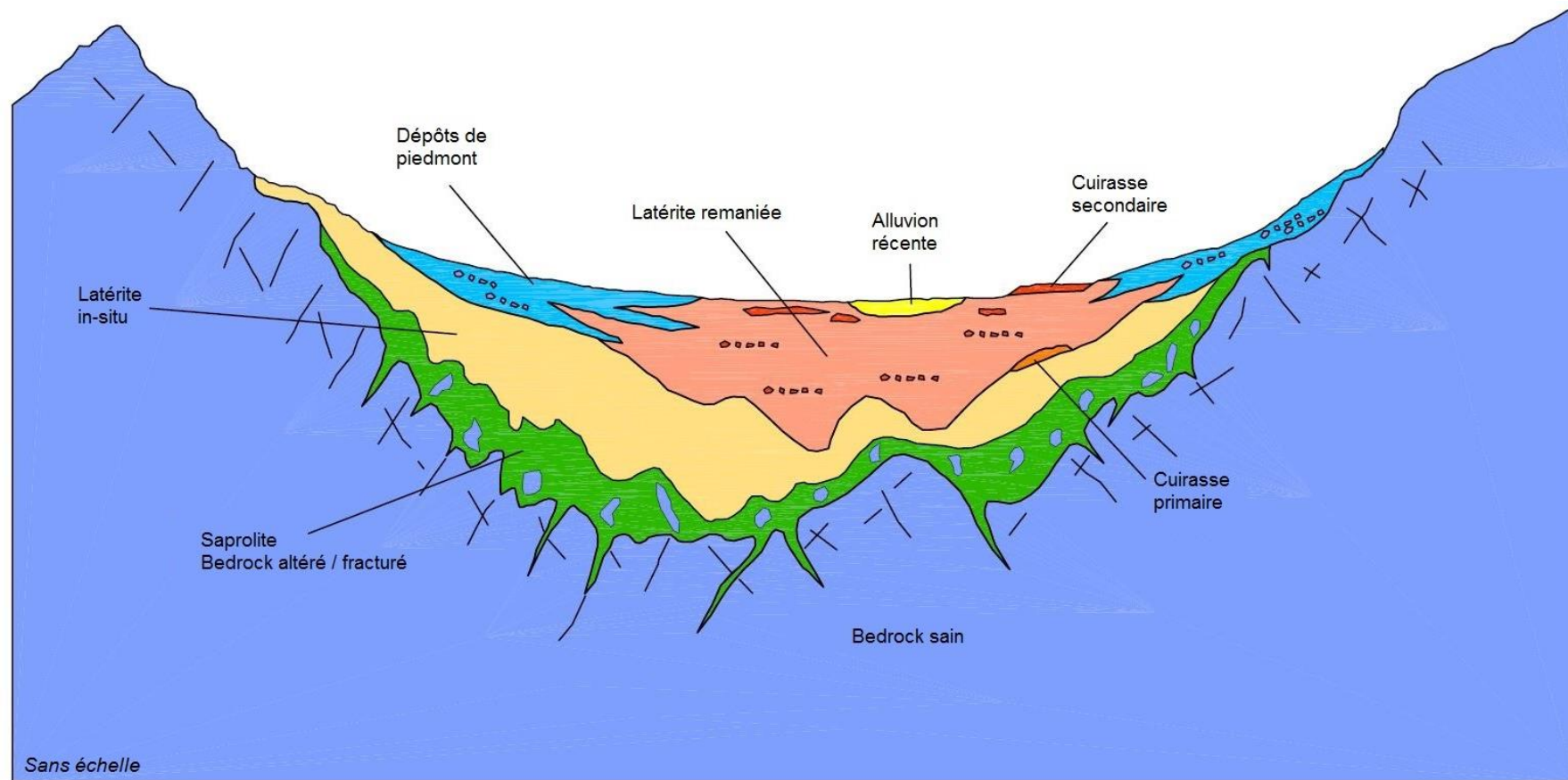
Dans la zone d'étude, les caractéristiques géologiques du manteau d'altération résultent de 180 sondages géologiques. Ces informations sont complétées par des coupes géo-électriques fournies par plusieurs campagnes de tomographie électriques (Geophysical, 2006 ; 2007a, 2007b, 2009, 2015a et 2015b).

À proximité des pieds de crête et en périphérie des fonds de vallée, la roche mère est recouverte par une mince couche de dépôts de pente et de colluvions constituée par un mélange de cuirasse démantelée et de grenaille, le tout emballé dans une matrice latéritique.

En fond de vallée, on trouve des successions stratigraphiques standards le plus souvent complètes (cuirasse, latérite in situ rouge, puis jaune, transition, saprolite et bedrock) qui sont généralement recouvertes par un ensemble de latérites remaniées provenant de l'érosion et du transport des formations à l'affleurement dans les flancs de crête.

Dans l'axe central de la vallée, une mince couche d'alluvions récentes (quelques mètres d'épaisseur) recouvre le manteau latéritique.

Une coupe géologique interprétative du bassin KO2 est proposée à la Figure 15 ci-après.



Source : Golder, 2005

Figure 15. Coupe géologique interprétative du bassin de KO2

3.2.3.3. *Caractéristiques géologiques d'une crête rocheuse typique du bassin de la Kwé Ouest*

Le contexte géologique des crêtes rocheuses est déduit de :

- l'information géologique disponible sur 15 sondages implantés dans différentes crêtes du bassin de la Kwé (Figure 16) et dont deux sont situés dans le bassin de KO2 (WKBH22A et WKBH25).
- l'analyse d'une coupe géologique complète de la crête située au droit de l'appui nord de la berme du parc à résidus actuel (Golder, 2009a et 2009b). Cette coupe a été rendue accessible grâce aux travaux de construction du déversoir du parc à résidus.

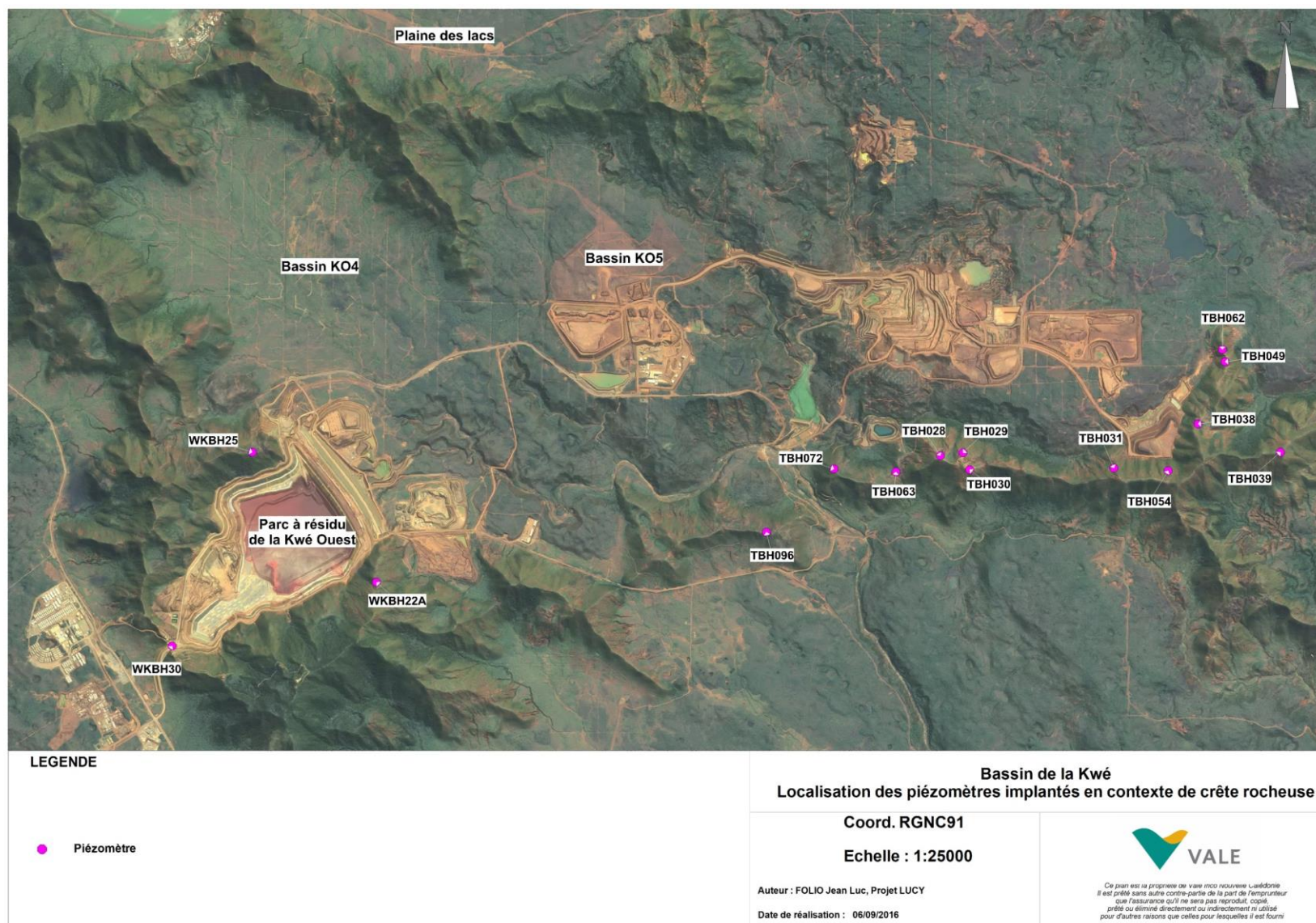
Un chaînon rocheux typique du contexte du bassin de la Kwé peut être subdivisé en trois couches présentant des caractéristiques de fracturation et d'altération distinctes. On trouve du haut vers le bas (Figure 17) :

- la couche de roche en contact avec la pluie et l'atmosphère (couche 1) laquelle est soumise à d'intenses processus d'altération et de karstification qui ont pour conséquence d'élargir la fracturation originelle de la péridotite. Un modelé de type lapiaz, typique des processus de karstification, est généralement observé à l'affleurement. Son épaisseur, c'est-à-dire la zone d'influence des mécanismes d'altération et de karstification est variable selon les secteurs. Son épaisseur est de l'ordre de quelques mètres à une dizaine de mètres ;
- la couche 2 laquelle est une zone plus ou moins épaisse constituée par des roches présentant des caractéristiques de fracturation et d'altération intermédiaires entre la couche 1 et la couche 3 ;
- la couche 3 laquelle constitue le cœur du chaînon rocheux. Il s'agit de roches saines majoritairement peu ou pas fracturées. Localement, la fracturation peut être plus importante à la faveur du passage d'une faille d'extension régionale. Pour les chaînons rocheux du bassin de la Kwé, les sondages géologiques ont tendance à montrer que cette couche débute approximativement à partir de 50 mètres de profondeur sous la surface topographique. Le site d'implantation de la future usine d'assèchement des résidus est situé à la frontière entre le contexte de chaînon rocheux et celui du profil d'altération typique du contexte de bassins et de plateaux.

3.2.3.4. *Synthèse*

La succession lithologique régionale montre la dominance de latérite épaisse et de grandes formations de cuirasse qui se sont mises en place sur des péridotites (essentiel de la roche mère dans le secteur du plateau de Goro).

Une coupe géologique interprétative du bassin KO2 permet d'identifier successivement du haut vers le bas : des formations constituées de latérites remaniées, de latérites in situ et de saprolites, le tout reposant sur un socle sain.



Source : (VNC, 2016)

Figure 16. Localisation des sondages géologiques et piézomètres implantés en contexte de crête rocheuse dans le bassin de la Kwé

3 couches présentant un niveau de fracturation et d'altération décroissant avec la profondeur

Couche 1 : Péridotite très fracturée et très altérée
Modèle de type lapiaz avec ou sans couverture latéritique

Couche 2 : Péridotite fracturée et plus ou moins altérée



Couche 3 : Péridotite saine (peu fracturée, peu altérée)

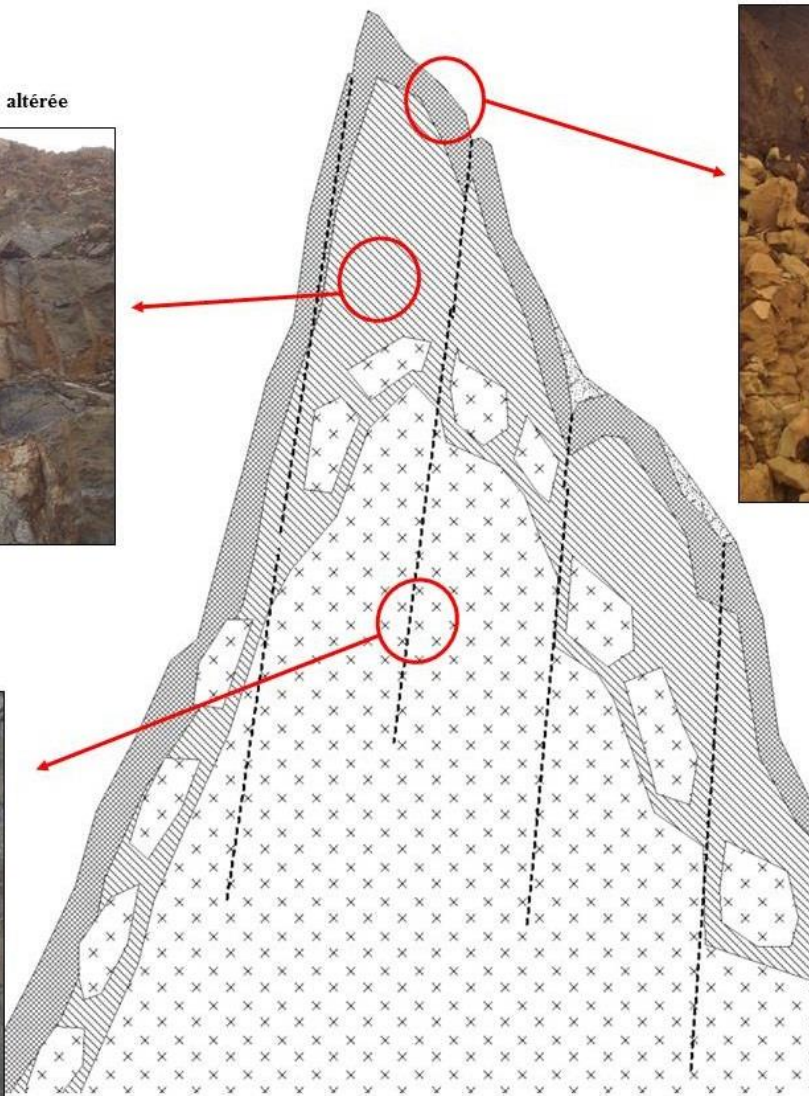


Figure 17. Modèle conceptuel géologique d'un chaînon rocheux

3.3. PEDOLOGIE

3.3.1. Contexte calédonien

3.3.1.1. *Nature des sols*

Les sols de Nouvelle-Calédonie présentent une grande diversité dans leurs caractéristiques morphologiques, physico-chimiques et minéralogiques. Ils constituent à cet égard l'un des ensembles les plus variés des îles du Pacifique Sud (ORSTOM, 1978).

L'opposition climatique entre les deux versants de la Nouvelle-Calédonie, la répartition des formations géologiques et la présence de témoins d'une pédogenèse ancienne, sont les principaux guides de la répartition des sols. Ainsi sur le versant ouest, au climat relativement plus sec, les limites géologiques, paléopédologiques et écologiques se confondent bien souvent avec les limites pédologiques actuelles, qui sont très diversifiées. Sur le versant est, plus pluvieux, l'effet de la pédogenèse tend à homogénéiser les sols (ORSTOM, 1978).

L'étude des conditions de la formation des sols de Nouvelle-Calédonie a amené à mieux comprendre la diversité des sols du territoire. Six grands ensembles pédogénétiques peuvent être définis et regroupent les principaux phénomènes géochimiques d'altération superficielle en milieu tropical (PEDRO, 1968) :

- les sols peu évolués : sols d'érosion, sols alluviaux ;
- les sols à évolution bisiallitique (brunification) : sols bruns eutrophes, vertisols et sols calcimagnésiques ;
- les sols à évolution ferbisiallitique (fersiallitiques) : sols fersiallitiques lessivés ;
- les sols à évolution podzolique : sols podzolisés ;
- les sols à évolution fermonosiallitique (ferrallitique) : sols bruns désaturés et sols ferrallitiques pénévulés ;
- les sols à évolution oxydique (ferritique) : sols ferrallitiques-ferritiques.

3.3.1.2. *Qualité agronomique*

Le milieu néo-calédonien présente certaines caractéristiques générales des zones tropicales et notamment des propriétés édaphiques souvent très rigoureuses. L'excès relatif des ions, magnésium, nickel, chrome et cobalt liés aux roches ultrabasiques, associé à une déficience générale en phosphore, a permis en particulier la différenciation d'une flore très spécifique et à haut caractère d'endémisme. La majorité des sols présente toutefois des caractères édaphiques assez classiques en pays tropicaux : forte désaturation en bases, fertilité médiocre et grande sensibilité à l'érosion. Il existe cependant des sols relativement fertiles. Ces sols couvrent environ 10 % de la surface du territoire (ORSTOM, 1978).

3.3.2. Contexte régional

3.3.2.1. *Nature des sols*

De nombreux facteurs ont conduit à la formation des sols : la pédogenèse ancienne conditionnée par la nature de la roche mère, le climat actuel (système hydrographique et ruissellement), le couvert végétal et le relief.

Aux péridotites sont associés des sols appelés localement « terre rouge » ou « latérite ». L'essentiel des sols du secteur étudié appartient à la typologie des sols ferralitiques ferritiques (VNC, 2015).

- **Les sols ferralitiques ferritiques cuirassés**

Les sols ferralitiques ferritiques cuirassés du sud de la Nouvelle-Calédonie ont une pédogenèse très ancienne issue de plusieurs phases de développement de la couche de cuirasse, et d'érosion des surfaces et dépôts, qui ont duré plusieurs millions d'années pour ainsi produire un sol composé de colluvions ferrugineuses en surface et un lessivage des argiles en profondeur (Latham et al, 1978).

Des études sur les éléments nutritifs essentiels pour la croissance des plantes montrent que ces sols ont des fortes carences en azote, phosphore, potasse et calcium (Jaffre, 1980). À l'opposé, ils contiennent un excès de magnésium et d'oxydes métalliques. Cette carence édaphique a favorisé un développement végétal composé des familles de plantes sclérophylles possédant des adaptations (petites feuilles, racines spécialisées) pour accumuler et retenir les maigres ressources en éléments nutritifs de la pluie et du sol (Beadle, 1966 ; Morat et al, 1986).

La teneur en éléments nutritifs des terres végétales des sols ferralitiques ferritiques cuirassés à Goro est directement liée au type de végétation et à son stade de développement. La tendance générale est à une augmentation légère en azote, phosphore et potassium dans l'horizon de surface, selon le stade de développement de la végétation. Cette matière organique contient souvent nettement plus de nutriments que le sol sous-jacent, indiquant une lente décomposition et libération des éléments nutritifs à partir de la litière. Dans la couche superficielle colluvionnaire de terre végétale, on observe un développement racinaire dépassant rarement 30 cm à 40 cm de profondeur dans les formations de maquis minier, indiquant ainsi la zone biologique de développement des plants (Bourdon et Podwojeweski, 1988 ; Becquer et al, 1995) (Figure 18).



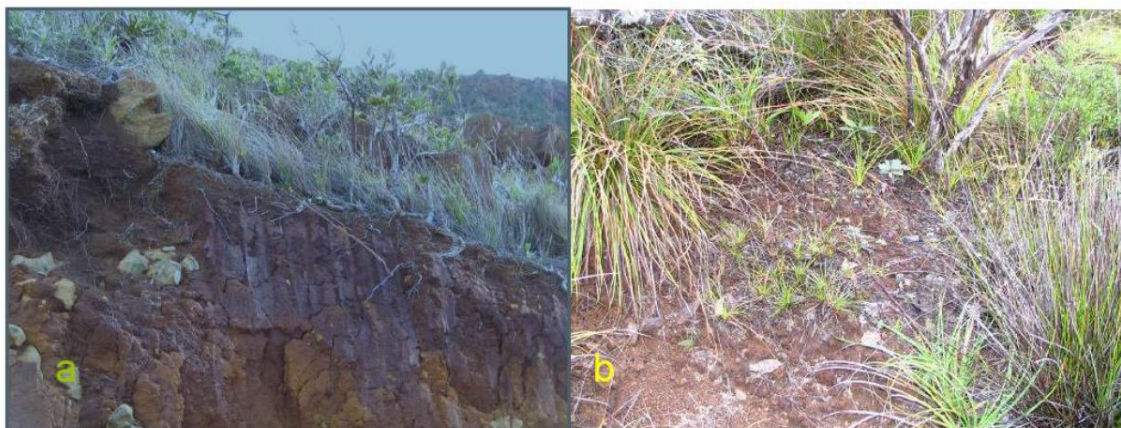
(a) Un profil de sol ferralitique ferritique cuirassé montrant l'hétérogénéité des poches de terre végétale, (b) la litière en maquis arbustif ouvert, (c) la litière en maquis para-forestier, (d) l'épaisseur de la litière dans les poches de terre végétale.

Source : (VNC, 2015)

Figure 18. Profil de sol ferralitique ferritique cuirassé

▪ **Les sols ferralitiques ferritiques érodés**

Les sols ferralitiques ferritiques érodés des pentes sont généralement superficiels (moins de 2 m de profondeur) avec un horizon supérieur composé de graviers ferrugineux avec parfois des blocs de péridotite (Latham *et al*, 1978). La couche d'humus est quasi inexistante (moins de 2 cm d'épaisseur) et la litière très éparse (Figure 19). Les racines sont abondantes dans les 10 premiers centimètres et rarement présentes au-delà de 40 cm de profondeur.



(a) Un profil de sol ferrallitique ferritique érodé montrant la couche quasi inexistante de terre végétale, (b) la litière du maquis ligno-herbacé.

Source : (VNC, 2015)

Figure 19. Profil de sol ferrallitique ferritique érodé

3.3.2.2. Qualité agronomique

À leur état naturel, les sols de l'aire d'étude présentent des carences en azote, phosphore, potasse et calcium, ceci étant lié à l'absence de ces éléments minéraux au sein de la roche mère.

Cette carence édaphique a favorisé un développement végétal composé des familles de plantes sclérophylles possédant des adaptations (petites feuilles, racines spécialisées) pour accumuler et retenir les maigres ressources en éléments nutritifs de la pluie et du sol (VNC, 2007).

3.3.3. Spécificités de l'aire d'étude

Le projet minier développé en 2007/2008 par INCO (aujourd'hui VNC) au niveau de la vallée KO2 a impacté les sols naturels. Plusieurs types d'opérations ont eu lieu sur la majorité des sols de l'emprise : décapages, remblaiement (zones de dépôts, stockage), imperméabilisation (infrastructures).

Au niveau du parc à résidus, à l'aval de la berme, la terre végétale a été enlevée avant le terrassement et utilisée pour des études sur les conditions de stockage de la terre végétale par l'Institut Agronomique Calédonien (IAC). Une autre partie a été utilisée pour la revégétalisation d'une zone située au niveau de l'usine opérationnelle.

La future zone d'emprunt du projet Lucy sur le flanc sud, est, en revanche, encore végétalisée.

Le site du projet Lucy est localisé majoritairement sur des terrains ayant fait l'objet de nombreux remaniements suite au développement du parc à résidus de la KO2 et des infrastructures auxiliaires : décapages, remblaiement, imperméabilisation.

3.4. HYDROLOGIE

3.4.1. Contexte calédonien

Dotée d'un apport pluviométrique moyen de l'ordre de 1 850 mm par an, la Nouvelle-Calédonie dispose d'une ressource en eau superficielle globalement abondante.

Cependant, le relief escarpé de la Grande Terre, la superficie limitée des bassins-versants, ses particularités géologiques et climatologiques induisent des contrastes importants dans la répartition spatio-temporelle de cette ressource.

La climatologie, la géologie et la topographie permettent de définir trois grandes régions hydrologiques : la côte est, la côte ouest et le sud. Le contexte général reste toujours celui de petits bassins-versants montagneux à fortes pentes, présentant des temps de transfert hydrique très courts car la longueur des rivières excède rarement 50 km entre l'amont et l'embouchure. Les conséquences hydrologiques sont la formation de crues éclairs, sources d'inondations et de processus érosifs intenses ainsi que d'étiages parfois sévères.

3.4.2. Contexte régional

 Carte 3.4 des bassins-versants

Plusieurs bassins-versants correspondant aux cours d'eau principaux caractérisent la région sud-est de la Nouvelle-Calédonie. Les deux principaux sont les suivants :

- Plus grand bassin-versant de la zone, la plaine des lacs (bassin-versant de la rivière des lacs, représentant près de 82 km²) est la plus grande zone d'eau douce du Territoire, avec ses lacs, ses nombreux étangs et ses zones de marais. Ce bassin est par ailleurs inclus dans la région des lacs du Grand Sud, inscrite à la Convention Ramsar en 2014.
- Second par la superficie, le bassin-versant de la rivière Kwé, en bordure sud de celui de la plaine des lacs, représente une superficie de 39,05 km² et est drainé par quatre affluents :
 - le plus important est la rivière Kwé Ouest, qui s'étend sur environ 8 km et draine une superficie de 17,44 km². C'est celui qui nous intéresse dans le cadre de cette étude.
 - la rivière Kwé Nord (10,9 km²).
 - la rivière Kwé Est est un affluent plus modeste qui mesure environ 4 km et draine une superficie de 2,25 km².
 - le dernier affluent est le creek de la crête sud (1,60 km²) lequel jouxte la limite sud du bassin-versant de la Kwé Est.

Par convention, le tronçon de rivière situé en aval de la confluence entre la Kwé Ouest, la Kwé Nord et la Kwé Est est appelé Kwé principale. Ce tronçon est orienté sud-est et débouche en mer dans la baie Kwé au niveau du canal de la Havannah.

Le régime hydrologique de la Kwé et de la rivière des Lacs est suivi grâce aux observations réalisées sur plusieurs stations hydrométriques. Quatre sous-bassins versants sont distingués, au droit des stations limnimétriques à disposition : KNL (Kwé Nord), KOL (Kwé Ouest), KAL (Kwé Principale) et PDL (Plaine des Lacs). Les bassins versants de la Kwé Nord (KNL) et de la Kwé Ouest (KOL) sont des sous-bassins versants de la Kwé Principale (KAL).

D'autres bassins-versants, Kwé Binyi et Wajana, un peu plus éloignés du site de projet Lucy (respectivement à 5 et 6,5 km) sont également étudiés car ils contiennent deux points de captage utilisés par la tribu de Goro.

3.4.2.1. Fonctionnement hydrologique de la Kwé Ouest à la station KOL

L'amplitude des débits de la rivière Kwé Ouest au niveau de la station KOL s'étend de 0,001 m³/s à l'étiage absolu (de 2006 à 2011) à 48 m³/s en période de plus hautes eaux. Directement liés à la pluviométrie, les débits moyens mensuels de la Kwé Ouest varient entre des valeurs minimales en saison sèche (valeur médiane minimale de 0,14 m³/s en octobre) et des valeurs maximales en saison humide (valeur médiane maximale de 1,8 m³/s en mars).

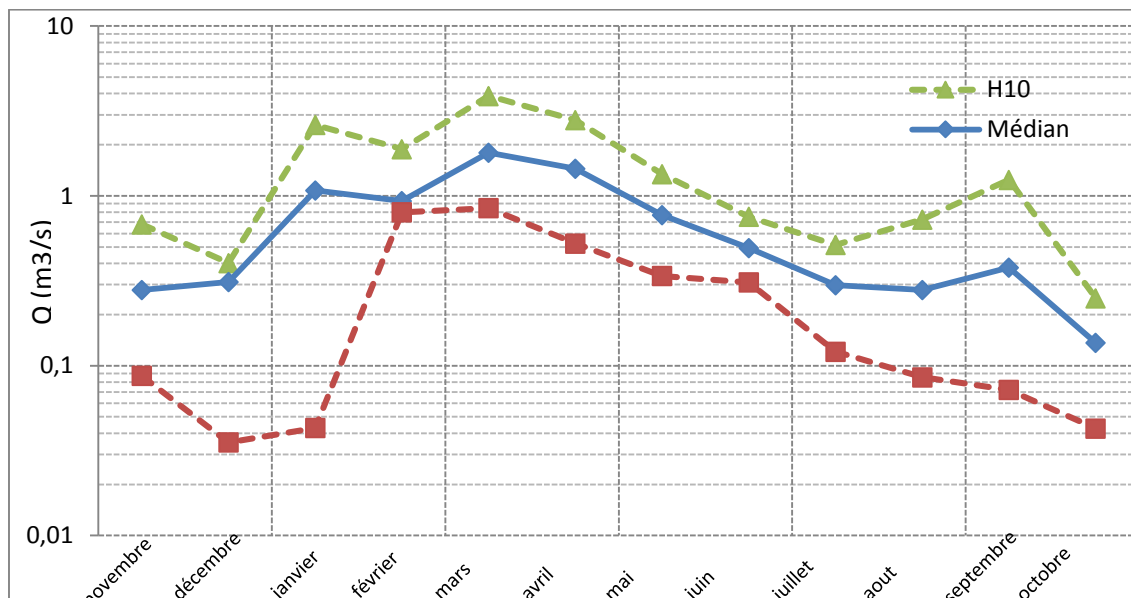


Figure 20. Débits moyens mensuels caractéristiques à la station KOL

La figure 20 montre que les débits mensuels moyens présentent une augmentation progressive entre novembre et mars - avril puis une diminution régulière jusqu'à la fin du mois d'octobre à la station KOL.

Le module interannuel (débit moyen interannuel) est de 0,6 m³/s sur les 5,5 années d'exploitation.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs brutes et spécifiques des étiages pour différentes périodes de retour. L'échantillon portant sur 5,5 années, le calcul des débits d'étiage ne peut se faire au-delà d'une période de retour de 15 ans (les débits de période de retour 20 ans sont indicatifs).

Tableau 13. Débits caractéristiques d'étiage à la station KOL

	Etiage humide (T (ans))			Etiage médian (T (ans))	Etiage sec (T (ans))		
	20	10	5	2	5	10	20
Q (m³/s)	0.193	0.156	0.119	0.026	0.005	0.002	0.001
q spé (L/s/km²)	18.1	14.6	11.2	2.4	0.5	0.2	0.1
Loi	Gumbel			Log-normale			
Paramètres	Gd=0.00491 P0=0.0454			mu=-3.66 sigma=1.9			

Source : (A2EP, 2012)

En termes de tendance évolutive, les moyennes annuelles au niveau de la station KOL entre 1996 et 2012 montrent une hydraulité forte au début de la période d'observation (1996-2001) puis une période sèche (2002-2006) et enfin un retour à une hydraulité moyenne (2007-2012).

Tableau 14. Débits moyens annuels observés entre 1996 et 2012

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Débits moyens annuels en m ³ /s	0,56	0,56	0,44	0,62	0,7	0,65	0,49	0,4	0,37	0,34	0,37	0,59	0,89	0,48	0,33	0,55	0,51	0,52
	Hydraulicité forte						Période sèche					Hydraulicité moyenne						

Source : DAEM, 2015

3.4.2.2. Bilan hydrologique

Un bilan hydrologique a été établi pour la partie du bassin de la Kwé Ouest qui comprend les sous-bassins KO4, KO3, KO2 et KO1 (A2EP, 2012d).

Cette analyse a été réalisée par mise en œuvre du modèle GARDENIA (BRGM, 2003), un modèle hydrologique global de bassins-versants qui permet, à partir de séquences de données météorologiques (pluie et évapotranspiration potentielle ETP) sur le bassin d'alimentation, de calculer le débit à l'exutoire d'un cours d'eau. Les calculs ont porté sur la période 1998-2010.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous. À titre de comparaison, figurent également le bilan hydrologique du bassin de la Kwé et celui de la Kwé Nord.

Tableau 15. Bilans hydrologiques annuels – synthèse des résultats de simulation (valeurs exprimées en mm/an)

Bassin-versant	Pluie	ETP	ETR	Pluie nette	Recharge	Débit externe	Débit de surface	Débit souterrain
Kwé	3 142	1 154	1 052	2 092	903	0	2 109	879
Kwé Nord	3 286	1 154	1 076	2 212	830	0	2 217	804
KO4-KO3-KO2-KO1	3 127	1 145	1 136	1 960	945	0	1 954	837

La recharge moyenne des nappes sur le bassin de la Kwé est évaluée à 903 mm/an sur la période 1998-2010. Elle représente 29 % de la pluie et 43 % de la pluie efficace¹.

Pour les besoins de l'évaluation des impacts du projet de stockage de résidus asséchés dans le bassin KO2, un modèle hydrogéologique a été mis en œuvre (ARTELIA, 2016).

Dans ce cadre, un bilan d'eau spécifique aux eaux souterraines a été établi après calage du modèle en condition hydrologique moyenne.

3.4.2.3. Qualité des sédiments

La qualité des sédiments des rivières Kwé Principale, Kwé Ouest, Kwé Est, Kuébini et Wajana situées dans la région du projet Lucy a été évaluée (cf. Carte 3.4 Bassins versants).

Les sédiments des rivières de la région de Goro sont généralement pauvres en carbone organique, en phosphore et en azote total. Le tableau suivant montre les résultats obtenus sur les échantillons prélevés dans les rivières de la région de Goro pour les éléments nickel, chrome et cuivre.

¹ La pluie efficace correspond à la différence entre les précipitations totales et l'évapotranspiration réelle.

Tableau 16. Qualité des sédiments des rivières de la région de Goro entre 1994 et 2005

Paramètre	Concentration moyenne (mg/kg)	Intervalle de confiance de 95 % (mg/kg)
Nickel	4 715	3 631 - 5 799
Chrome	11 149	1 450 - 11 848
Cuivre	35	30 - 41

Source : Rescan, 2000

De même que pour les eaux de surface, ces résultats montrent de fortes concentrations naturelles en métaux reflétant le bruit de fond géochimique des sols de la région. Certains métaux, notamment le nickel, le chrome et le cuivre, sont naturellement présents dans les sédiments des rivières à des niveaux pouvant être toxiques pour les organismes aquatiques non adaptés à ce milieu (VNC, 2015).

La diversité et l'endémisme de la faune d'eau douce montrent que les écosystèmes d'eau douce se sont adaptés à ces concentrations élevées en métaux (bruit de fond naturel). Leur abondance semble plutôt limitée à cause de la faible réserve en nutriments des sédiments et de l'eau et donc de la faible biomasse des producteurs primaires (VNC, 2015).

3.4.3. Spécificités sur l'aire d'étude

 Carte 3.5 Suivi hydrologique de la zone de projet

3.4.3.1. Définition des bassins-versants et milieux étudiés

La zone d'étude est à cheval sur trois sous-bassins versants (KO3, KO2 et KO1) de la Kwé Ouest (Figure 13). Leur superficie cumulée atteint 5,53 km² ce qui représente 30 % de la superficie totale du bassin de la Kwé Ouest (18,09 km²).

Le tableau 1 présente la superficie des différents sous-bassins de la Kwé Ouest.

Tableau 17. Superficie des sous bassins-versants de la Kwé Ouest

Désignation	Superficie (km ²)
KO5	3,97
KO4	6,15
KO3	1,23
KO2	3,18
KO1	1,11
Kwé Ouest aval	2,44

Les bassins KO3, KO2 et KO1 partagent la même morphologie. Ils sont globalement circulaires avec une partie terminale moins large qui s'étend jusqu'à la confluence avec la rivière Kwé Ouest.

Les parties amont des bassins-versants correspondent aux flancs des crêtes rocheuses. La pente moyenne de ces secteurs est d'environ 40 %. Leur superficie représente de l'ordre de 50 à 60 % de la surface totale de chaque bassin. Les parties aval constituées par les fonds de vallée sont plates (pentes de l'ordre de 2 à 4 %).

Les creeks associés aux bassins KO3, KO2 et KO1 sont peu développés. Les lits restent généralement superficiels sauf le creek KO2 avec sa partie aval qui incise un peu plus profondément les terrains.

Le bassin KO1 est atypique avec deux creeks bien individualisés qui contournent la carrière du mamelon au nord et au sud. Les écoulements dans la branche nord sont pérennes du fait d'une alimentation par deux émergences appelées KW17 et WK20 (Cf. Figure 13 pour la localisation de ces objets). Le fonctionnement de ces émergences est présenté à la section 3.5.2.2.

Les écoulements dans le creek KO2 sont également pérennes au moins dans la partie la plus aval du creek. Ces écoulements sont alimentés par les eaux souterraines (drainage de l'aquitard latéritique) notamment en période de hautes eaux et par les rejets volontaires des eaux industrielles stockées dans le parc à résidus de la Kwé Ouest qui ont été collectées par le système de drainage mis en place sous la zone de stockage. Les relations hydrauliques entre creeks et eaux souterraines dans la zone d'étude sont présentées à la section 3.5.2.4.

Le creek KO3 et la branche sud de KO1 sont quant à eux non pérennes. Les écoulements qui se mettent en place dans ces creeks correspondent à du ruissellement lors des pluies et à du ré-essuyage des formations superficielles qui va perdurer quelques jours après les précipitations.

Dans le cadre du présent dossier, l'analyse portera spécifiquement sur le sous-bassin versant KOL (Kwé Ouest) sur lequel est située l'emprise du projet Lucy.

En effet, la station KOL permet de jauger le bassin-versant de la branche de la Kwé Ouest qui englobe le périmètre du projet (voir Carte 3.5 Suivis hydrologiques).

3.4.3.2. *Qualité des eaux superficielles*

Carte 3.6 Suivi de la qualité biologique des cours d'eau et des dolines sur KO2

La qualité des eaux de surface à l'aval du parc à résidus est influencée par les différents rejets existant des infrastructures actuelles : par des rejets directs et contrôlés par VNC et indirectement via des percolations et infiltrations possibles provenant des installations existantes.

Aussi, les paragraphes ci-après présentent successivement la qualité des eaux au niveau des différents rejets réalisés dans le cadre de l'exploitation de l'actuel parc à résidus (eaux issues du système de drainage), puis la qualité des eaux relevées au niveau de la Kwé Ouest.

3.4.3.2.1.1. *Eaux issues du système de drainage de la berme*

Il s'agit d'eaux drainées par les dispositifs mis en place dans la berme et collectées par le tapis drainant installé comme semelle du barrage. Ce tapis est drainé sur trois secteurs : le secteur nord, le secteur central et le secteur sud. Chacun de ces secteurs est connecté à un fossé permettant de canaliser les écoulements vers un seul point de rejet à l'environnement. L'ensemble de ces rejets transite dans le bassin de décantation aval avant de rejoindre la rivière Kwé Ouest.

Les analyses réalisées montrent que sur aucun des drains, le seuil réglementaire de 1mg/l en manganèse n'a été dépassé. Les valeurs des mesures état en dessous du seuil de détection des machines.

En revanche, comme pour les drains collectant les eaux circulant sous la géomembrane, la présence de chrome est fréquente, à des concentrations justes au-dessus du seuil de 0,1 mg/l. C'est particulièrement vrai dans le drain central, situé au point bas de l'aval de la berme, avec des concentrations qui dépassent légèrement mais pas

systématiquement le seuil de rejet. Il s'agit de chrome « naturel », du chrome hexavalent issu du ruissellement des terrains naturels localement infiltrés et drainés par le biais du tapis drainant sous la berme. Ces données sont sans doute en relation avec un niveau bas des eaux souterraines, lié au déficit hydrique, et par conséquent issues d'un lessivage plus fréquent par les circulations d'eaux souterraines, dans un réseau non noyé. Ainsi, lorsque les pluies sont plus importantes et que le niveau de la nappe augmente, les teneurs en chrome dans les eaux drainées ont tendance à diminuer.

Les conductivités moyennes sont stables et sont liées à la présence de sulfate. Cette présence est liée à des infiltrations d'eau au droit du parc à résidus qui, à la faveur des pressions interstitielles présentes dans et sous la berme, rejoignent le tapis drainant, préférentiellement au point bas du parement aval de la berme, dans l'axe de l'ancien thalweg occupé maintenant par le parc à résidus.

3.4.3.2.2. Qualité des eaux de la Kwé Ouest en aval du site du projet

Plusieurs stations de suivi sont présentes dans le bassin-versant de la Kwé Ouest, les éléments décrits ci-après concernent la station 3-B située sur le cours principal de la Kwé Ouest en aval de l'influence du parc à résidus.

La période d'analyse considérée ici s'étend du 12 janvier 2013 au 30 septembre 2016.

Les relevés de pH effectués au niveau de la station sont relativement stables avec des valeurs qui oscillent entre 6,7 et 9,0. Les mesures de conductivité présentent une tendance à la hausse, ce qui est significatif d'une augmentation des substances dissoutes.

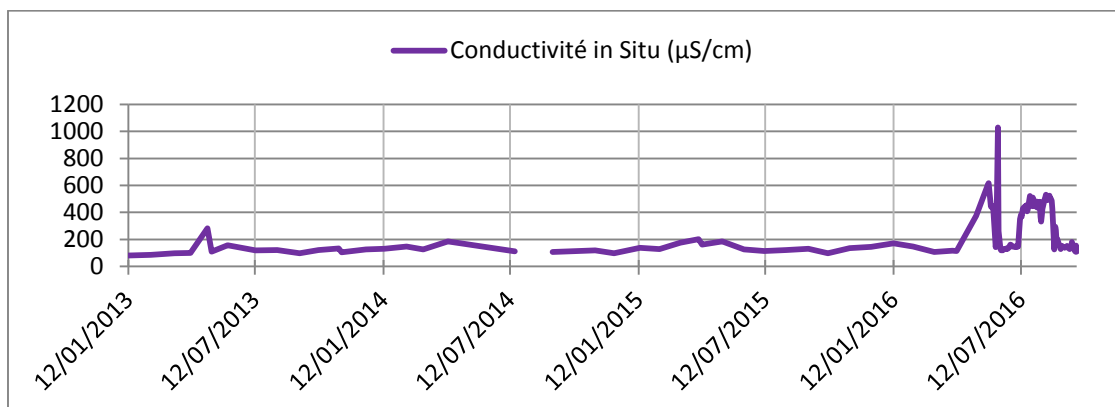


Figure 21. Conductivité

Les concentrations en chlorures ne présentent pas d'évolution particulière avec des valeurs plutôt stables au cours du temps (autour de 10 mg/l). Les évolutions des teneurs en chrome/chrome VI sont également stables et majoritairement inférieures à la limite de détection.

Les concentrations en sulfates augmentent avec des valeurs se rapprochant de 10 mg/l ainsi que des pics d'augmentations ponctuelles pouvant atteindre 286 mg/l. Les résultats de l'année 2015 indiquent en revanche une stabilisation de l'évolution des concentrations en sulfates. Les concentrations oscillent entre 11,5 et 46,90 mg/l, puis une nette augmentation est constatée à partir de mars 2016.

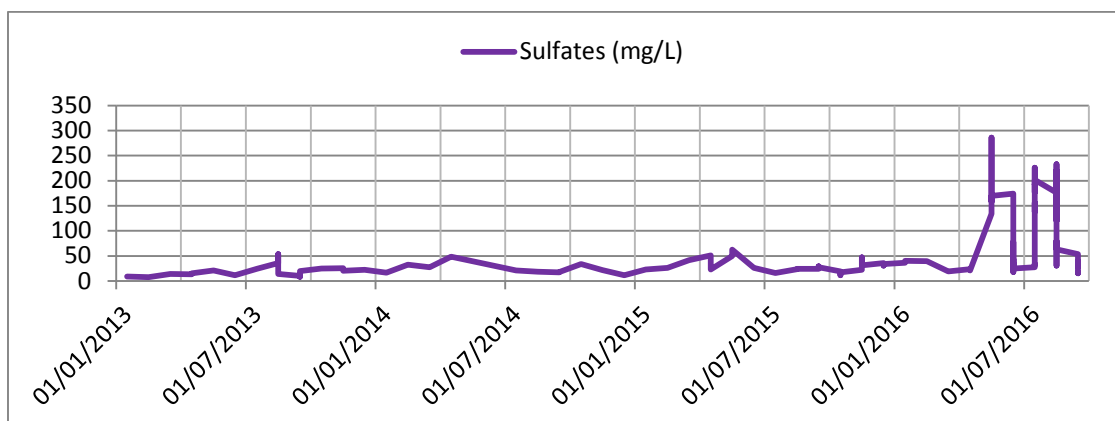


Figure 22. Teneurs en sulfates

Le manganèse est détecté très ponctuellement. Depuis 2013, les analyses ont montré sa présence de manière plus significative à quatre reprises avec des valeurs allant approximativement de 0,08 mg/l en 2013, 0,12 mg/l en 2014, 0,21 mg/l en 2015 et 0,37 mg/l en 2016. Les concentrations mesurées au moment de ces « pics » montrent une tendance à l'augmentation entre 2013 et 2016.

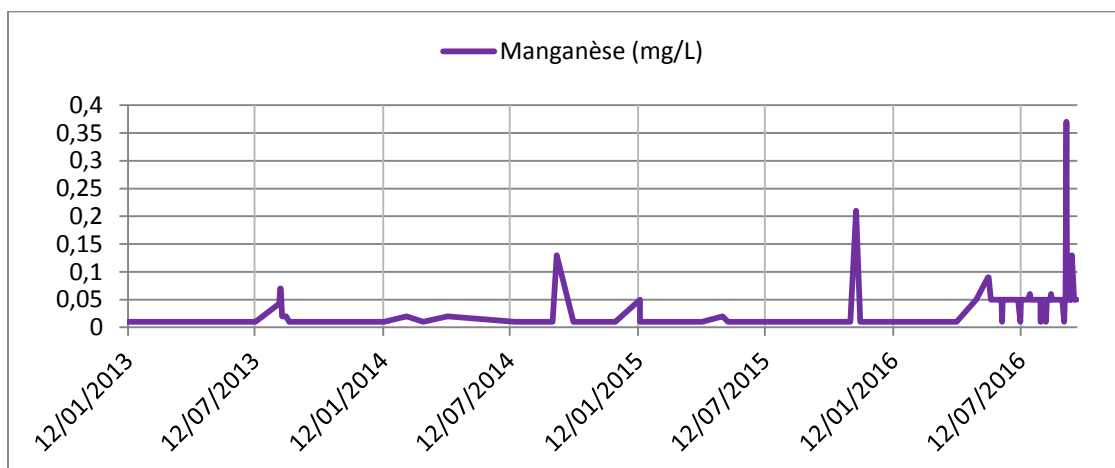


Figure 23. Teneurs en manganèse

De manière générale, en aval de la station de mesure, il n'a pas été relevé de tendance particulière sauf pour le manganèse et les sulfates qui présentent des augmentations de concentrations depuis 2013. La qualité des eaux de surface semble donc influencée par la qualité des eaux situées au sein du parc à résidus humides actuellement exploité au niveau du site.

3.4.3.3. Qualité des sédiments

Les analyses effectuées sur la nature des sédiments au niveau des stations de la rivière Kwé Ouest montrent une dominance de sédiments grossiers (graviers et sable grossier). La part des éléments fins reste minoritaire. Cette tendance est confirmée par les prélèvements réalisés en 2012, dans lesquels près de 90 % des sédiments sont des sables grossiers.

L'analyse de la composition minérale des sédiments révèle une grande quantité de métaux. En effet, dans ces sédiments, la présence de cobalt, chrome, manganèse, nickel et zinc est régulièrement détectée. Cette composition est évocatrice du bruit de fond des sols latéritiques de la Nouvelle-Calédonie. Ces résultats sont donc corrélés à

l'origine des sédiments car ce sont principalement des sédiments terrigènes qui ont été retrouvés dans ce cours d'eau.

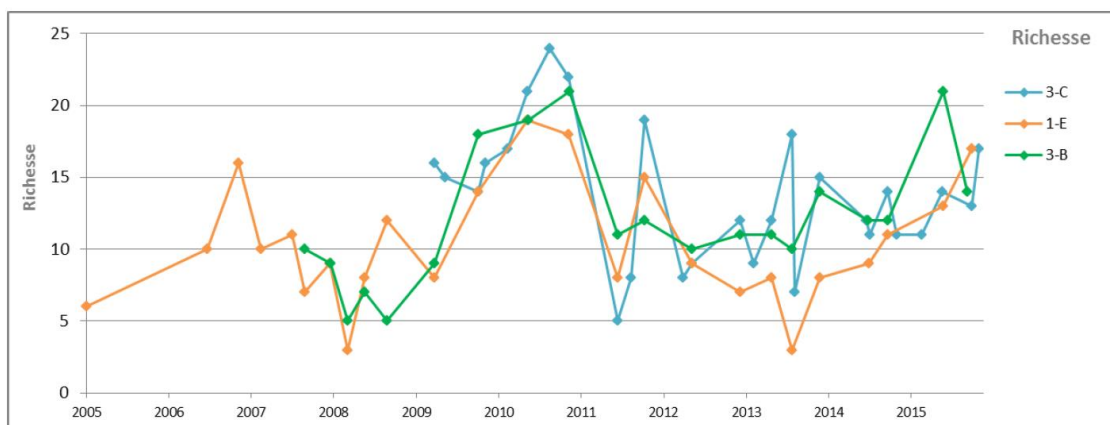
3.4.3.4. Qualité hydrobiologique de la Kwé Ouest

Carte des stations de suivis de la qualité biologique

Les macro-invertébrés benthiques sont un indicateur de qualité du milieu, ils permettent de vérifier le bon fonctionnement des écosystèmes. Les résultats des suivis réalisés sur le bassin-versant de la Kwé Ouest indiquent un déséquilibre des populations de macro-invertébrés.

La richesse taxonomique indique le nombre d'espèces présentes lors de l'échantillonnage.

Les richesses taxonomiques relevées pour la station 3-B, située sur la Kwé Ouest, varient entre 5 et 21 taxons. Comme le montre la figure ci-dessous, c'est en 2010 que les meilleurs scores sont obtenus — année où le débit moyen annuel a été faible.



Stations 3-C : Kwé Ouest ; 1- E : Kwé Principale ; 3-B : Trou Beu

Source : (VNC, 2016)

Figure 24. Évolution de la richesse taxonomique pour la Kwé Ouest et le Trou Bleu entre 2005 et 2015

L'IBNC² (Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie) est un indicateur qui permet de mettre en évidence une perturbation de la qualité des eaux pour des pollutions organiques.

Les valeurs seuils communément utilisées sont les suivantes :

Très bonne qualité	IBNC > 6
Bonne qualité	5.45 < IBNC ≤ 6
Qualité passable	4.90 < IBNC ≤ 5.45
Qualité médiocre	4.35 < IBNC ≤ 4.90
Mauvaise qualité	IBNC ≤ 4.35

Les mesures effectuées au niveau de la Kwé Ouest montrent des classes de qualité variant globalement de « passable » à « bonne ». Toutefois, l'année 2008 a montré un indice très mauvais alors que 2011 présente des valeurs excellentes.

Sur la période 2013 à 2015, une amélioration est observée de l'indice IBNC. Ces résultats témoignent de l'absence de perturbations de type organique sur la Kwé Ouest.

² L'IBNC est un indicateur utilisé en Nouvelle-Calédonie pour évaluer la qualité d'un cours d'eau face à une pollution de type organique.

Ces améliorations peuvent être expliquées par l'amélioration de la qualité des eaux et des habitats induits par la réduction des flux sédimentaires. L'année 2015 a été une année « sèche », aussi le transport sédimentaire a-t-il été réduit améliorant ainsi la qualité du cours d'eau.

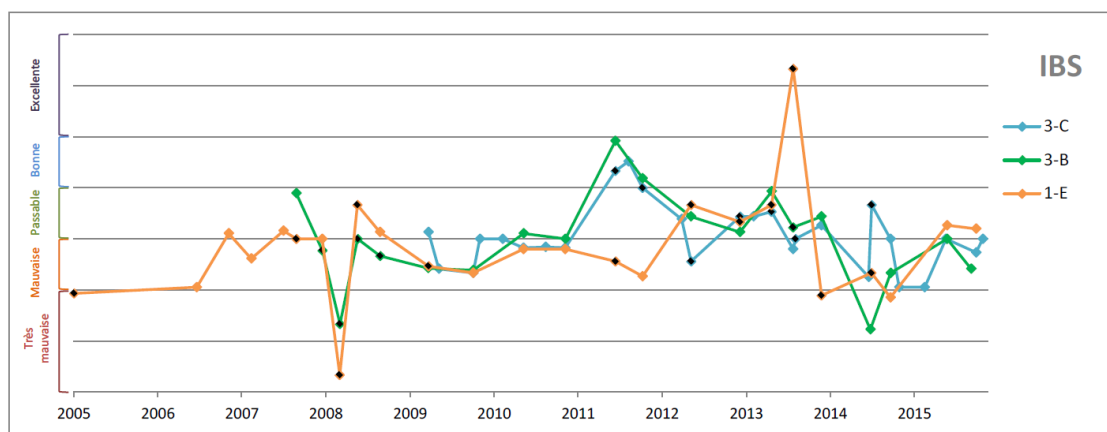
L'indice IBS³ (Indice Biotique Sédimentaire) est un indicateur permettant de mettre en évidence une perturbation de la qualité des eaux par des pollutions par les particules fines.

Les valeurs seuils communément utilisées sont les suivantes :

Très bonne qualité	IBS > 6
Bonne qualité	5.45 < IBS ≤ 6
Qualité passable	4.90 < IBS ≤ 5.45
Qualité médiocre	4.35 < IBS ≤ 4.90
Mauvaise qualité	IBS ≤ 4.35

L'IBS présenté sur la figure ci-dessous montre une classe de qualité variant de mauvaise à passable jusqu'en 2011. Le transport sédimentaire, lequel a été important, peut être à l'origine de ces mauvais résultats.

Une amélioration est observée en 2011. Ensuite et jusqu'en fin 2014, une dégradation de la qualité du milieu est de nouveau observée, signe d'une perturbation d'ordre sédimentaire. En 2015, une amélioration est à nouveau constatée, et peut être liée à des conditions hydrologiques favorables (année sèche).



Stations 3-C : Kwé Ouest ; 1- E : Kwé Principale ; 3-B : Trou Beu / Les marqueurs noirs indiquent que le nombre de taxon est inférieur à 7, l'indice n'est pas validé. L'interprétation doit être réalisée avec prudence.

Source : (VNC, 2016)

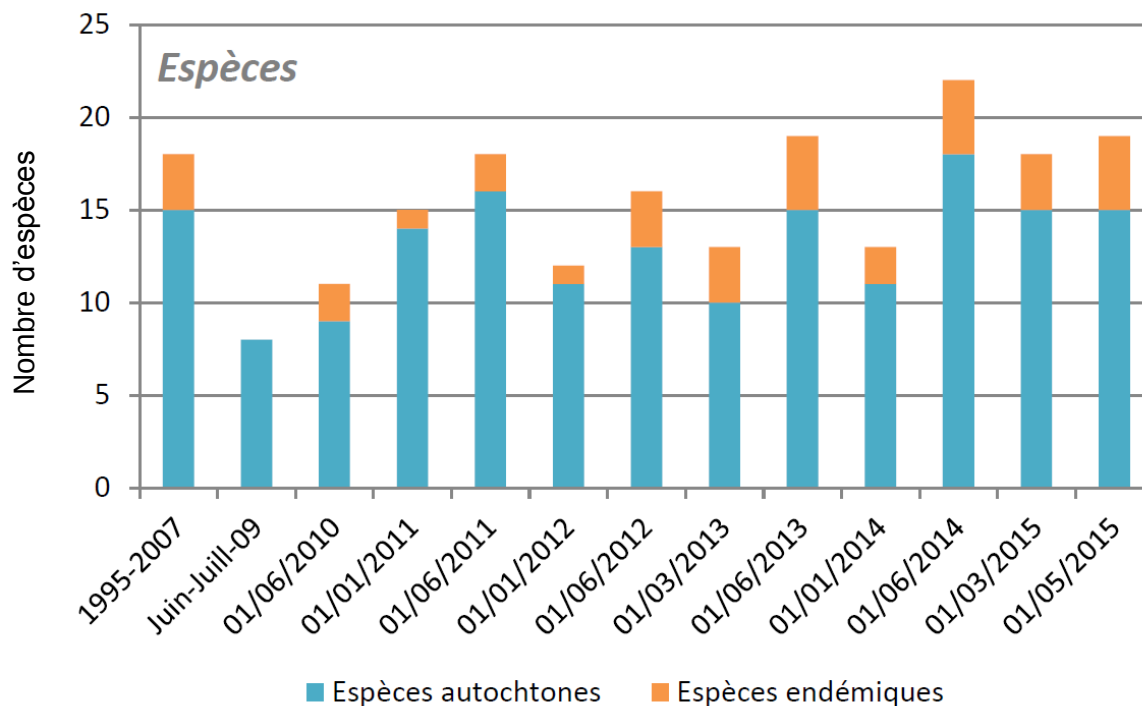
Figure 25. Évolution de l'IBS à la Kwé et au Trou Bleu entre 2005 et 2015

3.4.3.5. Faune ichtyenne (poissons)

 Carte 4.16 Carte des enjeux pour le milieu dulçaquicole

La figure ci-dessous présente l'évolution de la richesse spécifique (nombre d'espèces) inventoriées pendant les périodes 1995-2007 (état avant aménagement du parc à résidus) puis 2009-2015.

³ L'IBS est un indicateur utilisé en Nouvelle-Calédonie pour évaluer la qualité d'un cours d'eau face à une pollution de type sédimentaire.



Source : (VNC, 2016)

Figure 26. Évolution des espèces dans la Kwé par campagnes entre la période 1995-2007 et 2009-2015

La faune ichtyologique de la rivière Kwé Principale est représentée par la présence permanente d'espèces communes et tolérantes comme *Anguilla marmorata* (anguille marbrée), *Awaous guamensis* (gobie), *Eleotris fusca* (lochon), *Khulia rupestris* (carpe commune), et par des espèces rares comme *Khulia marginata* (carpe à queue jaune), *Cestraeus plicatilis* (mulet noir).

Sur la période 2013-2015, six nouvelles espèces ont été observées dans le bassin-versant de la Kwé (*Atherinomorus lacunosus*, *Crenimugil crenilabis*, *Hypseleotris guentheri*, *Micophis leiaspsis*, *Parioglossus neocaledonicus*, *Psammogobius biocellatus*).

Il est intéressant de noter que plusieurs sections du cours d'eau présentent des améliorations en termes :

- d'augmentation du nombre d'espèces ;
- de stabilisation des effectifs observée depuis 2013 ;
- d'augmentation des densités ;
- d'augmentation de la part des espèces endémiques – celle-ci a atteint 19,4 % dans le bassin-versant de la Kwé pour la période 2013-2015.

Ces évolutions peuvent être expliquées par l'amélioration de la qualité des eaux et des habitats induits par la réduction des flux sédimentaires. L'année 2015 est une année « sèche », le transport sédimentaire s'en trouve donc réduit améliorant la qualité du cours d'eau sur ce point. Toutefois, en 2011 et 2013 une forte pluviométrie et de forts débits sont observés, et pourtant le nombre d'espèces a également augmenté ces années-là (jusqu'à 18 espèces en 2011 et 19 en 2013). Les afflux d'eau douce et l'augmentation des débits favorisent la présence de faune ichtyologique dans la Kwé Principale par effet « d'appel ».

Concernant les espèces endémiques, si leur part au sein des espèces est remarquable, leur représentation en termes d'effectifs est en revanche très faible. La Kwé présente donc un état écologique fragile mais avec une présence d'habitats écologiques favorables aux espèces endémiques, rares et sensibles.

Le phénomène de minéralisation du cours d'eau a été mis en évidence précédemment dans le chapitre relatif à la qualité des eaux de surface. Cette minéralisation ne semble pas avoir d'effet sur la faune ichtyologique de la Kwé Principale.

En 2015, au regard de l'effort d'échantillonnage fourni (9 stations), de la taille du cours d'eau et des résultats obtenus au cours de cette étude, la Kwé peut être considérée comme un milieu ayant une faune ichtyologique d'eau douce « faible » en termes de biodiversité, d'effectifs et de biomasse en comparaison à d'autres cours d'eau du Grand Sud de même typologie (VNC, 2016). L'altération sédimentaire passée (anciennes mines) et actuelle (site minier en exploitation) serait la raison principale de l'état écologique « faible » du cours d'eau.

Néanmoins, malgré sa faune ichtyologique faible, le cours d'eau compte la présence de 4 espèces endémiques dont le *Protogobius attiti* (protégée et rare) et le mulot noir.

3.4.3.6. Faune carcinologique (crustacés)

La Kwé avant l'aménagement du parc à résidus montre la présence d'espèces endémiques de crustacés mais le nombre d'espèces inventorié dans le bassin-versant de la Kwé présente, depuis lors, une diminution :

- Entre 1996 et 2007, 11 espèces sont inventoriées dont 8 sont endémiques.
- Lors de la période 2007-2009, 8 espèces ont été inventoriées dont 5 sont endémiques.
- Lors de la période 2010-2012, 11 espèces ont été inventoriées dont 4 sont endémiques.
- Lors de la période 2013-2015, 12 espèces ont été inventoriées (seulement 6 en mai 2015) dont 3 sont endémiques.

Concernant les effectifs de crustacés, un maximum est observé en juin 2013 puis en 2014. A l'instar des communautés de poissons, les populations de crustacés sont plus abondantes en période fraîche, un effet de saisonnalité est constaté.

3.4.3.7. Faune dulcicole des dolines

Les dolines « périodiques », en eau uniquement lors des fortes précipitations, sont caractéristiques de milieux « temporaires ». Leur surface peut être bien plus étendue que celle des dolines permanentes avec une profondeur ne dépassant pas les 2,50 m en pleine eau.

La végétation rivulaire est identique à celle des dolines permanentes mais les espèces arbustives tolérantes aux inondations peuvent se développer à même le lit (*Niaoulis* essentiellement) donnant ce caractère occasionnel de forêt immergée. Le fond est peu vaseux (car soumis à la dessiccation) et occupé par de nombreux hélophytes.

Du fait de la faible profondeur, l'amplitude thermique est bien plus importante avec un rafraîchissement plus rapide et un réchauffement important, accéléré par la baisse de niveau, aboutissant à l'assèchement complet.

L'impossibilité pour la plupart des macro-invertébrés d'effectuer un cycle biologique complet restreint la richesse spécifique aux espèces les plus mobiles ou adaptées aux milieux temporaires. C'est le cas du *Conchostracé Lynceus sp.* qui se développe très rapidement, et supporte plusieurs années de sécheresse avant de reprendre son cycle vital. Il vit à proximité des touffes d'hélophytes immergées. Les autres taxons présents, mollusques (genre *Physastra*) et larves de libellules, observent la même répartition que dans les dolines permanentes. Les grenouilles *Litorina aurea* sont encore souvent présentes.

3.4.3.8. Synthèse

Le bassin-versant de la rivière Kwé est soumis à des pressions de type sédimentaire, liées notamment aux défrichements successifs ayant mis à nu les sols, à l'exploitation minière, industrielle et à l'érosion des sols. Le transport sédimentaire dans le cours d'eau a un impact important sur la qualité des écosystèmes dulcicoles. Toutefois, ces flux sédimentaires semblent avoir un impact uniquement lors d'épisodes pluvieux. En effet, il apparaît que les particules transportées s'accumulent peu dans le cours d'eau et sont transportées au niveau de la Baie Kwé. Ainsi, les années au cours desquelles les cumuls pluviométriques et les débits moyens annuels enregistrés sont élevés, la qualité des indicateurs dulcicoles présente de mauvais résultats. À l'inverse, lorsque les cumuls pluviométriques et les débits moyens annuels sont faibles, les indicateurs présentent des résultats en amélioration.

À cette pression de type sédimentaire, vient s'ajouter à partir de 2013 une minéralisation de la rivière ainsi qu'une augmentation en sulfates, magnésium et calcium. Cette minéralisation est plus importante entre janvier et juin, alors que c'est une période au cours de laquelle les concentrations devraient être plus faibles en raison d'un effet de dilution par les apports pluviométriques. Les indicateurs biologiques ne semblent pas avoir été affectés, à l'heure actuelle, par cette modification des conditions physico-chimiques du milieu.

En dépit des pressions exercées sur le cours d'eau de la Kwé Principale, ce dernier a une capacité d'hébergement d'espèces de poissons et de crustacés, rares, sensibles et endémiques. La Kwé Principale présente un état écologique fragile mais avec une présence d'habitats écologiques favorables aux espèces endémiques, rares et sensibles.

3.5. HYDROGEOLOGIE

3.5.1. Massif du Sud

3.5.1.1. Généralités

L'extrémité sud de la Nouvelle-Calédonie est constituée par un socle rocheux de péridotites sur lequel repose un manteau d'altération plus ou moins épais. Cet ensemble est organisé en une succession de plateaux et de bassins d'altitude décroissante du nord-ouest vers le sud-est, généralement bien individualisés par une série de crêtes rocheuses (encore appelées chaînons rocheux). Il s'agit de la zone la plus arrosée de Nouvelle-Calédonie. Le chevelu de rivières et de creeks y est bien développé et incise plus ou moins profondément les plateaux et bassins.

Dans les vallées les plus profondes, les rivières drainent les nappes d'eau souterraine qui vont ainsi soutenir les débits notamment en saison sèche. Les petits bassins-

versants ont généralement une forme arrondie tandis que les plus grands ont tendance à s'allonger selon les deux principales directions structurales de la Nouvelle-Calédonie. Le développement du réseau de rivières et de creeks est également guidé par les grandes failles qui structurent le Massif du Sud (VNC, version 2012 actualisée en 2015).

Ce massif est caractérisé par l'existence de nombreuses dépressions topographiques de toutes tailles qui présentent souvent un caractère endoréique. Ces dépressions constituent un ensemble de lacs et de zones humides temporaires ou pérennes dont l'élément le plus remarquable est le bassin de la plaine des lacs (VNC, 2015).

La géomorphologie si particulière du Massif du Sud est le résultat de l'action conjuguée de processus complexes impliquant l'activité tectonique passée et actuelle, des phénomènes d'altération géochimiques (à l'origine de la création des formations latéritiques) ainsi que des mécanismes de karstification⁴ des formations géologiques. La karstification des péridotites constitue donc la principale originalité du Massif du Sud. Elle permet le développement de systèmes hydrologiques très particuliers, appelés pseudo karsts, dont le fonctionnement est comparable à celui des karsts présents dans les massifs de calcaire (VNC, 2015).

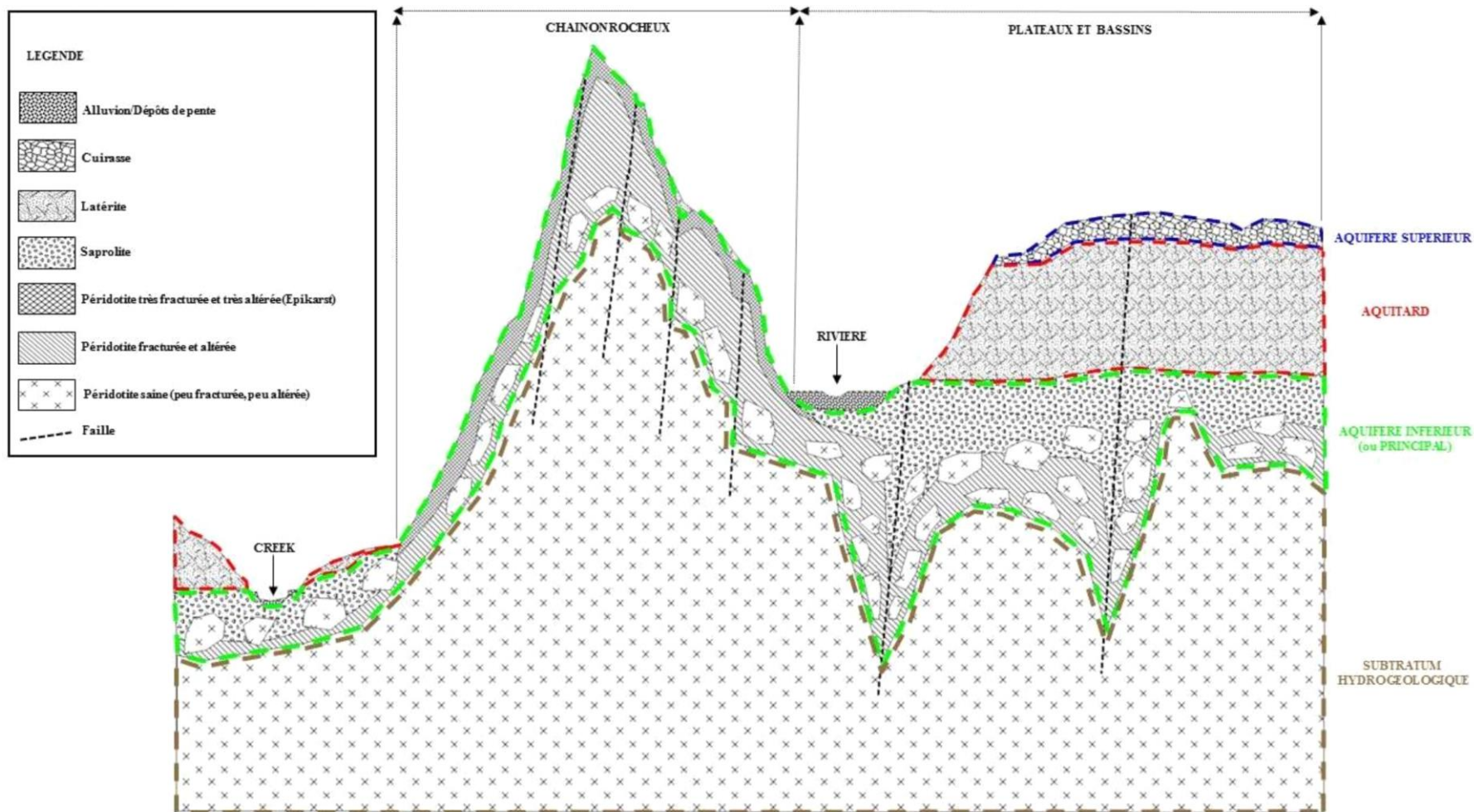
3.5.1.2. Succession hydrostratigraphique

Pour le Massif du Sud, on peut distinguer quatre réservoirs hydrogéologiques avec, de haut en bas (Figure 27) :

- l'aquifère supérieur constitué par la cuirasse : la perméabilité et la porosité de cette formation géologique peu épaisse sont généralement très fortes du fait d'une fracturation importante et de la présence de nombreux vides dans l'horizon nodulaire. L'infiltration des précipitations est donc importante au droit des cuirasses ;
- une unité semi-perméable (aquitard) constituée par la latérite (rouge et jaune). Cette unité introduit un contraste de perméabilité important dans le profil d'altération ce qui participe à la stratification hydraulique de l'ensemble ;
- l'aquifère principal (ou aquifère inférieur) qui correspond essentiellement à la saprolite grossière et à la partie fracturée et altérée de la roche mère, notamment au niveau des crêtes rocheuses marquant les bordures de bassins et plateaux. La perméabilité de cette unité est en moyenne plus forte que celle des latérites mais elle reste significativement plus faible que celle de la cuirasse. Cette unité est le siège de la nappe la plus importante en termes de flux d'eau ;
- le substratum hydrogéologique correspond à la roche mère saine dont la perméabilité est contrôlée par son degré de fracturation et d'altération chimique. À partir d'une certaine profondeur, la roche mère est suffisamment peu perméable pour que les flux d'eau qui y circulent puissent être considérés comme négligeables, elle constitue donc le socle au-dessus duquel l'essentiel des écoulements souterrains va se mettre en place.

⁴ La karstification est un phénomène d'érosion interne des roches par le biais de processus chimiques ou mécaniques contrôlés par les eaux de surface et les eaux souterraines. A l'échelle mondiale, ce phénomène concerne très majoritairement les formations géologiques de type calcaire (formations carbonatées) dont le meilleur exemple régional est donné par l'île de Lifou.

Ponctuellement, les formations alluviales rencontrées dans certains bassins sont le siège de circulations de subsurface qui contribuent à la formation de zones marécageuses, notamment en saison des pluies. Ces formations se situent dans la continuité hydraulique de l'aquitard latéritique ou l'aquifère inférieur selon les secteurs (VNC, 2015).



Source : (VNC, 2015)

Figure 27. Unités hydrogéologiques dans le contexte de Goro

3.5.1.3. *Modalités d'écoulement des eaux souterraines*

Quatre modalités d'écoulement sont rencontrées (VNC, 2015) :

- écoulement en milieu poreux dans l'horizon nodulaire de la cuirasse, dans la partie latéritique et saprolitique du manteau d'altération ;
- écoulement en milieu fracturé dans la cuirasse, à la base du manteau d'altération, au sein des chaînons rocheux et dans le socle de péridotite au droit des zones de passage des grandes failles ;
- écoulement pseudo-karstique le long des failles qui peuvent guider des processus de karstification avec création de conduits plus ou moins développés et interconnectés.
- écoulement épikarstique dans les versants des chaînons rocheux, concentré tout particulièrement dans les zones de thalwegs.

3.5.1.4. *Interactions entre les nappes et les rivières*

Le réseau hydrographique principal qui se développe dans les vallées encaissées recoupe généralement l'ensemble de la succession stratigraphique. Les tronçons de rivière concernés drainent alors tous les réservoirs hydrogéologiques. Dans le secteur de la Kwé, le débit de base (débit provenant du drainage des eaux souterraines) représente environ 50 % du débit total des rivières (VNC, 2015).

Pour le réseau hydrographique secondaire (creeks des plateaux et des crêtes), la situation est différente. L'écoulement des cours d'eau reste sporadique car il ne dépend que du ruissellement et du drainage des réservoirs hydrogéologiques les plus superficiels (cuirasse et épikarsts) abritant des nappes temporaires (VNC, 2015).

3.5.1.5. *Interactions entre les nappes et les lacs/dolines*

Il existe plus de 20 000 lacs et dolines dans le bassin de la Kwé et en périphérie. Seul le comportement des lacs les plus grands et les plus emblématiques a fait l'objet d'une caractérisation.

Pour ces grands objets, les suivis mis en place ont montré qu'il existe généralement une continuité hydraulique avec l'aquitard latéritique. Le plan d'eau établi dans ces lacs correspond alors à la surface piézométrique de l'aquitard. Selon les lacs, cette continuité peut être permanente ou temporaire avec, dans ce dernier cas, des déconnexions qui se mettent en place généralement en situation de basses eaux (VNC, 2015).

Pour les petits lacs et dolines, les situations sont très probablement variables selon la position de ces objets dans les bassins et leur profondeur. Les dolines à fond très plat sont vues comme toujours déconnectées. Les dolines profondes qui restent sèches durant tout le cycle hydrologique sont vues comme des zones privilégiées de recharge de l'aquitard et/ou de l'aquifère principal (VNC, 2015).

3.5.2. **Spécificités de l'aire d'étude**

3.5.2.1. *Succession hydrostratigraphique*

Dans l'aire d'étude, la situation est variable selon le bassin considéré.

La succession hydrostratigraphique est complète dans le bassin KO3, à l'aval du bassin KO2 (aval de la berme de l'actuel parc à résidus) et à l'aval du bassin KO1 (aval de la carrière de limonite sud).

En amont du bassin KO2, l'aquifère supérieur a été en grande partie supprimé lors des travaux de construction de l'actuel parc à résidus. Il est par conséquent peu épais et fortement discontinu. Son rôle hydrogéologique et hydrologique est considéré comme négligeable.

En amont du bassin KO1, l'aquifère supérieur, l'aquitard et une partie de l'aquifère principal ont été entièrement excavés durant le développement de la carrière de limonite sud.

3.5.2.2. *Fonctionnement hydrogéologique*

Le fonctionnement hydrogéologique de la zone d'étude est présenté ci-après.

L'aquitard contient une nappe d'eau à surface libre dont l'extension latérale est limitée par les pieds de crêtes. Ponctuellement, elle peut être captive sous l'aquifère supérieur lorsque ce dernier est présent. Cette nappe est pérenne sauf en périphérie de bassin où elle peut apparaître ou disparaître à la faveur des fluctuations de la surface piézométrique consécutives aux cycles de recharge et de tarissement. Dans les parties plates des bassins, l'aquitard est alimenté directement par les précipitations qui s'infiltrant et indirectement par un éventuel drainage de l'aquifère supérieur dans les zones où cette unité est effectivement présente. En complément, des apports latéraux en provenance des crêtes rocheuses sont possibles dans la mesure où le ruissellement et les écoulements de subsurface au niveau des flancs de crêtes peuvent s'infiltrer dans la latérite.

Contrairement à l'aquitard, l'aquifère contient une nappe d'eau dont l'extension géographique n'est pas limitée par les pieds de crête. Ce système se développe dans les crêtes et met en continuité hydraulique des bassins contigus. Ainsi, le bassin de la Kwé Ouest contient une seule et même nappe principale qui possède des modalités de fonctionnement qui peuvent varier d'un secteur à l'autre en fonction des propriétés hydrodynamiques des terrains rencontrés et des conditions d'alimentation. Dans la zone d'étude, cette nappe est captive sous l'aquitard. Elle devient libre dans les crêtes et mamelons rocheux. Elle est alimentée à la fois par les précipitations et/ou les ruissellements qui s'infiltrant en tout ou partie le long des flancs de crêtes et par l'aquitard latéritique via des phénomènes de drainance. En effet, un gradient hydraulique vertical assez prononcé existe sur l'ensemble de la zone d'étude. Les écoulements verticaux qui se mettent en place sont toujours orientés du haut vers le bas quel que soit le contexte hydrologique (hautes eaux ou basses eaux).

Le secteur des sources (WK17 et WK20) correspond à la fois à une zone de débordement de l'aquitard latéritique et une zone dans laquelle l'aquifère présente un comportement artésien. Cette zone s'étale en aval le long de la branche nord du creek KO1. Sa longueur et sa largeur fluctuent saisonnièrement à la faveur de la variabilité de la recharge de l'aquitard et de l'aquifère. Compte tenu de leur signature chimique, les sources WK17 et WK20 sont principalement alimentées par l'aquifère. Le mécanisme géologique qui permet à l'eau circulant dans l'aquifère de remonter en surface reste inconnu à ce jour.

Depuis la construction du parc à résidus, les modifications suivantes ont impacté les eaux souterraines (VNC, 2016) :

- Dans l'emprise du parc à résidus, l'aquitard peut se mettre ponctuellement en charge sous la géomembrane. Les drains existant sous la géomembrane permettent alors de dépressuriser le système ;
- Une large partie de l'aquitard et de l'aquifère a disparu dans le bassin de la KO1. Les matériaux latéritiques ont été entièrement excavés pour les besoins du parc à résidus de la Kwé Ouest (carrière de limonite sud) ;
- L'aire d'alimentation de l'aquitard dans le bassin KO2 est fortement réduite du fait de l'imperméabilisation d'une large partie de ce bassin. L'aquitard reste alimenté par les apports latéraux en provenance des crêtes rocheuses en amont du parc à résidus et par les précipitations en aval ;
- Les tassements engendrés par la berme du parc à résidus sur les formations géologiques sous-jacentes ont induit une baisse locale de la conductivité hydraulique qui concerne à la fois l'aquitard et l'aquifère principal. Ce phénomène se traduit par une augmentation progressive des pressions dans la fondation de la berme qui est visible principalement lors des périodes d'étiage.

3.5.2.3. *Directions d'écoulement*

Des cartes piézométriques ont été établies en situation de basses et de hautes eaux dans la zone d'étude en distinguant la situation naturelle de la situation actuelle. La situation naturelle correspond aux conditions d'écoulement qui prévalaient avant 2007 et la construction du parc à résidus de la Kwé Ouest. Par opposition, la situation actuelle représente les conditions hydrogéologiques après la construction du parc.

Deux cartes piézométriques en situation de hautes eaux sont présentées ci-après à titre d'illustration.

Chaque carte piézométrique représente à la fois la situation naturelle et la situation actuelle. En effet, avant 2007, les seuls piézomètres disponibles étaient installés au droit et en amont de l'emprise de la future berme du parc à résidus de la Kwé Ouest. Durant la construction du parc à résidus, ces piézomètres ont été détruits et des nouveaux ouvrages ont été construits en aval de la berme après 2007.

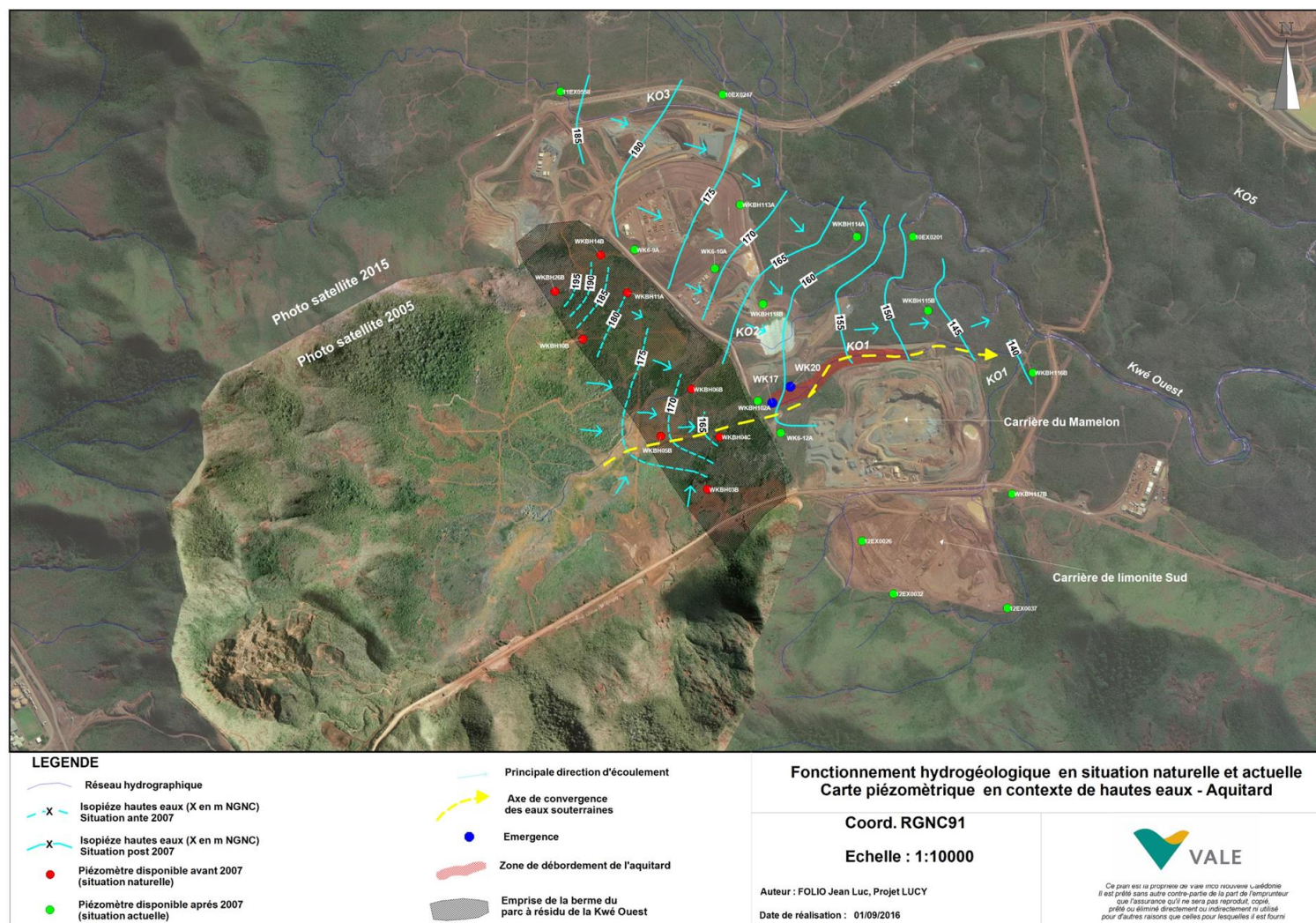
Sur les figures présentées, chacun de ces secteurs géographiques est représenté par un fond cartographique différent. La zone d'emprise de la berme et la partie amont correspondent à une image satellite prise en 2005 bien avant le démarrage des travaux de construction du parc à résidus. Une image satellite prise en 2015 a été sélectionnée pour tous les autres secteurs.

Ces cartes piézométriques montrent que (VNC, 2016) :

- La surface piézométrique de l'aquitard et de l'aquifère est globalement parallèle à la topographie. Les écoulements sont convergents vers l'axe central de chaque vallée ce qui est conforme à ce que l'on observe généralement en contexte de bassin ;
- Néanmoins, la particularité notable du bassin KO2 est que l'axe de convergence des eaux souterraines ne correspond pas l'axe principal de ruissellement dans la vallée ;
- L'axe de convergence des eaux souterraines se décale progressivement vers le sud par rapport au cours d'eau principal. Le décalage atteint environ 250 m au débouché du bassin KO2. Ce phénomène est dû à un

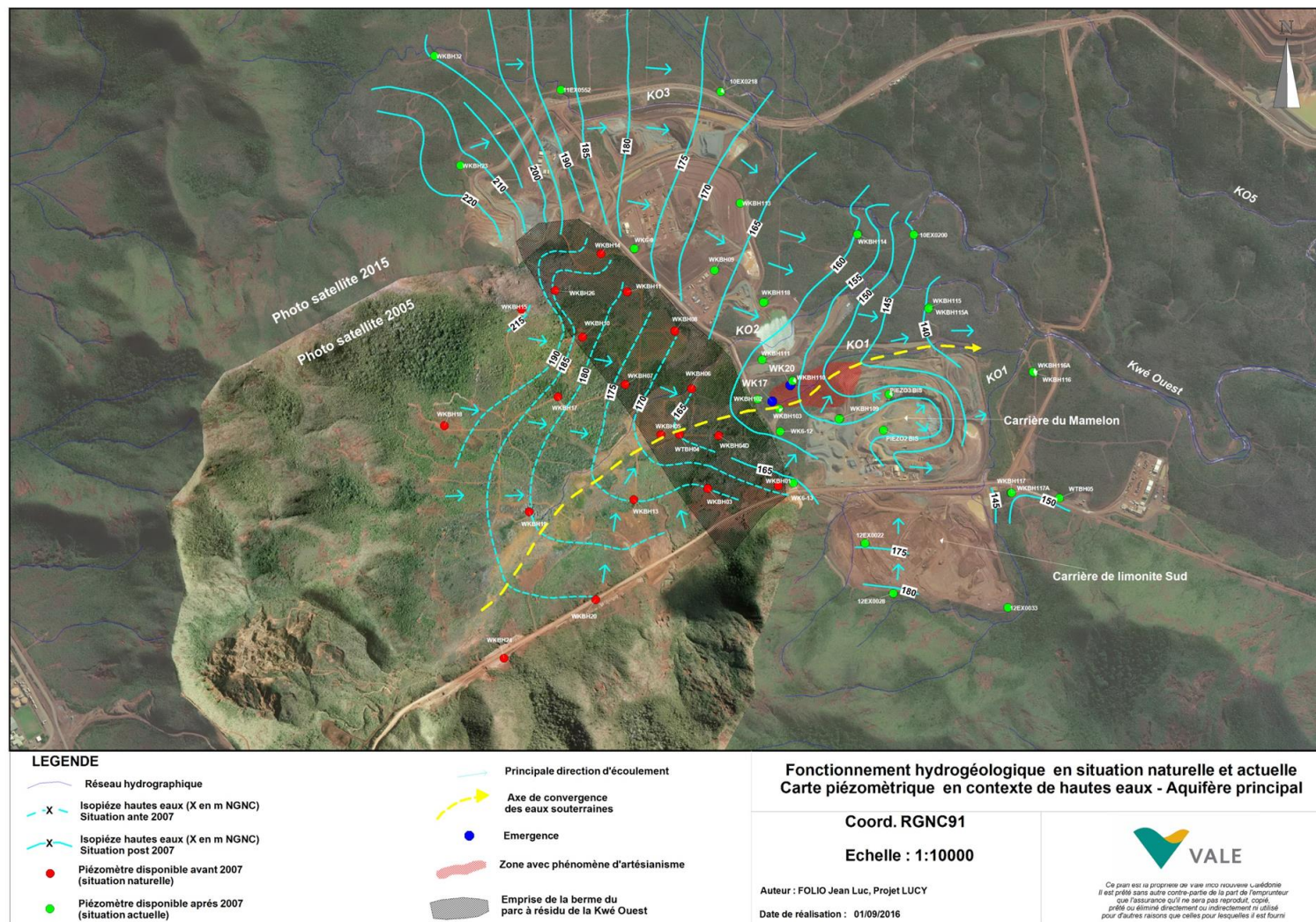
contrôle structural des écoulements souterrains. A l'extrémité est du bassin KO2, les eaux souterraines sont guidées par une structure d'origine tectonique (faille) qui a engendré un approfondissement local du substratum hydrogéologique ;

- Cet axe de convergence constitue l'exutoire principal du bassin KO2. Le fait que l'aquifère et l'aquitard partagent le même axe de convergence est induit par les phénomènes de drainance verticale existant entre ces deux systèmes ;
- La carrière du mamelon correspond à une zone de divergence des eaux souterraines induite par le contraste de perméabilité existant entre l'axe de convergence (forte perméabilité) et le mamelon rocheux dont le cœur est constitué par des roches peu ou pas fracturées (faible perméabilité).



Source : VNC, 2016

Figure 28. Carte piézométrique de l'aquitard latéritique en contexte de hautes eaux : Comparaison de l'état naturel avec l'état actuel



Source : VNC, 2016

Figure 29. Carte piézométrique de l'aquifère principal en contexte de hautes eaux : Comparaison de l'état naturel avec l'état actuel

3.5.2.4. Interactions entre les nappes et les rivières

La relation entre les creeks KO1, KO2, KO3 et les eaux souterraines n'est pas établie. Il est fait l'hypothèse que :

- Ces trois creeks sont alimentés par l'aquitard en période de hautes eaux et de moyennes eaux. En situation de basses eaux, on considère que la surface piézométrique passe sous le lit des creeks ce qui engendre une déconnexion des systèmes ;
- Il n'y a pas de connexion hydraulique entre ces creeks et l'aquifère principal. Néanmoins, l'aquifère participe au débit de base du creek KO1 au travers des sources WK17 et WK20 et via le drainage plus ou moins marqué de la nappe par la carrière de limonite sud.

En revanche, la relation entre les eaux souterraines et la rivière Kwé Ouest est bien documentée. Globalement, l'essentiel des eaux souterraines circulant dans le bassin de la Kwé Ouest est drainé par la rivière. Le débit de base (débit du cours d'eau qui provient essentiellement des nappes souterraines et non des précipitations) de la rivière Kwé Ouest représente environ 50 % du débit total de la rivière (VNC, 2016).

Le tronçon de rivière situé à proximité de la zone d'étude correspond plutôt à une zone d'inféro-flux. Les eaux souterraines en provenance des bassins KO1, KO2 et KO3 convergent vers la rivière Kwé Ouest puis circulent sous son lit avant d'émerger dans la rivière plus en aval.

3.5.2.5. Interactions entre les nappes et les lacs/dolines

Il n'y a pas de lacs ou de dolines avec plans d'eau recensées dans la zone d'étude (VNC, 2016).

3.5.2.6. Synthèse

Les eaux souterraines au niveau de la zone du projet circulent :

- au sein d'un aquitard, alimenté directement par les précipitations qui s'infiltrant et indirectement par un éventuel drainage de l'aquifère supérieur. L'extension latérale de cette formation est limitée par les pieds de crêtes ;
- au sein d'un aquifère dont l'extension latérale est plus importante que l'aquitard et qui met en continuité hydraulique des bassins contigus. Cet aquifère est alimenté à la fois par les précipitations et/ou les ruissellements qui s'infiltrant en tout ou partie le long des flancs de crêtes et par l'aquitard latéritique via des phénomènes de drainance.

La surface piézométrique de ces deux systèmes est globalement parallèle à la topographie.

Il est supposé que les creeks sont alimentés par l'aquitard en période de hautes et moyennes eaux.

3.5.3. Qualité des eaux souterraines

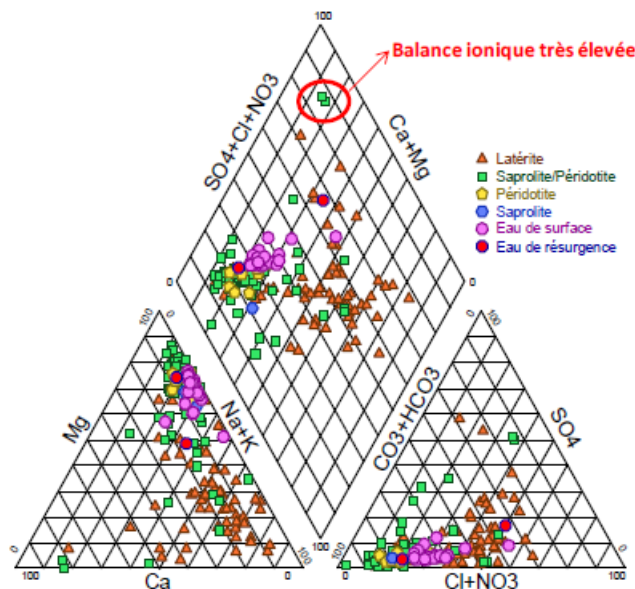
3.5.3.1. Qualité des eaux souterraines à l'échelle régionale – situation naturelle

Cette section constitue une synthèse de deux documents (A2EP, 2012 et A2EP, 2014) décrivant les propriétés hydrochimiques des eaux souterraines dans le contexte du bassin de la Kwé et des bassins périphériques.

3.5.3.2. Faciès hydrochimiques

Les faciès hydrochimiques rencontrés à l'échelle régionale sont les suivants :

- Les eaux de la latérite sont à dominance chlorurées sodiques ou sulfatées sodiques. Les autres faciès hydrogéochimiques secondaires rencontrés sont le faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien, le faciès carbonaté sodique et le faciès bicarbonaté calcique et magnésien ;
- Les eaux de l'ensemble saprolite/péridotite sont principalement bicarbonatées calciques et magnésiennes. Les faciès chlorurés sulfatés et chlorurés sodiques sont secondaires ;
- Les eaux de la péridotite sont homogènes, bicarbonatées calciques et magnésiennes. Elles se comparent avec les eaux de l'ensemble saprolite/péridotite.
- Les eaux de surface sont bicarbonatées calciques et magnésiennes tout comme les eaux de l'ensemble saprolite/péridotite et de la péridotite. Un échantillon seulement a montré un faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien ;



Source : (A2EP, 2012)

Figure 30. Projection des signatures chimiques dans le Diagramme de Piper

▪ Fonds hydrogéochimiques

Les fonds hydrogéochimiques par formation géologique sont présentés dans le tableau ci-dessous. À titre de comparaison, les valeurs sont confrontées aux teneurs présentes dans les eaux de surface et aux seuils de l'arrêté ministériel du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Tableau 18. Fond hydrogéochimique par unité hydrostratigraphique

Paramètre	Géologie			Eau de surface (mg/l)	Critère de qualité de l'eau (mg/l)	Seuils de l'arrêté du 11/01/2007					
	Latérite (mg/l)	Saprolite/Péridotite (mg/l)	Péridotite (mg/l)			A1		A2		A3	
	n = 131	n = 167	n = 20			G	I	G	I	G	I
Aluminium dissous	0,16	0,16	0,12	0,08							
Ammonium dissous*	0,178	0,216	0,064	< 0,01	2	0,05 mg/l		1 mg/l	1,5 mg/l	2 mg/l	4 mg/l
Calcium dissous	6,95	4,96	5,8	1,1							
Carbonates	< 3	< 3	< 3	0,1							
Chlorures dissous	15,1	10,3	12,9	12,4	200	200 mg/l		200 mg/l		200 mg/l	
Chrome dissous	0,049	0,047	0,036	0,018	0,05						
Chrome VI	0,05	0,06	0,04	< 0,01	0,05						
Chrome Total							50 µg/l		50 µg/l		50 µg/l
Fer dissous	0,09	0,14	0,07	0,12	1	0,1 mg/l	0,3 mg/l	1 mg/l	2 mg/l	1 mg/l	
Fluorures dissous	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,7 / 1 mg/l	0,7 / 1 mg/l	1,5 mg/l	1 mg/l	0,7 / 1,7 mg/l		0,7 / 1,7 mg/l
Hydrogénocarbonates	60	104	109	51							
Hydroxydes	< 2	< 2	< 2	< 2							
Magnésium dissous	10,0	19,7	16,5	11,2							
Manganèse dissous	0,134	0,137	0,018	0,016	1	0,05 mg/l		0,1 mg/l			1 mg/l
Nitrates dissous	1,8	0,9	1,1	< 0,5	50	25 mg/l	50 mg/l		50 mg/l		50 mg/l
Nitrites dissous	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05							

Paramètre	Géologie			Eau de surface (mg/l)	Critère de qualité de l'eau (mg/l)	Seuils de l'arrêté du 11/01/2007					
	Latérite (mg/l)	Saprolite/Péridotite (mg/l)	Péridotite (mg/l)			A1		A2		A3	
	n = 131	n = 167	n = 20	n = 50		G	I	G	I	G	I
Phosphates dissous	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,7						
Potassium dissous	2,0	1,3	0,6	0,2							
Silice dissoute	13	22	26	7							
Sodium dissous	9,9	9,3	9,2	7,1							
Sulfates dissous	12,00	7,12	5,98	5,02	150	150 mg/l	250 mg/l	150 mg/l	250 mg/l	150 mg/l	250 mg/l

n = nombre d'échantillons analysés

G : valeur guide - niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;

I : valeur limite indicative

Les eaux douces superficielles sont classées selon leur qualité dans les groupes A1, A2 et A3 en fonction des critères définis à l'annexe I-3. Leur utilisation pour la consommation humaine est subordonnée pour les eaux classées en :

- groupe A1 : à un traitement physique simple et à une désinfection ;
- groupe A2 : à un traitement normal physique, chimique et à une désinfection ;
- groupe A3 : à un traitement physique et chimique poussé, à des opérations d'affinage et de désinfection.

L'arrêté fixe les valeurs que doivent respecter les caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques de ces eaux pour chaque point de prélèvement. Ces valeurs ne peuvent être moins sévères que les valeurs limites impératives et elles tiennent compte des valeurs guides.

■ **Comparaison des fonds hydrogéochimiques avec des critères de qualité des eaux**

Les eaux souterraines naturelles situées dans le bassin de la Kwé Ouest présentent des teneurs naturelles en éléments chimiques qui dépassent les seuils fixés à l'annexe III de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Ces dépassements sont liés au fond géochimique naturel des eaux.

L'état initial hydrogéologique présenté en annexe indique que tous les secteurs et pour toutes les géologies confondues, les critères de qualité dépassent les valeurs limites :

- pour le chrome dissous et le chrome VI ;
- pour le manganèse.

3.6. NIVEAU SONORE ET VIBRATIONS

 Carte 3.7 Station de mesure des niveaux sonores

3.6.1. Mesures des niveaux sonores au niveau du plateau de Goro

L'acquisition des niveaux sonores sur le site de VNC a débuté en 2001 avant le démarrage de la construction de l'usine et de l'exploitation de la mine (notamment au moment de la mise en place de la base vie). En 2005, une nouvelle campagne de mesures a été effectuée sur les zones occupées habitées retenues en 2001. Cette campagne a permis d'établir l'état du niveau sonore pendant la phase de construction du site industriel afin de définir l'impact potentiel sur le voisinage.

Une troisième campagne de mesures a été effectuée en 2013 par le bureau d'étude Veritas, sur cinq points de mesure définis dans l'arrêté ICPE de l'usine et neuf points complémentaires.

Les résultats des stations, les plus représentatives du bruit émis par le projet minier, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 19. Niveaux sonores dans la zone d'emprise de VNC en 2001, 2005 et 2013

Référence	Période	Mesures 2001 Niveau moyen en dB (A)	Mesures 2005 Leq continue pondérée en dB (A) (2)	Mesures 2013 Bruit résiduel LAeq ou L50 mesuré en dB (A)
Tribu de Goro	Jour	40	59,9	40
	Nuit	34	60,1	33
Port Boisé (1)	Jour	38	44,2	39,5
	Nuit	24	44	40
Base vie	Jour	22	46,4	41,5
	Nuit	20	46	31
Village de Prony	Jour	30	62,1	34
	Nuit	18	59,7	29
Ilot Casy	Jour	30	46,5	41,5
	Nuit	28	53,6	33

Note : Les mesures 1 et 2 ont été réalisées sur des durées approximatives de 30 min. les mesures diurnes ont été effectuées entre 7 heures et 22 heures et les mesures nocturnes entre 22 heures et 7 heures.

1) mesures réalisées au gîte Kanua

2) intensité moyenne réelle perçue par l'oreille, engendrée par des phases de bruit entrecoupées de phases de silence.

3.6.2. Niveaux de bruits mesurés au niveau de la zone de projet

Ce paragraphe reprend et synthétise des éléments issus de la modélisation acoustique réalisée par Artelia en 2016.

Le bruit résiduel est défini comme le bruit en l'absence de l'installation, soit en l'absence des activités liées au stockage des résidus (usine DWP2, acheminement des résidus, mise en place et compactage des résidus sur les stockages amont et aval).

Le bruit résiduel a été défini sur les différents récepteurs sur la base de mesures réalisées en 2013 (récepteurs Ver_3, Ver_4 et Ver_5) et en décembre 2014 (récepteurs CAP_01 à CAP_05). Sur les points RA_1 et FN_1, le bruit résiduel a été estimé sur la base des mesures les plus proches de la zone de projet Lucy. La méthodologie de cette étude est décrite au sein du volet D5.

La carte et le tableau ci-dessous présentent les différents récepteurs étudiés sur la zone de projet et les niveaux de bruit résiduel obtenus pour chaque récepteur.

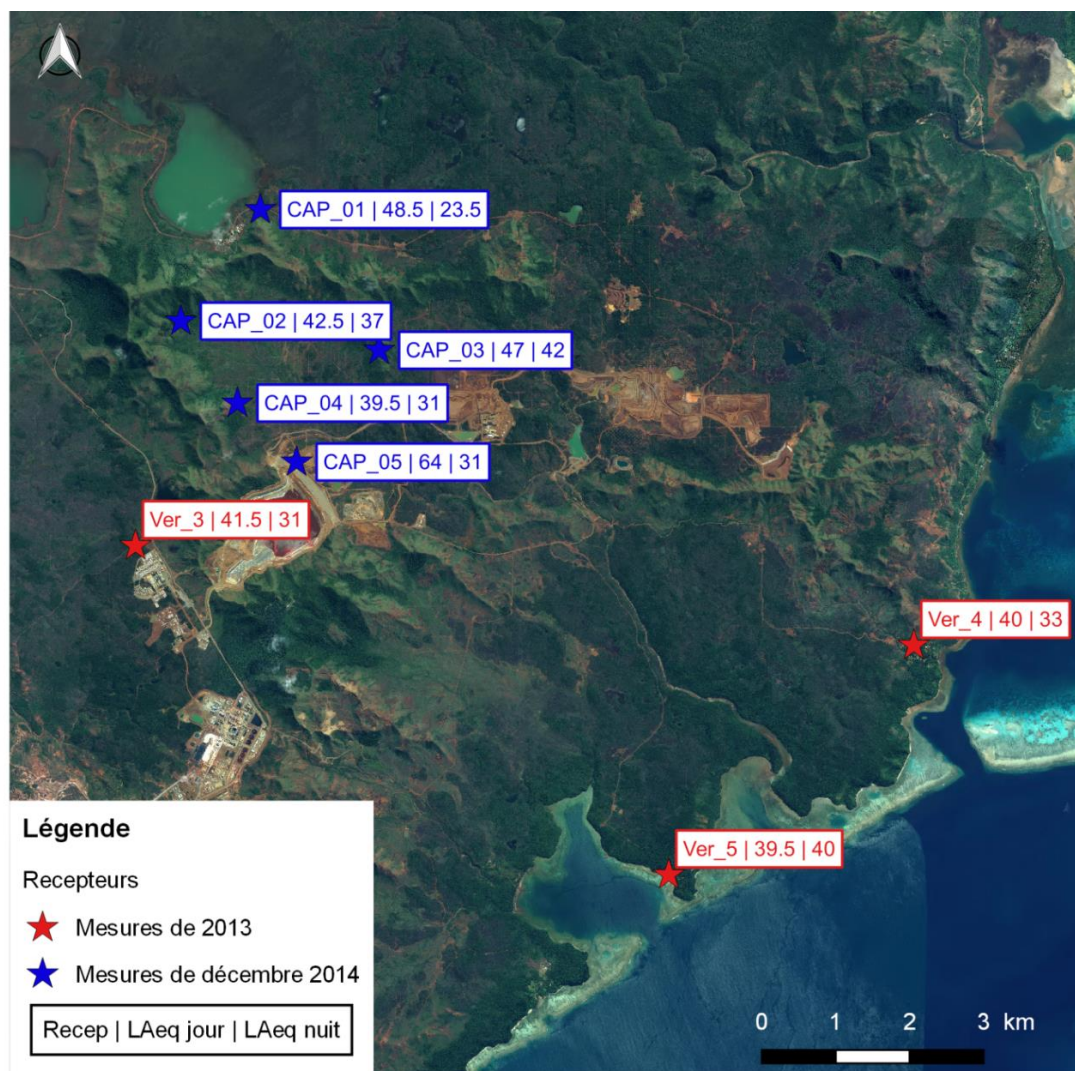


Figure 31. Récepteurs étudiés et niveaux de bruit

Figure 32.

Tableau 20. Bruit résiduel pour les périodes jour et nuit au droit des récepteurs

Nom	Localisation	LAeq jour	LAeq nuit
CAP_01	Zone RAMSAR	48,5	23,5
CAP_02	Pic du grand Kaori	42,5	37
Ver_5	Port Boisé	39,5	40
Ver_4	Tribu de Goro	40	33
Ver_3	Base vie VNC	41,5	31
FN_1	Zone RAMSAR	41,5	31
RA_1	Forêt Nord	48,5	23,5
CAP_03	Flanc du versant Est du bassin KO4	47	42
CAP_04		39,5	31
CAP_05	Nord de la berme	64	31

Ces résultats témoignent du fait que la zone de projet est située dans une zone calme. Toutefois, ces résultats datent de 2013 et 2014 avant la mise en place de certaines installations comme l'usine pilote DWP1 et accès routiers au sein de l'emprise du projet. Ces infrastructures récentes pourraient augmenter le niveau de bruit résiduel en journée.

3.6.3. Vibrations

La zone de projet s'inscrit dans un complexe industriel soumis à de nombreuses activités émettrices de vibrations (par exemple les tirs de mines, le fonctionnement des engins de chantier ou le concassage).

Compte tenu de la distance de la zone de projet avec les premières habitations (villages de Goro et de Truu à une dizaine de kilomètres de la zone d'emprise du projet), la perception des vibrations depuis les zones habitées est peu probable.

3.7. QUALITE DE L'AIR AMBIANT

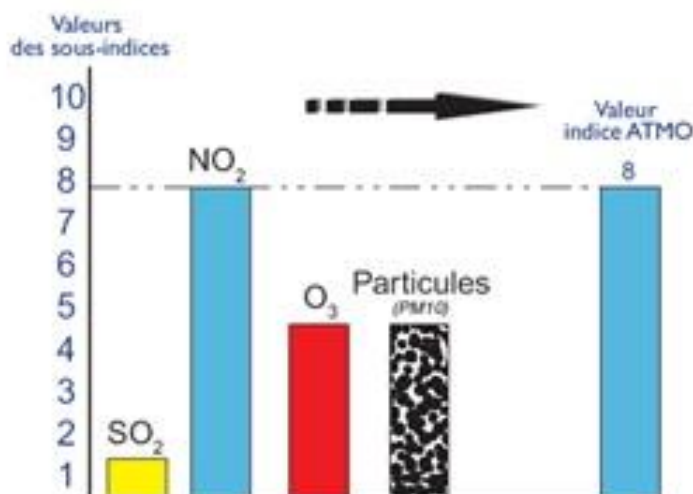
3.7.1. Contexte général de la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie

3.7.1.1. Principaux polluants

Les principaux polluants de l'air qui sont considérés en Nouvelle-Calédonie sont les suivants :

- les oxydes d'azote ;
- le dioxyde de soufre ;
- l'ozone ;
- les particules en suspension, et notamment les plus fines (PM10 < 10 µm).

Ces mesures permettent de calculer l'indice ATMO qui est un indicateur de qualité de l'air. L'indice ATMO est un chiffre compris entre 1 (qui correspond à une qualité de l'air très bonne) et 10 (qui correspond à une qualité de l'air très mauvaise). Chaque polluant permet de déterminer un sous-indice. Le plus fort de ces sous-indices donne l'indice ATMO, avec le qualificatif associé. La figure ci-dessous illustre ce principe.



Source : (Scalair, 2015)

Figure 33. Méthode de calcul de l'indice ATMO

L'indice ATMO est une référence nationale calculée dans toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Les modalités de calcul sont définies par l'arrêté ministériel du 22 juillet 2004 relatif aux indices de la qualité de l'air.

Les paragraphes ci-dessous présentent les principaux polluants qui sont pris en compte dans les analyses faites aussi bien au niveau de Nouméa pour le calcul de l'indice ATMO, qu'au niveau du site de VNC sur le plateau de Goro.

3.7.1.2. Oxydes d'azote (NO_x)

Les sources principales de NO_x sont les transports, l'industrie, l'agriculture et la transformation d'énergie. Le NO₂ se rencontre également à l'intérieur des locaux dans lesquels fonctionnent des appareils au gaz tels que gazinières ou les chauffe-eau. Le NO₂ est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires. Les NO_x participent aux phénomènes des pluies acides (transformation en acide nitrique en présence d'humidité), à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.

3.7.1.3. Dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre SO₂ est émis lors de la combustion des matières fossiles telles que charbons et fiouls. Les sources principales sont les centrales thermiques et les grosses installations de combustion industrielle et les transports. Le SO₂ est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment avec les particules fines. Le SO₂ se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation des matériaux.

3.7.1.4. Ozone (O₃)

L'ozone résulte généralement de la transformation chimique dans l'atmosphère de certains polluants dits « primaires » (en particulier NO, NO₂ et COV), sous l'effet des rayonnements solaires. Les mécanismes réactionnels sont complexes et les plus fortes

concentrations d'O₃ apparaissent en périphérie des zones émettrices des polluants primaires, puis peuvent être transportées sur de grandes distances. L'O₃ est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque toux, altération pulmonaire ainsi que des irritations oculaires. Ses effets sont très variables selon les individus. L'O₃ a un effet néfaste sur la végétation (sur le rendement des cultures par exemple) et sur certains matériaux (comme le caoutchouc.). Il contribue également à l'effet de serre.

3.7.1.5. *Particules en suspension (PM10)*

Ce sont des particules inférieures à 10 µm. Elles sont liées à l'activité humaine et proviennent majoritairement de la combustion des matières fossiles, du transport automobile (ex : gaz d'échappement, usure, frottements) et d'activités industrielles diverses (ex : sidérurgie, incinération). Les particules les plus fines pénètrent dans les poumons et peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes. Ces PM10 provoquent des effets de salissure des bâtiments et des monuments, qui sont également des atteintes à l'environnement.

Parmi les autres polluants ayant un effet sur la santé et l'environnement, on peut également citer : les poussières sédimentables, les métaux lourds, les composés organiques volatiles (COV), le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

3.7.2. **Rappels des seuils réglementaires applicables à VNC**

En absence de seuils dans la réglementation de Nouvelle-Calédonie, les seuils métropolitains, prévus par l'article R. 221-1 du code de l'environnement métropolitain dans sa version alors en vigueur, ont été utilisés comme référence par la province Sud pour fixer, dans l'arrêté n° 1467-2008 du 9 octobre 2008 les prescriptions applicables à VNC en la matière.

Dans la suite du paragraphe on entend par :

- **SRI Seuil d'information** (et de recommandation) : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles et à partir duquel des informations actualisées doivent être diffusées à la population (ancien décret N° 2002-213 du 15 février 2002).
- **SA Seuil d'alerte** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de toute population (ou risque de dégradation de l'environnement) à partir duquel des mesures d'urgence et d'information du public doivent être prises (ancienne loi N° 96-1236 du 30 décembre 1996, loi LAURE).
- **VLPSH- VLPV Valeur limite** : niveau maximal (pour une période donnée) de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine

ou pour l'environnement (ancienne loi N° 96-1236 du 30 décembre 1996, loi LAURE).

- **Objectif qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement à atteindre dans une période donnée (ancienne loi N° 96-1236 du 30 décembre 1996, loi LAURE).

Tableau 21. Seuils applicables au suivi de la qualité de l'air

Polluant	Type	Période considérée	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mode de calcul et remarques
Dioxyde d'azote (NO_2)	Objectifs de qualité	Année civile	40	Moyenne
	Seuils de recommandation et d'information (SRI)	Horaire	200	Moyenne
	Seuils d'alerte (SA)	Horaire	400	Moyenne
		Horaire	200	Moyenne, si la procédure d'information et de recommandation a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un dépassement le lendemain
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine (VLPSH)	Année civile	200	Centile 99,8 des moyennes horaires, soit 18 heures de dépassement autorisées par année civile
		Année civile	40	Moyenne
	Valeur limite pour la protection de la végétation (VLPV)	Horaire	400	Moyenne
		Année civile	30	Moyenne (pour les NO_x)
Dioxyde de soufre (SO_2)	Objectif de qualité	Année civile	50	Moyenne
	Seuils de recommandation et d'information	Horaire	300	Moyenne
	Seuils d'alerte	Horaire	500	Moyenne horaire, dépassée pendant 3 heures consécutives
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Année civile	350	Centile 99,7 des moyennes horaires, soit 24 heures de dépassement autorisées par année civile
		Année civile	125	Centile 99,2 des moyennes journalières soit 3 jours de dépassement autorisés par année civile
	Valeur limite pour la	Année civile	570	Centile 99,9 des moyennes horaires, soit 9 heures de dépassement autorisées par année civile

Polluant	Type	Période considérée	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mode de calcul et remarques
	protection des écosystèmes	Journalière	230	Moyenne
		Année civile	20	Moyenne
Particules en suspension de diamètre $< 10 \mu\text{m}$	Objectif de qualité	Année civile	30	Moyenne
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Année civile	50	Centile 90,4 des moyennes journalières, soit 35 jours de dépassement autorisés par année civile
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Année civile	40	Moyenne

3.7.3. Sources polluantes en Nouvelle-Calédonie

La qualité de l'air ambiant est suivie par l'Association de Surveillance Calédonienne de la Qualité de l'Air (Scal-Air) à Nouméa et autour des installations de VNC à proximité de la zone de projet.

Les quatre sources principales de pollution atmosphérique en Nouvelle-Calédonie sont les suivantes (Scal Air, 2014):

- La pollution d'origine industrielle ;
- La pollution liée au trafic routier ;
- La pollution d'origine domestique ;
- Les sources extérieures.

▪ **La pollution d'origine industrielle**

Elle se traduit par la présence de dioxyde de soufre et de poussières. Cette pollution est issue de la combustion de charbon ou de fioul nécessaire au fonctionnement de certaines usines. Le transport et le mouvement de matériaux, notamment dans le cadre d'activités industrielles, sont à l'origine de la mise en suspension de poussières dans l'air.

▪ **La pollution liée au trafic routier**

Elle se traduit par la présence d'oxyde d'azote et de poussières.

Les poussières et les particules fines (PM10) sont émises par les véhicules au niveau des échappements notamment des diesels.

D'autres polluants gazeux ou particuliers comme le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatiles (COV), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont également émis par le trafic routier, mais ne font actuellement pas l'objet de mesures dans l'air ambiant.

▪ **Les pollutions d'origine domestique**

Elles sont dues notamment à la présence de brûlages localisés. Aucune étude spécifique n'a été réalisée jusqu'à présent sur l'impact de cette pollution même si elle est actuellement considérée comme négligeable par rapport aux pollutions d'origine industrielle.

▪ **Les sources extérieures**

Les feux de forêt sont à l'origine de l'émission de certains composés comme le CO, l'oxyde d'azote (NO), le dioxyde de soufre (SO₂), des COV, des HAP. (INERIS, 2004).

Le secteur agricole, en raison de l'utilisation de machines notamment, mais aussi à cause du recours aux produits phytosanitaires ou aux épandages (émissions d'ammoniac) génère des émissions gazeuses dans l'atmosphère.

À noter également qu'il existe des apports extérieurs de dioxyde de soufre issus de l'activité volcanique du Vanuatu. Du fait de la durée de vie du dioxyde de soufre dans l'atmosphère, d'environ 20 heures, ces apports sont susceptibles d'être détectés, dans le cas de certaines configurations météorologiques, sur les côtes est et sud de la Nouvelle-Calédonie.

3.7.4. Suivi environnemental de la qualité de l'air sur le plateau de Goro

3.7.4.1. Introduction

La société VNC a établi un suivi de la qualité de l'air ambiant sur le site de l'usine et sa périphérie. Les résultats présentés ci-après sont issus des données acquises au cours de l'année 2015.

La qualité de l'air sur le plateau de Goro est contrôlée de deux manières :

- Par des suivis de la qualité de l'air ambiant ;
- Par le suivi des rejets atmosphériques au niveau de l'usine.

L'état initial de la qualité de l'air est basé sur l'analyse des bilans annuels de la qualité de l'air ambiant ainsi que des mesures de qualité d'air au niveau de la zone de projet (état initial de la qualité de l'air pour les poussières PM₁₀).

L'arrêté ICPE n° 1467-2008 du 9 octobre 2008 fixe les différents seuils de polluants présents dans l'air ambiant que VNC doit respecter. Cet arrêté prévoit, dans son article 9.5.3.1 la « surveillance de la qualité de l'air » du site de Goro.

Suite aux investigations sur les raisons du dépérissement d'une formation végétale en aval du site industriel, l'arrêté n° 1946-2012/ARR/DIMEN du 5 septembre 2012 fixe des mesures complémentaires relatives au suivi de la qualité de l'air et de la végétation. Ce document impose la mise en place d'un analyseur automatique des concentrations en dioxyde de soufre en continu au niveau de la station de l'usine (SI). L'exploitation de cet analyseur doit être conforme aux conditions prévues par l'article 9.5.3.1 de l'arrêté ICPE n° 1467-2008/PS.

En application de ces différents articles, la société Vale Nouvelle-Calédonie a établi un suivi de la qualité de l'air ambiant sur le site de l'usine et sa périphérie. Ces mesures réalisées à proximité du site du projet Lucy sont représentatives de la qualité de l'air dans la zone du projet.

3.7.4.2. Localisation des points de mesures

Au total, cinq sites de mesures ont été retenus par cette étude. Le tableau ci-dessous décrit ces cinq stations et leur localisation. Deux stations peuvent être considérées comme "industrielles" car proches du site et de ses émissions (base-vie et Forêt Nord), les autres stations mesurent la qualité de l'air ambiant à des distances plus éloignées du site et permettent le suivi régional de l'influence des rejets de l'usine sur l'air ambiant.

La station mobile a été placée au Pic du Grand Kaori le 24 mars 2013.

La station Usine (Auxiliaires) est mise en place suite à l'arrêté complémentaire du 5 septembre 2012.

Tableau 22. Localisation des stations de suivi de qualité de l'air

N° station	Nom de la station de surveillance	Abréviation	Coordonnées (RGNC91)			Type de station	Distance du projet Lucy (km)
			X	Y	Z		
1	Forêt Nord	FN	494974517	209331,8029	334	Fixe	< 1
2	Village de Prony, zone du belvédère	PR	484224,065	209158,3184	153	Fixe	12
3	Port-Boisé	PB	500196,0501	207887,7129	43	Fixe	7
4	Base-vie	BV	493627,1261	209984,5428	181	Fixe	< 1
5	Pic du Grand Kaori	PGK	492249,8014	213702,9276	230	Mobile	3,5
6	Usine (Auxiliaires)	SI	493933,2455	208064,4996		Fixe	1,5

Comme le montre la figure ci-dessous, les stations les plus proches de la zone du projet Lucy sont les stations de la forêt nord (FN) et de la base vie (BV).



Figure 34. Localisation des différentes stations de mesure de la qualité de l'air

3.7.4.3. Méthodologie employée

▪ Paramètres suivis et disponibilité des données

Dans le cadre de ce suivi, les polluants mesurés sont :

- Les gaz, SO₂ et NO₂ mesurés en continu ;
- Les particules en suspension :
 - Les quantités de poussières en suspension PM10 mesurées en continu ;
 - L'analyse des métaux contenus dans ces poussières, effectuée de façon ponctuelle lors de campagnes de prélèvement ;
- Les retombées de poussières mesurées lors de campagnes de prélèvement.

Les mesures des quantités de poussières en suspension PM10 et polluants gazeux (NO₂ et SO₂) sont réalisées en cinq points de mesure.

Les mesures de retombées de poussières sont réalisées sur deux de ces stations, les stations de la Forêt Nord et de Port Boisé.

▪ **Mesures continues de la qualité de l'air**

Les résultats des mesures continues effectuées par les stations pour les gaz et les poussières sont enregistrés par un système d'acquisition SAM qui envoie toutes les trois heures les données via un modem GSM sur un serveur au sein duquel un logiciel de validation des données XR est installé.

Ces systèmes d'acquisition et logiciels sont fréquemment utilisés par les réseaux de contrôle de la qualité de l'air.

La récupération et la validation des données sont réalisées par l'association Scal-Air.

▪ **Mesures de polluants gazeux SO_2 , NO_2 et particulaires PM_{10}**

Pour le SO_2 , est utilisé un analyseur **AF22** d'Environnement SA qui permet de mesurer la quantité de SO_2 par fluorescence. Ce dernier est généralement utilisé dans les réseaux de contrôle de la qualité de l'air et répond aux normes **NF X 43019** et **NF X 43013**.

Pour le NO_2 , on utilise un analyseur **AC32** d'Environnement SA qui permet de quantifier le dioxyde d'azote présent dans l'air par chimiluminescence. La concentration en NO_2 est calculée à partir de la mesure des NO_x et du NO . Cet analyseur est généralement utilisé par les réseaux de contrôle de la qualité de l'air et répond aux normes **NF X 43018** et **NF X 43 009**.

Pour les poussières, les moyens mis en œuvre sont un analyseur **MP101** d'Environnement SA par station. Cet analyseur est généralement employé par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air. Il répond aux normes **NF X 43021**, **NF X 43023** et **NF X 43017**.

▪ **Mesure des métaux dans les poussières PM_{10}**

La mesure des métaux dans les PM_{10} se fait en deux étapes :

- Prélèvement des PM_{10} (conformément aux normes NF X 43023, NF X 43021 et EN 12341) ;
- Caractérisation chimique des échantillons (conformément à la méthode normalisée NF EN 14902). Les métaux analysés sont : Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Mn, Ni, Pb, V, Zn, As, Cd et Hg.

La mesure de métaux dans les retombées de poussières est effectuée conformément à la norme NF X 43014. L'exposition des capteurs dure environ un mois et les métaux analysés sont Ni, Pb, Zn, As, Cd et Hg.

▪ **Disponibilité des données**

Le tableau suivant présente le nombre de mesures disponibles.

Tableau 23. Pourcentage de données exploitables

Paramètres/Station		Nombre de mesures horaires/Semestre	Nombre de valeurs horaires manquantes/Semestre	Taux mesures horaires	Date des installations des analyseurs
SO ₂	Forêt Nord	8608	152	98.26 %	10/03/2011
	Base-Vie	8691	69	99.21 %	11/03/2011
	Port Boisé	8505	255	97.09 %	30/07/2011
	Prony	3388	5372	38.68 %	01/08/2011
	PGK	2889	5871	32.98 %	01/07/2012
NO ₂	Forêt Nord	8651	109	98.76 %	30/06/2011
	Base-Vie	8454	306	96.51 %	30/06/2011
	Port Boisé	8438	322	96.32 %	30/07/2012
	Prony	2695	6065	30.76 %	30/07/2012
	PGK	2809	5951	32.07 %	01/07/2012
PM10	Forêt Nord	7881	879	89.97 %	08/07/2011
	Base-Vie	8379	381	95.65 %	08/07/2011
	Port Boisé	8477	283	96.77 %	27/09/2012
	Prony	829	7931	9.46 %	27/09/2012
	PGK	1734	7026	19.79 %	27/03/2013

Source : (VNC, 2016)

Une série de données est considérée comme exploitable à partir du moment où 75 % des valeurs attendues sont acquises et valides (valeur prescrite dans le fascicule de documentation de l'ADEME « Règles et recommandations en matière de validation des données – critères d'agrégation »).

En 2015, les taux de données exploitables constatés sur les stations de Prony et du Pic du Grand Kaori sont liés aux problèmes d'alimentations électriques. En effet, depuis 2014, les deux stations, toutes deux alimentées par des groupes électrogènes, subissent des arrêts fréquents. Le dimensionnement de ces groupes et leur isolement sont la cause principale de ces arrêts. Une solution est en cours de réflexion entre VNC et Scal-Air pour remédier à ce problème.

3.7.4.4. Résultats des suivis des campagnes de mesures

Les tableaux suivants présentent une synthèse des mesures de la qualité de l'air effectuées.

▪ **Dioxyde de soufre**

Tableau 24. Moyennes annuelles – dioxyde de soufre

	SO2FN	SO2BV	SO2PY	SO2PTB	SO2PGK	SO2UTI
	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³
Nombre de mesures horaires / an	8608	8691	3388	8505	2889	8745
Nombre de valeurs horaires manquantes / an	152	69	5372	255	5871	15
Nombre de 0 / an	3520	4120	1499	6528	2824	1691
Percentile 98 horaire / an	14	3	9	11	1	162
Percentile 50 horaire (Médiane) / an	1	1	1	0	0	2
Moyennes journalières / an	Cf onglet Moy	Cf onglet Moy	Cf onglet Moy	Cf onglet Moy	Cf onglet Moy	Cf onglet Moy
Maxis heure / jour	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier
Maxi heure glissante / an	100	9	40	61	21	1058
Date maxi heure	07/08/2015 17:45	03/10/2015 18:00	16/07/2015 22:30	02/06/2015 22:00	01/03/2015 02:30	04/03/2015 21:30
Maxi jour / an	18	4	6	19	2	152
Date maxi jour	07/08/2015 30/09/2015	06/08/2015 18/08/2015 02/10/2015 03/10/2015 07/10/2015	16/07/2015 22/07/2015	18/07/2015	18/02/2015	24/04/2015
Nombre de jour > 100 µg/m ³	0	0	0	0	0	17
Nombre de jour > 125 µg/m³	0	0	0	0	0	4
Nombre De valeur horaire PLEINE > 300 µg/m ³	0	0	0	0	0	6
Nombre De valeur horaire GLISSANTE > 300 µg/m ³	0	0	0	0	0	7
Nombre De valeur horaire PLEINE > 350 µg/m ³	0	0	0	0	0	4
Nombre De valeur horaire GLISSANTE > 350 µg/m ³	0	0	0	0	0	5
Nombre De valeur horaire PLEINE > 500 µg/m ³	0	0	0	0	0	2
Nombre De valeur horaire GLISSANTE > 500 µg/m ³	0	0	0	0	0	3
Nombre De valeur horaire GLISSANTE > 500 µg/m ³ (3h)	0	0	0	0	0	0
Nombre De valeur horaire > 600 µg/m ³	0	0	0	0	0	1
Nombre de jour > 230 µg/m³	0	0	0	0	0	0
Taux mesures horaires	98%	99%	39%	97%	33%	100%
Moyenne annuelle	2	1	nc	1	nc	22

Source : (VNC, 2016)

▪ **Dioxyde d'azote**

Tableau 25. Moyennes annuelles – dioxyde d'azote

	NO2FN	NO2BV	NO2PY	NO2PTB	NO2LAB
	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³
Nombre de mesures horaires / an	8651	8454	2695	8438	2809
Nombre de valeurs horaires manquantes / an	109	306	6065	322	5951
Nombre de 0 / an	6836	638	1648	7227	961
Percentile 98 horaire / an	8	17	10	3	5
Percentile 50 horaire (Médiane) / an	0	2	0	0	1
Moyennes journalières / an	Cf onglet Moy Journalière	Cf onglet Moy Journalière	Cf onglet Moy Journalière	Cf onglet Moy Journalière	Cf onglet Moy Journalière
Maxis heure / an	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier
Maxi heure / an	38	49	16	14	10
Date maxi heure	08/07/2015 16:00	05/06/2015 07:00	07/07/2015 22:00 12/07/2015 23:00	16/03/2015 05:00	17/01/2015 23:00 26/02/2015 22:00
Maxi jour / an	12	20	6	4	3
Date maxi jour	08/07/2015	03/10/2015	14/07/2015	16/08/2015	25/01/2015 02/06/2015 05/08/2015
Nombre De valeur horaire > 200 µg/m ³	0	0	0	0	0
Nombre De valeur horaire > 210 µg/m ³	0	0	0	0	0
Nombre De valeur horaire > 220 µg/m ³	0	0	0	0	0
Nombre De valeur horaire > 230 µg/m ³	0	0	0	0	0
Nombre De valeur horaire > 260 µg/m ³	0	0	0	0	0
Nombre De valeur horaire > 400 µg/m ³	0	0	0	0	0
Taux mesures horaires	99%	97%	31%	96%	32%
Moyenne annuelle	1	3	nc	0	nc

Source : (VNC, 2016)

■ **Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10)**

Tableau 26. Moyennes annuelles – PM10

	PSFN	PSBV	PSPY	PSPTB	PSLABO
	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³	microg/m ³
Nombre de mesures horaires / an	7881	8379	829	8477	1734
Nombre de valeurs horaires manquantes / an	879	381	7931	283	7026
Nombre de 0 / an	15	1	8	15	4
Percentile 98 horaire / an	51	55	25	34	30
Percentile 50 horaire (Médiane) / an	12	18	10	14	9
Moyennes journalières / an	Cf onglet Moy Journalière	Cf onglet Moy Journalière	Cf onglet Moy Journalière	Cf onglet Moy Journalière	Cf onglet Moy Journalière
Maxis heure / jour	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier	Cf onglet Max Journalier
Maxi heure / an	123	169	40	77	86
Date maxi heure	25/09/2015 15:00	17/11/2015 19:00	30/04/2015 23:00	23/10/2015 07:00	08/02/2015 17:00
Maxi jour / an	51	64	18	34	23
Date maxi jour	30/11/2015	11/03/2015	01/05/2015	30/11/2015	11/01/2015 12/01/2015 03/04/2015
Nombre de jour > 50 µg/m³	1	3	0	0	0
Nombre de jour (sur 24h glissante) > 50 µg/m³	1	4	0	0	0
Nombre de jour > 80 µg/m³	0	0	0	0	0
Nombre de jour > 100 µg/m³	0	0	0	0	0
Nombre de jour > 125 µg/m³	0	0	0	0	0
Taux mesures horaires	90%	96%	9%	97%	20%
Moyenne annuelle	14	21	nc	15	nc

Source : (VNC, 2016)

▪ Métaux contenus dans les poussières en suspension PM_{10}

L'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008 d'autorisation d'exploiter ne fixe pas de valeur limite, d'objectif de qualité ou bien encore de valeur cible pour les métaux contenus dans les poussières en suspension PM_{10} .

En l'absence de valeurs réglementaires applicables à VNC, cette dernière a donc pris, pour référence, dans le cadre du suivi de la qualité de l'air, les valeurs fixées par le droit métropolitain, c'est-à-dire l'article R. 211-1 du code de l'environnement métropolitain.

Tableau 27. Obligations applicables, en métropole, au suivi de la qualité de l'air - métaux contenus dans les PM_{10}

	Article R. 221-1 II du code de l'environnement métropolitain		Directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant (aujourd'hui transposée à l'article R. 211-1 II du code de l'environnement métropolitain.	Guideline for Air Quality, WHO, Geneva 2000
	Valeur limite	Objectif qualité	Valeur cible	Valeur seuil recommandée par l'OMS
	Moyenne annuelle			
	µg/m³		ng/m³	
As	Aucune	Aucune	6	Aucune
Cd	Aucune	Aucune	5	Aucune
Ni	Aucune	Aucune	20	Aucune
Pb	0,5	0,25	Aucune	Aucune
Mn	Aucune	Aucune	Aucune	150

Il n'existe pas de valeurs de référence pour les autres métaux analysés : Co, Cr, Cu, Hg, Sb, Sn, V, Zn.

▪ Métaux contenus dans les retombées de poussières

Il n'existe pas de valeurs de référence française ou européenne pour les concentrations en métaux dans les retombées de poussières.

En l'absence de valeurs de référence, les quantités de retombées de poussières et métaux sont comparées, dans le point 3.7.4.5 ci-dessus, aux valeurs mesurées en 2009. A titre indicatif, les résultats sont aussi comparés aux valeurs du TA LUFT (valeurs réglementaires allemandes, version du 24 juillet 2002), exprimées en moyenne annuelle.

Les valeurs de référence sont les suivantes :

- poussières sédimentables : $350 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jour}$;
- Cd : $2 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$;
- Pb : $100 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$;
- Ni : $15 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$;
- As : $4 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$;
- Hg : $1 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$.

Il existe aussi une valeur de référence suisse (Conseil Fédéral Suisse : Ordonnance sur la Protection de l'air du 3 juin 2003) pour Zn ($400 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$), également exprimée en moyenne annuelle.

Il n'existe pas de valeur de référence réglementaire pour les métaux Cr, Sn, Mn et Co dans les retombées de poussières.

▪ ***Métaux contenus dans les poussières en suspension***

Les résultats présentés dans le tableau 30 sont issus de la campagne de prélèvement réalisée du 28/01/2015 au 25/02/2015 soit quatre échantillons prélevés sur une semaine chacun. Pour la station « Base-Vie », un problème technique est survenu sur l'équipement à la quatrième semaine impactant d'un jour la collecte de l'échantillon.

Tableau 28. Résultats annuels sur les éléments As, Cd, Pb, Ni et Hg

Station	Début du prélèvement	Fin du prélèvement	Arsenic (As) ng/m ³	Cadmium (Cd) ng/m ³	Plomb (Pb) ng/m ³	Nickel (Ni) ng/m ³	Mercure (Hg) ng/m ³
BASE VIE	28/01/2015 8h	04/02/2015 8h	0.38	<0.01	<0.01	35.07	<0.01
BASE VIE	04/02/2015 8h	11/02/2015 8h	0.08	<0.01	<0.01	12.53	<0.01
BASE VIE	11/02/2015 8h	18/02/2015 8h	0.08	<0.01	<0.01	4.04	<0.01
BASE VIE	19/02/2015 10h23	25/02/2015 8h	0.08	<0.01	<0.01	9.77	<0.01
FORET NORD	28/01/2015 8h	04/02/2015 8h	0.22	<0.01	<0.01	86.62	<0.01
FORET NORD	04/02/2015 8h	11/02/2015 8h	0.06	<0.01	0.30	12.22	<0.01
FORET NORD	11/02/2015 8h	18/02/2015 8h	0.05	<0.01	<0.01	8.75	<0.01
FORET NORD	18/02/2015 8h	25/02/2015 8h	0.27	<0.01	<0.01	5.63	<0.01
PORT BOISE	28/01/2015 8h	04/02/2015 8h	0.30	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PORT BOISE	04/02/2015 8h	11/02/2015 8h	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PORT BOISE	11/02/2015 8h	18/02/2015 8h	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PORT BOISE	18/02/2015 8h	25/02/2015 8h	0.20	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PRONY	28/01/2015 8h	04/02/2015 8h	0.31	<0.01	<0.01	9.62	<0.01
PRONY	04/02/2015 8h	11/02/2015 8h	0.07	<0.01	0.30	2.16	<0.01
PRONY	11/02/2015 8h	18/02/2015 8h	0.08	<0.01	<0.01	0.57	<0.01
PRONY	18/02/2015 8h	25/02/2015 8h	0.11	<0.01	<0.01	2.11	<0.01

Il résulte du Tableau 28 ci-dessus qu'en dehors du nickel, les mesures réalisées sur les autres paramètres ne présentent pas de dépassements des valeurs de référence (valeurs fixées par l'article R. 211-1 du code de l'environnement métropolitain).

Sur les stations Base vie et Forêt Nord, le nickel mesuré dans les PM10 est plus élevé qu'au niveau des stations Prony et Port Boisé (Figure 35).

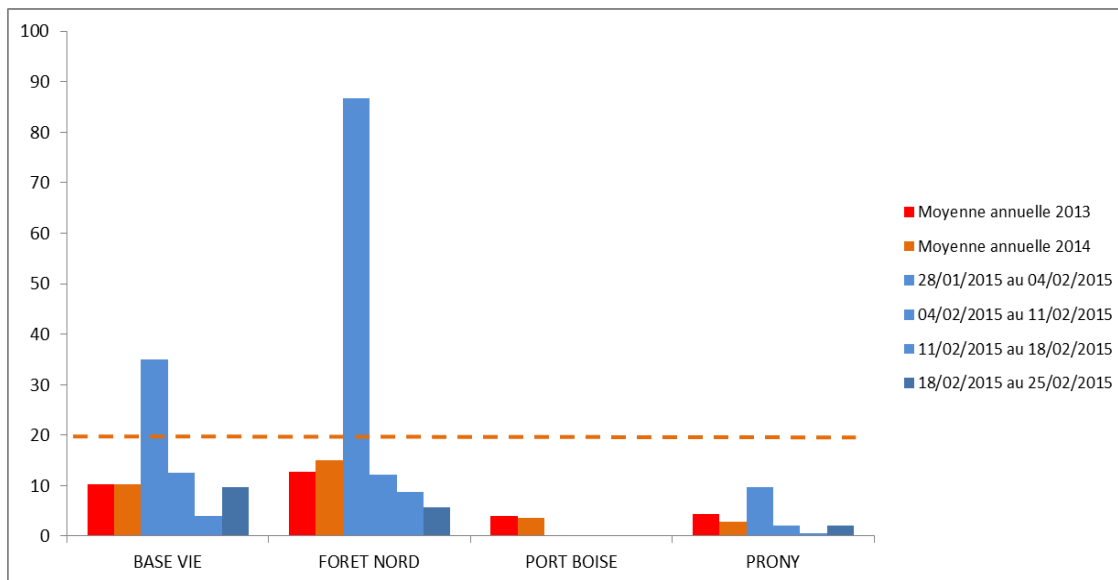


Figure 35. Nickel (ng/m³) mesuré sur la fraction PM10

3.7.4.5. Métaux contenus dans les retombées atmosphériques

Tableau 29. Résultats campagne de mesure des métaux

Date	Station	Dépôts Poussière	Concentration Métaux (ug/m ² /jour)					
			Ni	Zn	As	Cd	Pb	Hg
23/02/2009 - 25/03/2009	Forêt Nord	19	26	20	0,5	<0,9	1,8	<0,4
	Port Boisé	90	28	58	0,03	<0,8	1,8	<0,4
18/07/2012 - 17/08/2012	Forêt Nord	6.8	21.8	6.1	0.08	<0.025	1.154	<0.025
	Base Vie	9.5	94.8	7.6	0.10	<0.025	3.266	<0.025
30/11/2012 - 31/12/2012	Forêt Nord	14.3	189.6	3.6	0.13	0.095	0.069	0.179
	Port Boisé	5.4	61.7	1.7	0.11	0.064	0.609	0.044
23/07/2013 - 20/08/2013	Forêt Nord	1.3	45.5	10.0	0.03	0.021	5.020	<0.025
	Port Boisé	2.6	1.7	<0.25	0.11	<0.025	1.207	<0.025
20/12/2013 - 20/01/2014	Forêt Nord	28.6	294.47	8.73	0.2	< 0.02	0.41	< 0.02
	Port Boisé	4.6	13.76	3.49	0.16	< 0.02	0.27	< 0.02
01/07/2014 - 30/07/2014	Forêt Nord	11.6	106.13	6.49	0.12	< 0.02	0.24	< 0.02
	Port Boisé	3.4	15.64	7.52	0.03	< 0.02	0.27	< 0.02
15/01/2015 - 12/02/2015	Forêt Nord	40.1	185.92	13.39	0.21	< 0.03	0.78	-
	Port Boisé	14.1	14.52	8.69	0.08	< 0.03	0.22	-
02/04/2015 - 30/04/2015	Forêt Nord	47.1	147.42	16.46	0.20	0.09	0.82	0.01
	Port Boisé	13.4	4.05	5.45	<0.07	<0.04	0.11	0.02
04/06/2015 - 02/07/2015	Forêt Nord	34.5	98.76	5.15	<0.07	<0.04	0.60	0.02
	Port Boisé	7.0	2.98	10.76	<0.07	<0.04	<0.07	< 0.02
06/08/2015 - 02/09/2015	Forêt Nord	25.5	68.3	9.1	0.1	<0.04	0.4	< 0.02
	Port Boisé	<7.3	4.1	8.3	0.1	<0.04	<0.1	< 0.02
29/09/2015 - 27/10/2015	Forêt Nord	61.2	251.3	8.4	0.1	0.1	0.8	-
	Port Boisé	<7	3.8	5.9	<0.1	<0.04	0.1	-
Valeur limite de référence		350	15	400*	4	2	100	1

Il ressort du Tableau 28 ci-dessus qu'en 2015, les mesures de métaux lourds dans les retombées de poussières ont été effectuées sur les stations fixes de Forêt Nord et Port

Boisé. A part le nickel, les résultats en métaux dans les prélèvements de poussières révèlent des teneurs en métaux inférieures aux valeurs mesurées en 2009 et aux valeurs limites de référence du TA Luft.

3.7.4.6. *Bilan du fonctionnement des stations*

▪ **Forêt Nord**

Cette station est directement reliée au réseau EEC pour l'alimentation des différents appareils. Le taux fonctionnement de cette station est très satisfaisant. Il ressort des Tableau 24 au Tableau 26 que les concentrations de dioxydes de soufre, d'oxydes d'azote et en PM10 sont faibles, largement inférieures aux limites fixées par l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008. Le 30 novembre 2015 un dépassement de la valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine est relevé concernant les particules « PM 10 », étant précisé que l'annexe XI de l'arrêté précité permet de dépasser ce seuil jusqu'à trente-cinq fois par année civile.

▪ **Prony**

Cette station est alimentée en énergie par un groupe électrogène. Les taux de fonctionnement se sont fortement dégradés depuis 2014 en raison de dysfonctionnement du groupe électrogène. De manière générale, et ainsi que l'indiquent les Tableau 24 au Tableau 26, les concentrations en dioxydes de soufre, dioxydes d'azote et PM10 sont faibles et inférieures aux seuils fixés par l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008 précité au premier semestre 2015.

▪ **Port-Boisé**

Cette station est alimentée en énergie par un groupe électrogène. Il résulte des tableaux 25 à 27 ci-dessus que les concentrations pour l'ensemble des paramètres sont faibles et inférieures aux limites fixées par l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008.

▪ **Base-vie**

Cette station est directement reliée au réseau EEC pour l'alimentation en énergie des différents appareils. Le taux de fonctionnement est très satisfaisant. Ainsi que le mettent en évidence les Tableau 24 au Tableau 26 ci-dessus, les enregistrements de dioxydes de soufre et d'oxydes d'azote sont faibles et largement inférieurs aux limites fixées par l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008. Les valeurs de particules en suspension montrent encore des fluctuations importantes avec trois dépassements de la valeur limite pour la protection de la santé humaine le 11 mars, le 03 octobre et le 17 novembre, étant précisé que l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008 permet de dépasser ce seuil jusqu'à trente-cinq fois par année civile.

▪ **Pic du Grand Kaori**

Cette station est alimentée en énergie par un groupe électrogène. Les taux de fonctionnement sont médiocres en raison de dysfonctionnements répétés du groupe électrogène mobile. Au premier semestre 2015, les tableaux 25 à 27 ci-dessous permettent d'établir que les enregistrements disponibles en dioxydes de soufre et

dioxydes d'azote sont faibles et inférieurs aux limites fixées par l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008.

▪ **Station Usine (arrêté complémentaire n° 1946-2012 du 5 septembre 2012)**

Cette partie présente les moyennes horaires et journalières obtenues à la station de l'Usine.

Pour rappel, cette station a été installée suite à l'arrêté fixant des mesures complémentaires de suivi de la qualité de l'air afin d'expliquer le dépérissement d'une formation végétale en aval de l'usine. La station de l'usine est installée depuis le 5 septembre 2012.

Les concentrations mesurées sont comparées aux différents seuils fixés par l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008.

Mesures : Suivi des concentrations horaires du dioxyde de soufre

La station Usine présente des variations de concentrations horaires en dioxyde de soufre. Dans le cadre de l'objectif de suivi de cette station, l'analyse des causes des dépassements du seuil limite est présentée pour la protection des écosystèmes (570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ conformément à l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008).

Un seul dépassement du seuil de 570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été enregistré en 2015 dans la nuit du 04 au 05 mars pendant une durée de 4 heures avec un maximum horaire de 768 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, étant précisé que l'annexe XI susvisée permet un dépassement de ce seuil pendant 9 heures par an. Cet épisode est dû à un départ de feu sur la zone de stockage du gâteau de soufre.

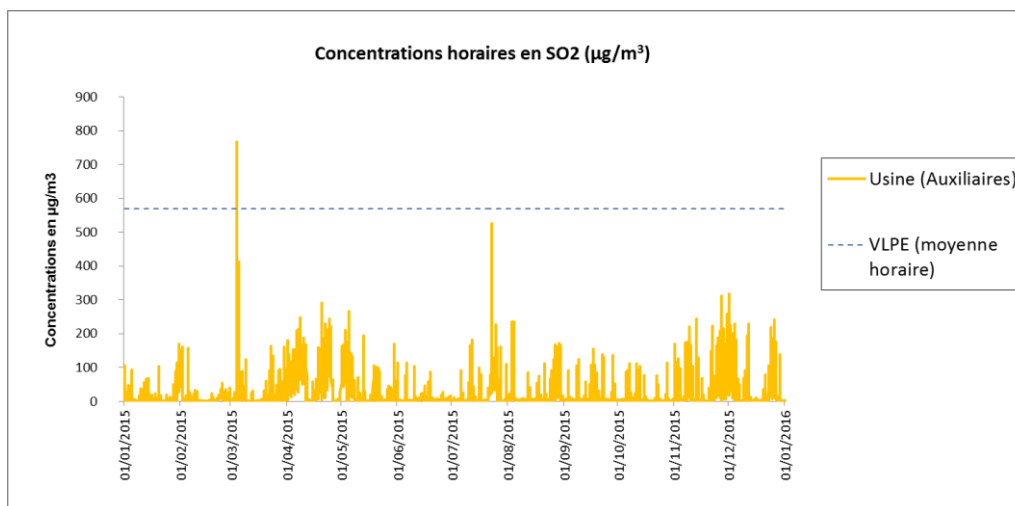


Figure 36. Moyennes horaires — Dioxyde de soufre

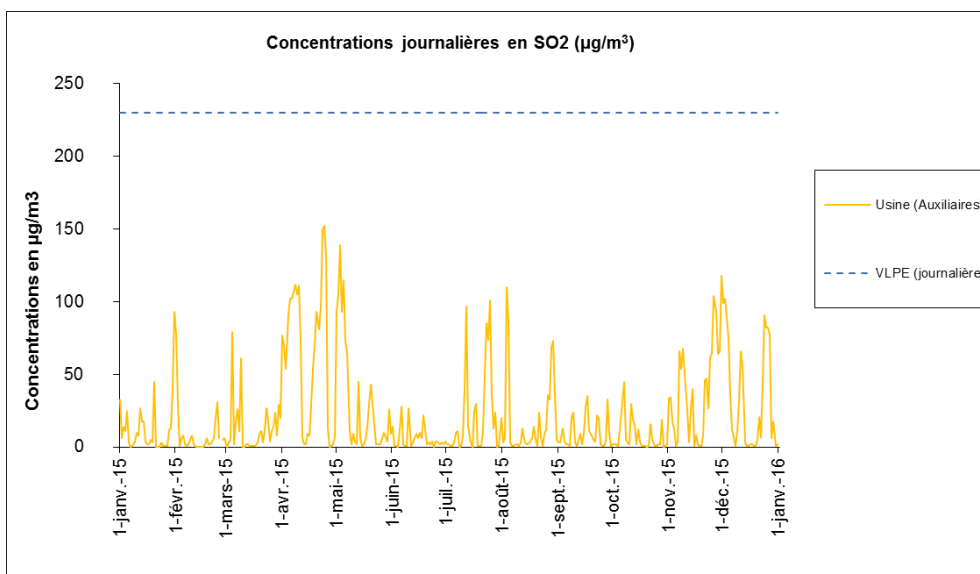


Figure 37. Moyennes journalières — Dioxyde de soufre

Les Figure 36 et Figure 37 montrent de fortes variations de concentrations sur les moyennes journalières. Cependant, la valeur limite journalière pour la protection des écosystèmes n'est pas dépassée (230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ conformément à l'annexe XI de l'arrêté n°1467-2008) en 2015.

Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 μm (PM10)

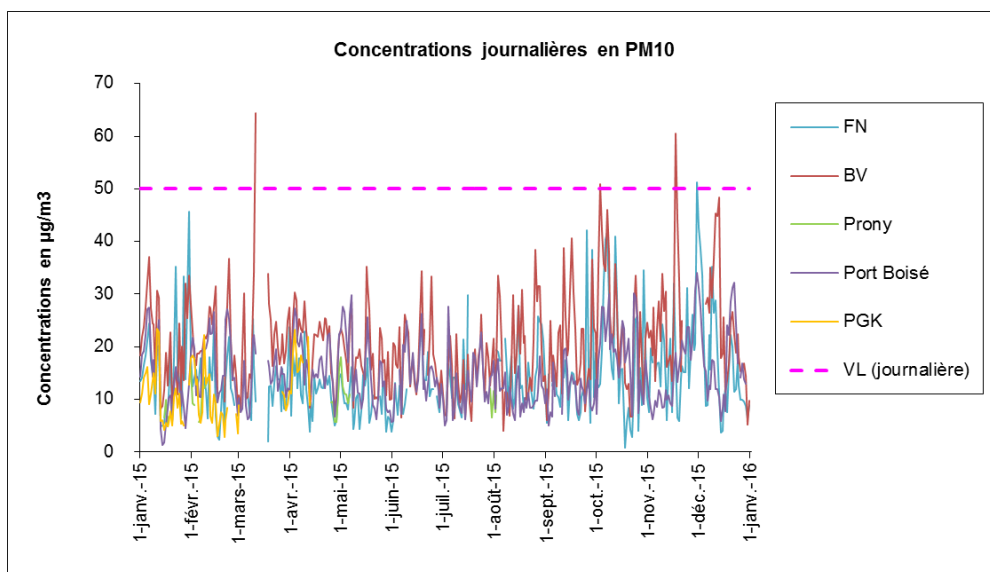


Figure 38. Moyennes journalières — Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 μm (PM10)

Pour l'ensemble des stations de mesures, les concentrations en SO_2 et de NO_x sont faibles et très largement inférieures aux seuils réglementaires.

Les enregistrements de poussières montrent trois dépassements sur la station de la base vie et un dépassement sur la station de la Forêt Nord, soit un nombre largement inférieur aux 35 jours de dépassements autorisés par année civile.

Aucune non-conformité n'est donc à constater.

Les campagnes de prélèvement des retombées atmosphériques et poussières en suspension en 2015 ont révélé des concentrations en métaux inférieures ou équivalentes aux teneurs mesurées en 2009, à l'exception du nickel.

Le nickel dans les poussières en suspension dépasse encore régulièrement la valeur cible de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la Forêt Nord.

Le nickel dans les retombées atmosphériques montre des valeurs élevées, en particulier sur la station Forêt Nord. La présence de nickel dans les poussières déposées ou en suspension n'est toutefois pas surprenante dans ce contexte minier latéritique.

3.7.5. Mesures in situ des émissions de poussières

Les éléments de ce paragraphe synthétisent le rapport de campagne de mesures de poussières PM10 effectuée sur la vallée KO4 et ses abords par Artelia en avril 2015.

3.7.5.1. Méthodologie

Une campagne de mesures de poussières de terrain a eu lieu sur quatre jours non consécutifs, le jeudi 26 mars puis du lundi 30 mars au mercredi 1er avril 2015.

Au total, l'effort d'échantillonnage a porté sur 12 stations de mesures (stations n°1 à 12 présentées sur la figure ci-dessous).

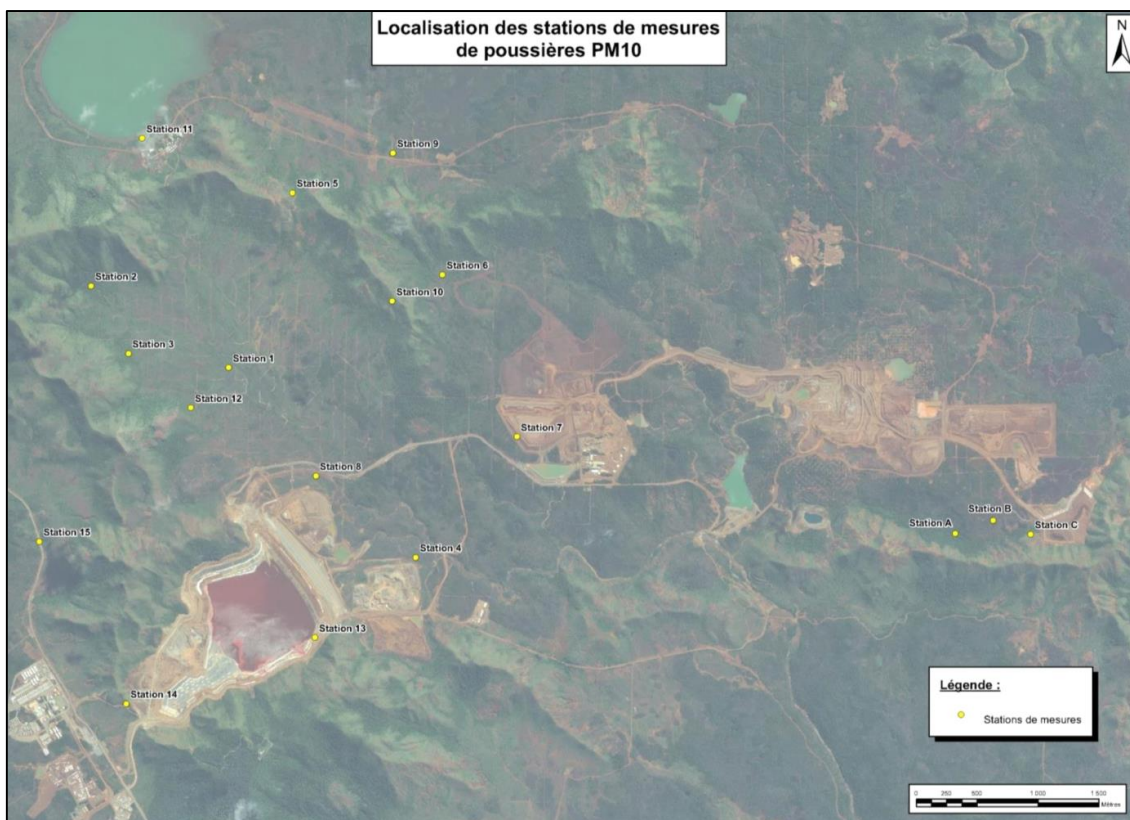


Figure 39. Localisation des stations de mesures de poussières PM10

Le choix des stations de mesures a été effectué en prenant en compte le relief et les besoins de données d'entrées pertinentes pour la modélisation poussière qui a été réalisée en avril 2015 par ARTELIA sur la zone de la future carrière (CPA1). Sept stations se situent dans des environnements au sein desquels des activités ont lieu, cinq se situent dans un environnement « calme », potentiellement peu exposé à la poussière.

Le matériel utilisé est un analyseur de poussière portatif en temps réel un PDR – 1500 de la marque Thermo scientific. Il réalise des mesures en continu de la concentration massique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) des particules en suspension dans l'air.

3.7.5.2. *Résultats de la campagne de mesures*

Le tableau ci-dessous présente les moyennes de concentration relevées sur chaque site ainsi que des éléments de compréhension.

Tableau 30. Concentrations moyennes en poussières

N°station	Moyenne	Remarques sur les résultats
1	2.74	Pas de pluies durant les mesures et le jour d'avant. Station en plein milieu d'une plaine hygrophile dans KO4 (végétation basse ne permettant pas de faire écran aux envols), paysage dégagé en face de KO2. L'activité a fortement diminué sur Goro à partir de 17h. Rq: Les pics en début et fin d'activité sont probablement liés à notre approche de la station de mesure. Moyenne de poussière basse due probablement aux faibles activités sur le site en soirée et à la position géographique de la station de mesures (en plein milieu de KO4).
2	4.57	Pas de pluies durant les mesures et le jour d'avant. Site en bordure de piste non pratiquée au moment de la mesure (peu pratiquée en temps normal). La station se trouve en lisière de patch forestier. Point d'échantillonnage dans un arbre à 1,5m de haut. Rq: pic probablement lié à notre arrivée sur site (visite de dolines à proximité du site). Moyenne relativement basse due probablement à l'éloignement géographique de la station des activités du site de Goro et de par sa position en lisière de forêt (écran végétal). Peu de variations instantanées (un seul pic observé) qui renforce l'idée que la zone est peu soumise à l'influence des activités (efficacité de l'écran végétal).
3	4.44	Pas de pluies durant les mesures et le jour d'avant. Site entouré d'arbres de 3 à 4 m de haut. Aucun passage. Chemin d'accès relativement éloigné. Site préforestier. Rq: les pics peuvent être liés à notre approche lorsque l'on vérifie les mesures. Mêmes déductions que pour la station 2. Cependant, le couvert végétal est moins important qu'en station 2. Le site est légèrement plus "dégarni" en termes de couvert végétal que pour la station 2.

N°station	Moyenne	Remarques sur les résultats
4	8.27	Temps menaçant, les pistes sont mouillées (peu d'envol) il a plu durant la nuit. Station située au niveau de broussailles de maquis minier de faible hauteur- une pelle mécanique est en action à proximité. Moyenne à 8,27. Peu de variations de concentration mesurée de PM10 malgré les activités de mouvement de terre à proximité (approx. 1km). Cela s'explique par le fait que les routes sont bien humides, l'envol des poussières n'est donc pas favorisé.
5	3.67	Pas de pluies durant les mesures et le jour d'avant. Cette station située en hauteur à l'interface entre la plaine des lacs et le bassin KO4 est balayée par les vents. Les valeurs oscillent entre 1 et 7 µg/m3 (faibles variations). Pas de pic particulier constaté dû au fait que la station est relativement éloignée de toute activité anthropique.
6	26.61	Pas de pluies durant les mesures et le jour d'avant. Station située en lisière de maquis minier. Un amas de topsoil est situé en face de la station. Travaux en cours sur la SMLT mais non visibles. (forte activité). Valeurs moyennes élevées dues à la localisation du site et l'absence d'écran végétal (sol nu remanié).les pics importants s'expliquent par les activités qui ont lieu au niveau de la SMLT.

N°station	Moyenne	Remarques sur les résultats
7	57.28	Pas de pluies durant les mesures et le jour d'avant. Activités en cours sur SMLT. Trafic de pelles + Camions au niveau de la route d'accès. Un merlon sépare la station d'échantillonnage de la route. Une "foret" se trouve en arrière de la station (arbres de 3 m de haut).La station est très exposée au passage des camions. Ce sont les valeurs enregistrées les plus élevées de toute la campagne de mesure. La valeur moyenne est à 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cette valeur élevée s'explique par la topologie du site et sa localisation (sol nu remanié en bordure de piste fréquentée et en face d'un monticule de terre ou les activités sont réalisées). Il existe une forte corrélation entre les pics de poussière observés et le passage de véhicules et camion benne 40 tonnes.
8	9.55	Temps menaçant, les pistes sont mouillées (peu d'envol) il a plu durant la nuit. Les mesures sont stoppées à 47 min pour cause de pluie. Moyenne à 9,55. Peu de variations de concentration mesurée de PM10 malgré des passages de véhicules sur la route CR10. Cela s'explique par le fait que les routes sont bien humides, l'envol des poussières n'est donc pas favorisé. En fin de mesure, les pluies sont de plus en plus fortes; les valeurs de fin ne sont donc pas à prendre en compte.
9	12.33	Pas de pluies durant les mesures et le jour d'avant. Site localisé à proximité de la route reliant la pépinière au reste du site de Goro. La valeur moyenne est plus élevée que sur les autres sites (hors station 6 et 7) avec deux pics de 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les annotations terrain montrent que ces pics sont consécutifs à des passages de camion benne plein de terre.

N°station	Moyenne	Remarques sur les résultats
10	6.57	Pas de pluies durant les mesures et le jour d'avant. Site situé en hauteur, sur la ligne de crête séparant les vallées KO4 et KO5. Valeurs oscillant autour d'une moyenne de 6 constituée de nombreux petits pics. Ces pics de concentration de faible amplitude sont probablement caractéristiques des activités de mobilisation du topsoil ayant lieu au niveau de la SMLT.
11	7.85	Valeurs oscillant de 4 à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Station de mesure en bordure de route, en face de la pépinière. Sur les 60 min de mesure, 6 véhicules sont passés sur cette route. Pas de pic distinct lors de leur passage comme on aurait pu s'y attendre.
12	1.08	Pas de pluie au cours de la mesure ni les jours d'avant. Vent faible site en montée de colline dans KO4 passage régulier de véhicules sur CR10. Les mesures ont été prises à de multiples reprises du fait de problèmes de calibration Une calibration au zéro absolu a permis d'obtenir des valeurs. Malgré tout, certaines valeurs affichées sont négatives. Seule la tendance peut donc être interprétée sur cette station. Son positionnement en montée de versant dans du maquis minier de hauteur modérée (1m à 2m) en entrée du BV KO4 font que les valeurs sont relativement continues avec des petits pics plutôt lissés qui retranscrivent le passage des véhicules sur la CR10 (de manière très atténuée).

Les deux stations présentant les valeurs moyennes les plus fortes sont les stations 6 et 7 se trouvant respectivement sur la route de chantier SM1 (soumises aux va-et-vient des camions chargés en terres) et la zone d'activité SMLT (mobilisation de topsoil et mouvements de terres par les engins de chantier).

Le schéma ci-dessous résume le classement des différentes stations d'échantillonnage rangées par ordre croissant en fonction de la valeur moyenne de poussières mesurée.

Stations soumises aux trafics importants
camions et mouvements de terre

Station éloignées des activités industrielles

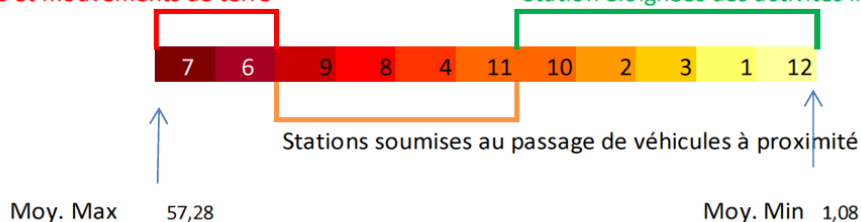


Figure 40. Classement des stations d'échantillonnage

Les résultats des mesures montrent logiquement que les stations les plus éloignées des activités industrielles et du trafic routier présentent les valeurs moyennes les plus faibles en termes de concentration en PM-10.

3.8. SOURCE LUMINEUSE

Un recensement des sources lumineuses a été réalisé en 2012 sur l'ensemble des installations de VNC, afin de dénombrer les sources de lumière et les types d'ampoules. Sur les 6 150 lumières extérieures recensées sur l'ensemble du site de VNC, 85 l'ont été sur le site de la mine (grands projecteurs et tours lumineuses).

La zone de projet est encaissée aussi elle est faiblement influencée par les éclairages de l'usine, seule source située à proximité.

La zone Wagner en revanche, située à proximité de l'usine et de la base vie est éclairée.

4 MILIEU NATUREL

 Carte 4.15 Carte des enjeux pour le milieu naturel terrestre

4.1. CONTEXTE DE LA BIODIVERSITE CALEDONIENNE

4.1.1. La Nouvelle-Calédonie

4.1.1.1. Milieu terrestre

La Nouvelle-Calédonie est un fragment de la marge orientale du continent du Gondwana qui a subi des phénomènes de submersions au cours du Paléocène et de l'Eocène ainsi qu'un phénomène de surrection au cours du Pliocène se poursuivant actuellement. De par cet historique géologique mouvementé, la Nouvelle-Calédonie possède un substrat composé d'affleurement de roches ultrabasiques issues du plancher sous-marin riche en divers métaux (nickel, cobalt, manganèse, chrome, fer – Pelletier, 2007). La vie terrestre ayant disparu pendant la période de submersion, la diversité des espèces de faune et de flore terrestre résulte d'une dispersion à longue distance géographique depuis des millions d'années (Wulff, 2012).

La nature géochimique du sol, la submersion de l'île, et sa localisation géographique isolée ont favorisé le développement d'espèces animales et végétales endémiques. À titre d'exemple, il a été dénombré pas moins de 3 371 espèces indigènes⁵ végétales vasculaires avec un taux d'endémisme de 74 % (Morat *et al.*, 2010) ; 86 espèces de lézards avec un taux d'endémisme de 83,6 % (Godé, 2010), 214 espèces de mollusques avec un taux d'endémisme de 80 % (Godé, 2010).

Afin de classer les zones d'intérêt biologique et de prioriser leur conservation à l'échelle mondiale, le biologiste Norman Myers a introduit le concept de « point chaud » (hot-spot) de la diversité biologique (Myers, 1988). Le classement des hot-spots est basé sur trois critères : la richesse de ces régions en nombre d'espèces, leur superficie et les menaces que les activités humaines font peser sur l'intégrité de leur biodiversité. La Nouvelle-Calédonie fait partie des 34 zones prioritaires « hot spots » de biodiversité sur terre (Myers *et al.*, 2000).

Le caractère endémique de la faune et de la flore néocalédonienne se révèle encore plus élevé dans les zones à substrats ultramafiques, avec un taux d'endémisme de 80 % et des zones de micro-endémisme (Jaffré, 2003 ; Gargominy, 2003). Les espèces micro-endémiques sont des espèces endémiques situées dans un biotope réduit comme une vallée, le bord d'une rivière ou le sommet d'une colline.

⁵ Une espèce est définie comme indigène à une région donnée si sa présence dans cette région est le résultat de processus naturels, sans que l'homme en soit la cause (sans que l'homme l'ait introduite).

Une espèce indigène n'est pas nécessairement endémique. L'endémisme caractérise la présence naturelle d'un groupe biologique exclusivement dans une région géographique délimitée.

4.1.1.2. Milieu marin

La Grande-Terre de la Nouvelle-Calédonie est entourée par une barrière récifale d'environ 1 600 km de long. Cette barrière délimite le lagon des grands fonds marins. Le lagon calédonien s'étend sur plus de 20 000 km² et est le plus grand lagon du monde (Chazeau et al., 1994). Depuis juillet 2008, des zones du lagon calédonien sont inscrites sur la liste du patrimoine mondial de l'humanité de l'UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization). On retrouve dans le lagon différents écosystèmes, notamment les récifs algo-coralliens, les herbiers, les îlots (site internet de l'Observatoire de l'Environnement de la Nouvelle-Calédonie, Oeil.nc).



Source : Initiative française pour les récifs coralliens – Ifreco

Figure 41. Zones inscrites au patrimoine mondial de l'UNESCO

La Nouvelle-Calédonie est située au sud-est de la zone mondiale marine dite « le triangle d'or de la biodiversité marine » qui va des Philippines, à l'Indonésie et jusqu'au nord-est de l'Australie. La diversité spécifique en eaux peu profondes y est très riche. Plus de 60 genres de coraux sont présents dans ce triangle d'or (contre seulement une trentaine en Polynésie et une vingtaine aux Caraïbes) et environ 450 espèces de coraux durs à zooxanthelles (*Scléractiniaires*) qui forment les habitats des autres populations inféodées ou affiliées aux récifs coralliens.

Les groupes majeurs de vertébrés sont les mammifères emblématiques (baleines, dauphins et dugongs avec 25 espèces). Les reptiles marins (19 espèces) et plus de 1 695 espèces de poissons dans le lagon calédonien (Payri & Richer De Forges, 2007), 1 842 espèces d'Arthropodes et 2 151 mollusques ont été inventoriés. Ces chiffres évoluent en permanence, notamment avec les missions actuelles sur la « Cote oubliée » et le suivi des zones inscrites à l'UNESCO.

4.1.2. Le Grand Sud

4.1.2.1. Présentation générale

La zone de référence du Grand Sud (66 992 ha) s'étend au sud d'une ligne allant du Mont-Dore à Yaté. À l'échelle régionale, cette zone de référence est composée de maquis, forêts, zones humides, végétations littorales, milieux aquatiques (creeks, dolines et lacs) et de zones anthropisées.

La cartographie des groupements végétaux selon la typologie établie par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) a été réalisée successivement par :

- L'IRD (2003) pour les groupements végétaux situés à une altitude inférieure à 500 m ;
- BlueCham (2006-2012), à partir des photos satellites.

Cette analyse cartographique des formations végétales du Grand Sud a été utilisée comme base pour la rédaction de l'état initial ainsi que pour l'évaluation des impacts.

Le tableau suivant présente la répartition des formations végétales dans le Grand Sud, telle que définie par l'IRD en 2003.

Tableau 31. Distribution des groupements végétaux identifiés dans la région de référence du Grand Sud

Écosystème	Surface (ha)	Surface (%)
Forêt	5 929	8,85
Maquis	52 160	77,86
Relique forêt/maquis	3 966	5,92
Maquis des zones humides	9 430	14,08
Maquis arbustif à paraforestier	4 118	6,15
Maquis ligno-herbacés bien drainés	21 457	32,03
Maquis ouvert à dense dominé par <i>Gysmnostoma deplancheanum</i>	10 006	14,94
Maquis sur gabbro	2 899	4,33
Maquis sur serpentinites	161	0,24
Savanes à niaouli	123	0,18
Végétation ripicole et du littoral	1 890	2,82
Végétation littorale	600	0,90
Zones humides	1 290	1,93
Total formations végétales région Grand Sud	59 979	89,53
Milieux aquatiques et zones anthropisées	7 013	10,47
Total superficie région de référence du Grand Sud	66 992	100,00

Source : IRD, 2003

Sur les 66 992 ha, emprise totale de la zone de référence du Grand Sud, il faut retirer les zones déjà dénudées (anthropisées) qui représentent 7 003 ha et les dolines (milieu aquatique 10 ha). La zone du Grand Sud est constituée de 59 979 ha (arrondis à 60 000 ha) de formations végétales. Les trois grands types de formations végétales sont les suivantes :

▪ **Les forêts**

La proportion globale de forêts résiduelles dans le Grand Sud est faible (9 %) et bien inférieure à sa représentation à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, voisine de 20 %.

Les forêts constituent un ensemble dont la composition floristique varie en fonction de la situation topographique, de la pluviométrie, de la nature du sol et du degré de secondarisation, amenant à distinguer de nombreuses catégories ou faciès. La localisation spécifique (littorale, rivulaire) ou la présence de certaines espèces d'arbres qui génèrent une strate arborescente quasi mono-spécifique, telles que le chêne gomme (*Arillastrum gummiferum*) et *Gymnostoma deplancheanum* ou à port remarquable comme le kaori (*Agathis lanceolata*) sont utilisées pour différencier des faciès particuliers représentatifs de certains stades de maquis et de forêts sur terrains miniers.

Les forêts humides abritent de nombreuses espèces animales dont des espèces animales emblématiques telles que le Cagou et la roussette (Oeil.nc).

▪ **Les maquis**

Les maquis constituent 52 160 ha de la zone du Grand Sud et ils sont la formation majoritaire qui représente 87 % des formations végétales du Grand Sud.

La zone du Grand Sud, bien que largement dégradée par les feux répétés et les phénomènes d'érosion, possède une flore d'une grande richesse. Au total, 547 espèces ont été signalées dans les maquis de basse altitude de la zone du Grand Sud avec un taux d'endémicité de 90 %.

Du point de vue faunistique, le maquis minier abrite essentiellement des insectes et des reptiles. Quelques oiseaux sont également typiques du maquis minier. L'avifaune des forêts environnantes le fréquente également (Oeil.nc).

▪ **Les formations ripicoles et littorales**

Les formations ripicoles et littorales représentent 3 % des formations végétales du Grand Sud.

L'extrême sud est la plus grande zone d'eau douce du territoire, avec deux lacs, de nombreux étangs et dolines et des zones de marais. Les Lacs du Grand Sud sont d'ailleurs inscrits à la convention RAMSAR (traité international sur la conservation et la gestion durable des zones humides). Les formations ripicoles abritent de nombreuses espèces végétales et endémiques et micro-endémiques.

Les mangroves, formations végétales littorales d'intérêt écologique, sont peu présentes au niveau des estuaires et de la frange littorale du Grand Sud.

4.1.2.2. *Ses aires protégées*

 *Carte 4.1 : Aires protégées à proximité de la zone de projet*

La protection de la faune et de la flore au sein des parcs et des réserves terrestres est l'une des priorités de la province Sud. Les aires protégées du Grand Sud sont les suivantes :

- Les Lacs du Grand Sud – Convention RAMSAR ;
- Patrimoine terrestre : les réserves naturelles de la Forêt cachée, du Barrage de Yaté, du Pic du Pin, de la Chute de la Madeleine, de la Fausse

Yaté, du Pic du Grand Kaori, de la Forêt Nord, de l'Illet Casy et du Cap N'Dua ;

- Patrimoine marin : le parc du Grand Lagon Sud intégrant la réserve naturelle intégrale Yves Merlet ainsi que la réserve naturelle de l'Aiguille de Prony ;
- Patrimoine mondial de l'UNESCO.

Les aires protégées présentes dans l'aire d'influence du projet ou en périphérie immédiate sont les suivantes :

- la réserve naturelle de la Forêt Nord limitrophe au sud de la zone d'emprise du projet ;
- la réserve naturelle du Pic du Grand Kaori à 700 m environ (au plus proche) au nord-ouest de la zone d'emprise du projet ;
- la réserve naturelle du Cap N'Dua, à environ 6 km au sud de la zone d'emprise du projet.

La zone d'emprise du projet est également située à proximité de la zone classée RAMSAR, sur la Plaine des Lacs (à environ 700 m de la ligne de crête du bassin-versant le plus proche).

La zone d'emprise du projet est également proche du parc provincial du Grand Lagon Sud, classé au patrimoine mondial de l'UNESCO et situé à environ 4 km (au plus proche) au sud.

4.1.2.3. *Espèces menacées d'extinction*

▪ **Pressions**

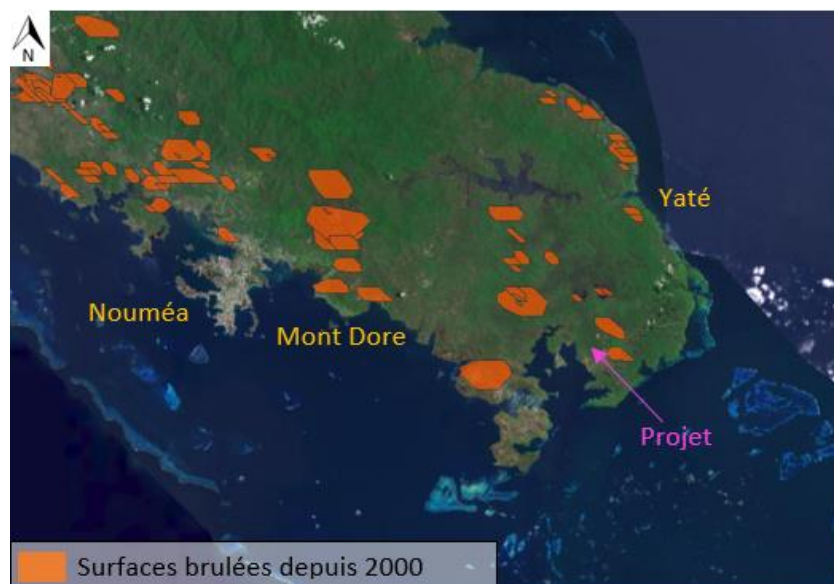
Les pressions impliquées dans les extinctions d'espèces animales et végétales à l'échelle du Grand Sud calédonien sont les suivantes (Œil.nc) :

- Les introductions d'espèces exogènes ;
- Les incendies ;
- Les exploitations minières et les industries ;
- Les pressions physiques (ex : artificialisation des sols, érosion).

Devant l'importance de l'endémisme des milieux qui abritent la faune et la flore du Grand Sud calédonien, les espèces animales ou végétales introduites représentent une pression majeure sur les habitats. Ces espèces introduites peuvent s'implanter de manière durable en entrant en compétition avec les espèces indigènes et/ou endémiques et occuper leurs niches écologiques. Les cas les plus généralement cités et présents dans le Grand Sud sont :

- Le cerf rusa, la fourmi électrique, les rongeurs, les chats sauvages, le bulbul à ventre rouge pour les mammifères, oiseaux et insectes ;
- La rouille des myrtacées pour les parasites ;
- Les acanthasters pour la faune marine.

Le Grand Sud a été le siège de nombreux feux depuis les années 2000. Les incendies représentent une perte nette de biodiversité à l'endroit de leur passage. Le maquis minier, représentant 78 % des formations végétales, est particulièrement vulnérable face à cette pression.



Source : oeil.nc

Figure 42. Surfaces brûlées dans le Grand Sud depuis 2000

Les mines et industries modifient les habitats tant en phase de construction qu'en phase d'exploitation. Les émissions de ces exploitations dans l'air, dans l'eau et dans le sol sont des sources de perturbation des habitats.

Les pressions physiques s'exercent sur le biotope de l'écosystème et donc sur les espèces. Les pressions physiques sont de différentes origines : il y a par exemple l'artificialisation des milieux, l'érosion ou encore l'amiante environnementale.

▪ **Espèces menacées du Grand Sud**

Dans le sud calédonien, un nombre important d'espèces végétales et animales est identifié comme rares et/ou menacées et bénéficie d'un régime de protection au niveau calédonien et/ou au niveau international. L'établissement du statut de menace et de protection des espèces doit intégrer les classifications suivantes :

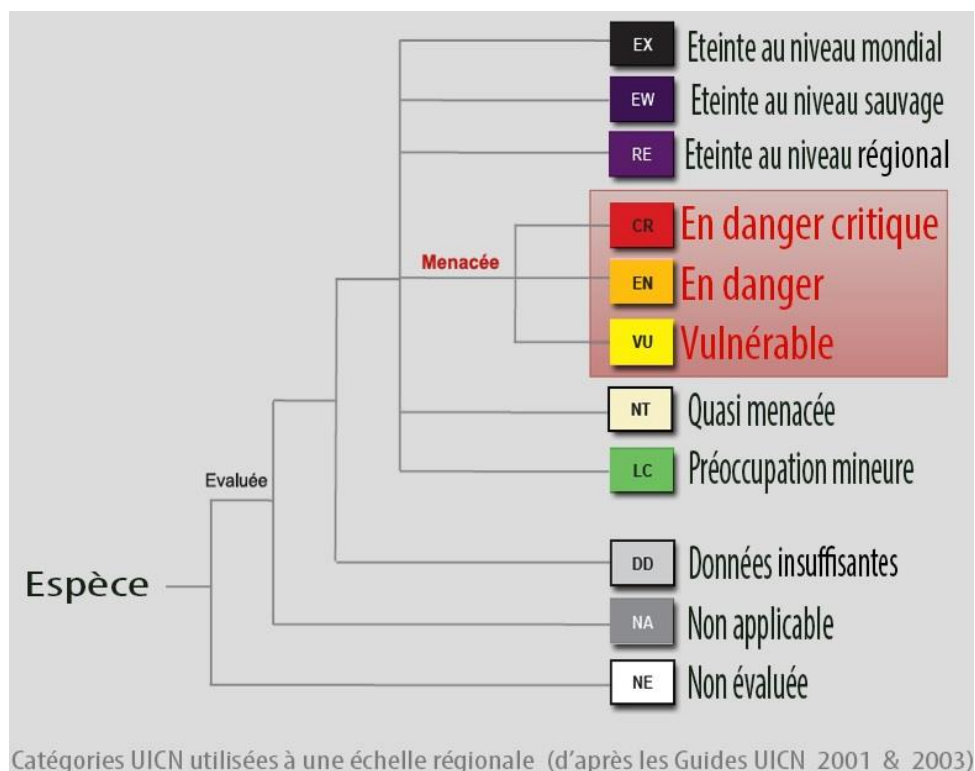
- En Nouvelle-Calédonie

La province Sud a publié, consultable dans son code de l'environnement une liste des espèces animales ou végétales protégées et régulièrement mise à jour.

- Au niveau international

La Convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et flore menacées d'extinction (CITES) produit une liste d'espèces protégées et énumère 147 espèces végétales en Nouvelle-Calédonie susceptibles d'être menacées d'extinction et dont le commerce international est interdit et potentiellement sanctionné.

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) propose une Liste rouge des espèces menacées, régulièrement mise à jour à l'aide d'un réseau mondial d'experts. Cette liste utilise une classification selon plusieurs niveaux de menace jusqu'à l'extinction avérée. Le statut des espèces selon les critères de référence établis par l'UICN est présenté dans la figure ci-dessous.



Source : UICN

Figure 43. Classification des espèces

Les listes rouges de l'UICN citées dans ce document sont celles de 1994, 2006 et la dernière, révisée en 2015 (version 2015.3).

Compte tenu de l'existence de familles taxonomiques non complètement décrites (*Rubiaceae*, *Araliaceae*, *Myrsinaceae*) et de familles en cours de révision (*Myrtaceae*, *Sapotaceae*) en Nouvelle-Calédonie, le statut UICN des espèces existantes au niveau du Grand Sud est basé sur les critères publiés par Morat *et al.* (1986, 1994), Jaffre *et al.* (1998). Il est à noter que certaines espèces sont listées par l'UICN avec un statut de rareté, mais qu'elles n'apparaissent pas dans le code de l'environnement de la province Sud, et inversement.

Le tableau ci-dessous rend compte, toutes formations confondues, de la présence de 57 espèces rares ou menacées dans la zone du Grand Sud dont 12 espèces gravement menacées d'extinction et 13 espèces en danger d'extinction sur la base des études réalisées par l'IRD en 2003-2004 et en se basant sur la liste rouge UICN des espèces végétales menacées de 1994 (Source : Demande d'Autorisation d'Exploitation Minière (DAEM), volet B, chapitre 6.3).

Tableau 32. Nombre d'espèces rares inventoriées dans la zone du Grand Sud selon la liste rouge de l'UICN, 1994

Ecotype	Nombre d'espèces selon catégories UICN (1)				Total espèces rares ou menacées
	CR	EN	VU	LRcd	
Forêt à chênes gomme	1	3	3	1	8
Forêt sur éboulis péridotitiques et forêts rivulaires	1	3	3	0	7
Forêt dominée par <i>Agathis lanceolata</i>	0	1	1	1	3
Forêt littorale sur éboulis	0	0	0	0	0
Forêt de piémont sur sol colluvial (Forêt Nord)	2	0	0	2	4
Total forêts	3	3	4	3	13
Maquis ligno-herbacé sur sol à hydromorphie permanente	5	3	7	0	15
Maquis ligno-herbacé sur sol à hydromorphie temporaire	2	3	9	0	14
Maquis paraforestier à <i>Gymnostoma deplancheanum</i> sur sol induré	2	4	10	1	17
Maquis paraforestier à <i>Arillastrum gummiferum</i>	1	1	5	0	7
Maquis ligno-herbacé des pentes érodées	0	0	1	0	1
Maquis ligno-herbacé de bas de pentes et de piémonts	0	1	2	1	4
Maquis ouvert sur sol cuirassé	1	1	5	0	7
Maquis semi-ouvert à dense dominé par <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	3	2	8	1	14
Groupe sur gabbros	0	0	1	0	1
Maquis sur serpentinites	0	0	0	0	0
Maquis préforestier à <i>Metrosideros nitida</i>	0	0	0	0	0
Total maquis	9	10	24	1	44

(1) Catégories UICN : NE non évalué, CR gravement menacé d'extinction, EN menacé d'extinction, VU vulnérable, LRcd menace réduite au sein de la zone protégée, LR faible risque

Source : IRD 2003-2004

4.1.3. Habitats dans la zone d'étude élargie

4.1.3.1. Recensement des formations floristiques et de la faune associée

■ Formations végétales de la zone d'étude élargie

 Carte 2.3 : Aires d'étude du milieu naturel

 Carte 4.2 : Formations végétales sur l'aire d'étude élargie

Les formations végétales recensées au niveau de la zone d'étude élargie sont représentées sur la **Carte 4.2**. Leurs surfaces et leurs répartitions sont reprises dans le tableau suivant.

Tableau 33. Répartition des formations floristiques sur l'aire d'étude élargie

Formations végétales	Aire d'étude élargie (sans les zones d'autorisations de défrichement)	
	Surface en ha	%
Doline	1,28	0,13
Creeks	3,98	0,42
Total Milieu aquatique	5,26	0,55
Forêt a <i>Arillastrum gummiferum</i>	2,97	0,31

Formations végétales	Aire d'étude élargie (sans les zones d'autorisations de défrichement)	
	Surface en ha	%
Forêt dominée par <i>Agathis lanceolata</i>	1,72	0,18
Forêt sur éboulis péridotitiques et forêt rivulaire	23,70	2,47
Total Forêt	28,39	2,96
Maquis arbustif ouvert sur sol ferralitique cuirassé	52,99	5,53
Maquis arbustif semi-ouvert sur sol ferralitique cuirassé ou gravillonnaire	4,58	0,48
Maquis dense sur sol ferralitique cuirassé ou gravillonnaire	60,77	6,34
Maquis des plaines hydromorphes	17,00	1,77
Maquis des sols à hydromorphie temporaire	167,94	17,53
Maquis ligno-herbacé de bas de pente ou de piémont	65,92	6,88
Maquis ligno-herbacé dense	54,32	5,67
Maquis ligno-herbacé des pentes érodées	117,87	12,30
Maquis paraforestier a <i>Arillastrum gummiferum</i>	5,99	0,62
Maquis paraforestier a <i>Gymnostoma deplancheanum</i>	19,77	2,06
Maquis paraforestier sur colluvions	2,37	0,25
Total Maquis	569,50	59,43
Lacs*	37,97	3,96
Sols nus, zones dégradées	70,90	7,40
Zones anthropisées	246,24	25,70
Autres	0,01	0,00
Total Autres	317,14	33,10
Total	958,26	100,00

* La formation « Lacs » correspond en réalité au contenu liquide de l'aire de stockage des résidus.

Deux types de formations végétales sont présents au niveau de la zone d'étude élargie :

Les forêts (3 %)

Les patches de forêt représentent une superficie de 28,4 ha. Les espèces y sont distribuées selon leurs affinités écologiques et forment ainsi différents faciès. Les formations les plus riches sont aussi celles qui se développent sans discontinuité des replats alluvionnaires aux fortes pentes du haut versant. Les formations les plus réduites en surface ne présentent plus actuellement qu'une partie de leurs faciès originels, qui sont d'ailleurs bien souvent fortement perturbés (source : DAEM, volet B, chapitre 6.4).

Au niveau de la zone d'étude élargie, les zones les plus riches sont les zones de forêt de la Forêt Nord (réserve naturelle) et de la Forêt S2, constituées essentiellement de forêts sur éboulis péridotitiques, de forêts rivulaires, et de forêts dominées par *Agathis lanceolata* (Kaori du sud).

Les maquis miniers (59 %)

Les maquis constituent la majorité des formations végétales représentées dans la zone d'étude élargie (représente 569,5 ha). Dans la zone d'influence du projet Lucy, sont distingués :

- Les maquis ligno-herbacés : composés d'une strate herbacée cyperacéenne très développée et d'une strate ligneuse plus ou moins dense et continue ;
- Les maquis arbustifs ouverts à semi-ouverts, possédant une strate arborescente quasi absente et une strate arbustive lâche laissant de nombreuses zones nues de sols cuirassés. La strate herbacée est quasiment absente ;
- Les maquis arbustifs denses, composés d'une strate arborescente basse et pauvre en espèces et d'une strate arbustive majoritaire en termes de recouvrement ;
- Les maquis hydromorphes qui se développent sur des dolines recouvertes de colluvions et sur des lignes de drainage alimentées par des résurgences d'eau dans le sol de façon temporaire ou permanente sur les plateaux de cuirasse ;
- Les maquis paraforestiers, formations plus hautes avec une diversité floristique plus élevée par rapport au maquis dense, surtout au niveau de la strate arborescente.

▪ **Faune terrestre associée**

Les chiroptères (Institut Agronomique Néo-calédonien — IAC, 2015)

Les chiroptères sont les seuls mammifères indigènes présents en Nouvelle-Calédonie. Ce groupe faunistique est composé des mégachiroptères (roussettes) qui consomment principalement des fruits, des fleurs et du nectar, et des microchiroptères (chauve-souris) insectivores.

Il existe neuf espèces de chiroptères recensées à ce jour en Nouvelle-Calédonie, dont six endémiques. Deux des neuf espèces (Cf. Livre III – Titre III – Art. 333-1 du code de l'environnement de la province Sud) sont des espèces protégées dans le cadre de l'exercice de la chasse (Cf. Art. 333-8 dudit code) : il s'agit de *Pteropus ornatus* et *Pteropus tonganus*. Les sept autres espèces (Cf. Livre II – Titre IV – Art. 240-1) disposent d'une protection stricte (Cf. Art. 240-3).

Parmi les mégachiroptères, il existe en Nouvelle-Calédonie deux genres possédant des espèces endémiques : *Pteropus* (trois espèces dont deux endémiques) et *Notopteris* (une espèce endémique). Parmi les microchiroptères, les genres *Miniopterus*, *Chalinolobus* et *Nyctophylus* possèdent chacun une espèce endémique à la Nouvelle-Calédonie. Au niveau de l'aire d'influence du projet, des écoutes nocturnes conduites par l'IAC ont permis de détecter la présence de microchiroptères en transit et/ou en activité de chasse.

Une étude sur la zone KO4 a été réalisée par l'IAC en mai 2015. D'après cette étude, seule l'espèce *Miniopterus robustior* ne se trouve pas avec certitude sur la zone KO4, l'aire de répartition de cette espèce étant limitée aux îles Loyauté Lifou et Maré.

Les espèces potentiellement présentes sur la zone KO4 sont les huit autres espèces de chiroptères peuplant la Nouvelle-Calédonie (sur neuf au total). Il s'agit de quatre espèces de microchiroptères et quatre espèces de mégachiroptères.

Les mollusques terrestres

En Nouvelle-Calédonie, plusieurs groupes d'invertébrés présentent un fort taux d'endémisme (60 à 100 %) et une grande diversité spécifique. Les mollusques terrestres sont représentés par 131 espèces de la classe des gastropodes. Deux genres d'escargots de la famille des Buliminidae, *Placostylus* et *Leucocharis*, existent dans le sud. De nombreuses grosses coquilles vides de l'espèce endémique *Placostylus fibratus* ont été identifiées à la lisière des formations paraforestières de la région de Goro. Cet escargot est classé comme « vulnérable » (VUA1cde) par l'UICN.

Le code de l'environnement de la province Sud protège deux genres de mollusques :

- *Placostylus* (toutes les espèces) ;
- *Leucocharis pancheri*. Cette espèce méconnue est probablement très menacée. Pour comparaison, les deux autres espèces endémiques *Leucocharis loyaltiensis* et *L. porphyrocheila* sont considérées comme disparues par l'UICN.

D'après une étude réalisée par l'IAC en mai 2015, les espèces susceptibles d'être présentes sur la zone KO4 sont des sous-espèces de la famille *Placostylus*, toutes classées vulnérables (« VU ») par l'UICN :

- *Placostylus fibratus souvillei* : cette sous-espèce est présente avec certitude sur la zone KO4. Elle est recensée dans les parties montagneuses du sud : Yaté, Prony, Plaine des Lacs, Rivière Bleue, Mont-Dore, Dumbéa ;
- *Placostylus fibratus fibratus* : sa présence est potentielle. Elle est recensée à l'île des Pins, l'île Ouen, la Baie des Pirogues, la Baie du Sud et Goro ;
- *Placostylus porphyrostomus porphyrostomus* : sa présence est potentielle. Elle est recensée à l'île des Pins, Nouméa, Boulouparis, Païta.

L'avifaune

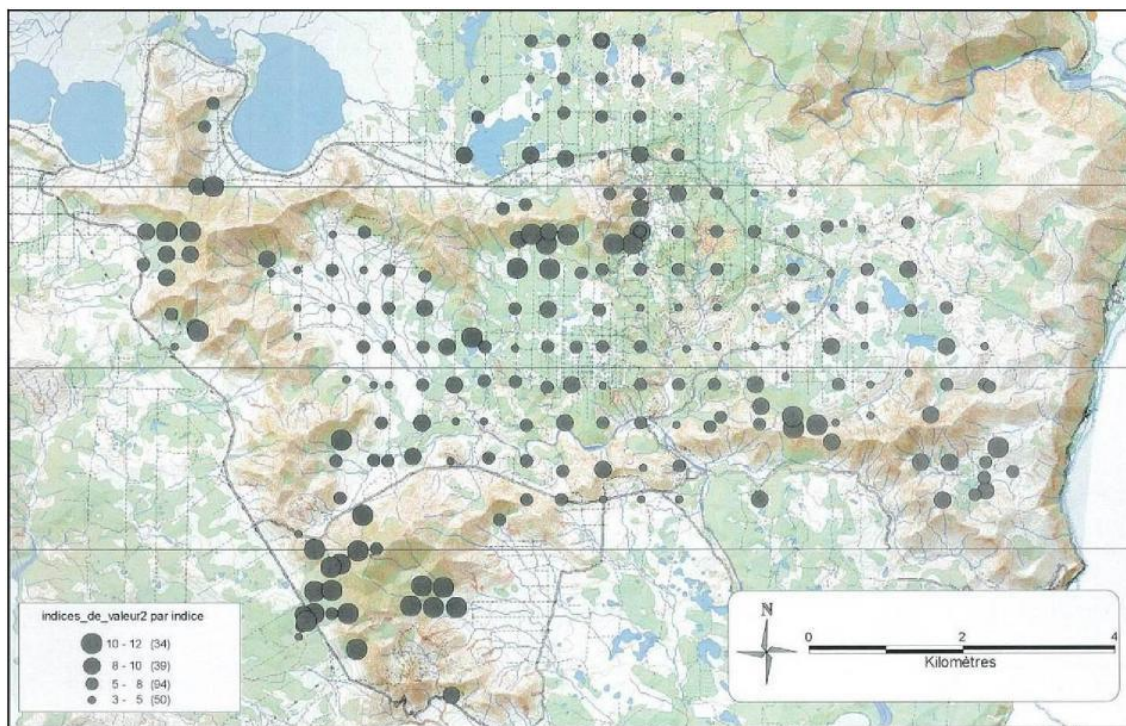
 Carte 4.3 : Points de contact des inventaires avifaune

 Carte 4.4 : Avifaune – Espèces d'intérêt patrimonial (Aire d'étude élargie)

Un inventaire de l'avifaune du plateau de Goro a été réalisé en 2003 (saison sèche) et en 2004 (saison humide) à la demande de VNC par l'IAC. Les prospections ont concerné les maquis et la forêt dense humide sempervirente. Les deux plans d'eau principaux de la plaine des Lacs (Lac en Huit, Grand Lac) ont également été inventoriés.

Le Plateau de Goro présente une richesse avifaunistique importante avec 32 espèces dont 12 endémiques. Le taux élevé d'endémisme (37,5 %) des espèces d'oiseaux rencontrées sur le plateau de Goro est révélateur d'un milieu intéressant par son originalité et sa biodiversité. Deux espèces sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud : l'Autour à ventre blanc (*Accipiter haplochrous*) et la Perruche à front rouge (*Cyanoramphus saisseti*).

Un indice synthétique de valeur patrimoniale a été déterminé pour chaque point d'écoute en fonction du nombre d'espèces contactées, du nombre d'individus contactés, du nombre d'espèces endémiques et du nombre d'espèces patrimoniales référencées par l'UICN. La figure ci-dessous présente les résultats de cette analyse.



Source : IAC, 2004

Figure 44. Répartition des points d'écoute en fonction de la valeur de l'indice patrimonial en saison sèche

Au niveau de la zone d'étude élargie, les seules espèces d'intérêt patrimonial contactées sont l'Autour à ventre blanc (Statut UICN = NT) et la Perruche à front rouge (statut UICN = NT).

L'herpétofaune

 Carte 4.5 : Localisations des relevés herpétofaunes

 Carte 4.6 : Herpétofaune – Espèces d'intérêt patrimonial (Aire d'étude élargie)

La Nouvelle-Calédonie possède une faune de reptiles riche et diversifiée composée de serpents et de lézards. Les serpents terrestres sont représentés par trois espèces dont leurs aires de répartition ne se situent pas au niveau du Grand Sud.

La faune endémique des lézards comprend deux familles, les gekkonidés (les geckos) et les scincidés (les scinques). 92 espèces de lézards sur les 115 espèces du territoire sont actuellement répertoriées dans le Grand Sud, la plupart sont endémiques et un nombre important reste à décrire.

Plusieurs études ont permis successivement d'établir l'état initial de populations de lézards au niveau du plateau de Goro entre 2003 et 2016. La diversité spécifique des lézards (scinques et geckos) inventoriés s'établit à 18 espèces répertoriées (dix scincidés et huit geckos). Huit espèces de geckos sont présentes à la fois dans des habitats de maquis et de forêt. Parmi elles, le gecko *Bavayia septuiclavis* est une espèce micro-endémique, limitée à l'extrême sud de l'île (Bauer & Sadlier, 2000).

À l'échelle du plateau de Goro, les habitats les plus riches en termes de nombre d'espèces (15 espèces) sont les habitats « forestiers » au sens large : comprenant la forêt fermée (13 espèces) et la forêt rivulaire (cinq espèces), la forêt à chêne gomme — *Arillastrum* (huit espèces), et les maquis paraforestiers (huit espèces). Pratiquement toutes les espèces de scincidés et de geckos répertoriées sur tous les sites de forêt fermée ont été également observées dans la Forêt Nord et trois espèces de geckos (*Bavayia geitaina*, *Bavayia robusta* et *Rhacodactylus leachianus*) n'ont été jusque-là observées que sur ces sites.

Le scincidé *Lacertoides pardalis* est inféodé aux crêtes de péridotites rocheuses du Grand Sud situées entre le bassin versant de la Kwé (ex : zone du Col de l'Antenne) et le bassin versant de la Rivière Bleue (Ross Sadlier pers comm.). Le gecko *Bavayia* (cf. *cyclura*), devenu *Bavayia goroensis*, a été observé sur deux sites uniquement, l'un en maquis arbustif, l'autre en maquis préforestier à proximité du projet VNC.

Au niveau de l'aire d'étude élargie, les espèces d'intérêt patrimonial suivantes ont été recensées :

- *Sigaloseps deplanchei* (Statut UICN = NT) ;
- *Nannoscincus marieri* (Statut UICN = VU) ;
- *Lacertoides pardalis* (Statut UICN = VU) ;
- *Caledoniscinus notialis* (Statut UICN = VU) ;
- *Bavayia septuiclavis* (Statut UICN = NT) ;
- *Simiscincus aurantiacus* (Statut UICN = VU) ;
- *Lioscincus tillieri* (Statut UICN = NT).

L'entomofaune

Les insectes ont été peu étudiés à l'échelle du Grand Sud. Un inventaire des insectes de quatre réserves naturelles du sud de la Nouvelle-Calédonie (Pic du Pin, Pic du Grand Kaori, Forêt Nord et Cap N'Dua) a été réalisé par le Museum of Queensland en décembre 2004 et janvier 2005. Un total de 1 456 espèces d'insectes a été trié lors de cette étude, représentant dix ordres et 166 familles.

La réserve naturelle du Pic du Grand Kaori abrite le plus grand nombre d'espèces intéressantes du point de vue écologique (45), suivie par la Forêt Nord (37) et le Pic du Pin (35). Le Cap N'Dua présente le plus faible nombre d'espèces intéressantes en raison, peut-être, d'après le Queensland Museum, de la présence forte de *Wasmannia auropunctata* (fourmi électrique).

La myrmécofaune est le groupe d'insectes le plus étudié. Elle constitue en effet un groupe clé de voûte dans les systèmes écologiques terrestres et un bon marqueur des habitats, utilisé en particulier comme indicateur dans le suivi de la réhabilitation de zones dégradées en milieu minier (source : DAEM, volet B, chapitre 6.5).

Une étude a été réalisée en 2003-2004 (source : DAEM, volet B, chapitre 6.5) par l'IRD dans la zone d'exploitation de VNC (plateau de Goro). La faune myrmécologique recensée présente un grand intérêt au plan de la taxonomie et de la biogéographie : l'endémisme spécifique est très élevé et le caractère archaïque de plusieurs genres (*Leptomyrmex*, *Discothyrea*, *Cerapachys*, etc.) en accroît l'intérêt scientifique et patrimonial. Un total de 66 espèces de fourmis, appartenant à 32 genres, a été recensé lors de l'étude de l'IRD. Les deux tiers de ces espèces sont endémiques (43 espèces, soit 65 %), 13 espèces (soit 20 %) sont natives et dix espèces sont introduites (15 %).

Les différences faunistiques entre les grands ensembles sont assez bien marquées, richesse et originalité faunistique allant croissant avec la complexité du milieu. Seuls les maquis paraforestiers, les formations préforestières et les forêts comptent plus de 13 espèces : tous les maquis ligno-herbacés et arbustifs, mais aussi deux des maquis paraforestiers, comptent de huit à 13 espèces.

Les amphibiens

Les amphibiens terrestres ne sont représentés dans le sud que par une seule espèce introduite de grenouille *Litoria aurea* (source : DAEM, volet B, chapitre 6.5). Elle provient d'Australie et vit dans de nombreux habitats situés à moins de 200 m d'altitude. Cette espèce est observée dans les dolines permanentes ou temporaires et les lacs (forme adulte ou têtards en grand nombre). Bien qu'inscrite sur la liste rouge de l'UICN, il s'agit d'une espèce exogène qui prolifère dans un milieu vacant d'amphibien indigène, en particulier dans le Grand Sud, et reste à ce titre à surveiller.

L'espèce envahissante *Chaunus marinus*, le crapaud buffle, détectée en Nouvelle-Calédonie depuis 2009 suite à une introduction accidentelle, fait l'objet d'un suivi préventif sur le plateau de Goro (Biodical, 2012), mais aucun individu ni aucune ponte n'a été détecté à ce jour.

Il n'a pas été réalisé d'inventaire spécifique des amphibiens sur la zone d'emprise du projet.

Faune et flore dulçaquicole associées

 Carte 4.7 : Espèces floristiques protégées ou d'intérêt patrimonial (Flore aquatique)

 Carte 4.8 : Carte des suivis hydrobiologiques

 Carte 4.9 : Répartition des macrocrustacés recensés dans l'aire d'étude du milieu dulçaquicole

 Carte 4.10 : Répartition des espèces de poissons recensées dans l'aire d'étude du milieu dulçaquicole

Le milieu dulçaquicole représente les rivières, creeks, étendues d'eau et dolines.

Ces milieux, tant du point de vue floristique que faunistique, ont généralement une faible biodiversité et un fort taux d'endémisme à l'échelle des îles et des archipels (A. P. Covich, 2006) en raison d'une bio zoogéographie récente (Darlington, 1957 ; Philippe Keith et al., 2011 ; Page et al., 2008).

Au niveau de l'aire d'influence élargie du projet et d'après les cartographies disponibles (IRD, BlueCham), ces milieux sont le plus souvent entourés de maquis hydromorphe-ligno herbacé. Les espèces d'intérêt écologique recensées (espèces protégées par le code de l'environnement et statut UICN) sont *Retrophyllum minus* et *Pandanus lacuum*.

Trois groupes faunistiques sont présents dans le milieu dulçaquicole : la faune ichthyenne, la faune carcinologique, la faune macrobenthique. La zone d'étude élargie est caractérisée par :

Faune ichthyenne

Cinq stations d'inventaire ou de suivi de la faune piscicole sont présentes (Cf. **Carte 4.10**), de l'amont vers l'aval :

1. KO4-10
2. KO4-20

3. KO4-50
4. KWO-10
5. KWO-20

Le tableau ci-dessous indique les espèces recensées dans ces stations.

Tableau 34. Espèces de poissons recensées sur la zone d'étude (en vert : espèce endémique/en rouge : espèce rare ou sensible)

Espèces recensées		Stations				
FAMILLE	Genre espèce	KO4-10	KO4-20	KO4-50	KWO-10	KWO-20
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla megastoma</i>					
	<i>Anguilla reinhardtii</i>					
	<i>Anguilla marmorata</i>					
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>					
	<i>Sicyopus chloe</i>					
KUHLIDAE	<i>Kuhlia rupestris</i>					
MUGILIDAE	<i>Cestraeus plicatilis</i>					
	<i>Cestraeus sp.</i>					

Les résultats des recensements effectués sur la zone d'étude indiquent une richesse spécifique de huit espèces au total sur les 26 présentes dans la Kwé, et de deux à six espèces par station. La richesse est plus élevée sur les stations en aval (KWO-10 et KWO-20).

Tableau 35. Statuts de protection des espèces de poissons recensées sur la zone d'étude

FAMILLE	Genre espèce	Statut IUCN	Code Environnement PS
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla megastoma</i>	Données insuffisantes (DD)	Protégée endémique
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	Non évalué (NE)	
	<i>Anguilla marmorata</i>	Préoccupation mineure (LC)	
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	Préoccupation mineure (LC)	
	<i>Sicyopus chloe</i>	Préoccupation mineure (LC)	
KUHLIDAE	<i>Kuhlia rupestris</i>	Préoccupation mineure (LC)	
MUGILIDAE	<i>Cestraeus plicatilis</i>	Données insuffisantes (DD)	
	<i>Cestraeus sp.</i>	Données insuffisantes (DD)	

Sur les huit espèces recensées sur la zone d'étude élargie du projet Lucy, quatre ont un statut UICN en préoccupation mineure, une est non évaluée, et trois présentent des données insuffisantes pour permettre de leur attribuer un statut de protection internationale.

En termes de protection locale, une espèce est protégée par le code de l'environnement de la province Sud, il s'agit du Gobiidae *Sicyopus Chloe* (ou *Similisicyopus chloe*).

Faune carcinologique

La faune carcinologique est échantillonnée aux mêmes stations que la faune ichthyenne (Cf. **Carte 4.9**).

Au total, sept taxa ont été recensés sur la zone d'étude élargie, sur les 14 présentes sur le bassin-versant de la Kwé. Trois espèces endémiques sont présentes, sur les cinq que compte la Kwé.

La communauté est dominée par *Macrobrachium aemulum*, de la famille des Palaemonidae, et par les *Paratya* (Atyidae). Les crevettes du genre *Paratya* sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud. Il est intéressant de noter que la majorité des espèces sont diadromes amphidromes. Selon leur stade de développement, elles peuvent être capturées en eau douce ou eau saumâtre.

Faune macrobenthique

L'échantillonnage des stations de la Kwé (Cf. **Carte 4.8**) montre que la richesse taxonomique varie entre cinq et 21 taxa par station, ce qui représente une richesse faible à moyenne.

Sur la zone d'étude sept taxa endémiques d'éphéméroptères sont présents : *Paraluma*, *Tenagophila*, *Lepeorus*, *Ounia*, *Tindea*, *Fasciamirus* et *Papposa*. Le taxon le plus abondant est le genre *Lepeorus*.

Dix taxa endémiques de Trichoptères ont été recensés sur la zone d'étude : Ecnomidae, Helicopsychidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Symphitoneuria, Oecetis, Triplectides, Philopotamidae, Polycentropodidae. Notons que nous parlons ici de « taxa » et non d'« espèces » (e.g. le nombre d'espèces d'helicopsychidae est de 29, donc le nombre d'espèces est beaucoup plus élevé que le nombre de taxa).

Concernant les mollusques, une espèce de la famille des Melanopsidae, a été recensée en 2011 sur la Kwé Ouest : *Melanopsis mariei*. Cette espèce est possiblement endémique à la Nouvelle-Calédonie mais des doutes subsistent quant à sa présence également au Vanuatu. Des individus d'Hydrobiidae ont également été collectés sur la Kwé Ouest. 54 espèces d'Hydrobiidae ont été décrites en Nouvelle-Calédonie, et 100 % des espèces d'Hydrobiidae sont endémiques à une région ou microendémiques, il y a donc une forte probabilité que les individus prélevés appartiennent tous à des nouvelles espèces endémiques.

L'endémisme est proche de 40 % chez les odonates, les hétéroptères et les coléoptères.

4.1.3.2. Formations fragiles et espèces rares

Les lambeaux de forêts humides à *Arillastrum gummiferum* et ceux des forêts humides sur éboulis sont considérés comme sensibles par les rapports de l'IRD produits suite aux inventaires floristiques sur le site des installations industrielles et minières de VNC.

Les forêts humides sont en régression dans le sud de la Nouvelle-Calédonie suite à une augmentation de la fréquence des incendies. La disparition des lambeaux de forêts dans le bassin de la Kwé réduirait le potentiel génétique des dernières formations forestières ainsi que leur aptitude à se reproduire et à se régénérer. Ceci pourrait entraîner la disparition de populations d'espèces forestières ainsi qu'une ressource économique renouvelable en essence forestière (*Arillastrum gummiferum*, *Montrouziera gabriellae*, *Agathis lanceolata*).

Les maquis paraforestiers à *Gymnostoma* et à *Arillastrum*, peuvent selon leur localisation, remplir des fonctions écologiques particulières (rôle de tampon, de réservoir de semences forestières, de corridor pour la faune ou encore la capacité d'évoluer vers des formations plus forestières). Ces derniers pourraient, si possible, être utilisés comme milieux de reconstitution des formations forestières.

Outre l'intérêt écologique des formations végétales humides et des formations rivulaires internationalement reconnu (zone RAMSAR), les maquis de zones humides

permanentes 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. Ceux-ci 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 (source : DAEM, volet B, chapitre 6.4). Cette aire restreinte se traduit par une flore composée d'espèces semi-aquatiques avec une répartition réduite, et qui pourrait subir des conséquences graves et irréversibles si une augmentation des perturbations des rivières advenait (source : DAEM, volet B, chapitre 6.4).

4.2. CARACTERISTIQUES FLORISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE RESTREINTE (LIMITE ICPE + 10 M)

 *Carte 4.2 : Formations végétales sur l'aire d'étude élargie*

 *Carte 4.11 : Espèces floristiques protégées ou d'intérêt patrimonial inventoriées dans la zone restreinte autour du projet (Flore terrestre)*

4.2.1. Recensement des formations végétales

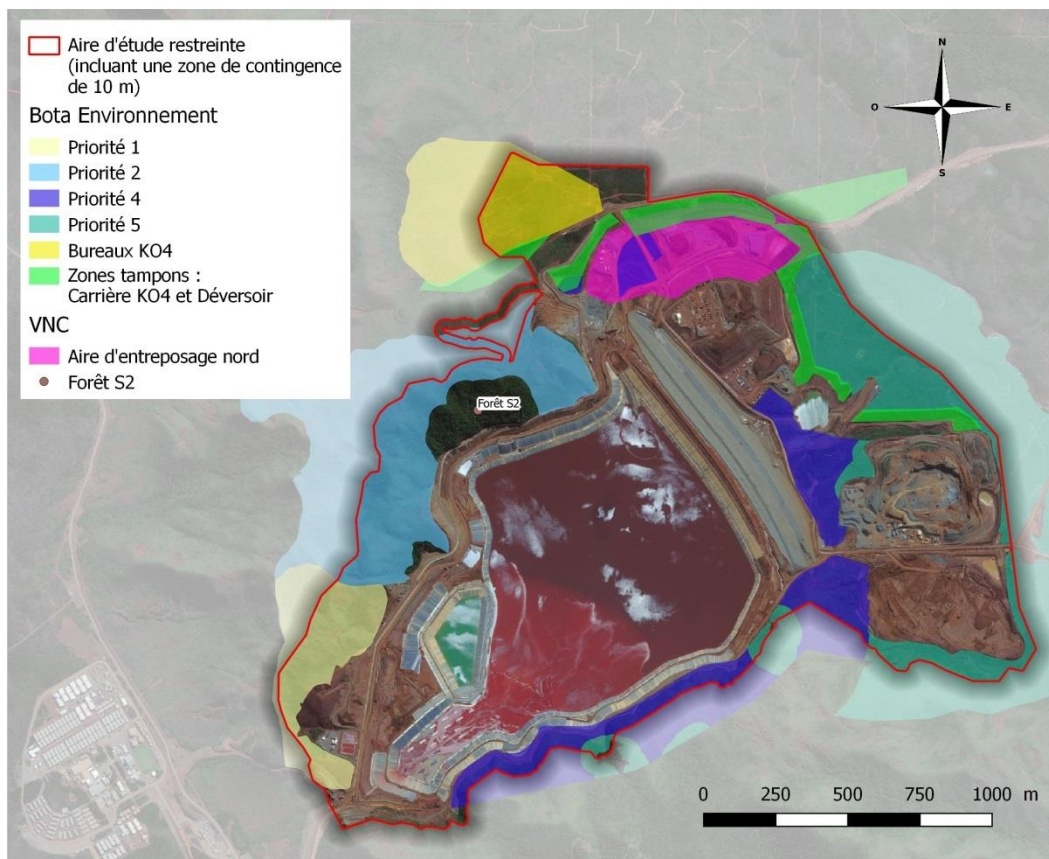
Plusieurs inventaires terrain ont été réalisés sur l'aire d'étude restreinte (Cf. **Carte 4.2** ; **Carte 4.11**) :

- Des inventaires ont été réalisés par Bota Environnement sur six zones dénommées « Priorité 1 », « Priorité 2 », « Priorité 4 », « Priorité 5 », « Bureaux KO4 » et « Zones tampons : Carrière KO4 et Déversoir » ;
- Deux inventaires ont été réalisés par VNC, l'un au sein de la Forêt S2 (située à l'intérieur de l'aire d'étude restreinte) et l'autre au sein de l'aire d'entreposage nord.

Les visites terrain de Bota Environnement sur les quatre zones « Priorité 1 », « Priorité 2 », « Priorité 4 » et « Priorité 5 » ont été réalisées de mai 2015 à février 2016. Les visites terrain de Bota Environnement sur les deux autres zones ont eu lieu en 2014 et en 2015. Le but de ces interventions était de permettre à VNC d'apprécier la richesse écologique et les enjeux de conservation qui se rapportent aux surfaces inventoriées (Bota Environnement, 2014 ; 2015 et 2016).

Les inventaires floristiques détaillés de la Forêt S2, ont été effectués en 2006 par VNC. Ces inventaires ont été réalisés suite à une demande de la Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC) pour « évaluer l'impact de l'aire de stockage des résidus sur la biodiversité végétale de la Forêt S2, en particulier sur les espèces rares inventoriées par l'IRD en 2004 » (VNC, 2006). L'inventaire au sein de l'aire d'entreposage nord a été réalisé en 2013 avec pour objectif de décrire les formations végétales présentes (VNC, 2013).

L'identification des zones inventoriées par Bota Environnement et VNC par rapport à l'aire d'étude restreinte est disponible sur la figure suivante.



Source du fond de carte : Image photosatellite transmise par VNC

Figure 45. Emprise des zones inventoriées par rapport à la zone du projet

La cartographie des milieux naturels sur l'emprise de l'aire d'étude du projet est disponible sur la **Carte 4.2**. Y sont représentées les formations végétales sur l'aire d'étude élargie, incluant a fortiori l'aire d'étude restreinte.

Le tableau suivant recense les différentes formations végétales sur l'aire d'étude restreinte, avec une distinction entre les surfaces des formations végétales se trouvant à l'intérieur des limites strictes du projet, et les surfaces des formations végétales dans la zone de contingence de 10 m.

Tableau 36. Formations végétales sur les zones concernées par l'aire d'étude restreinte

Formations végétales	Limite ICPE		Zone de contingence (Bande des 10 m uniquement)		Aire d'étude restreinte (sans les zones d'autorisations de défrichement)	
	Surface en ha	%	Surface en ha	%	Surface en ha	%
Creeks	0,59	0,19	0,05	0,55	0,64	0,20
Forêt à <i>Arillastrum gummiferum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Forêt dominée par <i>Agathis lanceolata</i>	1,14	0,36	0,19	1,97	1,33	0,41
Forêt sur éboulis peridotitiques et forêt rivulaire	3,30	1,05	0,34	3,45	3,64	1,12
Lacs	37,97	12,09	0,00	0,00	37,97	11,72

Formations végétales	Limite ICPE		Zone de contingence (Bande des 10 m uniquement)		Aire d'étude restreinte (sans les zones d'autorisations de défrichement)	
	Surface en ha	%	Surface en ha	%	Surface en ha	%
Maquis arbustif ouvert sur sol ferralitique cuirassé	9,55	3,04	0,38	3,87	9,93	3,07
Maquis arbustif semi-ouvert sur sol ferralitique cuirassé ou gravillonnaire	0,40	0,13	0,10	1,04	0,50	0,15
Maquis dense sur sol ferralitique cuirassé ou gravillonnaire	2,46	0,78	0,41	4,16	2,87	0,89
Maquis des plaines hydromorphes	3,08	0,98	0,16	1,65	3,24	1,00
Maquis des sols à hydromorphie temporaire	11,79	3,75	0,47	4,77	12,26	3,78
Maquis ligno-herbacé de bas de pente ou de piemont	7,31	2,33	1,19	12,08	8,50	2,62
Maquis ligno-herbacé dense	6,09	1,94	0,82	8,34	6,91	2,13
Maquis ligno-herbacé des pentes érodées	17,06	5,43	3,04	30,72	20,10	6,21
Maquis paraforestier à Gymnostoma deplancheanum	0,92	0,29	0,05	0,46	0,97	0,30
Maquis paraforestier sur colluvions	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sols nus, zones dégradées	9,70	3,09	1,17	11,83	10,87	3,36
Zones anthropisées	202,70	64,54	1,50	15,13	204,20	63,04
Total	314,07	100,00	9,87	100,00	323,93	100,00

Les superficies du tableau ci-dessus ont été déterminées en excluant les zones bénéficiant d'autorisations de défrichement (obtenues ou en cours d'obtention), comme les superficies du flanc sud de l'aire de stockage à résidus dont les défrichements ont été autorisés en 2015.

L'aire d'étude restreinte, d'une surface totale d'environ 324 ha, est composée :

- D'environ 70 ha de formations végétales diverses (hormis les formations grisées dans le tableau précédent), soit 21,7 % de la zone d'étude, dont les formations végétales les plus importantes sont les suivantes :
 - 11,0 % de maquis ligno-herbacés dont 6,2 % de maquis ligno-herbacé des pentes érodées ;
 - 4,8 % de maquis hydromorphes dont 3,8 % de maquis des sols à hydromorphie temporaire ;
 - 4,1 % de maquis arbustifs et maquis dense dont 3,1 % de maquis arbustif ouvert sur sol ferralitique.
 - 1,8 % de forêts et maquis paraforestiers
- À ces formations végétales s'ajoutent les formations suivantes observées sur l'ensemble de la zone d'étude, non concernées par les défrichements :
 - les sols nus et les zones anthropisées représentant environ 215 ha, soit 66 % de la zone d'emprise stricte du projet. Ils sont composés de pistes de prospection, de décrochement de substrat formant des ravines et des lavakas, ainsi que les zones de péridotites affleurantes ou de latérites indurées ;
 - les lacs et creeks représentant 39 ha soit 11,9 % de la zone d'emprise du projet. À noter que la formation dénommée « lacs »

dans le tableau précédent réfère au contenu liquide de l'aire de stockage à résidus.

Les formations de sols nus, zones anthropisées, lacs et creeks ne sont pas considérées en tant que surfaces à défricher.

La surface de défrichement dans la limite ICPE est estimée à 63,7 ha.

4.2.1.1. *Maquis ligno-herbacés*

Les maquis ligno-herbacés résultent des feux répétés qui ont sévi par le passé dans des formations plus évoluées. Ils sont caractérisés par une strate herbacée cypéracéenne, bien développée et couvrante, ponctuée d'une strate ligneuse buissonnante lâche. Trois types de maquis ligno-herbacés sont recensés sur l'aire d'étude restreinte :

- maquis ligno-herbacés des pentes érodées (6,2 % de la zone d'étude) ;
- maquis ligno-herbacés de bas de pente ou de piémont (2,6 % de la zone d'étude) ;
- maquis ligno-herbacés denses (2,1 % de la zone d'étude).

Ces trois maquis ligno-herbacés occupent environ 35,5 ha de l'aire d'étude restreinte.

Ces formations abritent une végétation secondaire constituée d'espèces communes sur la Grande-Terre. De ce fait, les maquis ligno-herbacés présentent **un enjeu de conservation faible**.

À noter tout de même que les maquis ligno-herbacés denses peuvent jouer le rôle de zone tampon lorsqu'ils sont en lisière de forêt (une zone tampon permettant entre autres de préserver les zones de cœur des forêts).



Crédit photo : Bota environnement, Priorité 4

Figure 46. de gauche à droite : Maquis ligno-herbacés de pentes érodées, Maquis ligno-herbacé de bas de pente ou de piémont, Maquis ligno-herbacé dense

4.2.1.2. *Maquis hydromorphes*

Ils se caractérisent par la présence d'eau dans le sol de façon temporaire ou permanente.

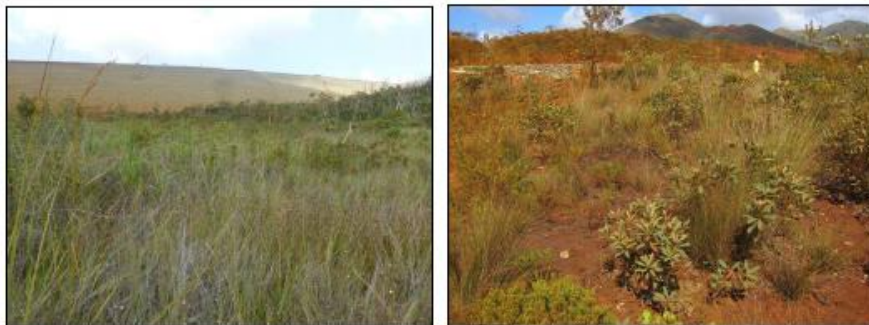
Deux types de maquis hydromorphes sont présents sur la zone d'étude :

- maquis des sols à hydromorphie temporaire (3,8 % de la zone d'étude) ;
- maquis des plaines hydromorphes (1,0 % de la zone d'étude).

Les maquis hydromorphes représentent environ une superficie de 15,5 ha. Ils se situent essentiellement au nord/nord-est du site d'étude (Cf. **Carte 4.2**).

Le maquis des plaines hydromorphes constitue un écosystème original à la végétation particulière qui ne se rencontre que dans l'extrême sud de la Grande-Terre (3,25 ha). Pour cette raison, **son enjeu de conservation est estimé modéré**.

En revanche, le maquis des sols à hydromorphie temporaire porte un **enjeu de conservation faible**. En effet, il porte une palette végétale se rapprochant du maquis ligno-herbacé, formation commune sur le Territoire. De plus, les nombreux travaux miniers à proximité du projet ont probablement perturbé le circuit des eaux de surface de ces maquis à hydromorphie temporaire.



Crédit photo : Bota environnement, Priorité 4

Figure 47. de gauche à droite : Maquis des plaines hydromorphes, Maquis à hydromorphie temporaire

4.2.1.3. *Maquis arbustifs et denses*

Ils sont caractérisés par une strate herbacée cypéracéenne quasiment inexistante et une strate ligneuse buissonnante plus ou moins dense, diversifiée, dont la hauteur maximum varie selon le type de maquis arbustif entre 1,5 et 3 m.

Trois types de maquis arbustifs sont recensés sur l'aire d'étude restreinte :

- maquis arbustif ouvert sur sol ferralitique cuirassé (3,1 % de la zone d'étude) ;
- maquis dense sur sol ferralitique cuirassé ou gravillonnaire (0,9 % de la zone d'étude) ;
- maquis arbustif semi-ouvert sur sol ferralitique cuirassé ou gravillonnaire (0,2 % de la zone d'étude).

Les maquis arbustifs et denses occupent environ 13,3 ha sur l'emprise du projet.

Ces maquis abritent une végétation secondaire constituée d'espèces communes sur la Grande-Terre. Pour cette raison, ces formations portent **un enjeu de conservation faible**.



Crédit photo : Bota environnement, Priorités 4 et 5.

Figure 48. de gauche à droite : Maquis arbustif semi-ouvert (P5), Maquis arbustif ouvert (P4)

4.2.1.4. Maquis paraforestiers

Ils sont caractérisés par une strate arborescente haute, atteignant 12 m maximum, plus riches en espèces et plus denses. Ils possèdent un panel d'espèces forestières en mélange avec des espèces de maquis. Une couche d'humus forestier tapisse le sol de ces formations.

Le maquis paraforestier à *Gymnostoma deplancheanum* (0,3 % de la zone d'étude) est le principal maquis paraforestiers recensé sur l'aire d'étude restreinte.

Le maquis paraforestier sur colluvions est présent dans la limite ICPE mais sur une très faible surface (0,2 m²).

Les maquis paraforestiers représentent 1,0 ha de l'emprise du projet, soit 0,3 % de l'aire d'étude restreinte.

À noter que le maquis paraforestier à *Arillastrum gummiferum*, bien que non présent dans les limites strictes du projet Lucy, se retrouve dans la zone de contingence (10 m autour des limites ICPE) avec un recensement d'une superficie de 27 m².

Les maquis paraforestiers participent à la reconstruction des forêts par les conditions idéales de germination qu'ils présentent (ombre – humidité – litière) permettant l'implantation des essences forestières et par le réservoir de semences qu'ils génèrent. Ils servent ainsi de zones refuges potentielles d'intérêt écologique pour les espèces forestières de la flore et de la faune des environs et de zones tampons autour des îlots forestiers.

Pour ces raisons, **l'enjeu de conservation des maquis paraforestiers est jugé modéré** s'ils sont localisés en lisière forestière ou si des espèces d'intérêt y ont été recensées. **Leur enjeu de conservation est estimé faible** si les patchs sont de petites tailles, isolés et n'entourent pas d'îlot forestier.

Ainsi, d'après la **Carte 4.11** recensant les espèces floristiques protégées ou d'intérêt patrimonial sur l'aire d'étude restreinte, il est à souligner que **les maquis paraforestiers à enjeu de conservation modéré se situent majoritairement sur le flanc nord de l'aire de stockage à résidus. Les autres patchs de maquis paraforestiers (sur le flanc sud notamment) sont estimés à enjeu de conservation faible.**



Crédit photo : Bota environnement, Priorités 2 et 5

Figure 49. de gauche à droite : Maquis paraforestier d'enjeu modéré (P5), Maquis paraforestier d'enjeu faible (P2)

4.2.1.5. Forêts

Deux types de forêts principaux sont à distinguer sur l'aire d'étude restreinte :

- forêt sur éboulis péridotitiques et forêt rivulaire (1,1 % de la zone d'étude) ;
- forêt dominée par *Agathis lanceolata* (0,4 % de la zone d'étude).

Les forêts représentent 5,0 ha du site d'étude (soit 1,5 % du site d'étude). Les formations de forêt dominée par *Agathis lanceolata* sont inventoriées principalement sur le flanc nord de l'aire de stockage à résidus. Des patches de forêts sur éboulis péridotitiques et de forêt rivulaire sont majoritairement recensés sur le flanc sud de l'aire de stockage à résidus, formation de forêt principale de la réserve de la Forêt Nord jouxtant l'aire d'étude restreinte au sud.

Il est à noter que les deux types de forêts rencontrés sur l'aire d'étude restreinte ont été principalement recensés dans les limites strictes du projet Lucy.

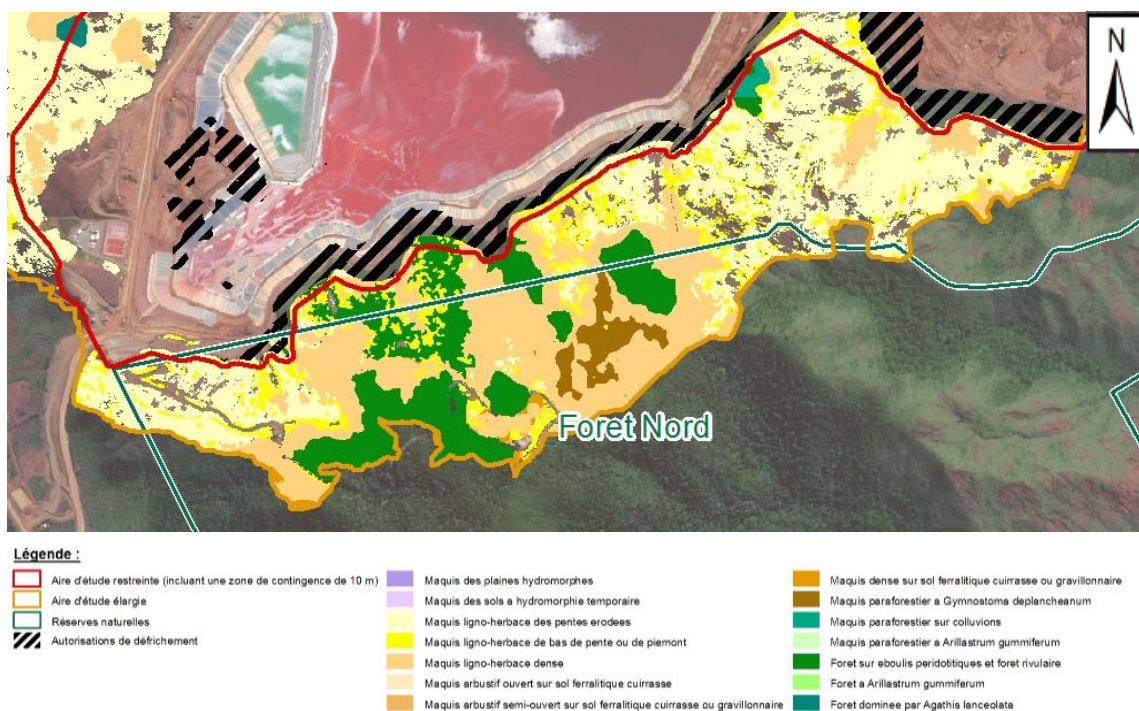


Figure 50. Extrait de la Carte 4.2 au niveau de la réserve de la Forêt Nord

Le projet empiète sur la réserve de la Forêt Nord mais la zone concernée est soit déjà anthropisée soit déjà autorisée au défrichement.

Les formations forestières jouent un rôle d'intérêt écologique fort notamment pour les espèces végétales et faunistiques. Elles continuent de subir les impacts associés à l'homme (pression humaine croissante sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, coupes de bois, feux, constructions, exploitation minière). Elles sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud.

L'enjeu de conservation des forêts recensées dans l'aire d'étude restreinte est estimé modéré.



Crédit photo : Bota environnement, Priorités 2 et 5

Figure 1 : de gauche à droite : Forêt dense humide (P2), Forêt dense humide à *Agathis lanceolata*

En conclusion, sur les 63,7 ha de la zone d'étude concernés par les défrichements, les formations végétales présentant un enjeu de conservation sont les suivantes :

- les maquis des plaines hydromorphes, dont **l'enjeu de conservation est modéré (3,1 ha)**,
- les maquis paraforestiers (situés principalement sur le flanc Nord du bassin KO2), dont **l'enjeu de conservation est modéré (0,9 ha)**,
- les forêts, dont **l'enjeu de conservation est modéré (4,4 ha)**.

4.2.2. Identification des espèces floristiques

Les espèces recensées d'être présentes sur l'aire d'étude restreinte (cf. Carte 4.11) sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 37. Récapitulatif des espèces recensées sur l'aire d'étude restreinte

Espèces	Statut PS	Statut UICN
<i>Bulbophyllum hexarhopalos</i>	x	
<i>Bulbophyllum ngoyense</i>	x	
<i>Cf. Anoectochilus imitans</i>	x	
<i>Dendrobium finetianum</i>	x	
<i>Dendrobium fractiflexum</i>	x	
<i>Dendrobium gracicaule</i>	x	
<i>Dendrobium ngoyense</i>	x	
<i>Dendrobium odontochilum</i>	x	
<i>Dendrobium steatoglossum</i>	x	
<i>Dendrobium verruciferum</i>	x	
<i>Dendrobium virotii</i>	x	
<i>Earina sp.</i>	x	

Espèces	Statut PS	Statut UICN
<i>Gmelina lignum-vitreum</i>	x	CR
<i>Liparis laxa</i>	x	
<i>Oberonia titania</i>	x	
<i>Pandanus cf. lacuum</i>	x	EN
<i>Pittosporum muricatum</i>	x	EN
<i>Retrophyllum minus</i>	x	EN
<i>Spathoglottis plicata</i>	x	
<i>Sphaeropteris albifrons</i>	x	
<i>Acianthus sp.</i>	x	
<i>Tristaniopsis reticulata</i>		VU
<i>Tristaniopsis macphersonii</i>		VU
<i>Agathis lanceolata</i>		VU
<i>Oxera macrocalyx</i>		VU
<i>Podonephelium gongrocarpum</i>		LC
<i>Diospyros macrocarpa</i>		LC
<i>Planchonella reticulata</i>		
<i>Medicosma leratii</i>		
<i>Rapanea ovicarpa</i>		
<i>Tricostularia guillauminii</i>		

31 espèces sont présentes sur l'aire d'étude restreinte, dont 21 sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud. Il s'agit de :

- quatre espèces non protégées par le code de l'environnement de la province Sud, et ne possédant pas de statut UICN : *Planchonella reticulata*, *Medicosma leratii*, *Rapanea ovicarpa* et *Tricostularia guillauminii* ;
- deux espèces classées « **préoccupation mineure** » sur la liste rouge de l'UICN mais non protégées par le code de l'environnement de la province Sud, *Diospyros macrocarpa* et *Podonephelium gongrocarpum* ;
- 16 Orchidaceae appartenant aux huit genres *Bulbophyllum*, *Dendrobium*, *Earina*, *Liparis*, *Oberonia*, *Spathoglottis*, *Anoectochilus* et *Acianthus*, toutes protégées par le code de l'environnement de la province Sud ;
- d'une espèce de fougère *Sphaeropteris albifrons*, protégée par le code de l'environnement de la province Sud ;
- quatre espèces classées « **vulnérable** » sur la liste rouge de l'UICN mais non protégée par le code de l'environnement, *Tristaniopsis reticulata*, *Tristaniopsis macphersonii*, *Agathis lanceolata* et *Oxera macrocalyx* ;

- trois espèces classées « **en danger** » sur la liste rouge de l'UICN ainsi que protégées par le code de l'environnement de la province Sud, *Retrophyllum minus*, *Pandanus cf. lacuum* et *Pittosporum muricatum* ;
- une espèce classée « **en danger critique** » sur la liste rouge de l'UICN et protégée par le code de l'environnement de la province Sud, *Gmelina lignum-vitreum*.

Les quatre espèces non protégées par le code de l'environnement et ne possédant pas de statut UICN ont logiquement **un enjeu de conservation faible**. De même, les deux espèces classées « **préoccupation mineure** » et non protégées par le code de l'environnement ont un enjeu de conservation faible.

Les orchidées sont globalement plus abondantes en maquis arbustif semi-ouvert et maquis dense et quasi absentes des maquis hydromorphes. Elles sont considérées à enjeu de **conservation faible à modéré**. Les espèces à enjeu modéré sont classées comme tel en raison de l'état (faibles surfaces et fragmentation) des milieux qui les abritent.

Ces espèces ne sont pas rares en Nouvelle-Calédonie, ni en province Sud, et ne sont pas menacées. Elles ont été inscrites dans le code de l'environnement de la province Sud, en vue de limiter leur prélèvement et leur commerce mais ne présentent pas d'enjeu de conservation particulier. Cependant, la destruction d'individus de ces espèces, quelle que soit l'activité en cause, est strictement interdite (sauf dérogation accordée sur le fondement de l'article 240-5 du code de l'environnement de la province Sud).

Des opérations de récupération d'orchidées ont été mises en œuvre en 2012 et 2013, préalablement aux opérations de défrichement, quand leur taille et le milieu le permettaient. 656 individus appartenant à dix espèces d'orchidées ont ainsi été transplantés au niveau d'habitats favorables sur la zone de conservation de la Wadjana en août 2014.

L'espèce de fougère recensée sur le site d'étude — *Sphaeropteris albifrons*, ou **fougère arborescente** - est protégée par le code de l'environnement de la province Sud. Elle est considérée à enjeu de **conservation modéré** car elle se rencontre généralement en lisière de forêt où elle compte des populations importantes et joue un rôle cicatriciel.

Les espèces classées « **vulnérables** » sont des espèces d'intérêt écologique puisqu'elles font partie de la liste rouge de l'UICN. Au sein de l'aire d'étude restreinte, ces espèces sont considérées comme ayant un enjeu de **conservation modéré**.

En ce qui concerne les trois espèces classées « **en danger** » et l'espèce classée « **en danger critique** » il s'agit d'espèces d'intérêt écologique (elles font partie de la liste rouge de l'UICN) et sont également protégées par le code de l'environnement de la province Sud. Leur enjeu de **conservation est fort** compte tenu de l'état de leur population, de leur aire de répartition et des menaces qui pèsent sur elles. Les paragraphes suivants apportent des informations supplémentaires sur ces espèces.

***Pandanus cf lacuum* :**

Cette espèce est classée EN selon les critères de l'UICN et est protégée par le code de l'environnement de la province Sud. On la retrouve dans le sud de la Grande-Terre (Mont-Dore, Plaine des Lacs, Plateau de Goro, Rivière To'ndeu au sud de Thio, Col de Yaté, Yaté Village). Un autre échantillon a été prélevé en 1981 au niveau de la forêt de Saille (vers Thio). Cette espèce est assez commune dans les maquis sur cuirasse, en forêt humide et maquis paraforestier. Cette espèce est inscrite au programme de conservation des espèces rares de VNC. Elle est ainsi suivie et produite annuellement

depuis 2004 et a fait l'objet de transferts réguliers entre la pépinière de VNC et le Parc de la Rivière Bleue, dans le but de conserver le patrimoine génétique de l'espèce. Plusieurs peuplements sont suivis annuellement (Plateau de Goro, Kwé Nord, Cofremi, Plaine des Lacs).

Retrophyllum minus :

Cette espèce est classée EN par l'UICN et est protégée par la province Sud. On retrouve cette espèce dans le sud de la Grande-Terre (Mont-Dore, tout l'ensemble Plaine des Lacs, Rivière Blanche, Marais Kiki, Rivière de la Kuébini, Prony et les affluents de la Kwé). Il s'agit d'un conifère d'origine Gondwanienne, au tronc caractéristique "en bouteille" et au bois très léger qui pousse les pieds dans l'eau et apparaît bien représenté en végétation rivulaire. Une étude a permis de constater qu'aucune variation significative n'était observable, d'un point de vue génétique, entre les différentes populations de cette espèce (Herbert et al., 2002). La même étude cite qu'il y aurait moins de 2 500 individus adultes, d'après les connaissances actuelles. On peut imaginer que le nombre d'individus matures serait supérieur à 20 000. Cette espèce est produite annuellement par VNC et plusieurs peuplements sont suivis annuellement (Kanua, Kwé Principal, Plaine des Lacs, AS 3 4 5, Laverie). Elle est produite très facilement par germination.

Pittosporum muricatum :

Cette espèce est classée EN par l'UICN et est protégée par la province Sud. Elle est uniquement localisée de façon disjointe dans le sud de la Grande-Terre. Il s'agit d'un arbuste monocaule ou peu ramifié, élané de 2 – 5 m de hauteur, avec des rameaux robustes. L'existence de cette espèce est menacée par l'activité humaine (endemia.nc).

Gmelina lignum-vitreum :

Cette espèce est classée CR par l'UICN et est protégée par la province Sud. Elle est uniquement connue de la vallée de la Thy dans le sud de la Grande-Terre. Il s'agit d'un arbre pouvant atteindre 20 m, ses rameaux sont couverts de lenticelles. « Cette espèce rare, encore incomplètement décrite semble ponctuellement restreinte à sa localité d'origine. Elle n'a pas été retrouvée en dehors de cette niche écologique » (endemia.nc).

Quatre espèces classées « vulnérables » sur la liste rouge de l'UICN ont été recensées sur la zone d'étude. Les populations de ces espèces se trouvent essentiellement dans les patchs de forêt situés à l'intérieur de l'aire d'étude restreinte (notamment au sein de la Forêt S2, comprenant la majorité des individus *Agathis lanceolata*). Les individus de *Tristanopsis macphersonii* sont essentiellement recensés dans des maquis ligno-herbacés à l'est de la berme. N'étant pas protégées par le code de l'environnement de la province Sud, **leur enjeu de conservation est estimé modéré.**

Quatre espèces d'intérêt écologique, dont trois sont classées « en danger » et une classée « en danger critique » sur la liste rouge de l'UICN, ont également été recensées. Le *Retrophyllum minus* (bois bouchon) est un arbuste présent le long des cours d'eau, les individus de *Pandanus cf. laccum* se trouvent à la limite de la zone de contingence. Ces deux espèces sont principalement localisées sur la limite est de l'aire d'étude restreinte. Quant aux deux autres espèces (*Gmelina lignum-vitreum* et *Pittosporum muricatum*), elles n'ont été recensées qu'au sein de la Forêt S2. La destruction des individus de ces quatre espèces est interdite en province Sud (sauf dérogation accordée au titre de l'article 240-5 du code de l'environnement). Au vu de

l'état de leurs populations, de leur aire de répartition et des menaces qui pèsent sur elles, ces espèces portent un **enjeu de conservation fort**.

16 espèces d'orchidées protégées par le code de l'environnement de la province Sud et **une espèce de fougère** ont été identifiées sur le site d'étude. Leur enjeu de conservation est **faible à modéré pour les orchidées**, et **modéré pour la fougère**.

4.2.3. Focus sur la Forêt S2

Comme mentionné précédemment, un inventaire spécifique a été réalisé au sein de la Forêt S2 par VNC en 2006. Lors de cet inventaire, un total de 230 espèces végétales appartenant à 65 familles a été identifié dans l'ensemble de la Forêt S2, avec un taux d'endémisme de 96 %. La Forêt S2 est composée de trois faciès édaphiques (se rapportant au type de sol) majeurs :

- un sol plus humide et plus profond constitué de litière morte (thalwegs), correspondant à 1/5 de la forêt ;
- un sol colluvioné caractérisé par une quantité abondante de litière ligneuse et feuillue peu épaisse, correspondant aux 2/5 de la forêt, principalement situé sur les pentes ;
- les éboulis, correspondant aux 2/5 de la forêt, sur la partie est.

D'après l'inventaire réalisé, il en ressort que le faciès édaphique « thalwegs » est le milieu présentant la diversité floristique la plus importante. C'est également le milieu qui possède la population végétale la plus importante en termes de famille. Cela est dû à une concentration des espèces dont l'habitat est généralement pré-forestier par la présence occasionnelle d'eau. Il possède également toutes les espèces rares présentes dans la forêt.

A contrario, les éboulis semblent être un milieu hostile à l'intrusion de nombreuses espèces. En effet, la diversité spécifique dans ce milieu semble réduite aux espèces tolérant ce milieu rocailleux.

La liste des espèces rares présentes dans la Forêt S2 est disponible dans le tableau suivant.

Tableau 38. Espèces rares présentes et leurs critères de classification comme espèce menacée

Espèces rares	Critère UICN	Statut PS
<i>Gmelina lignum-vitreum</i>	CR	x
<i>Pittosporum muricatum</i>	EN	x
<i>Diospyros macrocarpa</i>	LC	
<i>Rapanea ovicarpa</i>	NE	
<i>Podonophelium gongrocarpum</i>	LC	
<i>Agathis lanceolata</i>	VU	

Source : VNC

Deux autres espèces rares selon les critères de l'UICN ont été recensées (*Archidendropsis granulosa*, *Oxera macrocalyx*). Il s'agit d'espèces très présentes sur le plateau de Goro et qui ne nécessitent donc pas de plan de sauvegarde prioritaire.

Un inventaire des gros arbres a été réalisé. Il a été mis en évidence une zone particulière possédant les arbres les plus gros, notamment situés à l'intérieur des thalwegs. Cette zone correspondrait au cœur de la forêt avec des arbres de 1,42 m à 2,38 m de

circonférence. La taille de ces arbres se justifie aussi par rapport à des conditions plus favorables : sols plus riches et exposition réduite aux vents.

Bien qu'elle soit située dans une zone dégradée soumise à la poussière, et qu'elle soit en partie défrichée, la Forêt S2 présente tout de même un enjeu de conservation fort du fait de la présence d'une variété importante d'espèces rares et d'arbres de grande circonférence, notamment au niveau des thalwegs.

4.3. CARACTERISTIQUES FAUNISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE RESTREINTE

4.3.1. Mammifères

Compte tenu du fait que les milieux présents sur l'aire d'étude restreinte sont similaires et proches des milieux inventoriés sur KO4, il est probable d'y trouver les mêmes espèces (Cf. chapitre 4.1.3.1). Ainsi, seule l'espèce *Miniopterus robustior* ne se trouverait pas dans la zone d'étude restreinte, les espèces potentiellement présentes seraient donc les huit autres espèces de chiroptères peuplant la Nouvelle-Calédonie, soit quatre espèces de microchiroptères et quatre espèces de mégachiroptères (IAC, 2015).

L'aire d'étude restreinte comprend des patches de forêts et des zones de maquis, ainsi que des cavités arboricoles (arbres creux) et des cavités souterraines. Ces milieux et éléments du paysage peuvent offrir des conditions favorables pour les chauves-souris. Sur les neuf espèces de chiroptères recensées en Nouvelle-Calédonie, ce sont ainsi huit espèces qui pourraient fréquenter la zone de projet le jour pour s'y reposer au sein de gîtes et/ou la nuit pour venir se nourrir (territoires de chasse ou zones de gagnage).

Parmi ces huit espèces de chauves-souris susceptibles de fréquenter la zone, six bénéficient d'une protection stricte telle que précisée par l'article 240-3 du code de l'environnement de la province Sud. En outre, s'agissant des deux autres (*Pteropus ornatus* et *Pteropus tonganus*), leur chasse est réglementée (Cf. article 333-8) et la destruction ou l'enlèvement des nids, colonies ou campements est interdit en tout temps (Cf. article 333-2).

Tableau 39. Les neuf espèces de chiroptères présentes en Nouvelle-Calédonie : répartition, statut, mode de vie, et présence dans la zone du projet

Espèce	Répartition en Nouvelle-Calédonie	Statut UICN (UICN)	Gîtes	Territoires de chasse ou sites de nourrissage	Présence dans l'aire restreinte
Microchiroptères					
<i>Miniopterus australis</i>	Présence avérée sur la Grande-Terre en totalité et les trois îles Loyauté	LC	Grottes, gîtes anthropophiles, et potentiellement arboricoles. Peut partager ses gîtes avec <i>Miniopterus macrocneme</i> .	Espèce ubiquiste, préférence pour divers milieux boisés (forêt humide, sclérophylle...).	Probable
<i>Miniopterus macrocneme</i>	Présence avérée sur la Grande-Terre, Lifou et Maré	DD	Grottes, gîtes anthropophiles, et potentiellement arboricoles. Peut partager ses gîtes avec <i>Miniopterus australis</i> .	Espèce ubiquiste, préférence pour divers milieux boisés (forêt humide, sclérophylle...).	Probable
<i>Miniopterus robustior</i>	Iles Loyauté (Lifou et Maré)	EN	Non connu	Non connu	Non
<i>Chalinolobus neocaledonicus</i>	Présence avérée sur la Grande-Terre. Présence potentielle non confirmée à Lifou.	EN	Gîtes anthropophiles. Fréquentation des cavités arboricoles probable, et des cavités rocheuses possible mais non vérifiée.	Milieux arborés et milieux ouverts. Territoires de chasses peu connus.	Probable
<i>Nyctophilus nebulosus</i>	Individus observés dans la moitié sud de la Grande Terre, aux Monts Koghis et dans la vallée de la Rivière Ni.	CR	Gîtes probablement arboricoles. Pas d'éléments d'écologie vérifiés.	Probable mœurs arboricoles.	Probable
Mégachiroptères					
<i>Notopteris neocaledonica</i>	Grande-Terre	VU	Grottes. Potentiellement cavités arboricoles, mais non vérifié.	Milieux forestiers ou paraforestiers, savanes à niaoulis, zones anthropisées, potentiellement maquis.	Probable
<i>Pteropus vetulus</i>	Grande-Terre	VU	Grottes et cavités arboricoles essentiellement.		Probable
<i>Pteropus ornatus</i>	Toute la Nouvelle-Calédonie	VU	Gîtes arboricoles.		Probable
<i>Pteropus tonganus</i>	Toute la Nouvelle-Calédonie	LC	Gîtes situés en forêts et zones de transitions végétales, occasionnellement en mangroves.		

CLASSIFICATION IUCN : EN DANGER CRITIQUE D'EXTINCTION (CR), EN DANGER (EN), VULNERABLE (VU), QUASI MENACEE (NT), PREOCCUPATION MINEURE (LC), DONNEES INSUFFISANTES (DD)

Source : IAC

4.3.2. Mollusques terrestres (bulimes)

Compte tenu du fait que les milieux présents sur l'aire d'étude restreinte sont similaires et proches des milieux inventoriés sur KO4, il est probable d'y trouver les mêmes espèces (cf. chapitre 4.1.3.1) (IAC, 2015).

En effet, du fait de la présence de patches forestiers et de zones paraforestières dans l'aire d'étude restreinte, il est donc envisageable que les trois espèces susceptibles d'être présentes sur la zone KO4 se trouvent dans la zone du projet. Il s'agit de *Placostylus fibratus souvillei*, *Placostylus fibratus fibratus*, *Placostylus porphyrostomus porphyrostomus*, toutes classées vulnérables (« VU ») par l'UICN.

Il est à souligner l'importante prédation des bulimes par les cochons sauvages, responsables de 42 % des morts de bulimes dans la réserve de la Forêt Nord (à proximité immédiate du site du projet au sud) et responsables de 28 % des morts de bulimes dans la réserve du Pic du Grand Kaori (plus éloignée du site du projet, se trouvant à 700 m au nord du projet au plus proche (distance estimée à vol d'oiseau).

À noter également que l'ensemble des spécimens retrouvés au cours de l'étude précitée (IAC, 2015) étaient vides ou dégradés. Un seul spécimen vivant a été collecté au final.

4.3.3. Avifaune

 Carte 4.3 : Points de contact des inventaires avifaune

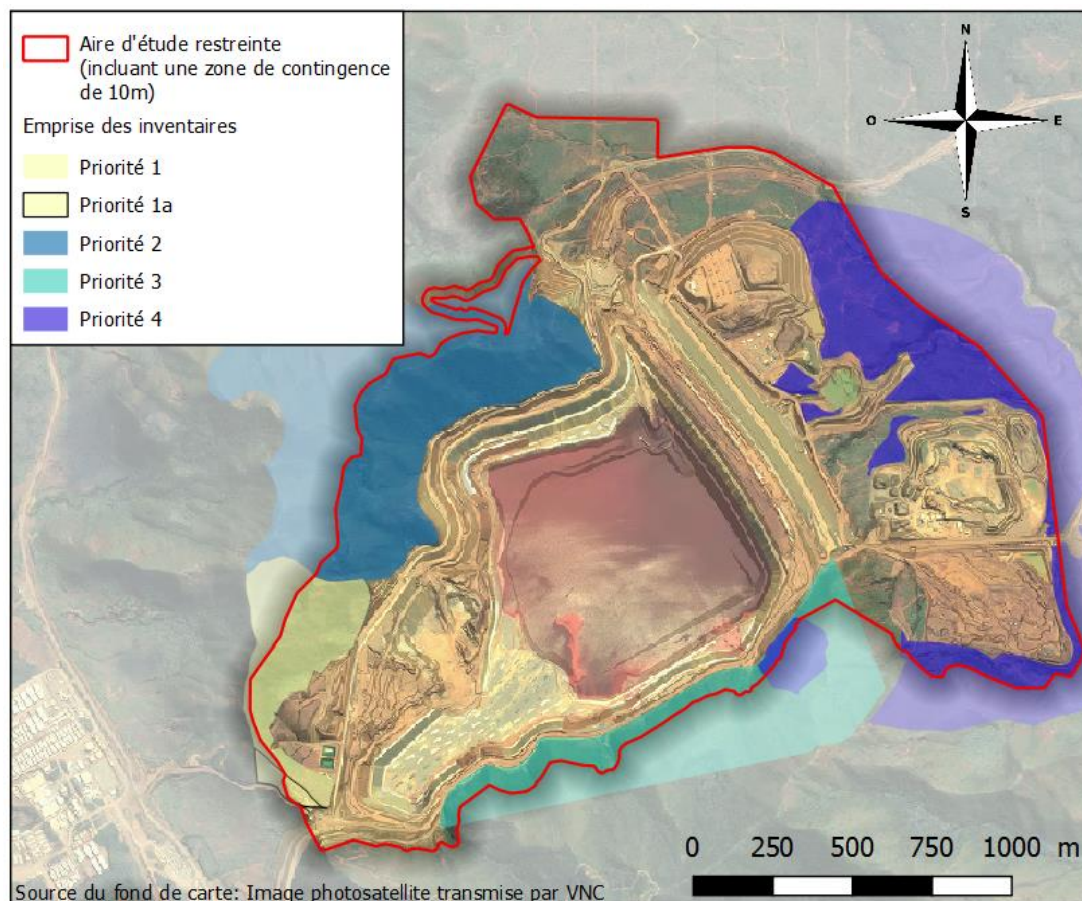
 Carte 4.12 : Avifaune – Résultats d'inventaires (aire d'étude restreinte)

Plusieurs inventaires et suivis ont été réalisés sur l'aire d'étude restreinte (cf. **Carte 4.3**) :

- Des inventaires ont été réalisés par Bota Environnement sur quatre zones dénommées « Priorité 1 », « Priorité 2 », « Priorité 3 » et « Priorité 4 » ;
- Des inventaires ont été réalisés par ECCET (Études Consultation et Communication en Environnements Terrestres) sur certaines zones du projet et ses alentours ;
- Des suivis sont réalisés annuellement au niveau de la Forêt S2 par ECCET depuis 2008.

D'après la **Carte 4.3**, la majorité des points d'écoute situés dans l'aire d'étude restreinte sont des points d'écoute des campagnes de Bota Environnement. Les campagnes d'ECCET (hors suivis annuels dans la Forêt S2) se sont essentiellement déroulées dans les alentours du projet. Les résultats présentés ci-après regroupent l'ensemble des moyens d'observation des oiseaux.

Les quatre zones inventoriées par Bota Environnement sont disponibles sur la figure ci-dessous.



La campagne d'écoutes ornithologiques de la zone « Priorité 1 » a été réalisée le 4 juin 2015 et comprenait quatre points d'écoute (Bota Environnement, 2015). L'inventaire a permis d'identifier neuf espèces : six espèces endémiques et trois sous-espèces endémiques. La liste des espèces observées sur cette zone est disponible dans le tableau ci-dessous, extrait.

Tableau 40. Liste des espèces d'avifaune recensées sur la zone « priorité 1 »

Nom local	Nb ind	Nb points	Fréq ind (%)	Fréq occ (%)	UICN	PS
Méliphage barré	17	4	43,59	100	LC	x
Zostérops à dos vert	8	3	20,51	75	LC	x
Gérygone mélanésienne	2	2	5,13	50	LC	x
Polochion moine	2	2	5,13	50	LC	x
Rhipidure à collier	3	2	7,69	50	LC	x
Langrayen à ventre blanc	1	1	2,56	25	LC	x
Perruche à front rouge	2	1	5,13	25	NT	x
Miro à ventre jaune	2	1	5,13	25	LC	x
Myzomèle calédonien	2	1	5,13	25	LC	x

Nb ind : nombre total d'individus observés par espèce sur la zone d'étude ; Nb points : nombre de points avec l'espèce ; Fréq ind (%) : fréquence d'observation en % des espèces sur 39 contacts ; Fréq occ (%) : fréquence d'occurrence en % pour les 4 points d'écoutes.

LC : préoccupation mineure de conservation ; NT : presque menacée (UICN 2015.2)

PS : espèces protégées en Province Sud

Source : Bota Environnement

Toutes les espèces recensées sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud. Sur les neuf espèces recensées, huit sont classées « LC » (préoccupation mineure) sur la liste rouge de l'UICN, leur enjeu de conservation est donc jugé faible en raison de leur aire de répartition sur l'ensemble de la Grande-Terre et de leurs populations abondantes. Seule la Perruche à front rouge a un enjeu de conservation modéré en raison des menaces qui pèsent sur son habitat naturel, la forêt et qui justifient son statut UICN « NT » (quasi menacée).

La campagne d'écoutes ornithologiques de la zone « Priorité 2 » a été réalisée les 4 et 17 août 2015 et comprenait huit points d'écoute (Bota Environnement, 2015). L'inventaire a permis d'identifier neuf espèces : six espèces endémiques et trois sous-espèces endémiques. La liste des espèces observées sur cette zone est disponible dans le tableau ci-dessous.

Tableau 41. Liste des espèces d'avifaune recensées sur la zone « priorité 2 »

Nom français	Nbre Ind	Fréq ind (%)	Nb point	Fréq occ (%)	UICN	PS
Méiphage barré	23	40,4	8	100	LC	x
Zostérops à dos vert	20	35,1	6	75	LC	x
Gérygone mélanésienne	4	7,0	4	50	LC	x
Myzomèle calédonien	2	3,5	2	25	LC	x
Miro à ventre jaune	3	5,3	2	25	LC	x
Rhipidure à collier	2	3,5	2	25	LC	x
Echenilleur Pie	1	1,8	1	13	LC	x
Polochion moine	1	1,8	1	13	LC	x
Siffleur calédonien	1	1,8	1	13	LC	x
	57	100				

Nb ind : nombre total d'individus observés par espèce sur la zone d'étude ; Nb points : nombre de points avec l'espèce ; Fréq ind (%) : fréquence d'observation en % des espèces sur 57 contacts ; Fréq occ (%) : fréquence d'occurrence en % pour les 8 points d'écoutes.

Source : Bota Environnement

Toutes les espèces recensées sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud et sont classées « LC » (préoccupation mineure) sur la liste rouge de l'UICN. Leur enjeu de conservation est donc jugé faible en raison de leur aire de répartition sur l'ensemble de la Grande-Terre et de leurs populations abondantes.

La campagne d'écoutes ornithologiques de la zone « Priorité 3 » a été réalisée les 5 et 26 août 2015 et comprenait cinq points d'écoute (Bota Environnement, 2015). L'inventaire a permis d'identifier huit espèces : quatre espèces endémiques et quatre sous-espèces endémiques. La liste des espèces observées sur cette zone est disponible dans le tableau ci-dessous.

Tableau 42. Liste des espèces d'avifaune recensées sur la zone « priorité 3 »

Nom français	Nb Ind	Fréq ind (%)	Nb point	Fréq occ (%)	UICN	PS
Méiphage barré	13	41	5	100	LC	x
Zostérops à dos vert	7	22	2	40	LC	x
Miro à ventre jaune	3	9	2	40	LC	x
Rhipidure à collier	3	9	3	60	LC	x
Monarque mélanésien	2	6	2	40	LC	x
Siffleur calédonien	2	6	2	40	LC	x
Echenilleur Pie	1	3	1	20	LC	x
Gérygone mélanésienne	1	3	1	20	LC	x
	32	100				

Nb Ind : nombre total d'individus observés par espèce sur la zone d'étude ; Fréq ind (%) : fréquence d'observation en % des espèces sur 32 contacts ; Nb points : nombre de points avec l'espèce ; Fréq occ (%) : fréquence d'occurrence en % pour les 5 points d'écoutes. LC : préoccupation mineure de conservation (UICN 2015.2). PS : espèces protégée en Province Sud

Source : Bota Environnement

Les huit espèces recensées au total sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud. Toutes sont classées « LC » (préoccupation mineure) sur la liste rouge de l'UICN. Leur enjeu de conservation est donc jugé faible en raison de leur aire de répartition sur l'ensemble de la Grande-Terre et de leurs populations abondantes.

La campagne d'écoutes ornithologiques de la zone « Priorité 4 » a été réalisée les 2 et 3 mars 2016 et comprenait cinq points d'écoute (Bota Environnement, 2016). L'inventaire a permis d'identifier sept espèces : cinq espèces endémiques et deux sous-espèces endémiques. La liste des espèces observées sur cette zone est disponible dans le tableau ci-dessous.

Tableau 43. Liste des espèces d'avifaune recensées sur la zone « priorité 4 »

Nom Scientifique	Nom français	Nom local	Statut	IUCN	PS
<i>Phylidonyris undulata</i>	Méliphage barré	Grive perlée	EE	LC	x
<i>Pachycephala caledonica</i>	Siffleur calédonien	Sourd	EE	LC	x
<i>Gerygone f. flavolateralis</i>	Gérygone mélanésienne	Fauvette ventre jaune	SEE	LC	x
<i>Eopsaltria flaviventris</i>	Miro à ventre jaune	Rossignol	EE	LC	x
<i>Rhipidura fuliginosa</i>	Rhipidure à collier	Petit lève queue	SEE	LC	x
<i>Megalurus mariei</i>	Mégature calédonienne	Fauvette calédonienne	EE	LC	x
<i>Zosterops xanthochrous</i>	Zostérops à dos vert	Lunette à dos vert	EE	LC	x

SEE : sous-espèce endémique ; EE : espèce endémique

LC : espèce à préoccupation mineure de conservation (2016)

PS : espèces protégée en Province Sud

Source : Bota Environnement

Toutes les espèces recensées sont protégées par le code de l'environnement de la province Sud et ont un statut UICN « LC » (préoccupation mineure). Leur enjeu de conservation est donc jugé faible en raison de leur aire de répartition sur l'ensemble de la Grande-Terre et de leurs populations abondantes.

En conclusion, sur les zones « Priorité 1 », « Priorité 2 » et « Priorité 3 », les prospections réalisées montrent une plus forte diversité et densité d'oiseau dans l'habitat correspondant à de la forêt dense humide. Cependant, compte tenu du faible enjeu de conservation des espèces recensées (de manière générale), il en est déduit que ces trois zones ont une importance écologique relativement faible en termes d'avifaune. Seule la zone « Priorité 3 » présente une importance écologique potentiellement modérée au niveau des patches de forêts humides, du fait de la présence de la Perruche à front rouge.

En ce qui concerne la zone « Priorité 4 », les surfaces inventoriées sont d'importance ornithologique faible compte tenu de la dégradation avancée de la végétation de type maquis hydromorphe et maquis arbustifs ouverts sur cuirasse non compatible avec l'installation durable d'une population en son sein.

En ce qui concerne les campagnes réalisées par ECCET sur les autres zones de l'aire d'étude restreinte (ECCET, 2015), il en ressort que la faune avienne contactée est globalement commune pour le Grand Sud.

Seule la Perruche à front rouge (statut UICN « NT ») a été recensée sur des points d'écoute situés à proximité de l'aire d'étude restreinte (à environ 80 m au nord du projet et 400 m au nord-ouest de l'emprise du projet) (Cf. **Carte 4.12**).

Les résultats des suivis annuels de l'avifaune au sein de la Forêt S2 (Cf. **Carte 4.12**) viennent compléter l'état initial ornithologique de la zone d'étude. Cette forêt fait partie d'un suivi annuel qui a été mis en place suite à l'implantation de l'aire de stockage à résidus (en 2008) sur douze forêts au total, afin de gérer le plus rapidement possible de potentiels problèmes survenant sur l'avifaune (ECCET, 2014 et 2015).

La Forêt S2 fait partie depuis plusieurs années des forêts les moins riches en termes d'avifaune parmi les douze suivies. Cela peut s'expliquer par sa situation géographique et l'évolution des projets de VNC : cette forêt a été amputée d'environ 68 % de sa superficie pour la création de l'aire de stockage des résidus (2007) et de l'implantation des conduites d'eau et de pulpe entre l'usine de traitement du minerai et l'usine chimique. La situation se dégrade avec la modification du tracé de la route entre la mine et l'usine qui passe maintenant au pied de la forêt alors qu'elle passait de l'autre côté de la vallée auparavant. Le passage des véhicules de chantiers, le roulage et les travaux modifient le paysage sonore et augmentent les dépôts de poussières sur le feuillage de la forêt.

Tous ces travaux depuis 2007, avec un fort déclin en 2013, ont contribué aux faibles observations sur la zone (la moyenne du nombre d'individus et du nombre d'espèces est inférieure à la moyenne globale).

D'après les résultats des deux derniers suivis réalisés (2013-2014 et 2014-2015), la Forêt S2 ressort comme la forêt la moins riche, malgré une augmentation de la richesse spécifique contactée dans cette forêt lors du dernier suivi (143 individus pour 10 espèces contactées en 2014-2015 contre 69 individus pour 8 espèces contactées en 2013-2014). À noter qu'une espèce d'intérêt écologique a été contactée lors du dernier suivi (Perruche à front rouge) alors qu'aucune espèce d'intérêt écologique n'avait été contactée lors du suivi précédent.

Les espèces contactées au sein de l'aire d'étude restreinte sont communes au Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Seule la Perruche à front rouge, d'intérêt patrimonial (UICN = NT), a été contactée sur la zone d'étude restreinte.

Les habitats correspondant à la forêt dense humide sont ceux recensant une plus grande diversité et densité d'oiseaux. Seule la Forêt S2 recense la plus grande superficie de forêts au sein de l'aire d'étude restreinte. Cependant, les derniers suivis annuels au sein de cette forêt démontrent que sa richesse spécifique ornithologique est faible avec peu, voire pas, d'espèces d'intérêt écologique recensées.

L'aire d'étude restreinte a donc une importance écologique faible relative à l'avifaune.

4.3.4. Herpétofaune

 *Carte 4.5 : Localisations des relevés herpétofaunes*

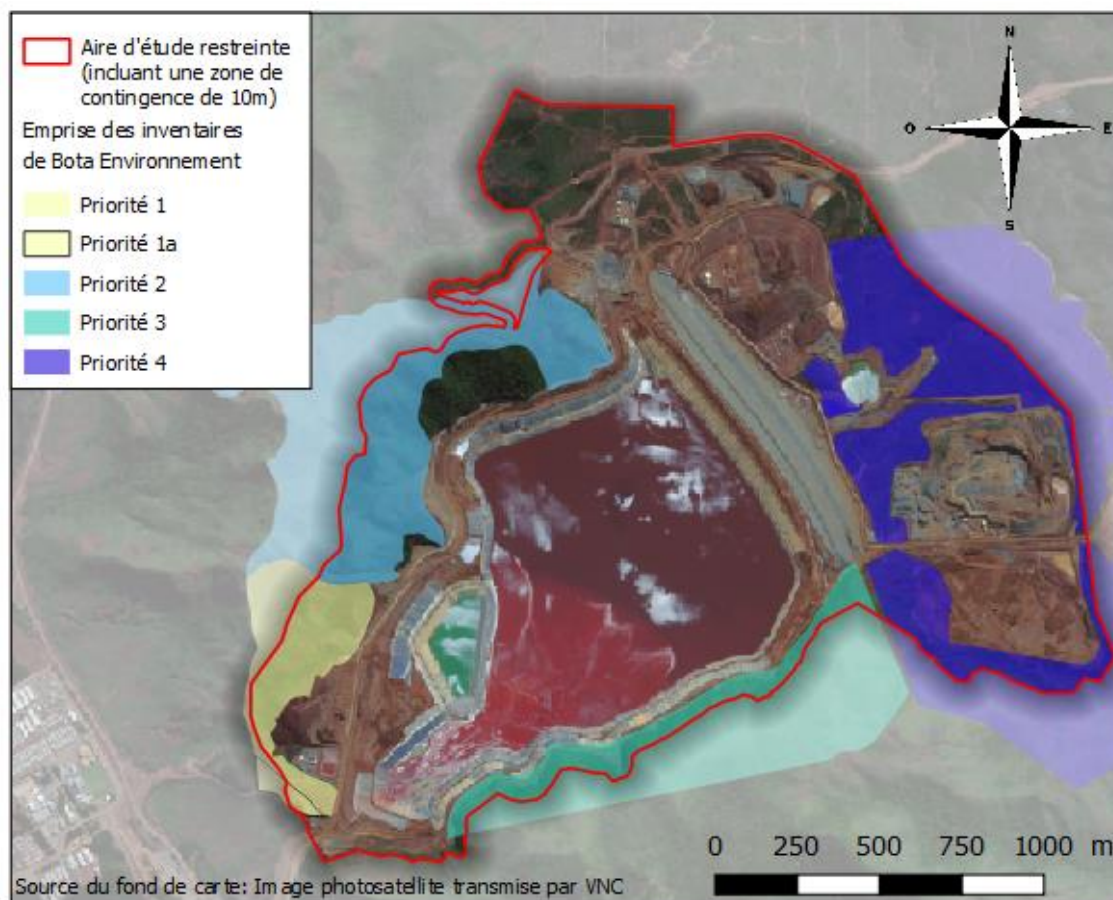
 *Carte 4.13 : Herpétofaune – Résultats d'inventaires (Aire d'étude restreinte)*

Plusieurs inventaires ont été réalisés sur la zone d'étude restreinte (cf. **Carte 4.5**) :

- Des inventaires ont été réalisés par Bota Environnement sur quatre zones dénommées « Priorité 1 », « Priorité 2 », « Priorité 3 » et « Priorité 4 » ;
- Des inventaires ont été réalisés par Cygnet Surveys & Consultancy (CSC) sur certaines zones du projet et ses alentours.

D'après la **Carte 4.5**, la majorité des relevés herpétofaunes situés dans l'aire d'étude restreinte sont ceux des campagnes de Bota Environnement. Les campagnes de CSC se sont essentiellement déroulées dans les alentours du projet.

Les quatre zones inventoriées par Bota Environnement sont disponibles sur la carte ci-dessous.



La campagne d'échantillonnage de la zone « Priorité 1 » a été réalisée les 4 et 5 juillet 2015 (Bota Environnement, 2015). Un total de sept espèces de reptiles a été recensé sur la zone d'étude « Priorité 1 », dont six espèces de scinques réparties en cinq genres et une espèce de gecko. La liste des espèces contactées est disponible dans le tableau ci-dessous.

Tableau 44. Liste des espèces d'herpétofaune recensées sur la zone « priorité 1 »

Famille	Genre	Espèces	Nom vernaculaire	UICN	PS
Scincidae	<i>Caledoniscincus</i>	<i>notialis</i>	Scinque tacheté de litière	NT*	x
	<i>Caledoniscincus</i>	<i>austrocaledonicus</i>	Scinque commun de litière	LC	x
	<i>Lioscincus</i>	<i>nigrofasciolatum</i>	Scinque arboricole à ventre vert	LC	x
	<i>Marmorosphax</i>	<i>tricolor</i>	Scinque à gorge marbrée	LC	x
	<i>Nannoscincus</i>	<i>marieri</i>	Scinque nain sans oreille	VU	x
	<i>Tropidoscincus</i>	<i>variabilis</i>	Scinque à queue en fouet	LC	x
Diplodactylidae	<i>Bavayia</i>	<i>septuiclavis</i>	Bavayia à bandes pâles	NT	x

UICN (2015.2) : LC : préoccupation mineure de conservation selon les critères UICN ; NT : quasi menacé selon les critères UICN ; VU : vulnérable selon les critères UICN, NT* : recommandation de R. Sadlier, non intégré à la Red List IUCN, en cours d'évaluation.
PS : espèces protégées en Province Sud (Code de l'Environnement de la Province Sud, 2014)

Source : Bota Environnement

Trois espèces sont considérées à enjeu de conservation modéré :

- *Caledoniscincus notialis* dont les spécialistes recommandaient le classement en espèce Quasi Menacée sur la liste rouge UICN, et qui finalement est classée Vulnérable d'après la dernière version de l'UICN ;
- *Nannoscincus marieri*, classée Vulnérable sur la liste rouge UICN ;
- *Bavayia septuiclavis*, classée Quasi Menacée sur la liste rouge UICN.

L'enjeu de conservation des autres espèces est faible.

La campagne d'échantillonnage de la zone « Priorité 2 » a été réalisée les 5 ; 6 ; 7 ; 17 et 18 août 2015 (Bota Environnement, 2015). Un total de six espèces de reptiles a été recensé sur la zone d'étude « Priorité 2 », dont cinq espèces de scinques réparties en quatre genres et une espèce de gecko. La liste des espèces contactées est disponible dans le tableau ci-dessous.

Tableau 45. Liste des espèces d'herpétofaune recensées sur la zone « priorité 2 »

Famille	Genre	Espèces	Nom vernaculaire	UICN	PN	PS
Scincidae	<i>Caledoniscincus</i>	<i>notialis</i>	Scinque tacheté de litière	NT*	x	x
	<i>Caledoniscincus</i>	<i>austrocaledonicus</i>	Scinque commun de litière	LC	x	x
	<i>Lacertoides</i>	<i>Pardalis</i>	Scinque léopard de Calédonie	VU	x	x
	<i>Marmorosphax</i>	<i>tricolor</i>	Scinque à gorge marbrée	LC	x	x
	<i>Tropidoscincus</i>	<i>variabilis</i>	Scinque à queue en fouet	LC	x	x
Diplodactylidae	<i>Bavayia</i>	<i>cf. septuiclavis</i>	Bavayia à bandes pâles	NT	x	x

UICN (2015.2) : LC : préoccupation mineure de conservation selon les critères UICN ; NT : quasi menacé selon les critères UICN ; VU : vulnérable selon les critères UICN ; NT* : recommandation de R. Sadlier, non intégré à la Red List IUCN, en cours d'évaluation.
PS : espèces protégées en Province Sud (Code de l'Environnement de la Province Sud, 2014)

Source : Bota Environnement

Deux espèces sont considérées à enjeu de conservation modéré :

- *Caledoniscincus notialis* dont les spécialistes recommandent le classement en espèce Quasi Menacée sur la liste rouge UICN, et qui finalement est classée Vulnérable d'après la dernière version de l'UICN ;

- *Bavayia septuiclavis*, classée Quasi Menacée sur la liste rouge UICN.

Une espèce est considérée à enjeu de conservation fort. Il s'agit du *Lacertoides pardalis*, classée Vulnérable sur la liste rouge de l'UICN.

L'enjeu de conservation des autres espèces est faible.

La campagne d'échantillonnage de la zone « Priorité 3 » a été réalisée les 26, 27, 28 et 29 octobre 2015 (Bota Environnement, 2015). Un total de six espèces de reptiles a été recensé sur la zone d'étude « Priorité 3 », dont cinq espèces de scinques réparties en quatre genres et une espèce de gecko. La liste des espèces contactées est disponible dans le tableau ci-dessous.

Tableau 46. Liste des espèces d'herpétofaune recensées sur la zone « priorité 3 »

Famille	Genre	Espèces	Nom vernaculaire	UICN	PS
Scincidae	<i>Caledoniscincus</i>	<i>notialis</i>	Scinque tacheté de litière	NT*	x
	<i>Caledoniscincus</i>	<i>austrocaledonicus</i>	Scinque commun de litière	LC	x
	<i>Lacertoides</i>	<i>pardalis</i>	Scinque léopard de Nouvelle Calédonie	VU	x
	<i>Marmorosphax</i>	<i>tricolor</i>	Scinque à gorge marbrée	LC	x
	<i>Sigaloseps</i>	<i>deplanchei</i>	Scinque brillant de Deplanche	NT	x
	<i>Tropidoscincus</i>	<i>variabilis</i>	Scinque à queue en fouet	LC	x
Diplodactylidae	<i>Bavayia</i>	<i>septuiclavis</i>	Bavayia à bandes pâles	NT	x

UICN (2015.2) : LC : préoccupation mineure de conservation selon les critères UICN ; NT : quasi menacé selon les critères UICN ; VU : vulnérable selon les critères UICN ; NT* : recommandation de R. Sadlier, non intégré à la Red List IUCN, en cours d'évaluation.

PS : espèces protégées en Province Sud (Code de l'Environnement de la Province Sud, 2014)

Source : Bota Environnement

Trois espèces sont considérées à enjeu de conservation modéré :

- *Caledoniscincus notialis* dont les spécialistes recommandent le classement en espèce Quasi Menacée sur la liste rouge UICN, et qui finalement est classée Vulnérable d'après la dernière version de l'UICN ;
- *Sigaloseps deplanchei*, classée Quasi Menacée sur la liste rouge UICN ;
- *Bavayia septuiclavis*, classée Quasi Menacée sur la liste rouge UICN.

Une espèce est considérée à enjeu de conservation fort. Il s'agit du *Lacertoides pardalis*, classée Vulnérable sur la liste rouge de l'UICN.

L'enjeu de conservation des autres espèces est faible.

La campagne d'échantillonnage de la zone « Priorité 4 » a été réalisée les 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 23 ; 24 et 25 mars 2016 (Bota Environnement, 2016). Un total de neuf espèces de reptiles a été recensé sur la zone d'étude « Priorité 4 », dont sept espèces de scinques réparties en six genres et deux espèces de gecko du genre *Bavayia* et *Rhacodactylus*. La liste des espèces contactées est disponible dans le tableau ci-dessous.

Tableau 47. Liste des espèces d'herpétofaune recensées sur la zone « priorité 3 »

Famille	Genre	Espèces	Nom vernaculaire	UICN	PS
Scincidae	<i>Caledoniscincus</i>	<i>austrocaledonicus</i>	Scinque commun de litière	LC	x
	<i>Caledoniscincus</i>	<i>notialis</i>	Scinque tacheté de litière	NT*	x
	<i>Cryptoblepharus</i>	<i>novocaledonicus</i>	Scinque des côtes de NC	LC	x
	<i>Lioscincus</i>	<i>nigrofasciolatum</i>	Scinque arboricole à ventre vert	LC	x
	<i>Marmorosphax</i>	<i>tricolor</i>	Scinque à gorge marbrée	LC	x
	<i>Sigaloseps</i>	<i>deplanchei</i>	Scinque brillant de Deplanche	NT	x
	<i>Tropidoscincus</i>	<i>variabilis</i>	Scinque à queue en fouet	LC	x
Diplodactylidae	<i>Bavayia</i>	<i>septuiclavis</i>	Bavayia à bandes pâles	NT	x
	<i>Rhacodactylus</i>	<i>auriculatus</i>	Le Gecko géant à tête bossue	LC	x

UICN (2015.4) : LC : préoccupation mineure de conservation selon les critères UICN ; NT : quasi menacé selon les critères UICN ; NT* : recommandation de R. Sadlier, non intégré à la Red List IUCN, en cours d'évaluation.

PS : espèces protégées en Province Sud (Code de l'Environnement de la Province Sud, 2016)

Source : Bota environnement

Trois espèces sont considérées à enjeu de conservation modéré :

- *Caledoniscincus notialis* dont les spécialistes recommandent le classement en espèce Quasi Menacée sur la liste rouge UICN, et qui finalement est classée Vulnérable d'après la dernière version de l'UICN ;
- *Sigaloseps deplanchei*, classée Quasi Menacée sur la liste rouge UICN ;
- *Bavayia septuiclavis*, classée Quasi Menacée sur la liste rouge UICN.

L'enjeu de conservation des autres espèces est faible.

En conclusion sur les quatre zones inventoriées par Bota Environnement, les habitats de maquis ligno-herbacés possèdent un niveau de dégradation avancé. Les espèces d'intérêt écologique ont été recensées dans les formations végétales d'intérêt (proche de la forêt dense humide ou à *Agathis lanceolata* et leurs lisières).

Notamment les secteurs de maquis ligno-herbacés de pentes érodées comportant des habitats adéquats à l'installation de populations de l'espèce *Lacertoides pardalis* sont des zones d'importance herpétologique forte pour la survie de l'espèce (classée VU par l'UICN).

En ce qui concerne les campagnes réalisées par CSC sur les autres zones de l'aire d'étude restreinte, il ressort que les espèces de lézards contactées sont globalement communes pour le Grand Sud – aucune espèce d'intérêt écologique n'a été recensée au sein de l'aire d'étude restreinte.

Le scinque *Lacertoides pardalis* n'a pas été contacté sur les sites inventoriés mais près des crêtes à proximité de la réserve de la Forêt Nord. Les hauts de pentes et les crêtes au sud de l'emprise inventoriée par CSC sont donc de potentiels habitats pour cette espèce menacée.

Les espèces contactées au sein de l'aire d'étude restreinte sont globalement communes au Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Seules les espèces *Caledoniscincus notialis* (UICN = VU), *Lioscincus tillieri* (UICN = NT), *Nannoscincus marieri* (UICN = VU), *Sigaloseps deplanchei* (UICN = NT), *Bavayia septuiclavis* (UICN = NT) ont été recensées au sein de l'aire d'étude restreinte. À noter que *Lacertoides pardalis* a été recensé au sein de la Priorité 2 et de la Priorité 3 mais pas à l'intérieur de l'aire d'étude restreinte (cf. **Carte 4.13**).

Les habitats correspondant à des poches de forêt dense humide ou à *Agathis lanceolata* et leurs lisières sont ceux dans lesquels ont été recensées les espèces d'intérêt écologique. Cependant, la répartition de ces habitats est faible dans l'aire d'étude restreinte, hormis au niveau de la Forêt S2. Or il est à noter que seule l'espèce *Bavayia septuiclavis* a été recensée dans la Forêt S2, démontrant la faible richesse herpétologique au sein de cette forêt (cf. **Carte 4.13**).

Pour toutes ces raisons, l'importance écologique de l'aire d'étude est estimée modérée en ce qui concerne l'herpétofaune.

4.3.5. Myrmécofaune

 *Carte 4.14 : Myrmécofaune – Espèces locales et exogènes envahissantes sur l'aire d'étude restreinte*

Plusieurs inventaires ont été réalisés sur l'aire d'étude restreinte :

- Des inventaires ont été réalisés par Bota Environnement sur quatre zones dénommées « Priorité 1 », « Priorité 2 », « Priorité 3 » et « Priorité 4 » ;
- Des inventaires ont été réalisés par BIODICAL sur certaines zones du projet et ses alentours.

La majorité des relevés myrmécofaunes situés dans l'aire d'étude restreinte sont ceux des campagnes de Bota Environnement. Les campagnes de BIODICAL se sont essentiellement déroulées dans les alentours du projet.

Les quatre zones inventoriées par Bota Environnement sont disponibles ci-dessous.

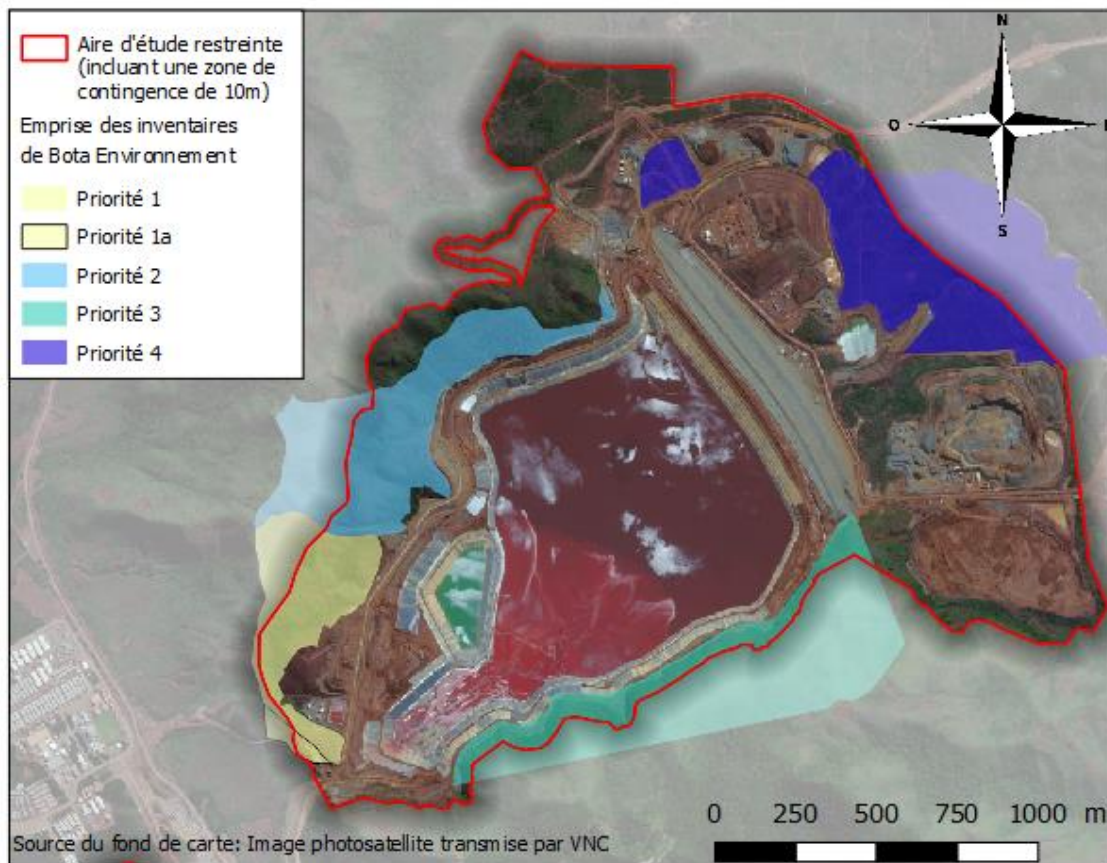


Figure 53. Emprise des zones inventoriées par Bota Environnement – caractérisation de la myrmécofaune

La campagne d'échantillonnage de la zone « Priorité 1 » a été réalisée le 24 juillet 2015 sur trois transects, soit 21 appâts (Bota Environnement, 2015). Le taux d'occupation des appâts a été de 62 %.

Ont été relevées deux espèces de fourmis envahissantes (*Solenopsis geminata* et *Anoplolepis gracilipes*) toutes deux recensées sur un seul appât du transect 1. Le taux d'occupation de chacune de ces espèces est disponible dans le tableau ci-dessous.

Quatre autres espèces ont été recensées sur cette zone, listées dans le tableau ci-dessous. Ce sont des espèces locales ou introduites.

Tableau 48. Espèces de myrmécofaune rencontrées sur la zone Priorité 1

Espèce	Statut	Taux d'occupation
<i>Anoplolepis gracilipes</i>	Envahissante	4,7 %
<i>Solenopsis geminata</i>	Envahissante	4,7 %
<i>Leptomyrmex pallens ssp. nigriceps</i>	Endémique	19 %
<i>Polyrhachis guerini</i>	Endémique	9,5 %
<i>Brachymyrmex cf. obscurior</i>	Introduite	28,5 %
<i>Odontomachus simillimus</i>	Introduite	9,5 %

La campagne d'échantillonnage sur la zone « Priorité 2 » a été réalisée le 6 octobre 2015 sur six transects dont deux au sein de patchs forestiers, soit 42 appâts (Bota Environnement, 2015). Le taux d'occupation global des appâts a été de 88 %.

Sur l'ensemble des appâts occupés ont été relevées trois espèces de fourmis envahissantes (*Anoploplepis gracilipes*, *Wasmannia auropunctata* et *Pheidole megacephala*). Aucune de ces espèces n'a été recensée au sein de patchs forestiers. Les espèces envahissantes ont été recensées sur 14,3 % des appâts situés sur les transects hors forêts.

Treize espèces de fourmis – hormis les espèces envahissantes précitées – ont été recensées sur les quatre transects situés en milieu anthropisé.

Tableau 49. Espèces de myrmécofaune rencontrées sur les quatre transects hors zone de forêts, hors espèces envahissantes – Priorité 2

Espèce	Statut	Nombre d'appâts occupés				Taux d'occupation global/espèces
		T 1	T 2	T 3	T 4	
<i>Brachymyrmex cf. obscurior</i>	Introduite	1	0	2	3	14,29
<i>Camponotus gambeyi</i>	Endémique	0	0	0	1	2,38
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	Introduite	0	0	2	2	9,52
<i>Iridomyrmex neocaledonica</i>	Endémique	0	1	0	0	2,38
<i>Leptomyrmex nigriceps</i>	Endémique	3	2	5	1	45,24
<i>Ochetellus glaber</i>	Incertain	1	0	0	1	4,76
<i>Pheidole sp1</i>	Incertain	2	0	3	0	28,57
<i>Pheidole sp2</i>	Incertain	1	0	0	0	2,38
<i>Pheidole sp3</i>	Incertain	0	0	1	0	2,38
<i>Polyrhachis guerini</i>	Endémique	3	2	4	4	30,95
<i>Rhytidoponera cf. versicolor</i>	Endémique	2	0	0	0	4,76
<i>Rhytidoponera numeensis</i>	Endémique	0	1	0	0	4,76
<i>Solenopsis cf. papuana</i>	Autochtone	0	0	0	1	2,38
Diversité spécifique		7	4	6	7	

Source : Bota Environnement

En ce qui concerne les deux transects situés dans des patchs forestiers, huit espèces de fourmis différentes ont été relevées, dont aucune envahissante.

Tableau 50. Espèces rencontrées sur les deux transects situés en forêt – Priorité 2

Espèce	Statut	Nombre d'appâts occupé		Taux d'occupation global des appâts /espèces
		5_F	6_F	
<i>Cerapachys sp.</i>	Endémique	1	0	7,1%
<i>Leptomyrmex nigriceps</i>	Endémique	4	4	57%
<i>Meranoplus leveillei</i>	Endémique	0	2	14,3%
<i>Paraparatrechina sp.</i>	Incertain	1	0	7,1%
<i>Paratrechina cf. longicornis</i>	Introduite	0	1	7,1%
<i>Pheidole sp1</i>	Incertain	5	2	50%
<i>Rhytidoponera numeensis</i>	Endémique	1	0	7,1%
<i>Monomorium genre Chelaner¹</i>	Incertain	0	1	7,1%
Diversité spécifique		5	5	

Source : Bota Environnement

La campagne d'échantillonnage sur la zone « Priorité 3 » a été réalisée les 7 et 28 octobre 2015 sur neuf transects dont trois au sein de patchs forestiers, soit 63 appâts (Bota Environnement, 2015). Le taux d'occupation global des appâts a été de 49,2 %.

Sur l'ensemble des appâts occupés ont été relevées deux espèces de fourmis envahissantes (*Anoploplepis gracilipes* et *Pheidole megacephala*). Les espèces envahissantes confondues ont été recensées sur 17,5 % des appâts de la zone « Priorité 2 ».

Anoplolepis gracilipes n'a été observée que sur les transects situés hors patches forestiers : son taux d'occupation est de 67 % sur les six transects concernés, ce qui représente un taux d'occupation de 44,5 % tous transects confondus. À l'inverse, *Pheidole megacephala* n'a été recensée que sur les transects situés au sein des patches forestiers : son taux d'occupation est de 67 % sur les trois transects concernés, ce qui représente un taux d'occupation de 22 % tous transects confondus.

Cinq espèces de fourmis – hormis l'espèce envahissante *Anoplolepis gracilipes* — ont été recensées sur les six transects situés en milieu anthropisé. À noter que deux espèces de fourmis parmi la liste ci-dessous ont été trouvées dans les patches forestiers (*Polyrhachis guerini* et *Leptomyrmex nigriceps*). Le taux d'endémisme est de 50 %.

Tableau 51. Espèces de myrmécofaune rencontrées sur les six transects « exotiques », hors espèces envahissantes – Priorité 3

Espèce	Statut	Nombre d'appâts occupés						Taux d'occupation global des appâts
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 6	T 7	
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	Introduite	1	0	0	0	0	0	2,38%
<i>Leptomyrmex nigriceps</i>	Endémique	1	1	0	0	0	2	9,52%
<i>Monomorium floricola</i>	Introduite	0	0	0	0	1	0	2,38%
<i>Paraparatrechina gp. caledonica</i>	Endémique	0	1	0	0	0	0	2,38%
<i>Polyrhachis guerini</i>	Endémique	1	0	2	0	0	2	11,90%
Diversité spécifique		3	2	1	0	1	2	

Source : Bota Environnement

En ce qui concerne les trois transects situés dans des patches forestiers, quatorze espèces de fourmis différentes ont été relevées – en plus de l'envahissante *Pheidole megacephala*. La diversité y est plus importante que dans les transects en milieux dégradé. Aussi, le taux d'endémisme y est plus important (60 %).

**Tableau 52. Espèces rencontrées sur les trois transects situés en forêt –
Priorité 3**

Espèce	Statut	Nombre d'appâts occupés			Taux d'occupation global des appâts /espèces
		8_F	9_F	10_F	
<i>Camponotus gambeyi</i>	Endémique	0	1	3	19,0%
<i>Iridomyrmex calvus</i>	Autochtone	1	0	0	4,8%
<i>Leptomyrmex nigriceps</i>	Endémique	3	1	6	47,6%
<i>Leptomyrmex pallens</i>	Endémique	0	0	1	4,8%
<i>Lordomyrma rouxi</i>	Endémique	0	0	1	4,8%
<i>Meranoplus leveillei</i>	Endémique	0	0	1	4,8%
<i>Monomorium cf. longipes</i>	Endémique	0	1	0	4,8%
<i>Monomorium sp.</i>	-	1	0	0	4,8%
<i>Pheidole cf. oceanica</i>	Autochtone	1	0	0	4,8%
<i>Pheidole sp1</i>	Incertain	1	0	1	9,5%
<i>Polyrhachis guerini</i>	Endémique	0	0	2	9,5%
<i>Rhytidoponera cf. numeensis</i>	Endémique	0	2	0	9,5%
<i>Rhytidoponera cf. terrestris</i>	Autochtone	0	0	1	4,8%
<i>Rhytidoponera cf. versicolor</i>	Endémique	1	0	1	9,5%
Diversité spécifique		6	4	9	

Source : Bota Environnement

La campagne d'échantillonnage sur la zone « Priorité 4 » a été réalisée en février 2016 sur sept transects, soit 49 appâts. Le taux d'occupation global des appâts a été de 98 % (Bota Environnement, 2015).

Ont été relevées deux espèces de fourmis envahissantes (*Wasmannia auropunctata* et *Anoplolepis gracilipes*). *Wasmannia auropunctata* a été observée sur deux transects situés non loin d'anciennes pistes de sondage. Elle a été observée sur sept appâts, soit un taux d'occupation global de 14 %.

Un nid de fourmis *Anoplolepis gracilipes* a été recensé lors de la pose du transect 1, lors d'une fouille à vue (hors transect). Cette zone se situe près de la piste menant à la zone d'exploitation minière de VNC.

14 espèces de fourmis – hormis les deux espèces envahissantes précitées — ont été recensées sur les sept transects de la zone « Priorité 4 ». Le taux d'endémisme est de 36 %.

Tableau 53. Espèces rencontrées sur les sept transects, hors espèces envahissantes – Priorité 4

Espèce	Statut	Nombre d'appâts occupés							Taux d'occupation global des appâts
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	
<i>Brachymyrmex obscurior</i>	Introduite	7	2	6	6	6	5	4	73,4 %
<i>Cardiocondyla wroughtonii</i>	Introduite	1	0	0	0	0	0	0	2 %
<i>Cardiocondyla minutor</i>	Introduite	1	0	0	0	0	0	0	2 %
<i>Iridomyrmex neocaledonica</i>	Endémique	0	0	0	1	0	1	0	4 %
<i>Leptomyrmex pallens</i>	Endémique	0	1	0	0	0	2	0	6 %
<i>Meranoplus leveillei</i>	Endémique	0	1	0	0	0	0	0	2 %
<i>Monomorium floricola</i>	Introduite	1	4	0	0	0	0	0	10,2 %
<i>Nylanderia vaga</i>	Introduite	4	0	1	0	0	0	0	10,2 %
<i>Ochetellus glaber</i>	Incertain	0	1	4	3	0	1	1	20,4 %
<i>Odontomachus simillimus</i>	Introduite	4	0	3	1	0	0	0	16,3 %
<i>Pheidole oceanica</i>	Autochtone	0	0	0	0	0	1	0	2 %
<i>Pheidole sp.1</i>	Incertain	0	1	0	0	0	0	0	2 %
<i>Polyrhachis guerini</i>	Endémique	1	7	2	1	0	5	0	32,6 %
<i>Rhytidoponera versicolor</i>	Endémique	0	2	0	0	0	0	0	4 %
Diversité spécifique		7	8	5	5	1	6	2	

Source : Bota Environnement

En conclusion sur les quatre zones inventoriées par Bota Environnement, la présence des espèces envahissantes sur certains transects est indicatrice d'un milieu dégradé. Ces espèces sont réputées pour leur capacité à favoriser les populations d'insectes phytophages dont elles consomment le miellat, ces insectes phytophages dégradant d'autant plus la végétation du site. Elles représentent donc un grave risque pour l'écosystème dans le cas d'une augmentation de leur population et d'un agrandissement de leur territoire.

Les activités humaines étant les uniques sources de dissémination à grande échelle des fourmis envahissantes, la présence d'espèces envahissantes dans des zones anthropisées ou de végétation dégradée n'est pas une surprise, notamment le long de la route des canalisations ainsi que dans les zones anthropisées à l'est de l'aire de stockage à résidus existant (à proximité d'anciennes pistes de sondage).

Notons les particularités suivantes :

- les deux espèces envahissantes recensées sur la zone « Priorité 1 » n'ont été observées que sur un seul transect et sur un seul appât chacune, leur arrivée dans la zone d'étude est donc probablement récente ;
- la présence de *Pheidole megacephala* sur une zone très récemment défrichée (au moment de l'inventaire) du transect 1 de la zone « Priorité 2 » est inquiétante car cela prouve sa présence avant les travaux. De plus, le nombre élevé d'ouvrières mineures et majeures sur l'appât démontre également l'importance de sa population ;
- L'importance de la distribution d'*Anoplolepis gracilipes* sur la zone d'étude et la présence de *Pheidole megacephala* dans des patches

forestiers de la zone « Priorité 3 » montrent que les contaminations ne sont pas récentes.

En ce qui concerne les autres inventaires réalisés par BIODICAL au sein de l'aire d'étude restreinte (sur les zones non inventoriées par Bota Environnement), il en ressort que ces zones sont marquées par la présence de deux espèces envahissantes : *Wasmannia auropunctata* et *Anoplolepis gracilipes* (BIODICAL, 2015). En effet, la pauvreté du couvert végétal forestier dans ces sites étudiés, couplée à la proximité de zones très dégradées et anthropisées (pistes, chantiers) plus propices aux espèces exogènes pionnières, permet d'expliquer la présence de ces espèces invasives qui sont d'ailleurs classées parmi les 100 espèces envahissantes les plus néfastes au monde.

L'aire d'étude restreinte du projet est marquée par la présence de trois espèces invasives de myrmécofaune : *Anoplolepis gracilipes*, *Wasmannia auropunctata* et *Solenopsis geminata* (cf. **Carte 4.14**) (l'espèce *Pheidole megacephala* a été recensée lors des inventaires de Bota Environnement, mais hors de l'aire d'étude restreinte).

Leur présence est indicatrice d'un milieu dégradé. Il est à rappeler que les deux premières espèces (*Anoplolepis gracilipes* et *Wasmannia auropunctata*) font partie des 100 espèces envahissantes les plus néfastes au monde.

Pour toutes ces raisons, l'importance écologique de l'aire d'étude est estimée faible en ce qui concerne la myrmécofaune.

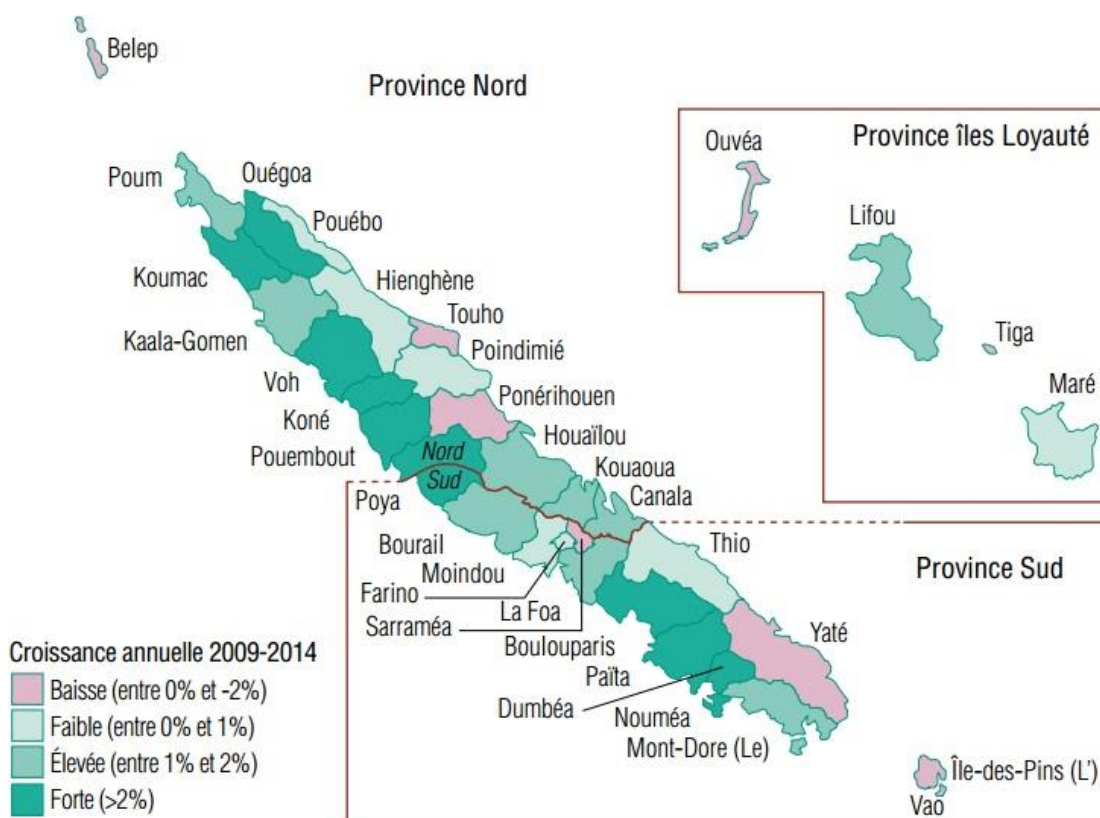
5 MILIEU HUMAIN

5.1. DEMOGRAPHIE

5.1.1. Contexte calédonien

En 2014, **268 767 habitants** ont été recensés en Nouvelle-Calédonie. Cela représente 23 200 habitants de plus qu'en 2009, ce qui correspond à un accroissement démographique de 1,8 % par an (ISEE, 2011).

Cette évolution de la population n'est pas identique entre la Province Sud et la Province Nord ; si de 2004 à 2009, le taux d'accroissement de la population était sept fois plus important en Province Sud (+2,19 %) qu'en Province Nord (+0,3 %), cette tendance semble s'inverser entre 2009 et 2014, avec un taux d'accroissement de la population en nette augmentation dans la Province Nord (+2,27 %) et supérieur à celui de la Province Sud qui diminue (+1,79 %) tout en restant positif. La figure ci-dessous présente l'évolution de la population des communes entre 2009 et 2014.



Source : (ISEE, 2011)

Figure 54. Évolution de la population des communes entre 2009 et 2014

5.1.2. Spécificités de l'aire d'étude élargie

Le projet Lucy se situe sur les communes de Yaté et Mont-Dore (voir figure suivante). Il convient donc de s'intéresser à l'évolution démographique de ces deux communes et à ses causes (aire d'influence socio-économique du projet).

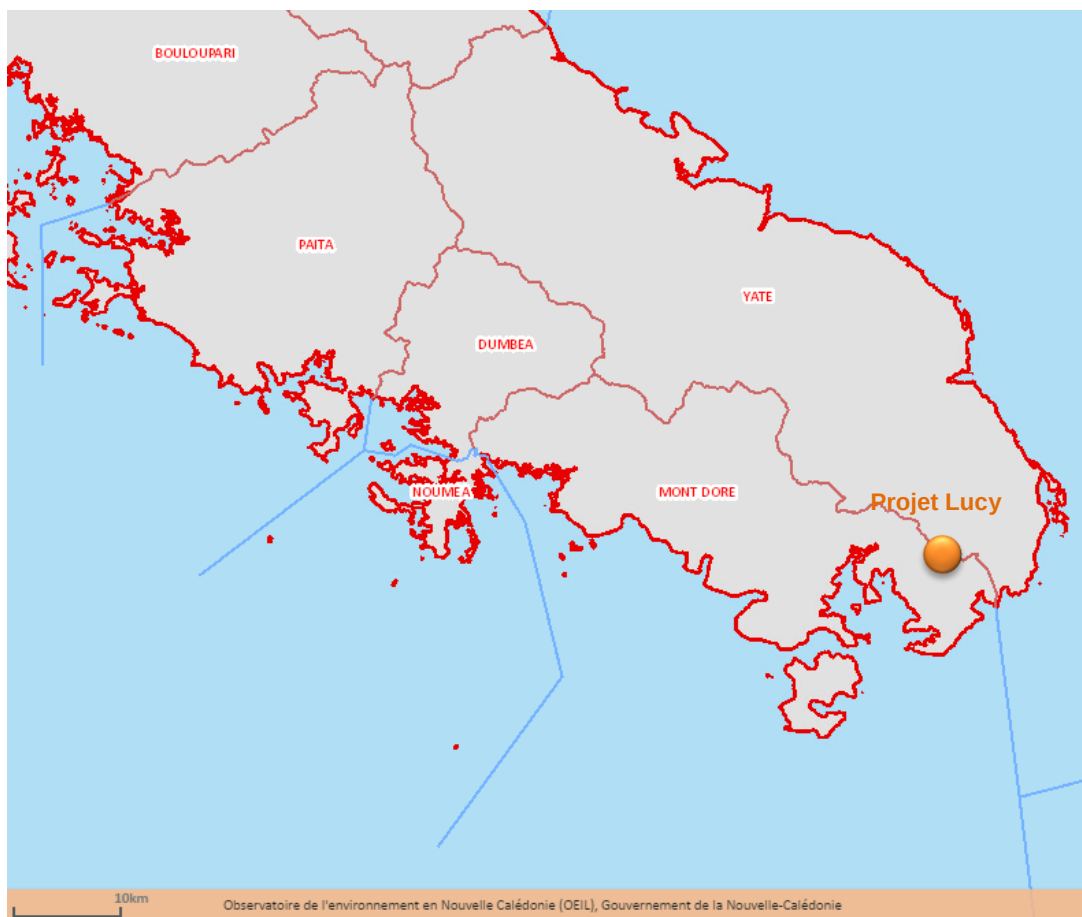
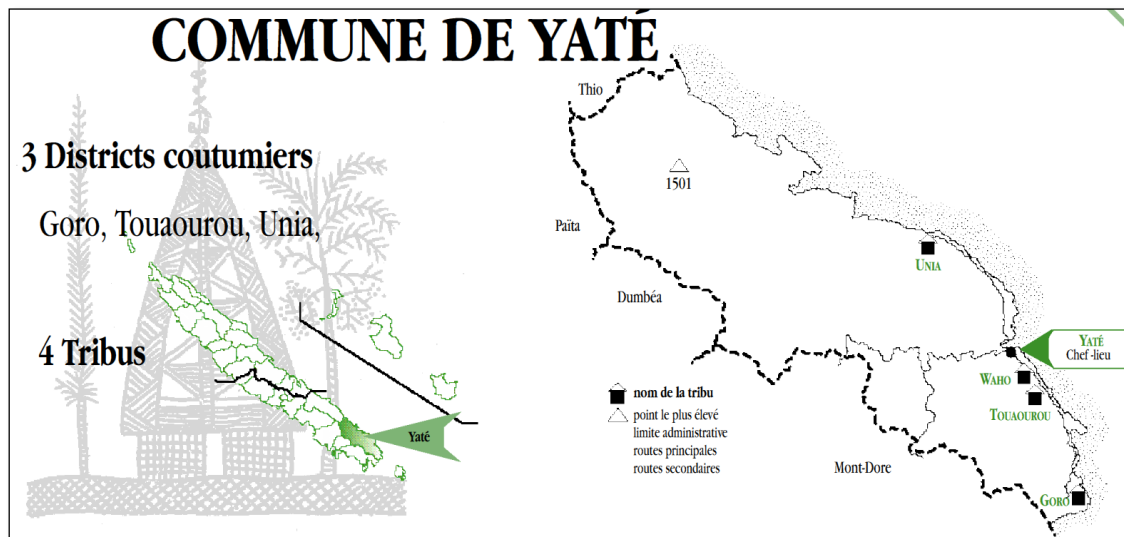


Figure 55. Situation du projet Lucy

5.1.2.1. Commune de Yaté

La population recensée en 2014 sur la commune de Yaté est de **1 747** personnes. C'est la commune la plus étendue de Nouvelle-Calédonie (1 338 km²) et la moins densément peuplée (1 hab/km²). Elle est composée d'une population d'origine mélanésienne (plus de 95 %), localisée essentiellement sur la bande littorale du sud-est de la commune. Les structures traditionnelles du pouvoir et des prises de décision sont encore bien présentes. La commune se compose de quatre tribus (Unia, Waho, Touaourou et Goro) et d'un « centre administratif » nommé Yaté village (ISEE, 2014).

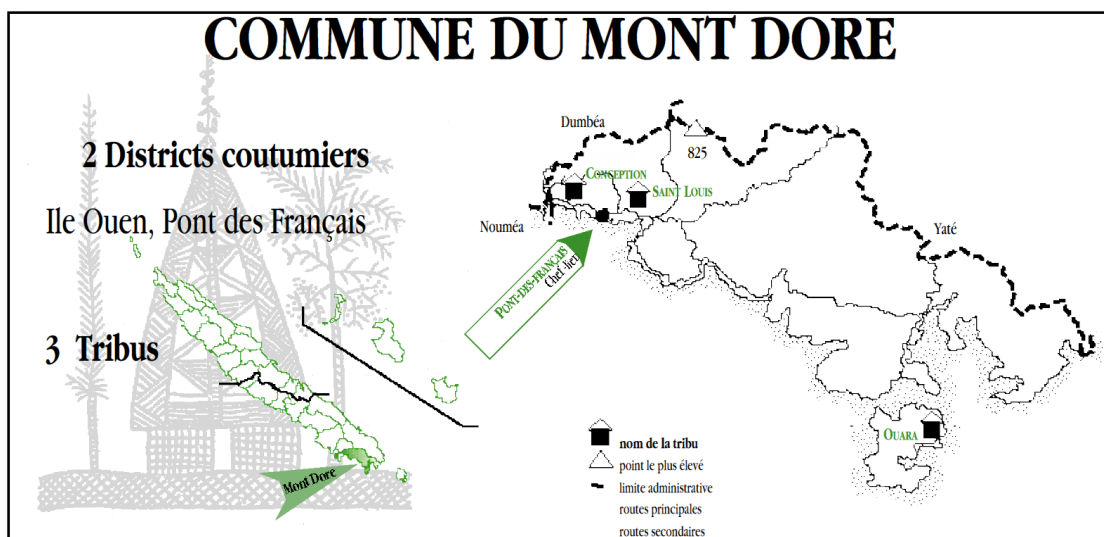


Source : ISEE, 2016

Figure 56. Population de la commune de Yaté

5.1.2.2. Commune du Mont-Dore

La population recensée en 2014 sur la commune du Mont-Dore est de **27 155** personnes. Elle est caractérisée par une superficie de 643 km² et une densité de 42 hab/km². La commune de Mont-Dore se compose de trois tribus (la Conception, Saint-Louis et Mont-Dore). Les trois tribus mélanésiennes les plus peuplées sont intégrées en milieu suburbain. Une petite communauté tribale (tribu d'Ouara) traditionnelle à faible densité de population est isolée sur l'île Ouen. Entre 1996 et 2004, ces trois tribus tout comme l'île Ouen ont présenté une diminution de population (ISEE, 2014).



Source : ISEE, 2016

Figure 57. Population de la commune du Mont Dore

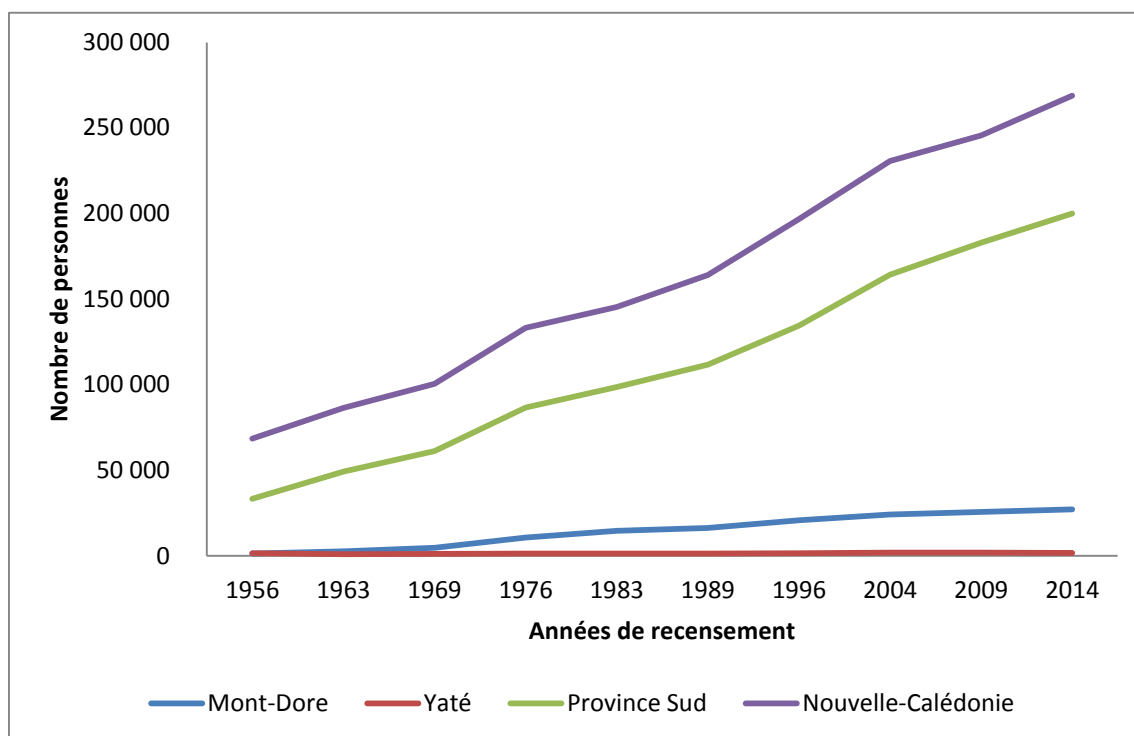
5.1.2.3. Evolution démographique

Le tableau et la figure ci-dessous présentent l'évolution de la population pour les deux communes et plus généralement au niveau de la Province Sud et de la Nouvelle-Calédonie entre les années 1956 et 2014 et plus précisément entre 1996 et 2014.

Tableau 54. Evolution de la population des communes à proximité de la zone de projet ainsi que sur la Province Sud et la Nouvelle-Calédonie

Territoire pris en compte	Population			
	1996	2004	2009	2014
Yaté	1 554	1 843	1 881	1 747
Le Mont Dore	20 780	24 195	25 683	27 155
Province Sud	134 546	164 235	183 007	199 983
Nouvelle-Calédonie	196 836	230 789	245 580	268 767

Source : (ISEE, 2011) - (VNC : DAEM, 2015)



Source : (ISEE, 2011)

Figure 58. Evolution du nombre d'habitant pour les communes de Yaté et Mont Dore

La population a plus que doublé en 58 ans en Nouvelle-Calédonie (68 480 habitants en 1956, 268 767 en 2014). La Province Sud suit cette même tendance (33 426 habitants en 1956, 199 983 en 2014). Mais, alors que la population a aussi augmenté de manière significative dans la commune du Mont Dore (1 288 habitants en 1956, 27 155 en 2014), elle est plutôt stable au niveau de Yaté (environ 1 400 habitants) (ISEE, 2014). Quelques fluctuations sont malgré tout constatées sur la commune de Yaté :

- en 1963, elle ne comporte que 925 habitants ;

- inversement entre 2004 et 2009 elle en comprend plus de 1 800 ;
- une légère récession est observée depuis car, en 2014, elle n'en comporte plus que 1 747. Cette augmentation au niveau de la commune du Mont Dore est en lien avec l'explosion de la population de l'agglomération du Grand Nouméa (le Grand Nouméa est composé de quatre communes : Païta, Dumbéa, Nouméa et Mont Dore).

Le projet Lucy se situe sur les communes de Yaté Mont-Dore. La démographie sociale est très différente entre les deux communes compte tenu du fait que le Mont-Dore est sous influence du Grand Nouméa et connaît depuis ces dernières années une augmentation significative de sa population. Inversement, la commune de Yaté est la commune la moins densément peuplée de Nouvelle-Calédonie. Sa population est stable et essentiellement concentrée au niveau de la bordure littorale.

5.2. HABITAT – LOGEMENT

5.2.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

En Nouvelle-Calédonie, le type d'habitation recensé en 2009 était pour 67 % des maisons, 28 % des appartements et 2 % des cases mélanésiennes. Les maisons individuelles constituent le type d'habitation le plus répandu, en dehors de Nouméa, où les immeubles collectifs prédominent. En 2009, 62 % des ménages étaient propriétaires de leur résidence principale. Près du tiers des ménages sont locataires et 7 % sont logés gratuitement.

5.2.2. Spécificités de l'aire d'étude élargie

5.2.2.1. Commune de Yaté

Sur la commune de Yaté en 2009, 426 maisons étaient recensées. Elles représentaient 96 % du nombre total d'habitations. Les autres types d'habitations correspondent à des cases mélanésiennes ou des constructions provisoires. A Yaté, le pourcentage de personnes vivant en location est quasiment insignifiant (2 %), reflétant une structure de propriété traditionnelle (90 % de propriétaire).

5.2.2.2. Commune de Mont Dore

Bien que situé en zone urbaine et péri-urbaine, la commune du Mont Dore ne comporte pas une proportion importante d'appartements. En effet, 91 % de maisons et seulement 6 % d'appartements y sont recensés. Près des trois quarts de la population vivent dans des logements dont ils sont propriétaires (73 %). La proportion de locataires (20 %) est plus importante qu'à Yaté, en cohérence avec le statut urbain de certaines parties du Mont Dore.

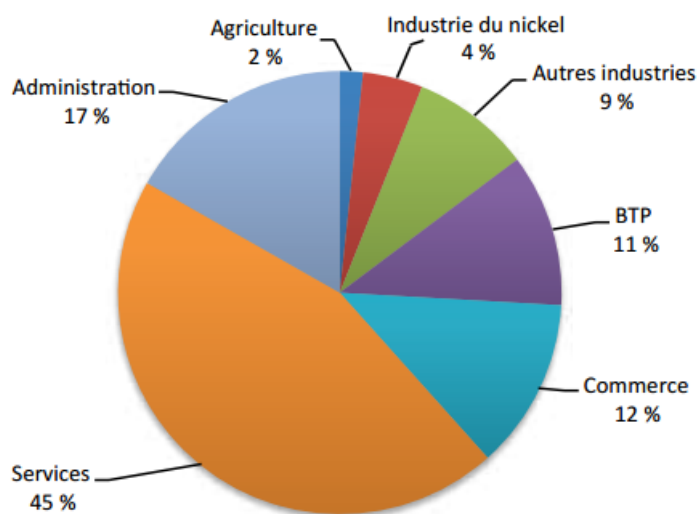
5.3. ECONOMIE

Les éléments de ce paragraphe sont une synthèse des tableaux de l'économie calédonienne produits par l'ISEE ainsi que des comptes économiques rapides de la Nouvelle-Calédonie (CEROM) (ISEE, 2011)& (ISEE, 2015)& (ISEE, CEROM, 2016).

5.3.1. Généralités

5.3.1.1. Nouvelle-Calédonie

L'économie de la Nouvelle-Calédonie est une économie tertiaire : les services, y compris les banques et administrations, représentaient au total près des 2/3 de la valeur ajoutée en 2014. L'administration, à elle seule, représentait 17 % de la valeur ajoutée, plus que le commerce qui n'en représente que 12 %. Le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) représente lui aussi une part non négligeable avec 11 % de la valeur ajoutée. Le reste, soit 15 %, rassemble les industries primaires (agriculture, pêche, mine) et secondaires (industries du nickel et autres industries) ainsi que l'énergie.



Source : (ISEE, CEROM, 2016)

Figure 59. Répartition sectorielle de la valeur ajoutée en 2014

Le secteur du nickel est globalement bien orienté en 2014 en termes de production, malgré les difficultés techniques qu'a rencontrées le secteur de la métallurgie. L'extraction minière augmente de 8 %, poussée à la fois par la consommation des usines métallurgiques et la hausse des exportations. La métallurgie est aussi en pleine croissance avec la montée en puissance de VNC et la mise en production de Koniambo Nickel SAS (KNS).

L'économie (hors nickel) voit une baisse des investissements. Ainsi le BTP perd de l'emploi salarié pour la troisième année consécutive. Le contexte défavorable du marché du nickel met en difficulté les entreprises du territoire.

La structure de l'économie s'en trouve légèrement modifiée : le nickel représente 4 % du PIB, avec une augmentation de deux points de plus qu'en 2013, ceci au détriment du BTP.

Les services aux particuliers profitent du maintien de la consommation des ménages et de la bonne santé du tourisme.

En 2014, l'économie (hors nickel) a progressé de manière moins importante qu'en 2013 mais enregistre néanmoins une croissance de 1,3 %. L'emploi salarié augmente (+1,2 %) bien que les créations d'entreprises continuent à diminuer (-1,1 % en 2014 après -5,3 % en 2013). En particulier, la production de services résiste en répondant à une

consommation des ménages robuste et les industries profitent de la montée en charge de la branche nickel (ISEE, CEROM, 2016).

Moins à la peine, les industries diverses, de l'énergie, ou les services aux entreprises continuent à bénéficier de débouchés auprès de la métallurgie. Le commerce et les services aux ménages résistent aussi grâce au maintien de la consommation. Les dépenses touristiques ont été dopées par l'augmentation des arrivées de touristes venant du Japon, d'Australie et de Nouvelle-Zélande, profitant ainsi au secteur de l'hôtellerie et de la restauration (ISEE, CEROM, 2016).

5.3.1.2. Spécificités de la Province Sud

Les services représentent une part très importante de l'économie de la Province Sud, de la part la présence de l'agglomération du Grand Nouméa. Autour de la zone de projet Lucy, l'activité principale est l'industrie minière (présence du bassin minier VNC) et les activités de construction afférentes. Ces dernières sont caractéristiques des activités majoritaires de la province Sud comme en témoigne le tableau ci-après.

Tableau 55. Répartition des entreprises par province et secteur d'activité au 1er janvier 2015

	Province îles Loyauté	Province Nord	Province Sud	Total
Agriculture				
Nombre	745	2 673	2 908	6 326
Part	11,8	42,3	46,0	100,0
Industrie				
Nombre	108	357	2 353	2 818
Part	3,8	12,7	83,5	100,0
Construction				
Nombre	353	1 217	6 706	8 276
Part	4,3	14,7	81,0	100,0
Services				
Nombre	2 646	5 994	31 095	39 735
Part	6,7	15,1	78,3	100,0
Total				
Nombre	3 852	10 241	43 062	57 155
Part	6,7	17,9	75,3	100,0

Unités : nombre, %

Source : (ISEE, 2015)

5.3.2. Activités liées à l'exploitation de minerais

5.3.2.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

L'activité minière est indissociable de l'histoire de la Nouvelle-Calédonie. Si les découvertes minérales se succédèrent (charbon, or, cuivre, cobalt, chrome, antimoine), la plus importante fut celle du minerai de nickel par Jules Garnier en 1864 (ISEE, 2011).

L'Accord de Nouméa et la loi organique du 19 mars 1999 relative à la Nouvelle-Calédonie partagent la compétence minière entre l'État, la Nouvelle-Calédonie et les provinces. Depuis janvier 2000, la Nouvelle-Calédonie est compétente en matière de réglementation relative aux hydrocarbures, au nickel, au chrome, au cobalt. Les

décisions d'application de cette réglementation sont prises par les provinces, qui sont également responsables de la police des mines (exploitation, environnement et travail). Les organes chargés de la mise en cohérence entre les institutions et de la réglementation sont le conseil des mines et le comité consultatif des mines.

En matière de mines et de métallurgie, la DIMENC est chargée de promouvoir, organiser et coordonner la valorisation de la ressource minérale tout en garantissant une insertion harmonieuse de l'activité extractive dans son environnement physique, social ou économique, au mieux de l'intérêt général, dans une perspective de développement durable.

En 2009, le secteur du nickel se structure. La loi du pays relative au code minier de la Nouvelle-Calédonie entre en vigueur, en même temps que sa partie réglementaire. Un schéma de mise en valeur des richesses minières, prévu par la loi organique, est adopté par le congrès de la Nouvelle-Calédonie le 18 mars 2009. Il comporte notamment l'inventaire minier, les perspectives de mise en exploitation des gisements, les principes directeurs en matière de protection de l'environnement pour l'exploitation des gisements, le recensement des zones soumises à une police spéciale, les orientations en matière de développement industriel nécessaires à l'exploitation rationnelle des richesses minières et les principes régissant la politique d'exportation des produits miniers.

La carte ci-dessous illustre l'importance de l'activité d'extraction de minerai sur le territoire calédonien.



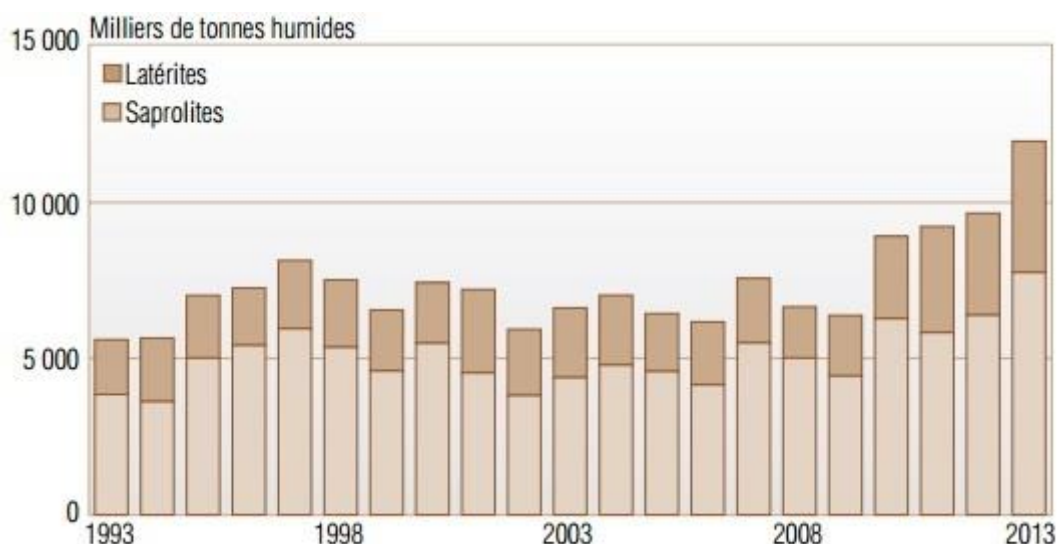
Source : (ISEE, 2014)

Figure 60. Implantation des centres miniers et métallurgiques actifs en 2013

L'activité minière en Nouvelle-Calédonie est dominée par le nickel, seul minerai dont l'exploitation a été continue depuis plusieurs décennies. Selon les estimations, la Nouvelle-Calédonie recèle entre 10 % et 20 % des réserves mondiales de nickel (ISEE, 2011). Les saprolites constituent plus des deux tiers de l'extraction de minerai, le reste étant composé de latérites.

En effet, les saprolites sont considérées comme un minerai à haute teneur en nickel (entre 2 et 3 % de nickel contenu). Les latérites sont un minerai à basse teneur en nickel (entre 1,5 et 2 % du nickel contenu) qui sont composées également du fer et du cobalt. L'exploitation des latérites a débuté en Nouvelle-Calédonie vers le milieu des années 1980.

Le diagramme à barre ci-après montre l'évolution de la production de minerai de nickel (latérite/saprolite) de 1993 à 2013. Il témoigne d'une augmentation globale de la production de minerai (plus de 50 % d'augmentation depuis 1993) couplée à une augmentation de la part de minerai provenant de latérites (moins de 30% en 1993 et près de 35% en 2013).



Source : (ISEE, 2014)

Figure 61. Evolution de la production en minerais de nickel en Nouvelle-Calédonie de 1993 à 2013

En 2010, près de 4 000 personnes sont directement employées par le secteur du nickel. La moitié travaille pour la mine et un tiers pour l'usine métallurgique de Doniambo. Les autres sont des rouleurs, des personnels embauchés pour le chargement des minéraliers et des sous-traitants effectuant des travaux de transport terrestre autres que ceux du minerai.

Le marché de l'emploi est soutenu par le développement des grands projets miniers. Ainsi, alors qu'en 2006 près de 40 % des offres d'emploi déposées en Nouvelle-Calédonie concernaient Yaté, elles ne sont plus que de 9 % en 2010, en liaison avec la fin des travaux de construction de l'usine du sud. À l'inverse, les offres d'emploi déposées pour Voh passent en 4 ans de 1 % à 20 % du total des offres déposées en Nouvelle-Calédonie (ISEE, 2011).

Pendant la phase de construction, les offres concernent principalement les domaines du bâtiment, des travaux publics et de l'extraction ainsi que du transport et de la logistique. La phase d'exploitation induira des offres d'emploi plus nombreuses dans des postes de

cadres techniques de l'industrie, de maîtrise industrielle et de personnel de la mécanique, de l'électricité et de l'électronique (ISEE, 2011).

5.3.2.2. *Spécificité de l'aire d'étude*

Le projet Lucy est situé sur les communes de Yaté et Mont-Dore. Historiquement, avant la seconde guerre mondiale, Yaté a été le siège d'exploitation d'une mine de fer «japonaise» ; un grand nombre de concessions minières ont été concédées sur le territoire de la commune.

En lien avec l'exploitation minière menée par VNC en particulier, des entreprises se sont développées autour des activités de construction de la mine (voir paragraphe sur le BTP ci-dessous), de transports routiers et de roulage sur mines. Selon les informations du répertoire d'identification des entreprises et des établissements (RIDET) disponibles auprès de l'ISEE, début 2012, Yaté comptait :

- 4 entreprises sont répertoriées au titre de l'activité « Extraction de minerais métalliques » (dont 1 avec 0 employé) ;
- 45 entreprises de construction (dont 30 avec 0 employé) ;
- 25 entreprises de « transport terrestre » (dont 18 avec 0 employé) ;
- 27 entreprises dans la catégorie « services aux entreprises » (dont 23 avec 0 employé).

Notons que certaines de ces entreprises ne sont pas actives aujourd'hui.

Pour tirer le meilleur parti des opportunités offertes par le par l'exploitation minière de VNC et à la demande de l'industriel, les prestataires de services de Yaté et Mont-Dore se sont rassemblés au sein de la SAS Goro Mines qui est devenue l'un des premiers prestataires locaux de VNC. La plupart des 15 entreprises concernées sont originaires de Yaté ou du Mont-Dore (avec néanmoins deux entreprises de Nouméa).

5.3.3. **Activités liées au BTP**

5.3.3.1. *Contexte en Nouvelle-Calédonie*

Le secteur du BTP est un secteur important en Nouvelle-Calédonie, qui a connu une expansion significative depuis plusieurs années. Le secteur est porté non seulement par les travaux de construction liés à l'exploitation minière de VNC et celle du nord (KNS) mais aussi par la construction de logements.

5.3.3.2. *Spécificités de l'aire d'étude*

Plus de la moitié des artisans de Yaté (28 sur 44) inscrits au registre de la Chambre de métiers en 2007 déclaraient avoir une activité en rapport avec le BTP. Il est difficile d'estimer quelle proportion de l'activité BTP est en rapport avec la mine, mais il est probable que cette proportion soit très significative, notamment au travers de la SAS Goro Mines (voir §5.3.2).

5.3.4. Activités agricoles

5.3.4.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

Les exploitations agricoles couvrent une surface de 222 200 ha, soit 12 % de la superficie totale de la Nouvelle-Calédonie, contre 13,5 % en 2002 (DAVAR, ISEE, 2012). Cette proportion relativement faible s'explique par différents facteurs : sols ultrabasiques, impropres à la culture sur un tiers du territoire, ressources en eau fragile et affleurement calcaire sur les îles Loyauté, aléas climatiques (cyclones et sécheresses fréquents), éloignement, notamment pour les producteurs du nord et des îles, du principal centre de consommation (Grand Nouméa). En contrepartie, le climat de l'île permet de développer des cultures "tropicales" aussi bien que des cultures "tempérées" et il existe des zones où le sol est de bonne qualité, en particulier dans le Nord.

4 500 entreprises agricoles sont répertoriées en Nouvelle-Calédonie en 2012, soit 19 % de moins qu'en 2002. Ces exploitations sont réparties sur le territoire : 35 % en province Sud, 38 % en province Nord et 27 % en province des îles Loyauté (DAVAR, ISEE, 2012). En termes de poids dans l'économie, la contribution de l'agriculture au produit intérieur brut est estimée en 2009 à 1,5 % (ISEE, 2011).

Par ailleurs, les typologies d'exploitations évoluent. La dernière décennie a été marquée par la disparition de nombreuses petites exploitations vivrières ainsi que celle d'élevages bovins. Parallèlement, les exploitations de taille moyenne sont beaucoup plus fréquentes. Ce mouvement enrayer le développement d'une agriculture jusqu'alors majoritairement composée de très petites unités et de grands élevages extensifs. Toutefois, avec 84 600 têtes, l'élevage bovin occupe toujours la majeure partie de la surface agricole utilisée (174 300 ha de pâtures) (DAVAR, ISEE, 2012).

Cependant, le développement récent de l'économie calédonienne impacte profondément l'aménagement du territoire et par conséquent l'agriculture du pays. Ainsi, la création récente des usines métallurgiques dans le nord et le sud détourne une partie des forces vives agricoles du sud-est, de la côte est et du nord vers ces nouveaux centres industriels. Dans ces zones, près d'un tiers des exploitations a disparu.

5.3.4.2. Cas de la province Sud

En province Sud, le nombre d'exploitations, tout comme la surface utilisée, ont modérément diminué au cours de la dernière décennie. La force de travail consacrée à l'agriculture est restée stable. L'agriculture de la province Sud est toutefois contrastée. La zone sud-ouest, de Dumbéa à Poya, regroupe 80 % des exploitations et la quasi-totalité de la surface agricole utile de la province. A l'opposé, l'agriculture dans le sud-est occupe de petites surfaces et compte peu d'exploitations. C'est le cas de la commune de Yaté sur laquelle se situe le projet.

5.3.4.3. Spécificités de l'aire d'étude

D'après le recensement général agricole (RGA) de 2012, la surface agricole utile (SAU) de la commune de Yaté représente 40 ha, soit moins de 0,05 % de la surface communale ; au Mont Dore la SAU représente près de 480 ha soit 0,7 % de la surface communale.

Les exploitations sont assez morcelées, bien que la surface moyenne des exploitations du Mont Dore soit supérieure à celle de Yaté. A Yaté, près de 90 % des exploitations (environ 80) disposent d'une SAU inférieure à 1 ha et aucune ne dépasse 5 ha en 2012.

Au Mont Dore, 40 % des exploitations sont inférieures à 1 ha, mais une exploitation représente à elle seule environ 80 ha (DAVAR, ISEE, 2012).

Tableau 56. Caractéristiques agricoles des communes de Yaté et du Mont-Dore en 2012

	Yaté	Mont Dore
Surface totale de la commune (ha)	133 840	64 300
Surface agricole totale (ha)	56	1 308
SAU (ha)	40	479
Nombre d'exploitations	89	106

Source : (DAVAR, ISEE, 2012)

La grande majorité des productions (plus de 90 % pour Yaté et 75 % pour le Mont Dore) sont des cultures, notamment des vergers et arbres isolés, fruits de plein champ et tubercules tropicaux. A Yaté, près de 15 % des productions végétales de la commune sont issues de jardins familiaux alors que plus de 30 % des surfaces agricoles du Mont Dore sont en jachères (DAVAR, ISEE, 2012).

A Yaté, on dénombrait 2 % des actifs ayant un emploi dans l'agriculture en 2009 contre 34 % en 1996. Dans la commune du Mont Dore en revanche ce chiffre est relativement stable, puisqu'on dénombrait 4,4 % d'actifs ayant un emploi dans l'agriculture en 1996 contre 2,9 % en 2009 (ISEE, 2009).

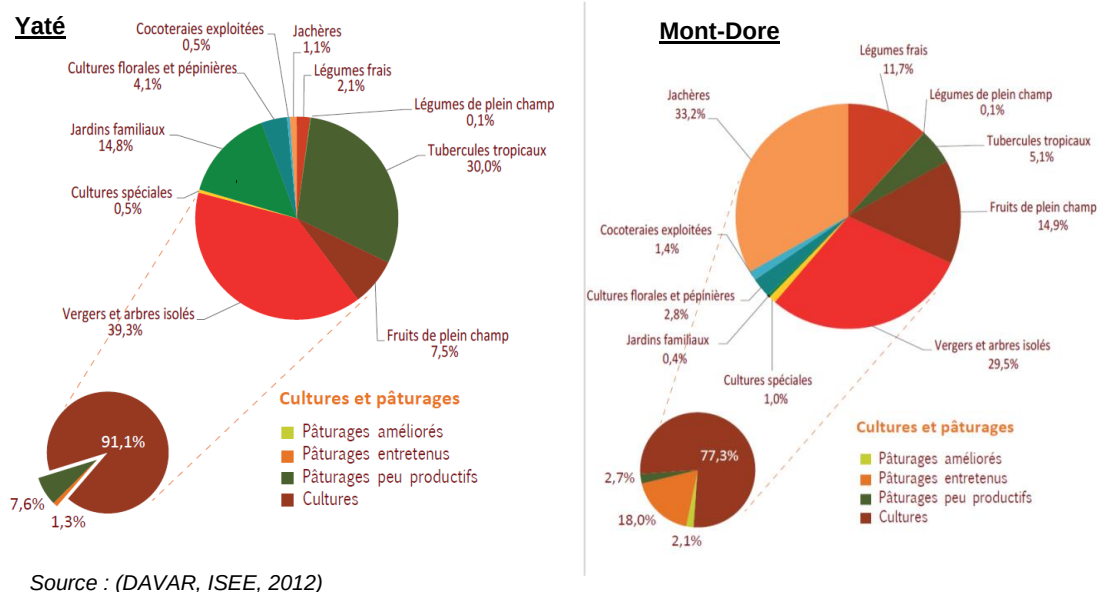


Figure 62. Répartition des productions agricoles à Yaté et au Mont Dore en 2012

Le projet se situant dans le bassin d'exploitation minière de VNC, la population locale n'utilise pas ou plus le site pour chasser. La pêche, l'agriculture et l'élevage n'y sont pas pratiqués.

5.3.5. Commerces

5.3.5.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

Ce secteur, assez diffus puisqu'il comprend à la fois les petits commerces et les grandes chaînes d'hypermarchés, représente 13 % de la création de valeur ajoutée (VNC, 2015). Ce secteur est sensible à la conjoncture et, bien sûr, à l'orientation de la consommation des ménages. Le secteur doit aussi faire face à des évolutions de fond au niveau mondial, telles que la concurrence avec le commerce en ligne.

Il est à noter qu'en 2010, la province Sud a autorisé la construction de quatre hypermarchés dans le Grand Nouméa, signe de confiance dans le développement du commerce de grande distribution par les opérateurs.

5.3.5.2. Spécificités de l'aire d'étude

Les magasins recensés à Yaté sont de petites structures, vendant essentiellement des produits alimentaires et de première nécessité. Autre commerce notable s'étant installé récemment à Yaté, la pharmacie est recensée parmi les infrastructures de santé.

Une enquête faite auprès des ménages en 2007 (VNC, 2015) a permis de constater que très peu de personnes effectuent la totalité de leurs dépenses localement en dehors des personnes sans moyens de transport, voire à faibles revenus. Ceci peut traduire l'absence d'offre locale suffisamment large pour répondre aux besoins locaux, ou encore la commodité d'aller dans une grande surface où l'on peut payer par carte bancaire.

Sur la commune du Mont Dore, la situation est inversée. Dans la mesure où la commune du Mont-Dore fait partie de l'agglomération du Grand Nouméa, elle dispose d'un plus grand choix de magasins que Yaté. Une plus grande proportion des dépenses est alors faite sur place.

Il n'y a aucun commerce sur le site du projet Lucy qui se situe dans la zone d'activité minière de VNC.

5.3.6. Services et communication

5.3.6.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

Les services représentent une part très significative du Produit Intérieur Brut (PIB) et de la formation de valeur ajoutée (pratiquement 60 %). La part des administrations en particulier est importante et s'élève à 19 %. En comparaison, en France, l'administration (services publics) représente 8 % de la formation de valeur ajoutée et le total de l'administration et des services de santé et d'éducation représente 23 %. L'importance de ces services se reflète aussi dans les mouvements de capitaux (depuis la France) pour le paiement des salaires des employés du secteur public (VNC, 2015).

5.3.6.2. Spécificités de l'aire d'étude

L'essentiel des services à Yaté relève du secteur public. La commune est le premier employeur de Yaté, avec 23 employés municipaux (hors SAS Goro Mines, qui est un groupement d'entreprises de diverses origines et hors VNC). Il y a également une antenne de gendarmerie et la direction de l'équipement qui emploie six personnes.

Les services culturels sont assurés par une bibliothèque municipale, disponible pour les habitants de la commune. La commune comprend également des services de transport : ambulances, services de navettes entre les tribus, notamment en direction de Waho qui est desservi par un service de bus et ramassage scolaire. Les services de santé sont assurés par un dispensaire, deux médecins libéraux, un kinésithérapeute et une pharmacie (VNC, 2015).

5.3.7. Tourisme et loisirs

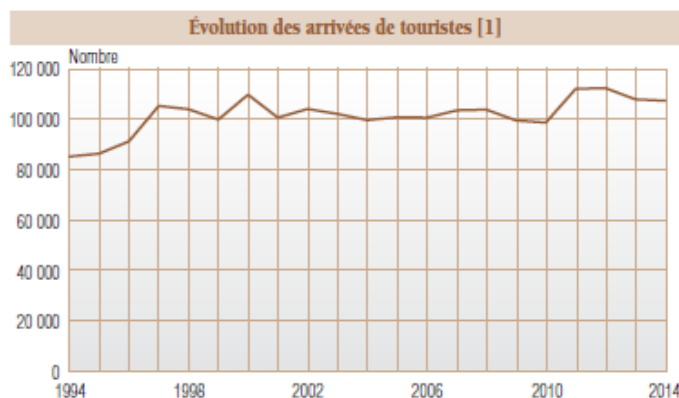
 Carte 5.1 – Intérêt touristique

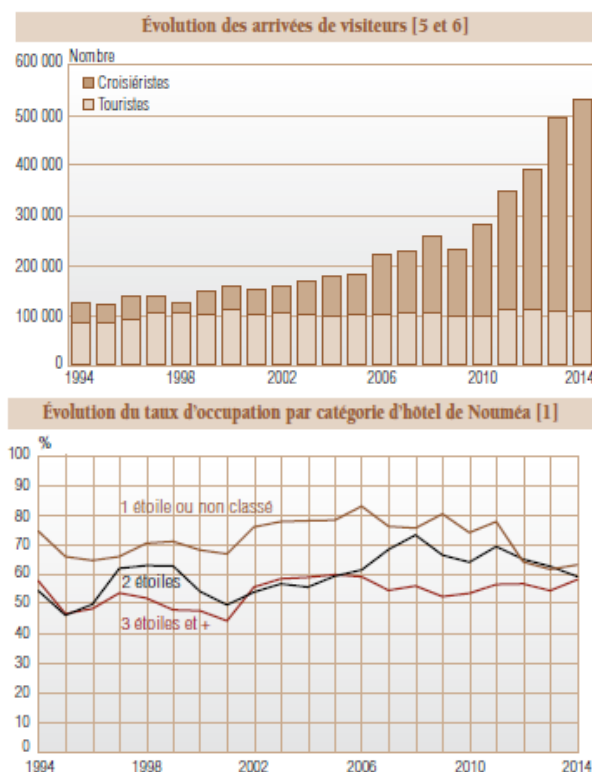
5.3.7.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie possède des atouts pour attirer une clientèle internationale, tels qu'une capacité hôtelière importante, des paysages diversifiés et des lagons classés au Patrimoine Mondial de l'UNESCO en 2008.

Le développement du tourisme est assez récent : il a réellement démarré dans les années 1980. Auparavant, dans les années 1960-1970, le "boom du nickel" avait donné une importance prioritaire à l'exploitation minière. Aucune politique de mise en valeur touristique n'avait alors été mise en œuvre.

A partir de 1984, la fréquentation touristique s'est développée plus ou moins régulièrement pour atteindre son meilleur résultat en 2000 (110 000 touristes). Entre 2000 et 2010, le nombre de touristes stagne autour de la barre des 100 000 et ne réussit pas à décoller malgré les actions des collectivités, telles que la tenue des "assises du tourisme" en 2004-2005. En 2011 et 2012, la fréquentation dépasse à nouveau la barre des 110 000 touristes. En 2014, la Nouvelle-Calédonie accueille près de 530 000 visiteurs, soit 7 % de plus qu'en 2013, sous l'impulsion du tourisme de croisière. Le nombre de croisiéristes augmente en effet pour la 5^e année consécutive. A l'inverse, le nombre de touristes recule légèrement sur un an (-1 %), et les hôtels sont alors délaissés, tant par les touristes que les résidents calédoniens (ISEE, 2014; ISEE, 2015; ISEE, 2011). La Nouvelle-Calédonie souffre de certains désavantages concurrentiels, notamment en raison de ses prix élevés, de son relatif isolement, du petit nombre relatif de plages «paradisiales» et d'un déficit d'image, notamment auprès des tours opérateurs mondiaux. Le secteur n'est pas moteur dans l'économie et n'est pas structuré en filière.





Source : (ISEE, 2015)

Figure 63. Evolution des arrivées de visiteurs et du taux d'occupation des hôtels depuis 1994

Les résultats de l'enquête passagers (ISEE, 2016) permettent de dresser les caractéristiques des touristes visitant la Nouvelle-Calédonie. Ainsi, en 2016, le 1^{er} marché émetteur pour la Nouvelle-Calédonie est la Métropole (27 %), suivie par l'Australie (20 %), le Japon (16 %), et la Nouvelle-Zélande (10 %). Les autres pays représentent près d'un touriste sur trois. La moitié d'entre eux arrive de pays proches : Wallis et Futuna, Polynésie française et Vanuatu. À noter que les touristes en provenance de Corée du Sud progressent, suite à l'ouverture des liaisons aériennes "Nouméa-Séoul" en juin 2008 par Aircalin.

Les touristes restent en moyenne 20 jours. Près des trois quarts des voyages sont motivés par les vacances et par des visites à la famille ou aux amis. Toutefois, le tourisme d'affaires progresse sur dix ans, passant de 9 % en 2000 à 19 % en 2010, en liaison avec les partenariats techniques, économiques ou financiers établis à l'international dans le cadre de l'activité métallurgique du territoire (ISEE, 2011).

5.3.7.2. Spécificités de l'aire d'étude

Hormis un tourisme à la journée favorisé par sa proximité avec le centre urbain et touristique qu'est Nouméa et essentiellement orienté vers des activités récréatives autour de la nature, le développement touristique du Grand Sud reste limité, notamment en lien avec la faiblesse des structures d'accueil, et le manque de commerce d'artisanat ou de petite restauration disponible à toute heure, susceptibles d'animer le secteur et de satisfaire les besoins des passants. Toutefois, depuis 2005, la mise en place du plan de développement touristique concerté de Nouvelle-Calédonie, a entraîné une augmentation significative de la capacité d'hébergement dans le sud (hors Nouméa).

Autour du site du projet Lucy, les centres d'intérêt suivants ont été recensés :

- Commune de Yaté
 - le Sentier de grande randonnée de la Transprovinciale Sud GR1 ;
 - le lac de Yaté ;
 - le site de Netcha ;
 - le barrage de Yaté ;
 - les chutes de la Madeleine ;
 - la cascade de Wadiana - Goro ;
 - le Parc Provincial de la Rivière Bleue ;
 - la mission de Touaourou ;
 - la baie de Port Boisé (à proximité du site de Goro Nickel) ;
 - la Forêt Noyée ;
 - les bois du Sud.
- Commune du Mont Dore
 - l'aiguille de Prony et sources de Prony ;
 - le Cap N'Doua ;
 - les ilots et Ile Ouen ;
 - l'église de la conception ;
 - la mission de Saint-Louis ;
 - la fontaine et l'ancienne gendarmerie de Plum ;
 - le sommet du Mont Dore.

Les centres d'intérêt touristiques les plus proches du site projet sont la baie de Prony (à 4 km) et le cap N'Doua (à 8 km).

5.4. EMPLOIS

5.4.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

Au 1er trimestre 2015, la Nouvelle-Calédonie compte 92 000 salariés, soit 450 de plus qu'il y a un an. L'activité économique du territoire a rarement créé aussi peu d'emplois en début d'année. Bien que les entrepreneurs soient un peu plus confiants dans l'avenir, la création d'entreprise ne repart pas, pas plus que les nouvelles offres d'emploi. Seule note positive, l'intérim progresse, notamment dans la construction.

Le public et le privé contribuent l'un comme l'autre à ce ralentissement. Le secteur public crée 90 emplois entre le 1er trimestre 2014 et le 1er trimestre 2015, principalement au sein de la fonction publique territoriale. Cette progression de 0,3 % sur un an est historiquement faible. Le secteur privé, avec seulement 360 emplois de plus en un an, ne décolle pas non plus (+0,5 %). Dans le privé, le tertiaire et l'industrie créent des emplois tandis que la construction et l'agriculture en perdent.

L'industrie emploie 13 500 salariés, soit 230 de plus qu'en mars 2014 (+2 %). La création d'emplois se maintient à un niveau relativement faible, par rapport aux niveaux observés jusqu'en 2013, mais demeure stable, autour de 200 nouveaux postes par trimestre depuis décembre 2013. Début 2015, les trois quarts des créations d'emplois ont lieu dans l'industrie extractive. En effet, l'extraction de minerai de nickel est en plein essor,

nécessitant des embauches aussi bien sur mines que dans les laboratoires d'analyse. Le traitement et la gestion des déchets embauchent eux aussi davantage (+70 salariés sur un an). Ils ont créé 170 emplois depuis mars 2011 (ISEE, 2015).

5.4.2. Spécificités de l'aire d'étude

Le site de VNC est situé en partie sur la commune de Yaté et, en partie, sur celle du Mont-Dore.

Historiquement, Yaté a été un site d'exploitation, avec une mine de fer avant la seconde guerre mondiale. Sur la commune de Yaté, des entreprises se sont développées en lien avec le projet VNC, notamment des entreprises de construction, de transport routier et de roulage sur mine.

Les chômeurs sont plus nombreux à Yaté qu'au Mont-Dore, en particulier chez les hommes.

Les retraités sont plus nombreux au Mont-Dore qu'à Yaté alors que la situation est inversée s'agissant des personnes au foyer (28% des femmes à Yaté). Ceci traduit potentiellement un mode de vie plus urbain et une plus grande participation au monde du travail au Mont-Dore. Il est difficile de savoir si cela relève d'un choix personnel, d'un manque d'opportunité ou d'une pression sociale. Le chômage des femmes atteint 12% à Yaté où 41% des femmes déclarent avoir un emploi, ce qui porte le total des femmes travaillant ou en recherche d'emploi à 53% (contre 56% au Mont-Dore, ce qui est assez proche).

Ces chiffres (210 chômeurs à Yaté et plus de 1 000 au Mont-Dore) pourraient indiquer une réserve de main d'œuvre pour VNC et les autres entreprises de la région.

Le site VNC emploie actuellement environ 200 personnes des tribus avoisinant le site en emploi direct. La SAS Goro Mines est également un cocontractant privilégié de VNC, qui rassemble un nombre important d'entreprises (et d'artisans) de Yaté et du Mont-Dore (88 entreprises répertoriées au total à l'heure actuelle), correspondant à un volume d'emplois important.

A ceci il convient d'ajouter les activités induites plus partielles telles que la création de «pépinières satellites» fournissant des plants pour les activités de reboisement.

5.5. INFRASTRUCTURES, RESEAUX ET SERVITUDES

5.5.1. Infrastructures de transport

5.5.1.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

La géographie de la Nouvelle-Calédonie fait des transports un enjeu particulier. Territoire insulaire, la Nouvelle-Calédonie entretient de nombreux échanges avec l'extérieur, notamment commerciaux, qui se font par la mer (principalement pour les marchandises) ou par les airs (essentiellement pour les passagers). Archipel composé d'une île principale qui draine l'essentiel de l'activité économique, et de sept autres îles habitées, la desserte et le désenclavement de ces îles se fait par avion ou par bateau. Territoire où l'habitat est dispersé et où les centres d'activité économique sont concentrés, le transport terrestre est incontournable, par véhicule individuel ou transport en commun. Le transport ferroviaire n'existe pas en Nouvelle-Calédonie.

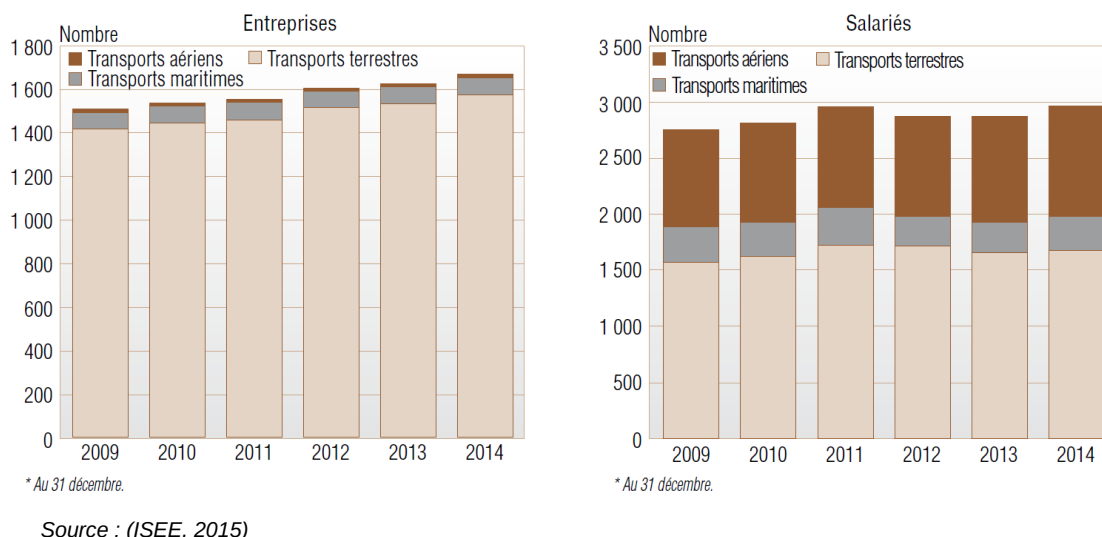


Figure 64. Évolution du nombre d'entreprises et de salariés dans le secteur des transports

Le poids du secteur des transports et des communications dans l'économie est de 6 % du PIB en 2007. En 2010, le secteur des transports représentait 5 % de l'emploi salarié du territoire. Le nombre de salariés dans ce secteur a progressé de 700 personnes entre 2005 et 2010, répartis pour plus de la moitié dans le transport terrestre. Parallèlement, le nombre d'entreprises se développe dans les transports terrestres, et plus particulièrement dans le fret et le transport de voyageurs en lien avec les nouveaux pôles d'emploi de Goro et de Vavouto, pour les usines du Sud et du Nord (ISEE , 2011).

Le réseau de voies ouvertes à la circulation publique en Nouvelle-Calédonie s'étend sur 5 600 km, dont 46 % en province Nord, 40 % en province Sud et 14 % dans les îles Loyauté. Le réseau routier calédonien est constitué de voies communales, de routes provinciales et de routes territoriales. Les transports en commun sont le deuxième principal mode de déplacement après la voiture, utilisés par 12 % de la population calédonienne. Les transports en commun sont essentiellement utilisés en province Sud, où les réseaux sont les plus développés (ISEE , 2011).

Le trafic aérien intérieur concerne essentiellement des passagers ; il n'existe quasiment pas de fret intérieur par voie aérienne. Le trafic est centré sur l'aérodrome de Nouméa-Magenta : la capitale, Nouméa, est le poumon économique du territoire et un passage obligé entre deux destinations intérieures. En 2010, 367 000 passagers ont transité par l'aérodrome de Magenta, en provenance ou à destination de la Grande-Terre ou des îles. Bien qu'en baisse sur un an, le transport aérien intérieur poursuit sa croissance (+24 % entre 1990 et 2000 et +28 % entre 2000 et 2010). Neuf autres aérodromes sont également desservis (Koné, Koumac, Belep, Touho, Ouvéa, Lifou, Tiga, Maré et l'île des Pins). Air Calédonie est l'unique compagnie aérienne à couvrir l'ensemble du réseau domestique de la Nouvelle-Calédonie de façon régulière (ISEE , 2011).

Le trafic aérien international en Nouvelle-Calédonie transite par l'aéroport de Nouméa-La Tontouta. La desserte aérienne extérieure est essentiellement réalisée par la compagnie Air Calédonie International (ACI), connue sous le sigle Aircalin. L'offre de transport aérien s'est étoffée ces dernières années avec la nouvelle liaison Nouméa-Séoul proposée par Aircalin depuis juin 2008. (ISEE , 2011). Toutefois, la liaison "Nouméa-Saint Denis" assurée depuis avril 2009 par Air Austral a finalement été fermée en mars 2012.

Si la plupart des communes dispose d'un accès à la mer et d'infrastructures plus ou moins importantes pour le transport maritime (mise à l'eau, ponton ou wharf), il n'existe réellement que cinq ports en Nouvelle-Calédonie, dont deux publics (Nouméa et Wé,

Lifou) regroupés au sein du port autonome de la Nouvelle-Calédonie et trois industriels privés. Ces ports ont été aménagés pour le transport de marchandises dans un but industriel à Népoui, Vavouto et Prony. Le trafic maritime intérieur concerne le trafic de passagers et le fret, et transite toujours par Nouméa. Le Port Autonome de la Nouvelle-Calédonie est un élément moteur du développement économique : principal point d'approvisionnement de la Nouvelle-Calédonie, port d'exportation des produits métallurgiques et de transbordement pour la desserte inter-îles, il accueille également les paquebots de croisière qui font escale en Nouvelle-Calédonie (ISEE, 2011).

Le secteur des transports est en pleine mutation avec notamment la mise en place de nouvelles liaisons aériennes internationales, le développement des infrastructures dans la province Nord en rapport avec le projet d'usine du Nord et l'optimisation du réseau de transport en commun dans l'agglomération nouméenne. D'autres évolutions pourraient intervenir suite au plan de déplacement de l'agglomération nouméenne avec notamment un projet de transport en commun en site propre.

5.5.1.2. Spécificités de l'aire d'étude

 Carte 5.2 – Infrastructures routières à proximité du projet

La commune de Mont-Dore, faisant partie de l'agglomération du Grand Nouméa, est facilement accessible depuis le centre-ville. Yaté est plus isolée, en raison de la faiblesse du réseau routier en dehors des zones urbaines (Figure 71).



A gauche : accès routiers au Mont-Dore et à Yaté - A droite : Routes locales autour de Yaté

Source : (VNC, 2015)

Figure 65. Réseau routier du Grand Sud

▪ Yaté

En raison de sa situation au sud-est de la Grande Terre, Yaté est relativement enclavé et la route Provinciale 3 (RP3) est le seul axe de communication avec le reste de l'île. Celle-ci relie Yaté à Nouméa, sur une distance d'environ 80 km. La route est revêtue sur toute la distance et abîmée par endroits. Elle comprend quelques passages de creeks par des gués bétonnés, qui peuvent poser problème à certains véhicules en cas de crues.

La route permet le trafic de véhicules de tourisme, de transports en commun et camions assurant les livraisons entre Nouméa et Yaté. La route n'est cependant pas dimensionnée pour le trafic de camions lourds.

Cette route est entretenue et améliorée essentiellement dans le cadre de contrats de développement par lesquels un financement 50 % - 50 % est assuré conjointement par la province Sud et l'Etat français. Pour la période 2006-2010, un programme d'amélioration de 1 050 M CFP a été mis en œuvre.

En matière de transports en commun, un bus assure la liaison entre Nouméa et Yaté tous les jours sauf le dimanche, partant de Yaté très tôt le matin et revenant vers 11h30 du matin. Le trajet dure entre 1h30 et 2h et part de la tribu de Waho. Par ailleurs, des navettes qui font la liaison avec ce bus partent de Goro et Unia.

▪ **Mont-Dore**

La majeure partie des zones habitées du Mont-Dore peut être considérée comme située en milieu semi-urbain et bénéficie de la proximité de Nouméa, et d'un bon réseau de voirie. Un service de bus dessert les zones d'habitations jusqu'à Plum.

Deux lignes de bus principales et six lignes secondaires desservent les parties urbanisées de la commune. Le sud de la commune, où se situent les zones touristiques naturelles, le hameau de Prony et le projet VNC, n'est pas desservi par un service régulier de transports publics. Les transports individuels ou organisés sont nécessaires pour visiter ces zones.

Le site du projet VNC est desservi par un service maritime régulier partant du port de Nouméa pour arriver en baie de Prony, assurant plus de 100 rotations par mois à l'heure actuelle pour un total de passagers transportés pouvant dépasser les 20 000 par mois. Ce service a été nettement amélioré en termes de temps de trajet et de confort depuis juin 2012 et la mise en service du navire Vale Grand Sud.

Par ailleurs, la route Nouméa-Yaté que doit emprunter tout véhicule se rendant au site, traverse la commune du Mont-Dore dont elle constitue la voie principale (voir Figure 71).

▪ **Site projet**

Le site d'exploitation minière est accessible depuis deux voies terrestres : route du col de l'Antenne (via route du Grand Kaori et route Kwa Neïe), route des pipes (via RM9 et CR10).

La présence d'une voie publique (CR10) dans l'emprise du projet minier a été déviée en accord avec la commune de Yaté depuis 2007.

5.5.2. Energie

 Carte 5.3: Sources d'énergie et réseaux

5.5.2.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

Les besoins énergétiques de la Nouvelle-Calédonie sont importants : les secteurs de la métallurgie, des transports et de l'énergie (essentiellement les pertes d'énergie lors de la production d'énergie thermique), consomment à eux seuls 90 % de l'énergie primaire, loin devant la mine et la distribution publique. Or, 96 % des ressources d'énergie primaire sont importées et 4 % sont produites localement (ISEE, 2011).

En 2009, la consommation calédonienne d'énergie primaire était composée à 87 % de produits pétroliers, dont du fioul lourd pour la SLN, 7,5 % de charbon, notamment pour la centrale de Prony énergies, 4 % d'électricité hydraulique, 1 % de gaz butane et

0,5 % d'énergies renouvelables. La production énergétique primaire de la Nouvelle-Calédonie est presque totalement constituée d'énergie d'origine hydraulique, essentiellement par le biais du barrage de Yaté, la part des productions éoliennes et solaires étant encore faible malgré une nette augmentation de la puissance installée. Les deux tiers de l'électricité produite sont consommés par les secteurs de la mine et de l'industrie métallurgique (ISEE, 2011).

En Nouvelle-Calédonie, la production d'électricité est assurée en quasi-totalité par la société ENERCAL. En 2014, celle-ci disposait des installations électriques suivantes :

- les centrales thermiques de Doniambo, exploitées pour le compte de la Société Le Nickel (SLN), de Népoui, de Ducos et de Prony Energies ;
- les aménagements hydroélectriques de Yaté, de la Némaoua et de la Tu. La production de Yaté est réservée à la SLN, à l'exception de 37 GWh par an destinés à la distribution publique, pour alimenter l'ensemble des consommateurs.

À ces sept grosses unités, qui couvrent plus de 90 % de la puissance installée, viennent s'ajouter des unités de faible puissance : centrales thermiques autonomes, microcentrales hydroélectriques, fermes éoliennes avec des aérogénérateurs, installations photovoltaïques et biomasse, installées par ENERCAL, EEC et d'autres petits opérateurs, pour répondre aux besoins en électricité des communes ou des tribus non raccordées au réseau interconnecté.

La figure ci-dessous illustre les sources et le mode d'énergie produite en Nouvelle-Calédonie.

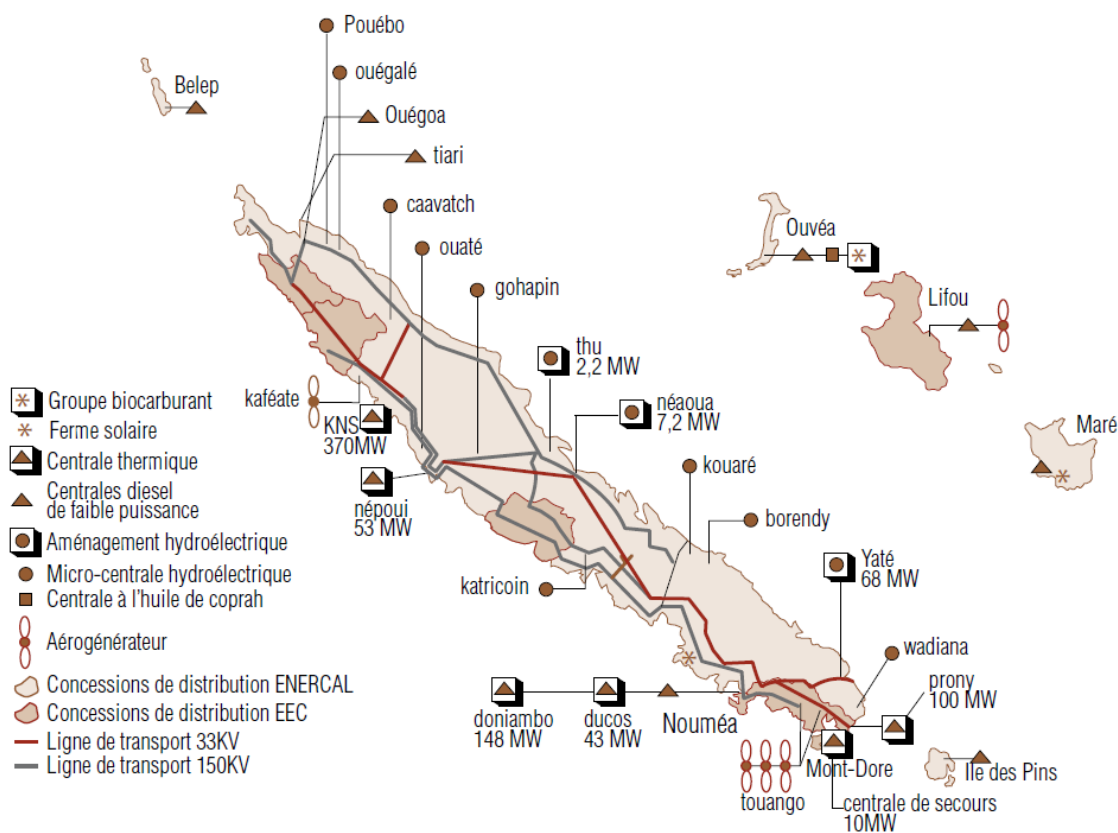


Figure 66. Energie électrique en Nouvelle-Calédonie en 2014

La centrale thermique à flamme de Prony est implantée sur le site industriel de VNC ce qui lui permet de bénéficier des infrastructures portuaires pour les livraisons de combustible. À travers sa centrale électrique de Prony Energies, ENERCAL assure deux missions : satisfaire l'accroissement des besoins de la distribution publique et répondre à la demande en électricité de l'usine de VNC (ENERCAL, 2016). Au niveau du site de VNC, un câble aérien de 33 kV, alimente le centre industriel minier (CIM) depuis la centrale thermique. Les autres installations du bassin d'exploitation minière fonctionnent sur des groupes électrogènes.

5.5.2.2. *Spécificités de l'aire d'étude*

Les communes de Yaté et du Mont Dore sont reliées au réseau territorial de distribution d'électricité. Une ligne de 33 KV dessert Yaté, ce qui est suffisant pour répondre aux besoins de la population et doit pouvoir soutenir une demande accrue si de nouvelles activités se développent.

Une ligne similaire alimente le Mont Dore. La desserte vers chacun des secteurs urbanisés se fait par des lignes de 15 kV. L'alimentation actuelle doit répondre aux objectifs d'aménagement de la commune pour les dix ans à venir.

Les sources d'énergie à proximité de la zone de projet sont listées ci-après. Elles sont localisées sur la Carte 5.3 de l'atlas cartographique.

- La centrale thermique de Prony (située à 2,3 km de la zone d'emprise du projet) ;
- La microcentrale hydroélectrique (pour SLN) de la Wadjana (située à 3 km de la zone d'emprise du projet) ;
- La centrale hydroélectrique du barrage de Yaté (située à 17,2 km de la zone d'emprise du projet).

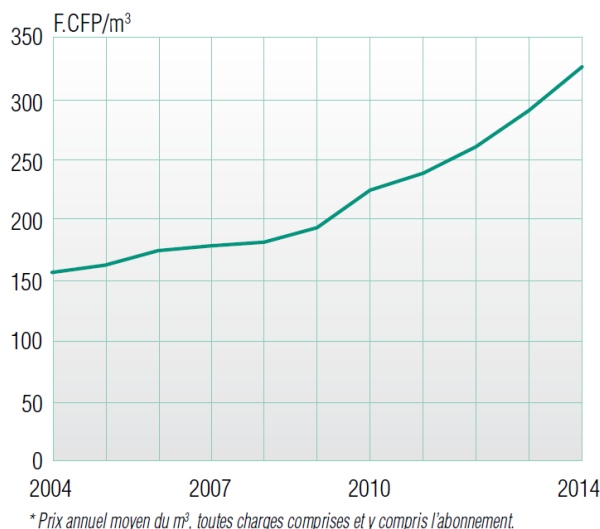
La source d'énergie la plus proche de la zone de projet est la centrale thermique de Prony.

5.5.3. **Eau potable et eaux usées**

5.5.3.1. *Contexte en Nouvelle-Calédonie*

En Nouvelle-Calédonie, la gestion d'eau potable est réalisée sous trois formes : la régie municipale, l'affermage et la concession. La gestion de la distribution d'eau et des eaux usées est de la responsabilité des communes.

L'augmentation du prix de l'eau (en contexte urbain) est présentée sur la figure ci-dessous. La tendance à la hausse est constante, avec un net mouvement en hausse au début des années 2000. Cependant, cette augmentation n'est pas forcément valable pour tout le territoire, en raison des différences dans les modes de gestion des eaux.



Source : (ISEE, 2015)

Figure 67. Evolution du prix de détail à la consommation de l'eau distribuée sur Nouméa

En 2014, sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie, 98,1 % des résidences principales (contre 97 % en 2004) étaient équipés d'une alimentation individuelle en eau, que ce soit l'eau courante ou un point d'eau individuel. A cette même période, le reste des foyers devait se contenter d'un point d'eau collectif (ISEE, 2015).

Tableau 57. Part des logements selon leur type d'alimentation en eau par province

	Eau courante		Point d'eau individuel		Point d'eau collectif	
	2004	2014	2004	2014	2004	2014
Province îles Loyauté	36,0	80,1	57,0	19,0	7,0	1,0
Province Nord	68,0	91,6	22,0	4,9	10,0	3,5
Province Sud	96,0	97,2	2,0	1,2	1,0	1,6
Nouvelle-Calédonie	87,0	95,0	10,0	3,1	3,0	1,9

Unité : %

Source : (ISEE, 2015)

Sur le plan du traitement de l'eau, la quasi-totalité des communes procède à des chlorations d'eau. En matière d'assainissement, seules les communes de Hienghène, Poindimié, Nouméa, Dumbéa et Koumac disposent d'une ou plusieurs stations d'épuration, quatre communes procèdent par lagunage, et enfin certaines n'utilisent que des fosses septiques. On compte environ une vingtaine de communes qui ne pratiquent aucun assainissement. Un tiers des municipalités, dont Nouméa, reconnaissent rejeter les effluents collectifs à la mer.

5.5.3.2. Spécificités de l'aire d'étude

▪ Yaté

Les besoins en eau potable de Yaté sont assurés dans chaque tribu par des captages effectués sur les sources et/ou les creeks avoisinants. Ces captages suffisent à satisfaire

les besoins des particuliers, des activités économiques et l'irrigation des surfaces agricoles.

En ce qui concerne les deux captages d'eau pour la tribu de Goro, la plus proche du projet minier, l'un se situe à la cascade de la Wadjana et l'autre sur le creek de la Truu.

En 1996, plus de 98 % des résidences principales avaient accès à l'eau courante sur la commune de Yaté. Mais l'augmentation du nombre de résidences a rendu cet accès plus difficile. En 2009, seules 76 % d'entre elles disposaient de l'eau courante (cf Tableau 60).

La gestion des eaux usées est décentralisée et chaque construction a son propre système d'assainissement, plus ou moins sophistiqué et efficace en fonction de la période de construction du bâtiment et des moyens dont disposent les propriétaires. La DEPS (Direction de l'Equipement de la province Sud) n'a pas connaissance de problème d'assainissement spécifique sur la commune de Yaté. Cette compétence revient en effet à la mairie de Yaté.

▪ **Mont-Dore**

La distribution d'eau courante est assurée par un tuyau d'approvisionnement venant de la Tontouta («le grand tuyau») pour le nord de la commune, et par divers captages pour le sud. Le prolongement du grand tuyau fait partie des projets de la commune afin d'assurer une plus grande sécurité d'approvisionnement.

Depuis plus de 10 ans, 98 % des résidences principales ont accès à l'eau courante sur la commune de Mont Dore.

Tableau 58. Evolution de l'accès à l'eau courante dans les communes de Yaté et Mont-Dore

	1996		2009	
	Nb	%	Nb	%
Yaté				
• Résidences principales	356	100 %	446	100 %
• Résidences ayant accès à l'eau courante	351	98,6 %	340	76,2 %
Mont Dore				
• Résidences principales	5102	100 %	6846	100 %
• Résidences ayant accès à l'eau courante	5037	98,7 %	6712	98 %

Source : (ISEE, 2009)

5.5.3.3. *Gestion des eaux sur le parc à résidus de KO2*

▪ **Système de drainage sous la géomembrane**

Le fond du parc est équipé d'un système de drainage constitué par un réseau de drains divisé en secteurs. Ceux-ci interceptent les eaux souterraines et les drainent en aval du barrage au moyen de quatre collecteurs (un par secteur).

Ces quatre collecteurs aboutissent à un puits en béton à partir duquel l'eau est pompée (au moyen de deux pompes immergées verticales) vers le bassin de décantation. Ce puits se déverse par débordement dans la rivière Kwé Ouest. Ce sont des pompes à démarrage automatique déclenchées par le niveau d'eau dans le puits.

Si la qualité de l'eau recueillie présente des concentrations en matières dissoutes totales (conductivité) en conformité avec l'arrêté de 2008, les pompes sont arrêtées et l'eau coule dans le milieu naturel vers la Kwé Ouest.

▪ **Stratégie de pompage pendant la période d'exploitation**

Le volume d'eau bassin de décantation existant est géré conjointement avec l'ensemble des eaux de surface de l'usine et en fonction du volume disponible dans l'unité de traitement des effluents issus du procédé.

Le débit de pompage est modulé en fonction de la capacité de traitement existante à chaque instant dans l'unité de traitement des effluents (Unité 285). Après un gros évènement pluvieux, les bassins de contrôle de la raffinerie sont pleins, ils ont alors la priorité sur tout autre volume d'effluent arrivant à cette unité de traitement.

5.5.4. Périmètres de protection de captage

 *Carte 5.4 Périmètres de protection des eaux dans la zone d'étude*

5.5.4.1. Généralités

Les périmètres de protection correspondent à un zonage établi autour des points de captage d'eau potable. Ils constituent le moyen privilégié pour prévenir et diminuer toute cause de pollution locale, ponctuelle et accidentelle qui peut altérer la qualité des eaux prélevées. Leur mise en place est obligatoire autour de tous les captages d'eau destinés aux collectivités humaines. Leur mise en œuvre en Nouvelle-Calédonie est encadrée par la délibération n° 105 du 9 août 1968, article 14. Cette protection comporte trois niveaux concentriques établis à partir d'études hydrogéologiques :

- **le périmètre de protection immédiat (PPI)** correspond au site de captage. Il est acquis en pleine propriété par le maître d'ouvrage. Clôturé pour éviter toute intrusion, son rôle est d'empêcher la détérioration des installations et le déversement de substances polluantes à proximité du lieu de prélèvement. Hormis les opérations d'entretien aucune activité n'est permise ;
- **dans le périmètre de protection rapproché (PPR)**, de surface généralement plus vaste, toutes les activités susceptibles de provoquer une pollution sont interdites ou soumises à des prescriptions particulières ;
- **enfin, la mise en place d'un périmètre de protection éloigné (PPE)** n'est pas obligatoire. Elle est rendue nécessaire lorsque la réglementation générale est jugée insuffisante et que certaines activités présentant des risques sanitaires doivent être encadrées pour réduire leur impact. Ce périmètre correspond à la zone d'alimentation du captage mais peut s'étendre à l'ensemble du bassin versant.

5.5.4.2. Spécificités sur l'aire d'étude

Dans le cadre de ses activités, VNC exploite des captages soumis à autorisation, ce sont :

- Captage du lac du barrage de Yaté ;
- Pompage de la Kwé principale ;
- Captage du grand lac pour la pépinière ;
- Captage du grand lac pour le camp de la géologie.

Deux autres captages, non exploités par VNC et situé à proximité de l'emprise du projet Lucy sont utilisés pour l'alimentation en eau potable de la tribu de Goro : captage de la Kwé Binyi et captage de la Wajana.

Tableau 59. Localisation et description des captages actifs à proximité de la zone de projet

Dénomination	Bassin versant	Autorisation	Utilisation de l'eau captée	Coordonnées RGNC 91	
				X	Y
Captage lac de barrage de Yaté	Lac de Yaté	Arrêté n° 70-2007/PS du 12 février 2007	Approvisionnement en eau des installations de VNC et de la centrale à charbon de Prony Energies. Alimentation en eau potable de la base-vie, de l'Usine, de l'Unité de Préparation du Minéral et de Prony Energies pendant la phase d'exploitation.	488618	227090
Captage du Grand lac pour la pépinière	Plaine des Lacs	Arrêté n° 1253-2008/PS du 2 septembre 2008	Alimentation en eau de la pépinière de VNC.	493970	214322
Captage du grand lac pour le camp de la géologie		Arrêté N°710-2013/ARR/DDR du 10 juin 2013	Alimentation en eau du camp de la géologie	494066	214500
Captage dans la Kwé Ouest et Kwé principale	Kwé Ouest et Kwé principale	Arrêté n° 1059-2005/PS du 25 août 2005	Alimentation en eau potable de la base-vie et en eau industrielle des installations de chantier pendant la durée de la construction. Alimentation en eau industrielle de l'Unité de Préparation de Minéral pour l'exploitation.	E 699 530 E 701 425 (UTM IGN 72)	N 7 531 810 N 7 532 080 UTM IGN 72)
Captage de la Kwé Binyi	Kwé Binyi	Le captage public et ses périmètres de protection associés sont en cours de régularisation par les autorités compétentes	Alimentation en eau potable des tribus depuis le nord de Yaté jusqu'à Goro	503 478	215 747
Captage de la Wajana	Wajana	Arrêté n° 81/300/CG du 23/06/1981	Alimentation en eau potable de la tribu de Goro Alimentation électrique par hydroélectricité	503 859	212 158

L'emprise du projet Lucy ne se situe pas dans ou à proximité immédiate d'un périmètre de protection des eaux (PPE). Deux PPE se situent à plus de 1,5 km la zone de projet : Rivière des Lacs et Goro (cf. Carte 5.4 des périmètres de protection de captage).

Le PPE le plus proche (1,8 km) est celui du lac de Yaté (intitulé « Rivière des lacs »). En effet, son périmètre de protection éloignée est particulièrement étendu : il comprend tout le bassin versant du lac, soit près de 436 km². Notons que le périmètre de protection immédiate du lac est également très large car il englobe l'ensemble de la surface de la

retenue du lac de Yaté, ainsi qu'une bande de sauvegarde de 200 m autour du lac. L'objectif est d'éviter toute pollution immédiate et de faciliter la mise en œuvre des mesures d'urgence en cas de pollution accidentelle.

La zone de projet n'est incluse dans aucun périmètre de protection. Le PPE le plus proche (Rivière des lacs) se situe à 1,8 km de la zone d'emprise du projet.

5.5.5. Servitudes sur l'aire d'étude

 Carte 5.5 Servitudes

5.5.5.1. Servitudes externes au projet

Les servitudes externes au projet sont des servitudes radioélectriques (zone spéciale de dégagement et zone secondaire de dégagement). Ces servitudes visent à protéger :

- Les centres radioélectriques d'émission et de réception contre les obstacles physiques susceptibles de gêner la propagation des ondes (Code des Postes et des Communications Electroniques (CPCE), articles L.54 à L.56-1) ;
- Les centres de réception contre les perturbations électromagnétiques pouvant résulter du fonctionnement de certains équipements, notamment électriques (CPCE, art. 57 à 62-1).

Ces servitudes impliquent :

- le ou les points de repère matérialisant la cote que ne doit pas excéder la partie la plus haute des obstacles fixes ou mobiles, dans les zones primaires et secondaires de dégagement ;
- les cotes rapportées au nivellement général que ne doit pas excéder la partie la plus haute des obstacles fixes ou mobiles en chaque partie d'une zone spéciale de dégagement.

5.5.5.2. Servitudes internes

La route d'accès au Centre Industriel Minier (CIM) est bordée par un corridor de service situé à 3 m du bord nord de la chaussée. Ce corridor, d'une largeur de 3,8 m, comprend :

- des câbles électriques de 33 kV et une fibre optique ;
- des tuyaux d'alimentation en pulpe provenant de l'UPM ;
- la canalisation des eaux du procédé.

La zone de projet est située en bordure de la servitude interne et est concerné par des servitudes externes radioélectriques (zone spéciale de dégagement et zone secondaire de dégagement).

5.6. URBANISME ET OCCUPATION DES SOLS

5.6.1. Urbanisme et cadastre

 Carte 5.6 Cadastre

5.6.1.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

L'accord de Nouméa du 5 mai 1998 repositionne un nouveau paysage foncier au plan juridique, après que les politiques foncières aient recomposé l'espace au plan de la possession du sol.

La loi reconnaît trois formes de propriété foncière : la propriété privée, la propriété publique et la propriété coutumière. Les terres coutumières sont déclarées inaliénables, incessibles, incommutables et insaisissables. L'accord de Nouméa donne à la coutume la possibilité de définir ses propres règles internes concernant la gestion du foncier et clarifie une situation juridique complexe entre des catégories de terres aux statuts et aux propriétaires juridiques multiples, en les identifiant avec un seul statut juridique.

En 1998, l'espace foncier de la Nouvelle-Calédonie a ainsi été modifié : le foncier mélanésien ou les terres coutumières représentent 17 %, le foncier non mélanésien ou propriétés privées représentent 18 %, et les terrains domaniaux et les collectivités représentent 64 % du territoire de la Nouvelle-Calédonie.

Dans le prolongement de cet accord, l'article 211 de la loi organique n° 99-209 du 19 mars 1999 prévoit que le schéma d'aménagement et de développement (SAD) de la Nouvelle-Calédonie doit exprimer « les orientations fondamentales en matière d'infrastructures, de formation initiale et continue, d'environnement, d'équipements, de services d'intérêt territorial et de développement économique, social et culturel. Il veille à un développement équilibré du territoire, en particulier au rééquilibrage de la répartition des fonds publics bénéficiant aux provinces et aux communes. Il fixe les objectifs à atteindre et prévoit les moyens à mettre en œuvre par l'État, la Nouvelle-Calédonie, les provinces et les communes. »

Le SAD de la Nouvelle-Calédonie, intitulé « Nouvelle-Calédonie 2025 » (NC 2025) a été approuvé par délibération n°146 le 11 août 2016.

5.6.1.2. Spécificités sur l'aire d'étude

La zone de projet se situe dans le bassin d'exploitation minière de VNC. La majeure partie du projet se situe sur la commune de Yaté, mais une installation (zone Wagner où sera implantée la centrale à béton) sera située sur la commune du Mont-Dore.

Il n'y a pas de plan d'urbanisme directeur sur la commune de Yaté. Par contre, la commune du Mont-Dore adjacente au projet, s'est dotée d'un Plan d'Urbanisme Directeur (PUD) approuvé par la délibération n°7-2013/APS du 28 mars 2013.

Le projet Lucy se situe sur trois parcelles (cf. figure ci-après) :

- Commune du Mont-Dore : parcelle 59
- Commune de Yaté :
 - parcelle « TV PIE » de numéro d'inventaire cadastral 4921-630000.

- parcelle 46 incluse dans la zone naturelle protégée ZD « Forêt Nord »

Le lot n° TV PIE et la parcelle 59 au Mont-Dore se situent sur une zone naturelle d'exploitation et de la valorisation des ressources minières : **Nmin**. Y sont autorisées les constructions nécessaires aux activités minières ainsi que leurs accompagnements, dans le respect des réglementations en vigueur, en particulier du code de l'environnement de la province Sud.

Le projet est limitrophe à une **zone ZD « Forêt Nord »** : zone naturelle protégée. D'après le PUD du Mont Dore, « il s'agit de terrains sensibles d'un point de vue de la préservation de la biodiversité et de l'environnement » (Ville du Mont Dore, 2013). D'après le règlement de ce PUD, sont autorisés :

- « Les aménagements et les équipements d'intérêt général ;
- [...] Les activités définies par la réglementation en vigueur relative aux installations classées pour la protection de l'environnement et compatibles avec la vocation de la zone, à condition que leur localisation et leur aspect :
 - Ne dénaturent pas le caractère des sites ;
 - Ne compromettent pas leur qualité patrimoniale et paysagère ;
 - Ne portent pas atteinte à la préservation des milieux.
- La recherche et la prospection minière, sous réserve d'une autorisation de prospection par les services compétents et dans le respect du code de l'environnement de la province Sud (la recherche et la prospection minière ne sont pas autorisées dans les aires protégées terrestres et marines), ainsi que toutes les constructions directement liées et nécessaires à ces activités, à la condition qu'elles soient démontables et qu'elles revêtent un caractère temporaire. »

La zone d'emprise du projet Lucy est partiellement incluse dans la zone naturelle protégée « Forêt Nord ». Toutefois, des modifications des limites de cette réserve naturelle sont prévues pour permettre les aménagements du parc à résidus de la KO2 déjà autorisés. Une extension de cette réserve est par ailleurs prévue sur d'autres zones à définir.

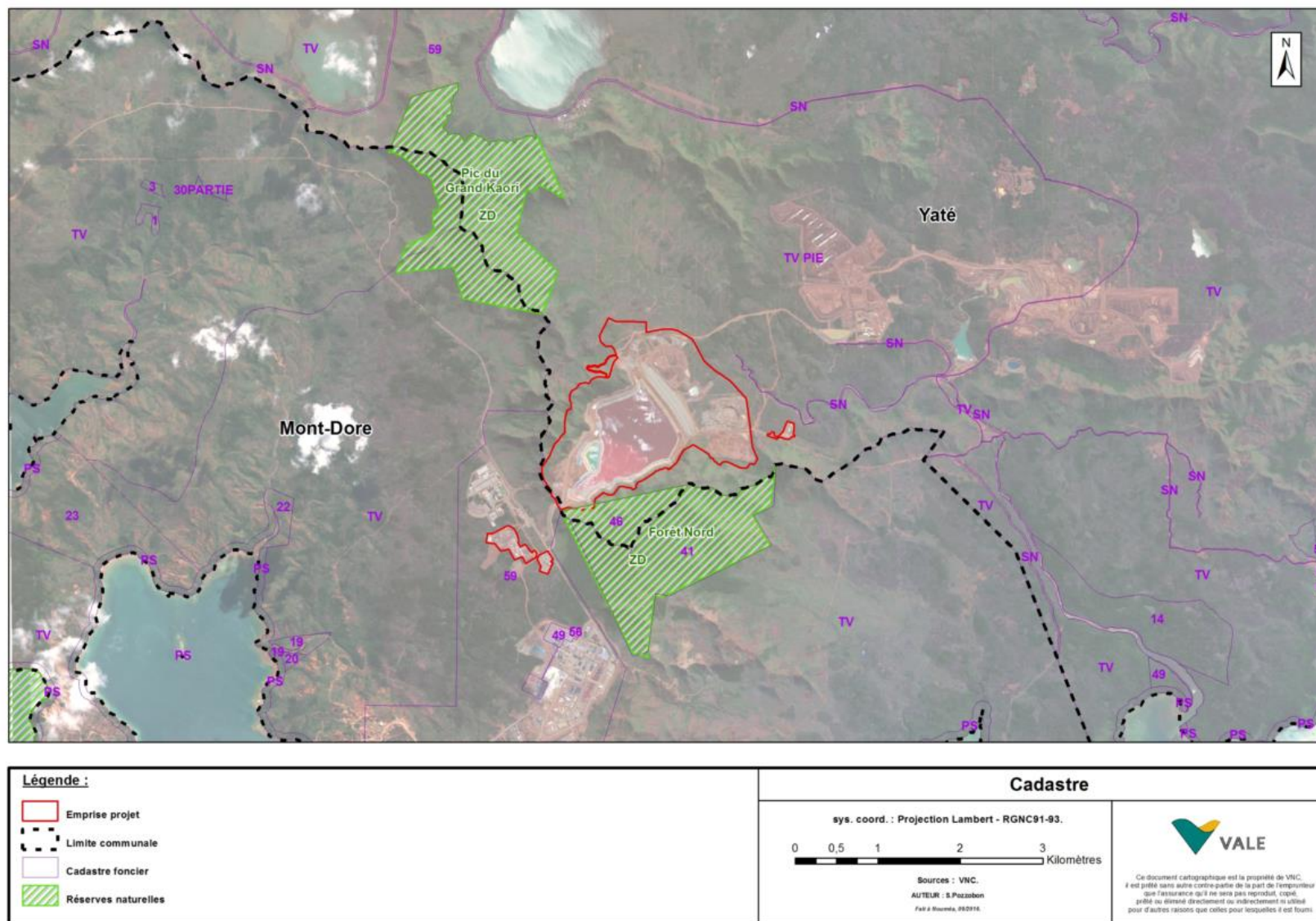


Figure 68. Parcelles cadastrales dans la zone de projet

5.6.2. Occupation du sol

 Carte 5.7 Occupation du sol

5.6.2.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

L'occupation du sol est une donnée très utile au niveau environnemental. La classification de l'occupation du sol de Nouvelle-Calédonie (DTSI, SGT, 2008) comporte 19 classes, réparties dans quatre superclasses :

- eaux et mangroves ;
- zones habitées ;
- végétation sur substrat volcano-sédimentaires ;
- végétation sur substrat ultramafique.

En Nouvelle-Calédonie, l'occupation du sol est fortement dépendante du substrat géologique et du relief de l'île :

- la province Nord est principalement recouverte par de la végétation sur substrat volcano-sédimentaire, de type herbacée (savane) à arbustive (fourrés, broussailles) à l'ouest et forestière à l'est sur les reliefs ;
- la province Sud, en revanche, est essentiellement occupée par de la végétation dite de « sols miniers » sur substrat ultramafique, celle-ci est elle aussi herbacée à arbustive dans les points les plus bas (alternance de maquis et zones de végétation plus ou moins éparées) et plus dense (maquis paraforestier à massifs forestiers) en altitude ;
- les principales zones habitées et cultivées sont situées sur la côte ouest de l'île. D'après le recensement général agricole (RGA) de 2012, les exploitations agricoles couvrent une surface de 130 400 ha en province Sud, soit près de 19 % de la surface totale provinciale contre 73 300 ha en province nord, soit 8 % de la surface provinciale.

Une des particularités de l'île est la forte présence des industries minières, concentrées au niveau des massifs de péridotites à l'est de la province Sud et à l'ouest de la province Nord.

5.6.2.2. Zone de projet et alentours

▪ Milieux naturels

La zone de projet est en plein cœur du bassin minier de Goro. Elle est majoritairement constituée par le parc à résidus KO2 autorisé pour le dépôt de résidus humides, la carrière CLS, la carrière Audemard (dite du Mamelon) et la berme.

Autour de ces installations apparaît une mosaïque de végétation sur substrat ultramafique, plus ou moins éparse :

- **Maquis ouvert** : zone sur lesquelles les plantes de maquis sont faiblement développées, de petite taille et ne couvrent pas le sol.
- **Maquis ligno-herbacé** (maquis "minier") : formation végétale plus ou moins dégradée formée d'une strate herbacée et arbustive de végétaux adaptés aux sols hypermagnésiens.

- **Maquis dense paraforestier** : formation arbustive dense de plantes de maquis, constituée de grands individus et précurseurs du stade forestier. Formation souvent présente dans les zones de maquis les plus humides (creek, talweg) et en lisière forestière.

Plus ponctuellement sont observés quelques **massifs forestiers sur substrat volcano-sédimentaire**, d'altitude inférieure à 400m sur alluvions, colluvions et dépôts ferrugineux, et des **maquis de zones à hydromorphie** temporaire ou permanente.

5.7. PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE

 Carte 5.8 : Patrimoine culturel et archéologique

5.7.1. Patrimoine archéologique

Ce paragraphe reprend et synthétise des éléments issus du rapport d'intervention sur site minier KO2 réalisé par l'Institut d'archéologie de la Nouvelle-Calédonie et du Pacifique (IANCP) en 2015 et du relevé de l'abri sous roche sur l'emprise du chantier Goro Nickel réalisé par le département archéologie de la direction des affaires culturelles et coutumières de Nouvelle-Calédonie (DACCNC) en 2007 (DACCNC, 2007) & (IANCP, 2015).

5.7.1.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

Les recherches archéologiques menées depuis plus de 40 ans en Nouvelle-Calédonie n'ont pas permis de démontrer jusqu'à présent la présence de populations habitant l'archipel avant l'arrivée de navigateurs parlant des langues austronésiennes, il y a un peu plus de 3 000 ans. Les ancêtres de ces groupes d'Océaniens étaient issus de la rencontre de groupes culturels originaires d'Asie du sud-est et de populations installés en Nouvelle-Guinée insulaire depuis plus de 30 000 ans. Ils avaient quitté, quelques générations plus tôt, les rivages de l'archipel de Bismarck et s'étaient lancés à la découverte de nouvelles terres au-delà des îles Salomons. Le témoin majeur de cette dispersion de populations austronésiennes dans le Pacifique Sud-Ouest est un type particulier de poterie décorée, la poterie Lapita. Les sites les plus anciens découverts en Nouvelle-Calédonie se trouvent en différents points de la côte ouest de la Grande Terre, à l'île des Pins ainsi qu'à Maré et à Lifou.

5.7.1.2. Spécificités de l'aire d'étude

En 2007, une intervention menée par le département d'archéologie de la DACCNC sur la zone d'emprise de Goro Nickel au niveau d'un abri sous roche dans une falaise de cuirasse, a permis de relever un site ayant probablement été utilisé principalement comme refuge temporaire lors des déplacements ponctuels de Kanaks entre la région de Goro et la baie de Prony, en passant par le col aujourd'hui emprunté par la route.



Abri sous roche situé au sein de l'emprise du projet

Source : (Artelia, 2016)



De gauche à droite : vue générale de la zone de l'abri sous roche ; vue de la chambre A ; zone de lessivage du sol contre la paroi est, laissant apparaître des coquillages

Source : (Sand, Barp, Baret, & Gony, 2007)

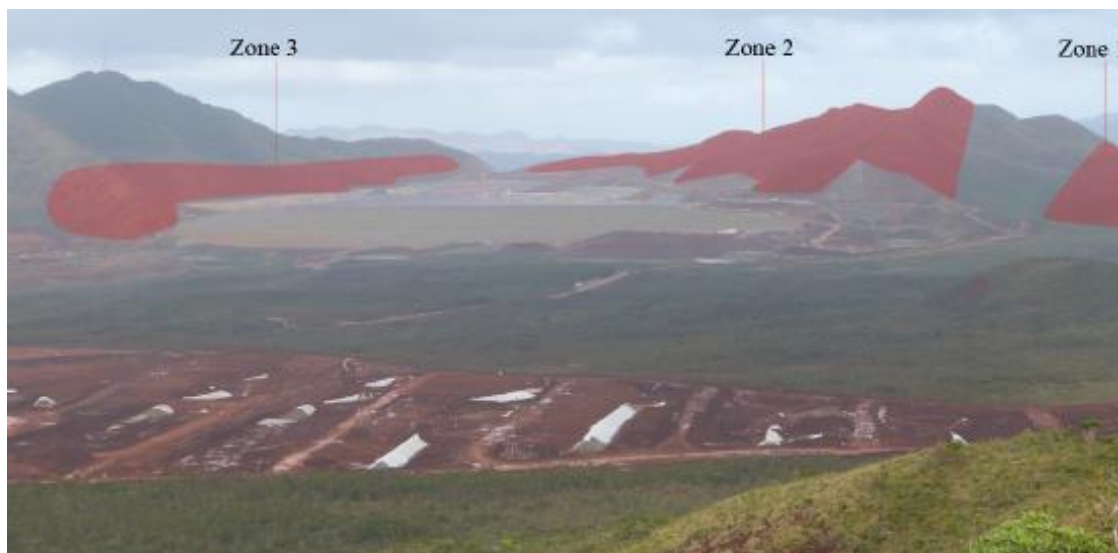
Figure 69. Photographies de l'abri sous roche observé sur le site de VNC

Le site identifié dans l'emprise du projet Lucy est composé d'un petit abri sous roche divisé en deux chambres, formées par le renforcement de cavités dans le plateau érodé. Le matériel archéologique observable en surface se compose de coquillages.

Aucun sondage n'a été réalisé dans l'abri. Les datations obtenues à l'issue des fouilles ont donné une chronologie d'occupation débutant il y a environ 500 ans.

En parallèle, a été également découvert un tesson de la tradition de Néra construit par plaques. Cette tradition céramique est caractéristique du deuxième millénaire de la typologie céramique du sud de la Grande Terre.

Depuis ces observations, l'IANCP est intervenu du 21/07/2015 au 23/07/2015 au sein du site minier de VNC, situé à Goro, sur la commune de Yaté, afin de vérifier le potentiel archéologique de la zone concernée par le projet. La zone a été divisée en trois secteurs (voir figure suivante).



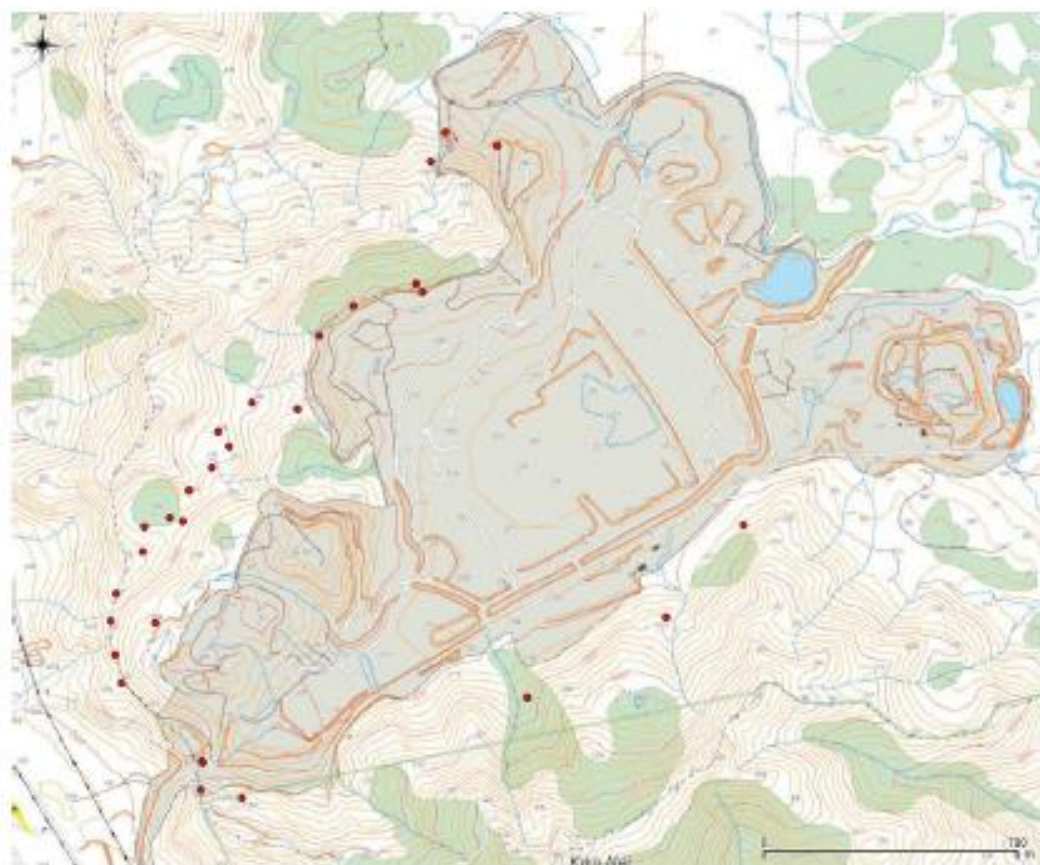
Source : (IANCP, 2015)

Figure 70. Zones de prospection

Une prospection pédestre (voir localisation des points de prospection sur la figure suivante), mieux adaptée à la morphologie du secteur impacté par le projet, a ensuite été réalisée par les agents de l'IANCP.

L'observation en surface de concentrations d'artefacts permet de placer celles-ci sur une carte globale, ce qui débouche en général sur la définition de sites archéologiques géo-référencés et enregistrés sur fiche en fonction du type de vestiges découverts (ex : zone d'habitat ou horticole, amas coquillier, sépulture).

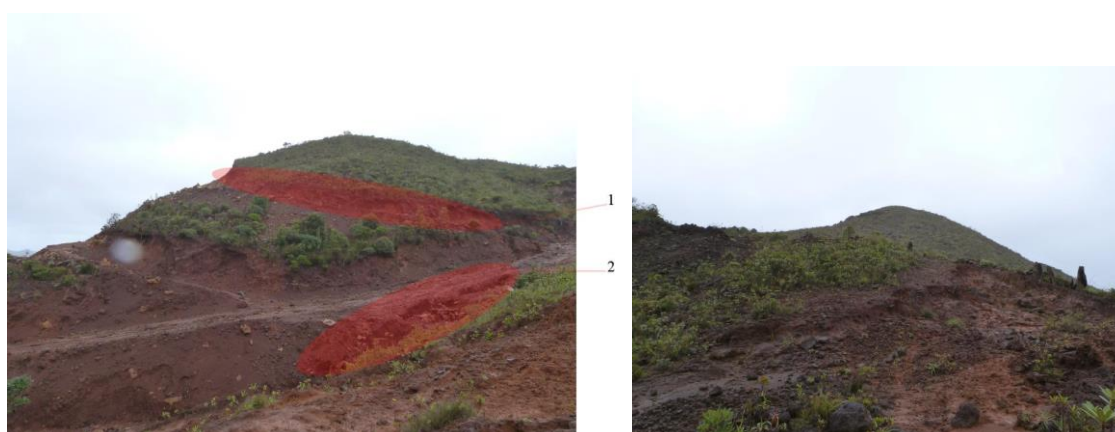
Lors d'une précédente intervention archéologique sur le bassin KO4 en décembre 2014, la zone 1 (visible sur la carte ci-avant) avait déjà été diagnostiquée comme étant vierge de structures archéologiques.



Source : (IANCP, 2015)

Figure 71. Points de prospection dans la zone de projet du bassin KO2

La prospection pédestre réalisée dans le cadre du projet Lucy n'a pas permis de vérifier des éléments qui auraient pu permettre d'identifier la présence de sites anciens. L'absence de trace anthropique est liée, d'une part, à la morphologie du terrain présentant des stigmates de passages d'engins dans la zone d'étude, et d'autre part, à la présence de perturbations probablement liées à l'activité d'extraction du cobalt.



Source : (IANCP, 2015)

A gauche : zone de circulation d'engins (1) et stigmates d'écoulement d'eaux (2)

A droite : Stigmates d'exploitation du cobalt

Figure 72. Photographies du secteur de projet Lucy

Mis à part l'abri sous roche, les études archéologiques n'ont pas permis d'identifier à ce jour la présence d'entité archéologique dans le secteur concerné par le projet Lucy.

Dans le cadre du projet Lucy, des fouilles préventives et un recueil des traditions orales diffusé via une plaquette d'information par exemple sera menée par la Direction des Affaires Culturelles et Coutumières de Nouvelle-Calédonie.

Une fouille sera réalisée au premier semestre 2017 mais au préalable une visite du site est prévue le 9 novembre 2016.

5.7.2. Patrimoine coutumier

Le projet Lucy se situe majoritairement sur la commune de Yaté. Sa population est composée à 95 % de personnes d'origine mélanésienne. Elle est localisée essentiellement sur la bande littorale du sud-est de la commune. Les structures traditionnelles du pouvoir et des prises de décision sont encore bien représentées.

Concernant le patrimoine culturel immatériel, sont recensées : les pratiques sociales, les rituels et les événements sportifs, les coutumes, la fête de l'igname, les mariages, les deuils, la langue, le savoir artisanal.

Les tribus les plus proches, tribus de Goro et de Truu se situent respectivement à 10 et 15 km du site du projet.

5.7.3. Patrimoine culturel

5.7.3.1. Généralités

« Le patrimoine désigne tout objet ou ensemble, naturel ou culturel, matériel ou immatériel, qu'une collectivité reconnaît pour ses valeurs de témoignage et de mémoire historique, en faisant ressortir la nécessité de le protéger, de le conserver, de se l'approprier, de le mettre en valeur et de le transmettre. » (VNC, 2015)

Cette définition permet de rapprocher le terme de patrimoine du concept du développement durable qui implique la sauvegarde de l'environnement naturel et construit. Elle implique également la préservation des ressources naturelles et la cohésion sociale en préservant la solidarité entre les individus, les sociétés et les générations.

5.7.3.2. Spécificités de l'aire d'étude élargie

Le potentiel historique de la région se situe principalement dans la baie de Prony (ancienne exploitation forestière, village minier). Elle présente un certain nombre de sites historiques qui se situent essentiellement sur le pourtour de la baie.

Aujourd'hui, les vestiges de ces activités (vieux pour les plus anciens de plus d'un siècle) sont encore nombreux et localisés dans l'anse Sébert et la baie de la Somme (ruines de divers bâtiments et chemins de halage, ruines et murs de la bergerie), dans la baie du Carénage (source thermale aménagée et restaurée, ruines d'un ancien camp de bûcherons, d'une ancienne voie ferrée partant vers la mine de chrome Anna Madeleine, et son quai), dans la baie des Kaoris, dans la baie Nord, à Bonne-Anse, à Port-Boisé, à Casy et au cap Ndoua (chemin de halage de 12 km, source thermale aménagée en terre, bassin en brique, ruines de nombreux bâtiments, fours à pain, chemins de halage sur voie ferrée, ancien camp de bûcherons, soubassement de maisons de bois, cimetière de la famille Aldric, télégraphe optique).

Les monuments historiques classés situés à proximité de la zone projet sont les suivants :

Tableau 60. Monuments historiques classés à proximité de la zone de projet

Site classé	Distance du projet	Texte réglementaire
Bâtiments du village de Prony	9 km	Arrêté n°1468-2008/PS du 09/10/08
Vestiges de l'exploitation forestière de Port Boisé (lot n°46 de la section Prony-Port Boisé)	4,5 km	Arrêté n°2161-2012/PS du 03/10/12
Phare du Cap N'Dua	9,5 km	Arrêté n°917-2013/PS du 16/05/13
Source thermale de la baie des Kaoris	5,5 km	Arrêté n°926-2013/PS du 16/05/13
Pont Pérignon	27 km	Arrêté n°719-2014/PS du 17/03/14

Un inventaire du patrimoine culturel à proximité du site a été fait en 2007, les points spécifiques identifiés demandant une attention particulière sont :

- la richesse du patrimoine culturel immatériel : traditions et expressions orales, arts du spectacle (musique, danse et théâtre traditionnels), pratiques sociales, rituels et événements festifs, connaissances et pratiques concernant la nature et l'univers et savoir-faire liés à l'artisanat traditionnel ;
- le maintien du patrimoine culturel concernant les arts du spectacle et l'artisanat traditionnel est essentiellement le fait d'associations actives dans ce domaine ;
- importance des événements festifs traditionnels :
 - la fête de l'igname est toujours l'événement-clé en milieu rural, mais son statut est menacé par l'évolution des modes de vie ;
 - importance des deuils et des mariages, ainsi que des fêtes religieuses ;
- éducation traditionnelle fondée sur le respect, faite de droits et de devoirs ;
- la transmission des traditions est considérée comme importante par la majorité des personnes interrogées durant l'enquête.

Aussi, en complément du patrimoine matériel, certains éléments du patrimoine définis par la « Convention de 2003 de l'UNESCO pour la sauvegarde du patrimoine culturel immatériel » ont été identifiés. Les plus pertinents pour les communautés de Yaté et du Mont-Dore dans le contexte de ce dossier sont :

- les pratiques sociales, rituels et événements sportifs ;
- la coutume ;
- la Fête de l'igname ;
- les mariages ;
- les deuils ;
- la langue ;
- le savoir artisanal.

L'aire d'étude restreinte (emprise du projet) n'est pas incluse dans les périmètres de protection des monuments historiques.

6 RISQUES

6.1. RISQUES NATURELS

 Carte 6.1 Aléa amiante

6.1.1. Sismicité

6.1.1.1. Contexte en Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie est située dans la zone de convergence entre les plaques Australie et Pacifique. Cette région représente une zone de déformation étendue incluant les subductions du Vanuatu et des Tonga-Kermadec dont les plaques plongeantes se font face.

La sismicité locale en Nouvelle-Calédonie est plutôt faible alors que celle de l'arc du Vanuatu peut être forte. Les séismes peuvent atteindre des magnitudes maximales observées $M_w^6 = 8$ et être localisés au minimum à 100 km de Maré, 150 km de Lifou et environ 300 km de Nouméa.

L'aléa sismique⁷ probabiliste, pour une période de retour de 475 ans, est faible à très faible sur la plus grande partie du Territoire et plus élevé dans la partie sud-est (accélération horizontale maximale du sol médiane : maximum obtenu de 100 milli-g à l'extrémité sud-est de l'île puis diminution progressive jusqu'à 30 milli-g au nord-ouest) (Bertil D., 2008).

Sur le site de Goro, une étude réalisée en décembre 2001, a permis de définir statistiquement une accélération horizontale de la roche mère de 70 milli-g pour un événement courant et une accélération horizontale maximale de 110 milli-g pour un événement plus rare, correspondant à un séisme de période de retour de 500 ans.

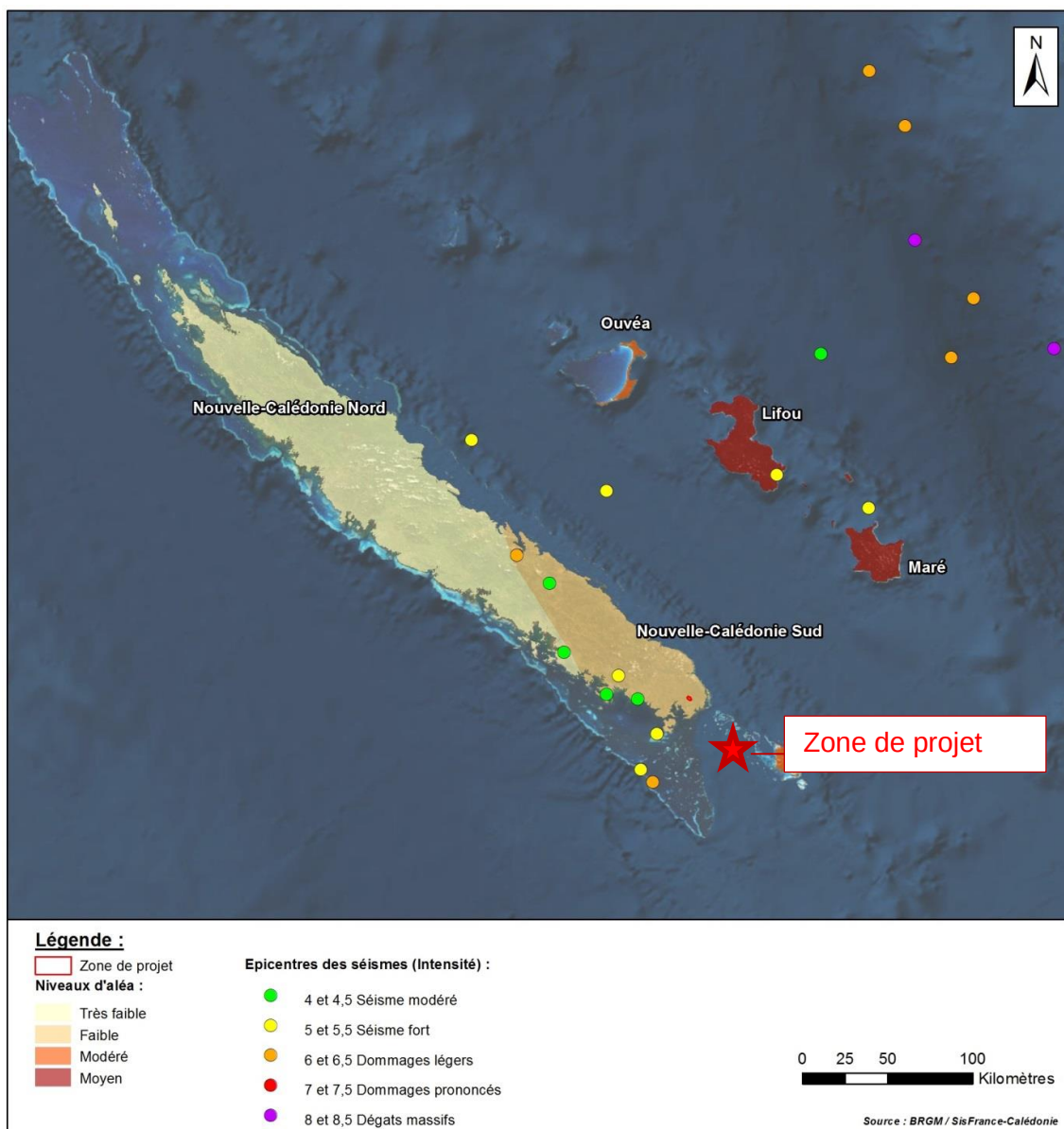
Tableau 61. Niveau d'aléa à 475 ans

Aléa	Mouvement du sol	Région
Très faible	Accélération < 70mg	Nouvelle-Calédonie Nord, Iles Chesterfields
Faible	70 mg < accélération < 110mg	Nouvelle-Calédonie Sud
Modéré	110 mg < accélération < 160mg	Ouvéa, Ile des Pins
Moyen	160 mg < accélération < 300mg	Lifou, Maré
Fort	Accélération > 300mg	Iles Walpole, Matthew, Hunter

Source : (Bertil D., 2008)

⁶ Magnitude de moment

⁷ possibilité pour un site ou une région, d'être exposé à une secousse sismique de caractéristiques données, exprimées autant que possible sous forme de paramètres directement utilisables pour le traitement parasismique d'un projet.



Source : (Bertil D., 2008)

Figure 73. Aléa sismique en Nouvelle-Calédonie et sur la zone de projet

6.1.1.2. Cas de la zone de projet

La zone de projet se situe dans une zone où l'intensité SMHV est de VI et l'intensité SMS est de VII. D'après les données BRGM – SIS France-Calédonie, l'aléa sismique de la zone de projet est considéré comme étant faible.

6.1.2. Amiante environnementale

 Carte 6.2 Amiante environnementale

6.1.2.1. Généralités en Nouvelle-Calédonie

Le sol de la Nouvelle-Calédonie a la particularité d'être composé de roches susceptibles de contenir des fibres d'amiante d'origine naturelle, c'est ce qu'on appelle l'amiante environnementale.

Il existe principalement deux types de fibres d'amiante retrouvées dans le milieu naturel en Nouvelle-Calédonie :

- le chrysotile appartenant à la famille minéralogique des serpentinites et
- la trémolite appartenant à la famille des amphiboles.

Des analyses et seuils réglementaires ont été définis :

- **L'analyse MOCP (Microscopie Optique en Contraste de Phase) :** Cette analyse est le comptage des fibres selon la norme AFNOR NF X 43-269. Cela donne une concentration totale de fibres, c'est-à-dire que sont comptées toutes les fibres (aussi bien minérales que végétales). Actuellement en Nouvelle-Calédonie, la valeur limite réglementaire est de 100 fibres totales par litre d'air inhalé par heure de travail.
- **L'analyse META (Microscopie Electronique à Transmission Analytique) :** Cette analyse fait l'objet de la norme AFNOR NF X 43-050. Elle est automatiquement réalisée pour comparaison avec les analyses en MOCP. Elle permet, après carbonisation de l'échantillon, de différencier les fibres d'amiante des autres fibres. Elle permet donc de caractériser la nature des fibres et le comptage des fibres d'amiante dites "courtes", "O.M.S"⁸ et "antigorite". Actuellement en France, la valeur limite réglementaire est de 10 fibres d'amiante par litre d'air inhalé / 8 heures.

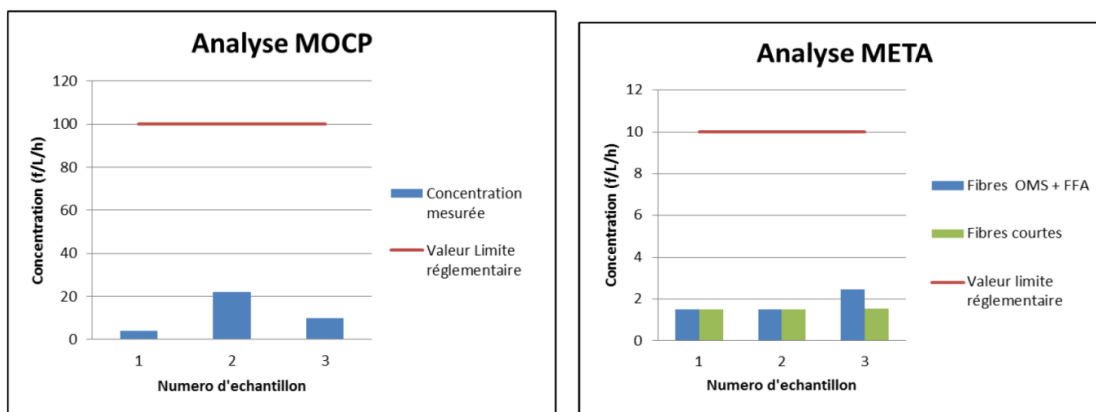
6.1.2.2. Zone de projet

 Source : Résultats Amiante et ACD Kwé Ouest, VNC, mars 2016

Des études ont été réalisées sur la zone de projet en 2015. La figure ci-après montre les résultats obtenus.

⁸ Fibres O.M.S. : fibres reconnues par l'Organisation Mondiale de la Santé (fibres dont la longueur est > 5 µm).

Fibres courtes : fibres de longueur < 5 µm de longueur et ne faisant l'objet d'aucune réglementation à l'heure actuelle à l'échelle mondiale.



Source : (VNC, 2016)

Figure 74. Résultats d'analyse MOCP et META sur le site projet en 2015

L'analyse MOCP ne montre aucun dépassement du seuil réglementaire (100 fibres/L). Une fibre OMS d'amiante (la chrysotile) a été décelée durant l'inspection META des chantiers, mais aucun dépassement du seuil réglementaire (10 fibres/L) n'a été relevé.

6.1.3. Erosion des sols

6.1.3.1. Généralités

Le moteur du phénomène d'érosion est l'atmosphère. Les fortes précipitations sont à l'origine des mécanismes de mobilisation et de transport de matériaux qui conduisent à l'érosion des terrains. L'altération du milieu tropical fragilise à divers degrés les formations géologiques. Dans les massifs de péridotites la roche mère est complètement transformée en latérite formant un manteau épais parfois de plusieurs dizaines de mètres. Les sols ferrallitiques qui se développent sur ces ensembles altéritiques présentent une faible fertilité naturelle en raison de nombreuses carences et de la toxicité due aux métaux. En conséquence, la couverture végétale qui a réussi à s'adapter à ce milieu difficile, est très fragile et donc très vulnérable aux intempéries.

Les aléas résultant de l'interaction des précipitations avec le profil d'altération sont nombreux. L'érosion avec le ravinement actif en amont et l'engravement des rivières à l'aval est un de ces aléas.

Le relief est la source de données la plus riche par rapport au phénomène concerné. Grâce à différents calculs, un modèle numérique de terrain donne accès :

- à la pente, qui apporte l'énergie érosive ;
- à la courbure qui traduit la morphologie du terrain qui conditionne le parcours de l'eau et la capacité du terrain à concentrer ou disperser le ruissellement ;
- à la quantité d'eau drainée qui est proportionnelle à la capacité de transport.

La présence de végétation et l'occupation du sol constituent également des données fondamentales qui déterminent le degré de protection des sols et par conséquent leur sensibilité aux autres facteurs d'érosion (ces informations peuvent être déduites d'images satellitaires ou de photographies aériennes). La géologie des formations superficielles nous informe sur la possibilité pour les matériaux constitutifs des terrains d'être désagrégés et emportés (A2EP, 2012)

6.1.3.2. Aire d'étude

▪ Les zones d'érosion potentielles ou existantes

Les zones d'érosion potentielles ou existantes correspondent aux lavakas actifs et inactifs, aux ravines et au réseau hydrographique.

▪ Les lavakas

Un lavaka est un type de ravine profonde aux parois très abruptes, taillée dans un sous-sol de latérite par des écoulements torrentiels après de fortes précipitations. Il est défini de différentes façons suivant que l'on considère les processus internes ou de surface qui lui ont donné naissance. En effet, suivant la typologie des ravines, une forme d'érosion en « U » sera associée à une érosion hydrique liée au ruissellement des eaux superficielles, alors que les autres lavakas résultent principalement de processus internes impliquant des circulations d'eau souterraine et entraînant des glissements de terrain ou des affaissements par suffosion⁹.

D'après les observations sur le terrain, le lavaka évolue par effondrements verticaux et successifs de pans entiers de ses parois. Il peut se stabiliser en fonction de la nature des parois et de la présence de végétation. Il peut se stabiliser naturellement, mais l'érosion peut reprendre.

▪ Le ravinement

Les ravines sont omniprésentes et ubiquistes dans le paysage des massifs de péridotites. A la fois zones de départ et de transport de matériaux, elles s'installent dès lors qu'une certaine quantité de produits de démantèlement doit transiter jusqu'au niveau de base sous l'influence d'un flux d'eau. Elles se trouvent donc au droit de toutes les zones dénudées ou dégradées telles que les lavakas. Installées sur un substrat essentiellement rocheux, les ravines se signalent simplement comme un trait sans végétation dans le paysage, sali par les boues latéritiques et plus ou moins encombré d'éléments détritiques. Ce n'est alors qu'une zone de transit de sédiments divers. Traversant une zone en partie altérée, latéritique, le sapement des berges viendra grossir le flux détritique. Enfin, s'attaquant à des zones fragiles très saprolitiques ou serpentineuses, le phénomène s'accompagne d'une érosion intense du lit de la ravine, d'un approfondissement de l'incision et de multiples petits désordres sur les bordures qui provoquent son élargissement et le recul de la zone amont.

On peut parler alors de ravinement actif à caractère régressif. Les ravines peuvent naître pour diverses raisons :

- naturelle : évolution d'un lavaka s'enfonçant dans la saprolite sous-jacente ;
- anthropique : aménagements humains divers mais surtout ouverture de piste ou de chantier induisant un écoulement qui va entailler la couverture latéritique et mettre à jour la saprolite. Parfois le tracé d'une ancienne piste peut lui-même se transformer en ravine active.

⁹ Le phénomène de suffosion correspond au départ, par expulsion à la surface, des fines (boues et sables gorgés d'eau) et à la création de cavités. Ce phénomène est causé par des infiltrations. Cf. http://www.bdcavite.net/definitions_instabilite.asp.

- **Le réseau hydrographique**

Le réseau hydrographique est une zone privilégiée où l'érosion peut être très intense.

6.1.4. Cyclone

Le paragraphe 3.1.2.5 *Phénomènes climatiques extrêmes* aborde le risque cyclonique en Nouvelle-Calédonie.

Rappel : La probabilité annuelle d'une dépression tropicale d'intensité modérée à forte au site du projet de Goro est de 62 %, et celle d'un cyclone tropical est de 22 %. (Météo-France)

6.1.5. Inondation

6.1.5.1. Inondation par débordement de cours d'eau

- **Contexte en Nouvelle-Calédonie**

La saison la plus propice aux crues en Nouvelle-Calédonie est la saison chaude et humide de novembre à avril. Néanmoins des crues peuvent survenir également au cours des saisons de transition.

- **Spécificités sur l'aire d'étude**

Seul le cyclone Beti du 27 au 28 mars 1996 a engendré une crue sur l'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude et de ses alentours, le 27 mars 1996. Le cyclone Vania du 11 au 16 janvier 2011 a engendré une crue au niveau des stations KAL et KNL le 14 janvier 2011, troisième plus forte crue enregistrée pour ces stations.

Aucun cours d'eau important ne traverse la zone du projet Lucy, mais celle-ci est longée au nord par la branche ouest de la Kwé. Par ailleurs, la zone du projet est entourée de nombreux petits cours d'eau temporaires (creeks), et notamment un qui se situe à proximité de la future usine DWP2.

6.1.5.2. Inondation par submersion marine

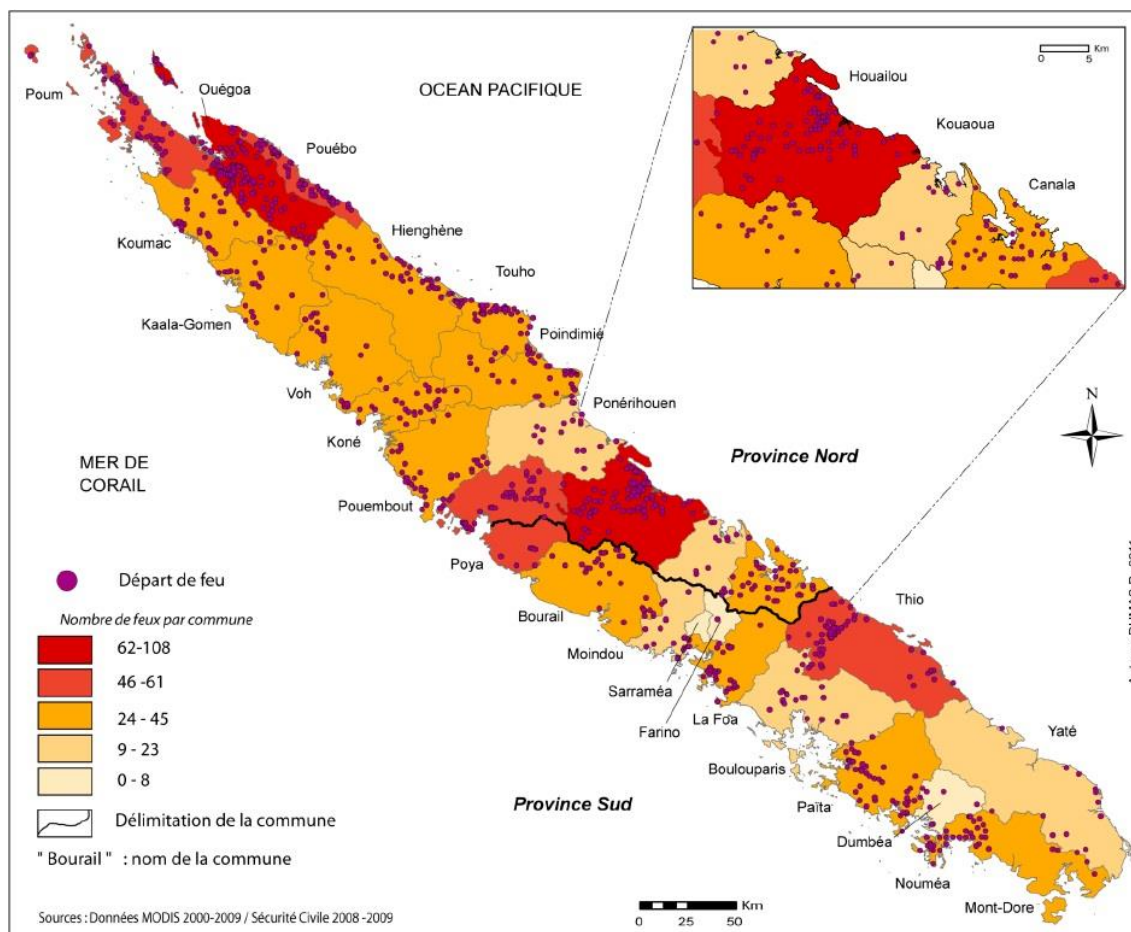
La zone de projet étant entourée à l'ouest et au sud par des crêtes positionnées en arc de cercle et se situant à plus de 10 km de la côte est, elle n'est donc pas concernée par le risque tsunami.

6.1.6. Risque incendie

La Nouvelle-Calédonie se classe au troisième rang mondial pour l'endémisme floristique, après la Nouvelle-Zélande (82%) et Hawaï (89%). Ses écosystèmes, exceptionnellement riches et originaux, souffrent en particulier du syndrome de l'insularité (MacArthur et Wilson, 2001) qui les rend particulièrement fragiles et sensibles aux impacts d'origine anthropique.

Les incendies, considérés désormais par les collectivités publiques comme un problème écologique majeur, pourraient constituer la première cause de perte de biodiversité du pays. Les recensements officiels montrent que les feux de forêt et de brousse brûlent en moyenne chaque année près de 20 000 hectares. Toutefois, ces chiffres sont largement sous-estimés car ils n'incluent essentiellement que les feux faisant l'objet d'une intervention. Une estimation de l'ordre de 50 000 ha/an de formations végétales brûlées serait plus proche de la réalité, en gardant à l'esprit que certains de ces espaces brûlent périodiquement de manière récurrente (Pascal Dumas, 2013).

Les feux sont le plus fréquemment observés entre août et janvier avec un pic généralement en octobre, même si par temps sec, des feux peuvent être observés tout au long de l'année.



Source : (Pascal Dumas, 2013)

Figure 75. Distribution par commune des départs de feux sur la Grande Terre (2000-2009)

D'une manière générale, l'aléa est plus faible dans la province Sud sur laquelle se situe le projet que dans la province Nord. La zone de projet se situe à cheval entre la commune de Yaté et celle de Mont Dore. La commune de Yaté présente un risque de départ de feu restreint et comptabilise entre 9 et 23 feux en 9 ans. La commune de Mont Dore est un peu plus exposée avec un nombre de feux compris entre 24 et 45 sur cette même période. Une caserne de pompier se situe à proximité du site, elle permet une intervention très rapide des secours limitant ainsi le risque d'incendie conséquent.

6.2. RISQUES TECHNOLOGIQUES

6.2.1. Risques industriels

6.2.1.1. Activités présentant un risque identifiées à proximité de l'emprise du projet Lucy

Certaines activités situées à proximité du site du projet Lucy présentent des risques industriels, il s'agit plus spécifiquement des installations liées à la zone d'exploitation minière et de l'usine hydrométallurgique.

Ces différentes activités, présentées dans les chapitres suivants sont :

- berme et parc à résidus ;
- unité de préparation du minerai et canalisations ;
- usine hydrométallurgique.

6.2.1.2. Installations de la zone d'exploitation minière de VNC

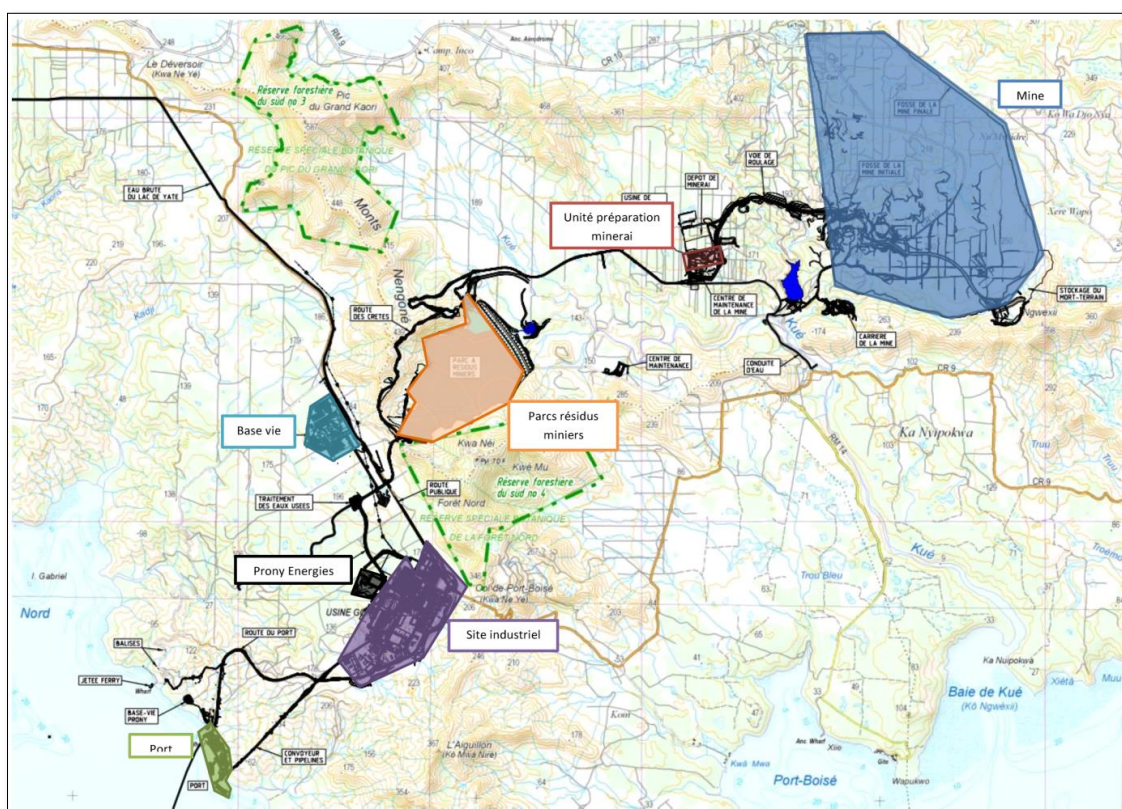


Figure 76. Installations de VNC sur le site de Goro

6.2.1.3. Berme et parc à résidus

Situé dans l'emprise du projet Lucy, le parc à résidus de la Kwé Ouest est fermé par un barrage équipé d'un évacuateur de crues. Cette berme est considérée comme un barrage et plus précisément comme un ouvrage de classe A, suivant le classement des barrages défini par le Décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des

ouvrages hydrauliques et au comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques.

Les fonctions de sécurité du parc à résidus sont de retenir l'eau et les résidus, de maîtriser la contenance ou le transit des crues naturelles de la rivière et de gérer le niveau d'eau et des résidus dans l'aire de stockage.

VNC exploite diverses installations au titre de l'arrêté d'autorisation du 9 octobre 2008 émis par la Province Sud.

Ces installations sont constituées par :

- Le barrage : il s'agit d'un ouvrage de type remblais, d'une hauteur maximale de 63 m et dont la longueur en crête est de 1,3 km. Le barrage crée un volume de stockage de 44 Mm³ ; il est régulièrement surveillé par l'exploitant et ausculté et contrôlé.
- L'évacuateur de crues : situé en rive gauche du barrage, l'ouvrage est du type seuil libre. L'évacuateur de crues est dimensionné pour permettre le transit, en toute sécurité, d'une crue naturelle d'une période de retour de 1 000 ans pendant l'exploitation de l'aménagement.
- L'aire de stockage : d'une surface de 130 hectares est dimensionnée pour stocker 44 Mm³ de résidus miniers issus de l'extraction du nickel et du cobalt. Le fond de l'aire de stockage est recouvert d'une géomembrane pour l'étanchéité.
- Les équipements auxiliaires de l'aménagement : le réseau de canalisations de transfert des effluents solides et liquides, le dispositif de pompage des effluents liquides et le dispositif de drainage.
- La cellule de suivi : située en queue de l'aire de stockage, à proximité du col de l'Antenne, pour réaliser des essais sur la consolidation des résidus miniers.
- L'accès au barrage : il s'effectue par le coin sud-est de l'aire de stockage en passant par le col de l'Antenne ou par la rive gauche du barrage depuis son aval.



Figure 77. Aménagements du parc à résidus de la Kwé Ouest

Une étude de dangers a été réalisée et a examiné l'ensemble des événements initiateurs et a étudié leurs combinaisons ; les scénarios des situations accidentelles pouvant porter potentiellement atteinte à la sécurité publique (dommages aux personnes et aux biens) et à l'environnement.

Les situations étudiées correspondaient à une situation de rupture du barrage du parc à résidus. Les différents scénarios analysés étant :

- rupture du barrage en construction et en exploitation (ERC-01a) ;
- rupture du barrage en exploitation (ERC-01b) ;
- rupture du barrage après fermeture du parc (ERC-01c) ;
- érosion du déversoir (ERC-02) ;
- perte d'intégrité de la géomembrane (ERC-03) ;
- envol de poussières (ERC-04) ;

- défaillance du système de drainage (ERC-05) ;
- rupture partielle ou totale de la canalisation de transfert de résidus (ERC06) ;
- rupture partielle ou totale de la canalisation de transfert des eaux d'exhaure (ERC-07) ;
- perte de confinement de la cellule de suivi (ERC-08).

A l'issu des analyses, le niveau de risque du parc à résidus de la Kwé Ouest vis-à-vis de la sécurité publique n'a pas été jugé critique. En revanche, la rupture du barrage de ce parc aurait un impact lourd sur l'environnement.

Tous les dispositifs, identifiés ou non dans l'étude de dangers et concourant à la sécurité des ouvrages doivent être maintenus à leur niveau de fiabilité et de robustesse actuel.

L'exploitant s'appuie sur l'ensemble du dispositif réglementaire et interne de surveillance pour corriger les anomalies détectées.

Les trois mesures de réduction des risques concernent la géomembrane disposée au fond de l'aire de stockage et le drainage sous cette géomembrane :

- vérification de l'efficacité du système de drainage ;
- mise en place sur l'ouvrage des moyens de surveillances du réseau de drainage ;
- installation sur le site d'une source d'alimentation de secours pour le système de pompage des eaux drainées.

La mesure de non aggravation des risques concerne l'exploitation du parc à résidus tant que celui-ci est en construction et que l'évacuateur de crues n'est pas en service. La consigne d'exploitation a été rédigée avec une définition des niveaux d'alertes pour la dépose et le pompage des effluents solides et liquides dans le parc à résidus. Des visites de contrôles sont effectuées quotidiennement suivant une procédure définie. Un rapport hebdomadaire est produit et alerte la direction de l'usine sur la capacité à contenir une crue centennale.

Tableau 62. Synthèse de l'analyse de risques sur l'environnement et sur les personnes

Synthèse de l'analyse de risques sur l'environnement

Grille de criticité pour le parc à résidus de la Kwé Ouest (conséquences environnementales)

Impact environnemental \ Occurrence	E Possible mais extrêmement peu probable	D Très improbable	C Improbable	B Probable	A Courant
Catastrophique		ERC-01c	ERC-01a* ERC-01b*		
Grave					
Sévère			ERC-06 ERC-07		
Conséquente		ERC-02	ERC-04 ERC-08		
Mineure				ERC-05	ERC-03

Synthèse de l'analyse de risques sur les personnes

Grille de criticité pour le parc à résidus de la Kwé Ouest (conséquences humaines)

Impact sur les personnes \ Occurrence	E Possible mais extrêmement peu probable	D Très improbable	C Improbable	B Probable	A Courant
Catastrophique		ERC-01c	ERC-01a* ERC-01b*		
Grave					
Sévère					
Conséquente			ERC-06 ERC-07		
Mineure		ERC-02	ERC-04 ERC-08	ERC-05	ERC-03

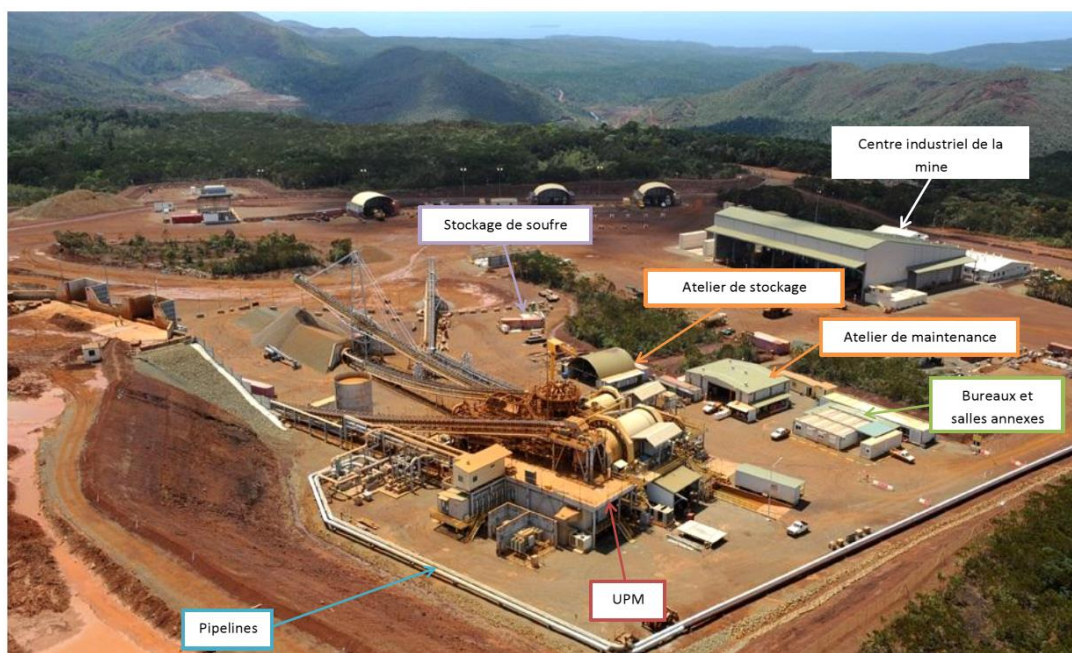
* Les événements redoutés centraux 01a et 01b sont des événements survenant au cours de périodes transitoires de l'ouvrage, inférieure à 5 ans. Dans ce cas, l'importante criticité de ces événements peut être admise telle quelle.

6.2.1.3.1. Unité de préparation du minerai (UPM) et canalisations

L'UPM est divisée en cinq pôles :

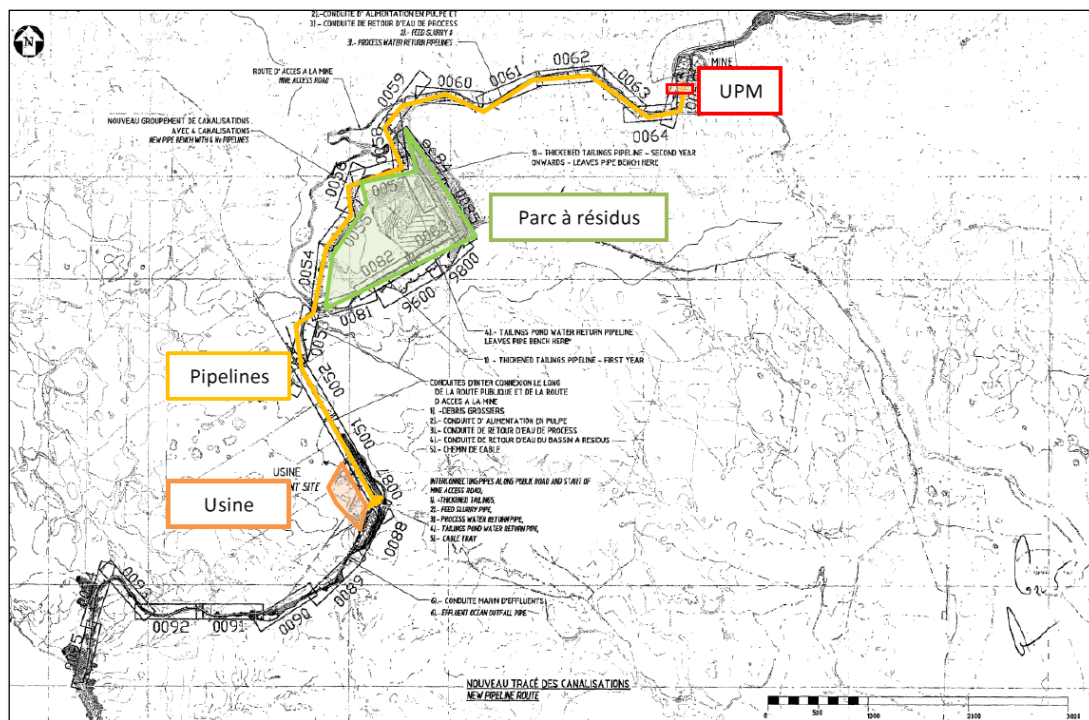
- la zone de stockage du minerai : elle se localise au nord de l'UPM. Elle couvre une surface de 93 830 m² (312 m de longueur et 299 m de largeur). Elle contient deux piles de stockage : une de saprolite et une de limonite,

- La zone de préparation du minerai : elle se localise au centre de l'UPM. Elle couvre une surface de 19 539 m² (185 m de longueur et 85 m de largeur). Elle permet de mettre en pulpe le minerai,
- Les ateliers de maintenance et de stockage : ils sont localisés au sud de l'UPM, face à la zone de préparation du minerai. Ils permettent d'une part d'effectuer des activités de découpe, de meulage, de nettoyage et de décapage et d'autre part, de stocker divers outillages,
- Les bureaux administratifs et salles annexes.
- Canalisations entre l'UPM et l'unité 215 : deux pipelines relient ces deux unités. Le premier pipeline contient de l'eau de procédé en provenance de l'unité 215 vers l'UPM. Le second contient de la pulpe de minerai en provenance de l'UPM vers l'unité 215. Ces deux pipelines mesurent environ 8 km et leur point haut est le col de l'Antenne.



Source : EDD, 2013

Figure 78. Vue aérienne de l'UPM



Source : EDD, 2013

Figure 79. Schéma de localisation des pipes

Tableau 63. Synthèse des dangers

Produit/élément	Etape/ équipement	Risque présent		Synthèse des potentiels de dangers et risques associés	Phénomènes dangereux significatifs à considérer
		Humain	Environnemental		
Pulpe de minéral	Equipement de l'UPM	X		Brûlures (température élevée de la pulpe) Risques nocifs et irritants	Aucun : Risques limités et à la périphérie des équipements
			X	Perte de confinement de l'équipement Déversement de pulpe important	Aucun : Risques limités et à la périphérie des équipements (confinement de la fuite à l'UPM)
	Pipeline de pulpe de minéral		X	Perte de confinement de l'équipement Déversement de pulpe important	Pollution environnementale des milieux aquatiques et fauniques sensibles à proximité du pipeline
Eau de procédé	Equipement de l'UPM	X		Brûlures (température élevée de la pulpe) Risques nocifs et irritants	Aucun : Risques limités et à la périphérie des équipements
			X	Perte de confinement de l'équipement Déversement d'eau de procédé important	Aucun : Risques limités et à la périphérie des équipements (confinement de la fuite à l'UPM)
	Pipeline d'eau de procédé		X	Perte de confinement de l'équipement Déversement d'eau de procédé important	Pollution environnementale des milieux aquatiques et fauniques sensibles à proximité du pipeline

Produit/élément	Etape/ équipement	Risque présent		Synthèse des potentiels de dangers et risques associés	Phénomènes dangereux significatifs à considérer
		Humain	Environnemental		
Huile hydraulique	Centrales hydrauliques	X		Perte de confinement de la centrale Formation d'un brouillard inflammable et explosif d'huile	Aucun : Formation d'un brouillard limité par la conception de la tuyauterie de la centrale
	Transport de l'huile de l'usine à l'UPM		X	Accident routier Déversement d'huile à l'environnement	Aucun : Faible quantité potentielle d'huile déversée
Huile minérale	Transformateurs	X		Perte de confinement de la centrale Feu de nappe	Aucun : Protection et isolement des transformateurs
Soufre	Conteneur de stockage du soufre	X		Risques nocifs et irritants	Aucun : Risques limités et à la périphérie du stockage
		X		Risque de formation d'ATEX et d'explosion Risque d'incendie	Aucun : Protection des big bags de soufre dans un conteneur couvert et aéré Isolation du stockage de soufre Aucun apport de source d'inflammation
	Transport du soufre de l'usine à l'UPM		X	Accident routier Déversement de soufre à l'environnement	Aucun : Faible quantité potentielle d'huile déversée
	Transfert du soufre dans le broyeur à boulets		X	Perte de confinement du big bag de soufre Chute du big bag de soufre	Aucun : Rupture du big bag de soufre peu probable
Gâteau de soufre	Transport du gâteau de soufre de l'usine à l'UPM		X	Accident routier Déversement du gâteau de soufre à l'environnement	Aucun : Faible quantité potentielle de gâteau de soufre déversée

6.2.1.1. Usine hydrométallurgique

Le site du projet est localisé au sein du périmètre des effets toxiques irréversibles.

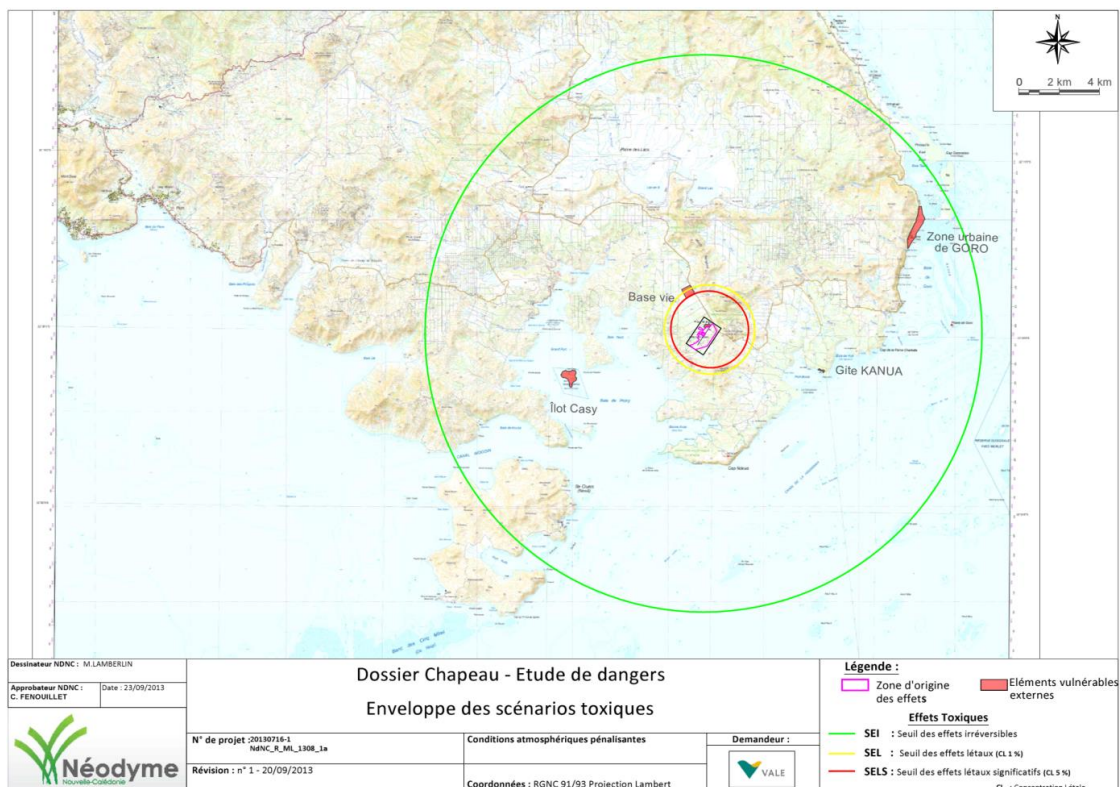


Figure 80. Enveloppe des scénarios toxiques

6.2.2. Agents chimiques dangereux

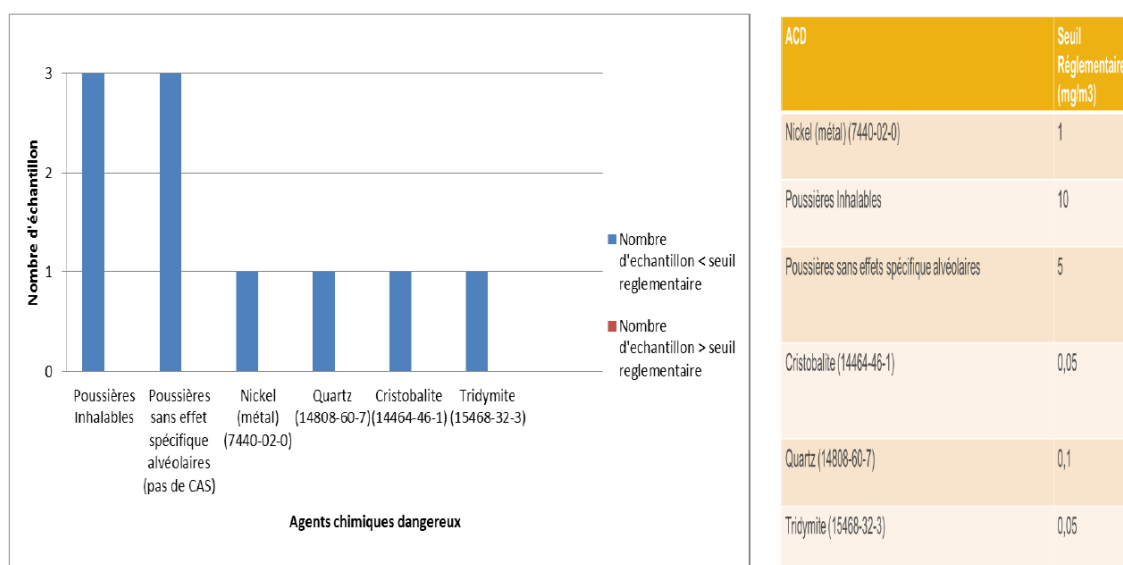
6.2.2.1. Généralités

Les agents chimiques dangereux (ACD) sont des agents chimiques, substance seule ou mélange, qui peuvent présenter un risque pour la santé ou la sécurité des travailleurs.

6.2.2.2. Aire d'étude

En 2015, une étude a été menée sur la future emprise du projet. Les ACD étudiés sont le nickel, les poussières de silice (cristobalite, quartz, tridymite), les poussières inhalables et les poussières sans effets spécifique alvéolaires.

Les résultats sont présentés dans la figure suivante :



Source : (VNC, 2016)

Figure 81. Résultats de l'étude ACD 2015 sur la zone de projet

Aucun dépassement des seuils réglementaires n'est constaté sur la zone de projet.

N.B : Dans le cas où la présence d'un risque chimique est avérée, des mesures de protection collective et individuelle sont mises en place pour gérer le risque chimique (ex : arrosage, brumisation, circulation en vitres fermées et circulation d'air en circuit fermé, signalisation, nettoyage, porte des équipements de sécurité).

7 PAYSAGE

L'actuel parc à résidus est situé dans une petite vallée appelée KO2. Il constitue aujourd'hui visuellement une étendue d'eau, retenue par un barrage ou « berme » qui ferme la vallée. Le projet Lucy consiste à optimiser le stockage des résidus issus de l'extraction minière (actuellement stocké sous forme liquide dans la vallée KO2) en les asséchant grâce à une usine de traitement. Le bassin actuel artificiel sera ainsi transformé au cours du temps en une colline de matériaux asséchés, empilés par couches.

7.1. ANALYSE DE L'ORGANISATION DU PAYSAGE ET DES PERCEPTIONS VISUELLES

7.1.1. Le complexe industriel VNC

L'Atlas de Nouvelle Calédonie, édité par l'Institut de Recherche et Développement à l'intention du public, montre l'organisation de l'ensemble du complexe industriel VNC dans la province du Grand Sud :

- les carrières de nickel d'extraction du minerai ;
- le site de stockage du minerai après extraction ;
- le site industriel c'est-à-dire l'usine de transformation du minerai ;
- le port d'exportation ;
- la cellule actuelle de stockage des résidus issus de la transformation du minerai qui correspond au site de stockage objet du présent dossier ;
- la base vie des employés ;
- les pépinières pour la revégétalisation au fur et à mesure des besoins des zones d'extraction, ;
- les pistes ;
- les modelés de la zone de dépôt.

La carte identifie également les sites naturels de réserves botaniques protégées, du sud vers le nord : la réserve du Cap N'Dua, la réserve dite de la Forêt Nord, la réserve dite du Pic du Grand Kaori (zones vertes hachurées sur la carte ci-dessous).



Figure 82. Extrait de l'Atlas de Nouvelle Calédonie – IRD – présentation du site minier du Grand Sud

L'exploitation du nickel en Nouvelle Calédonie a débuté dès la moitié du 19^{ème} siècle et s'est mécanisée un siècle plus tard. Cette ressource fait aujourd'hui partie du patrimoine identitaire de la Nouvelle-Calédonie.

« La géologie des mines de nickel n'est pas ordinaire : les massifs exploités sont les vestiges du plancher d'un ancien océan, soulevés hors de l'eau par la fameuse tectonique des plaques [...] Pour un pays, ce n'est pas un contexte banal que d'avoir un tiers de sa superficie constitué par des roches du manteau terrestre. » (BRGM 2005 - APS d'un musée de la mine en Nouvelle-Calédonie).

De fait, les paysages du Grand Sud néo-calédonien sont marqués par des contrastes colorés très forts : les verts de la végétation, les rouges des terres, les bleus des eaux, lacs, lagons, mer et ciel.

7.1.2. Le relief et les grandes unités paysagères

Le relief du Grand Sud est composé de collines relativement abruptes posées sur les vastes espaces de plateaux. Les vues et perspectives sont larges et lointaines dès que l'on s'élève sur les chemins de randonnées des crêtes collinaires.

L'aire de stockage des résidus dans le parc de la KO2 s'inscrit à l'intérieur d'un cirque formé du relief montagneux des monts Néngoné orienté nord-sud et des reliefs contigus orientés ouest-est.

Les lignes de crêtes du relief séparent visuellement de **grandes unités paysagères** : l'ensemble de la Baie de Prony à l'ouest, l'ensemble de Trou Bleu et Port Boisé au sud, l'ensemble du plateau minier de Goro au centre avec sa fosse minière et l'ensemble de la Plaine des Lacs au nord.



Source : montage Artelia sur Géoportail

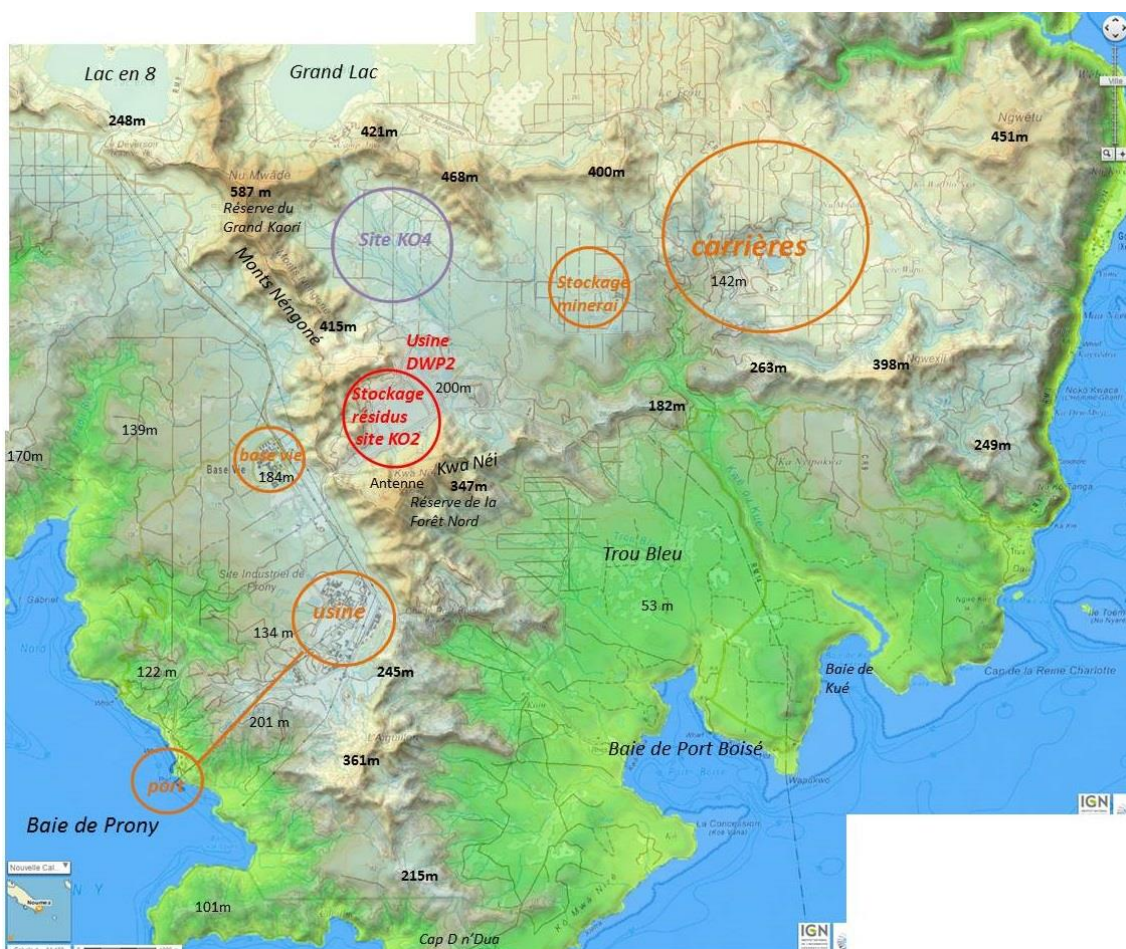
Figure 83. Grandes unités paysagères

La fosse minière et les zones de stockage appartiennent à une unité paysagère circonscrite, isolée sur le plateau au centre des reliefs : **l'unité paysagère centrale du plateau minier de Goro.**

La base vie, l'usine actuelle, les canalisations et le port sont situés sous les lignes de crêtes des Monts Néngoné et Kwa Néi, et appartiennent à l'unité paysagère de la Baie de Prony.

L'emplacement du projet de l'usine dite DWP2 d'assèchement des résidus miniers se situe dans l'entité circonscrite centrale de la Figure 89.

Le site de stockage des résidus, site KO2 du projet Lucy, appartient à cette même unité centrale dans une petite vallée ouverte vers le nord/est. Cette vallée est située exactement au niveau d'un col entre les monts Néngoné et Kwa Néi



Source : montage Artelia sur Géoportail

Figure 84. Le site de stockage KO2 dans le relief et position de la future usine d'assèchement des résidus de l'unité DWP2



photo by H.B. Leveque – Google Earth

Figure 85. Relief de collines confrontées aux plateaux ; unité paysagère de la plaine des Lacs au nord

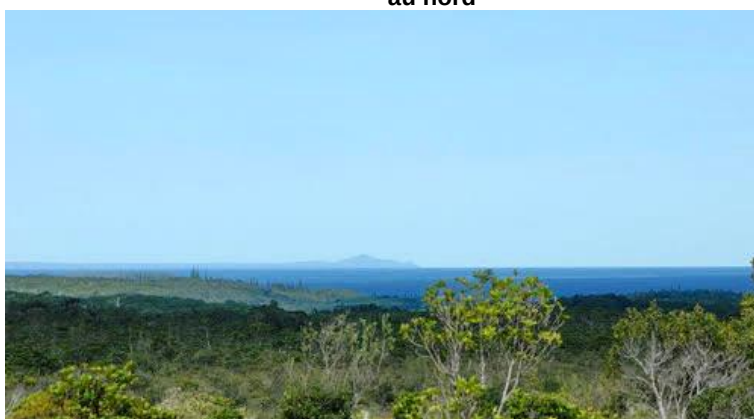


photo by ml.Claude – Google Earth

Figure 86. Unité paysagère de la baie de Port Boisé Trou Bleu



photo by alcedo888 – Google Earth

Figure 87. Unité paysagère de la baie de Port Boisé Trou Bleu



photo by A.C. Dufaure - Artélia

Figure 88. Vue sur le site intérieur KO4 – unité paysagère centrale du plateau minier



photo by ml.Claude – Google Earth

Figure 89. Unité paysagère centrale du plateau minier



photo by H.B. Leveque – Google Earth

Figure 90. Unité paysagère du plateau minier au centre et derrière le relief, unité paysagère de la baie de Port Boisé Trou Bleu- – vue depuis les monts Négoné



photo by H.B. Leveque – Google Earth

Figure 91. Unité paysagère de la Baie de Prony - la base vie et l'usine face à la mer – vue depuis les monts Nénongé



photo by R. Russo – Artélia

Figure 92. Unité paysagère de la Baie de Prony - l'usine sur fond collinaire

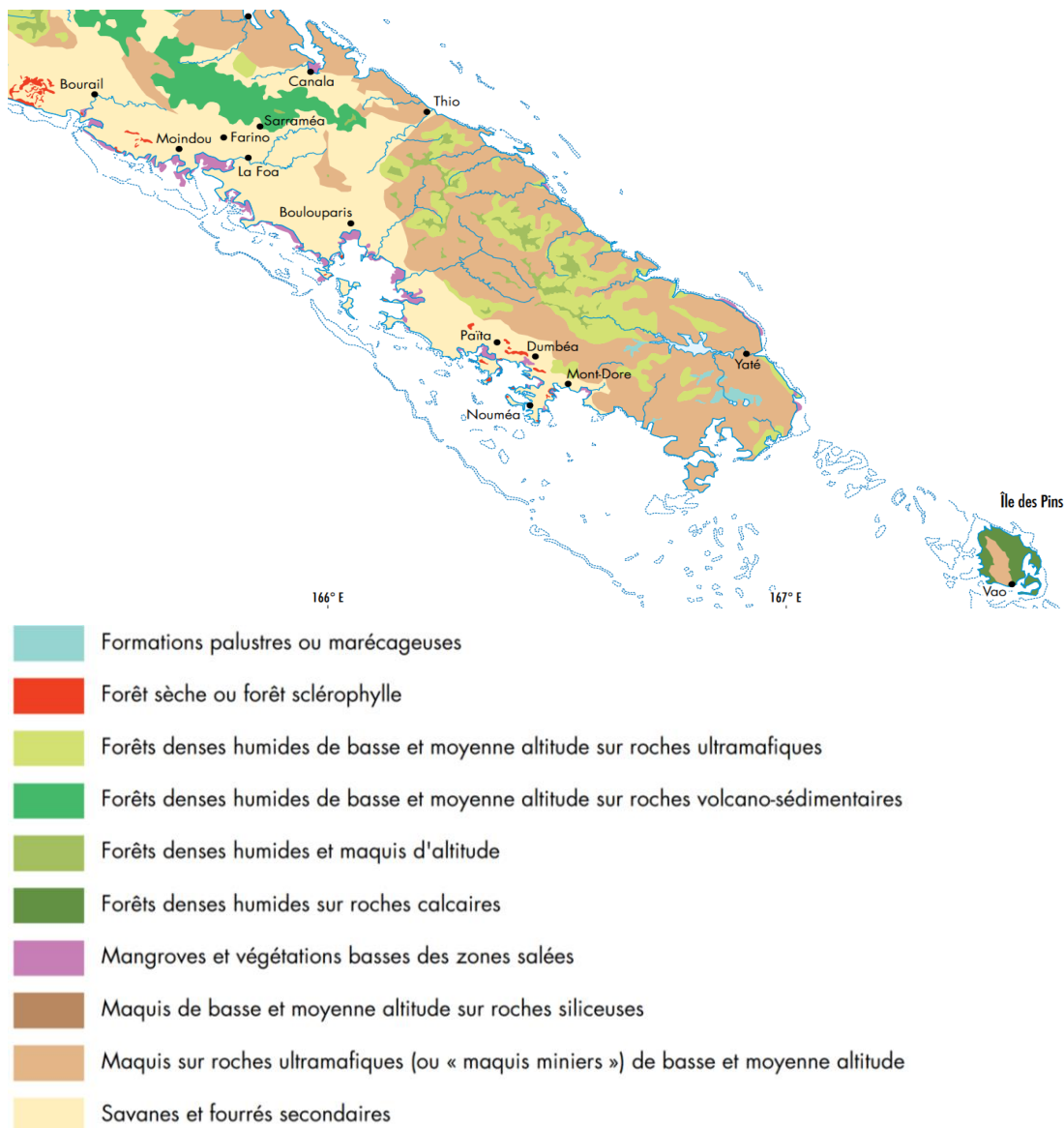


photo aérienne VNC

Figure 93. Unité paysagère de la Baie de Prony - le Port minier et l'usine

7.1.3. Ambiances végétales

La carte suivante 'Végétation du Grand Sud' est extraite de L'Atlas de Nouvelle Calédonie éditée par l'IRD. Elle permet d'avoir une vision globale simplifiée des ambiances végétales du territoire.



Source : Atlas de Nouvelle Calédonie, IRD

Figure 94. Extrait de la carte de présentation globale de la végétation du Grand Sud

La description des espèces végétales et habitats du site a été présentée dans le paragraphe 4. Milieu naturel. L'objectif ici est de souligner les ambiances végétales rencontrées aux alentours du site. L'ambiance globale de la région est dominée par les maquis miniers sur roche ultramafique et des secteurs de forêts denses humides.



photo by R. Russo - Artélia

Figure 95. Forêt dense sur flanc collinaire vallée KO2



photo by R. Russo - Artélia

Figure 96. Maquis minier vers Trou Bleu



photo by ml.Claude – Google Earth

Figure 97. Forêt humide à Port Boisé

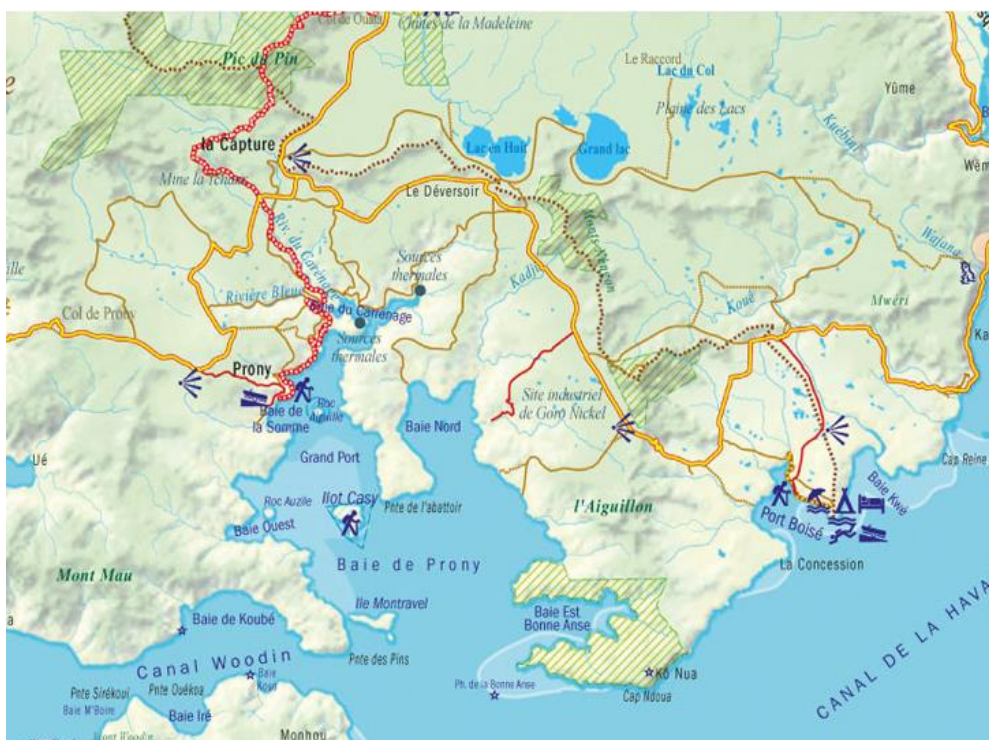


photo by ml.Claude – Google Earth

Figure 98. Mangrove à Port Boisé

7.1.4. Eléments patrimoniaux paysagers aux abords du projet

Les cartes touristiques des randonnées indiquent la **descente vers le village de Prony** (cf. carte suivante, circuit rouge) mais aussi un **circuit par les lignes de crêtes** (pointillé marron) qui traverse les paysages de l'unité paysagère de la baie de Prony, l'unité de la Plaine des Lacs et l'unité paysagère du Centre du plateau minier pour redescendre jusqu'à la mer dans l'unité paysagère de Trou Bleu Port boisé.



Source : www.destination-grand-sud.nc

Figure 99. Extrait de carte touristique

Plusieurs sites remarquables pour leur paysage sont situés à proximité du périmètre du projet :

- **La Baie de Prony** est un site touristique reconnu. Le paysage y est caractéristique du Sud. Les teintes rouges des terres sont soulignées par les verts de la végétation, végétation dont font partie des pins colonnaires caractéristiques des côtes. Cette baie est connue pour l'observation des baleines, notamment en période de reproduction, et ses fonds marins uniques. On remarquera en particulier l'aiguille de la baie de Prony (concrétion corallienne) découvert en 1979 et classé réserve naturelle depuis 1993.
- **L'îlot Casy** dans la baie de Prony, recouvert d'un maquis minier endémique et de forêts côtières, est classé en réserve marine.



photo by mfe – Google earth

Figure 100. 'Carte postale' Baie de Prony

- **Le Village de Prony** à l'ouest de la baie est inscrit à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques depuis 2008. Célèbre pour son bain qui existait au 19^{ème} siècle, le site a été reconverti en village de mineurs puis abandonné. Les vestiges du bain envahis par des banians, attirent nombre de visiteurs.



photo by jasonvy7 – Google earth

Figure 101. Vestige du bain au village de Prony

- **La réserve botanique de la Forêt Nord** au sud de la vallée KO2 est un site protégé, de même que la réserve du Grand Kaori au nord.

Parmi les sites fréquentés, sont notés d'après la carte précédente : la Plaine des Lacs au nord-ouest (lac en huit, site des chutes de la Madeleine, Grand Lac) ; la baie de Trou Bleu Port Boisé au sud-est ; les chemins de randonnée sur les lignes de crêtes, la route de la Rivière Bleue, les routes du Grand Kaori, du Kwa Néi, de la Kwé, entre Prony et Port Boisé.



photo by ml.Claude – Google Earth

Figure 102. Unité paysagère de la baie de Port Boisé Trou Bleu - Ligne de crête du Pic de l'antenne et vue sur la réserve botanique de la Forêt Nord depuis la route de la Kwé

7.1.5. Le site du projet Lucy dans la vallée KO2

Les vues aériennes présentées ci-après permettent de comprendre la configuration de la vallée KO2 actuelle. Ces vues ne correspondent pas aux paysages perçus quotidiennement par les usagers.



Photo aérienne VNC

Figure 103. Vue aérienne actuelle du site de projet dans la vallée KO2, vue sud/nord

La vallée KO2 est orientée sud/nord avec un fond de vallée situé au sud au niveau du col entre les monts Néngoné et le mont Kwa Néi, à proximité de la route du col de l'Antenne.

La vallée s'épanche vers le nord, ouverte à l'origine sur le plateau central minier de Goro. Elle est actuellement refermée au nord par un ouvrage artificiel, une berme qui permet la retenue des résidus humides de l'exploitation des minerais (étendue d'eau rougeâtre).

La rivière Kwé serpente sur le plateau. Les eaux collectées au niveau de la vallée KO2 rejoignent la mer, après traitement par l'unité 285.



Photo aérienne VNC

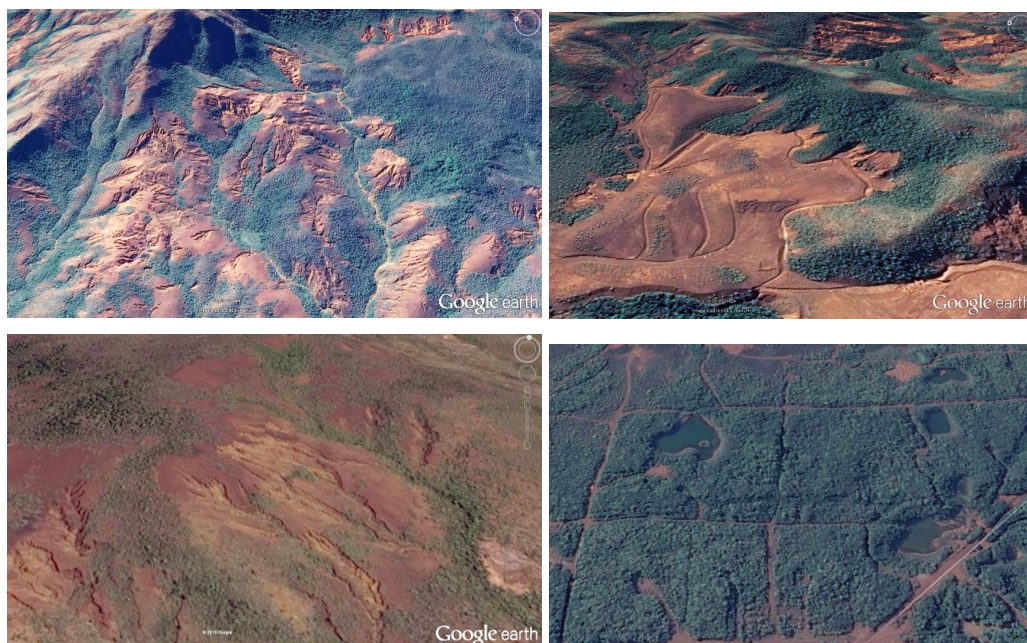
Figure 104. Vue aérienne actuelle du site de projet – vue nord/sud - vallée KO2

7.1.6. Formes et couleurs aux abords du site du projet

Le Grand Sud est une terre de contrastes naturels avec une saturation des couleurs qui se répondent les unes aux autres.

Les sols, dits ultramafiques, sont une particularité unique de ces paysages : les terres rouges qui s'érodent selon différentes formes en fonction des pentes et des consistances, constituent des sols arides ou stériles, où la végétation s'implante avec difficulté sur les collines. Les paysages d'érosion collinaires sont souvent qualifiés de « paysages lunaires » dans les guides touristiques. Le maquis minier apparaît à d'autres endroits, quadrillé de pistes et de trous de prospection.

Autour des fosses minières, zones de stockage, et usines, la multitude des pistes de circulations des engins attire le regard de l'observateur.



extrait de photos aériennes – Google earth

Figure 105. Illustration des sols à nu, des érosions, des quadrillages prospectifs aux abords du site



Figure 106. Site KO2 – entrelacs des pistes au nord de la berme



Figure 107. La vallée KO2 – vue sur le flanc collinaire ouest



Figure 108. La vallée KO2 – vue zoomée sur le flanc collinaire ouest

Les flancs collinaires du site KO2 ne sont pas réguliers. L'érosion a modelé des lignes de crêtes descendantes et des talwegs. Les ombres et lumières mettent en relief les formes naturellement tourmentées de ces flancs.

7.1.7. Perception du site actuel de projet et repérage des prises de vues significatives

Les vues qui suivent correspondent à des vues terrestres, d'un observateur à pied ou en bateau. La vallée KO2 n'est perçue que de peu d'endroits. Les lieux les plus fréquentés ont été recoupés avec les perceptions possibles de la vallée KO2, et à terme, avec les formes possibles du projet.



montage Artélia sur Google earth

Figure 109. Repérage des panoramas significatifs vers le site KO2

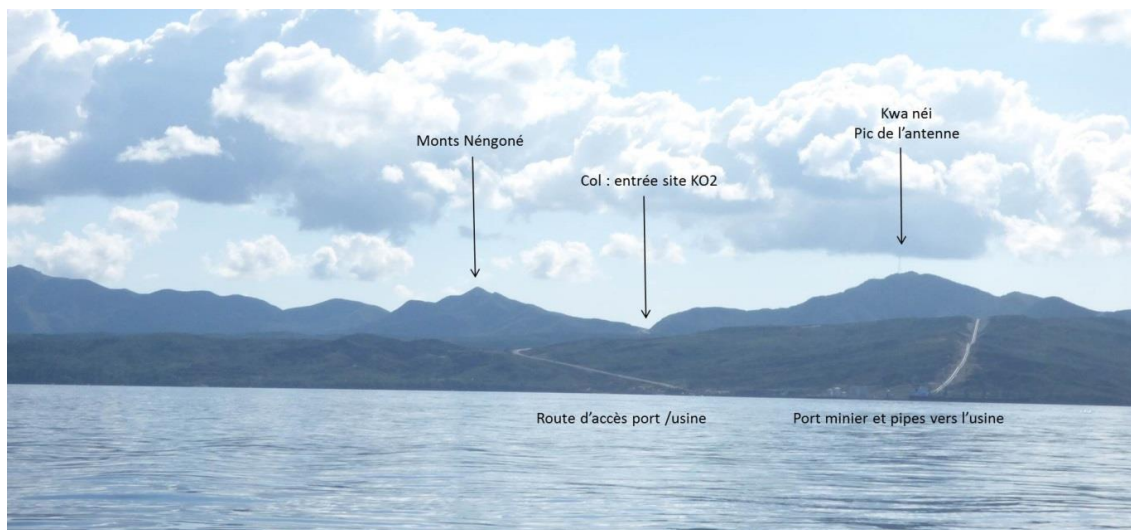


photo by R. Russo – Artélia

Figure 110. Panorama 0 Baie de Prony, vue depuis la mer sur le port minier

La baie de Prony, site remarquable, accueille de nombreux visiteurs qui viennent en bateau. Au droit du port minier le relief en plateau s'enfonce dans la mer, le port et les canalisations qui joignent l'usine ainsi que la route sont visibles mais l'usine elle-même et la base vie sont masquées. La ligne de crête des collines en arrière est visible avec le col entre les monts Néngoné et Kwa néi qui situe l'entrée de la vallée dite KO2 du projet.

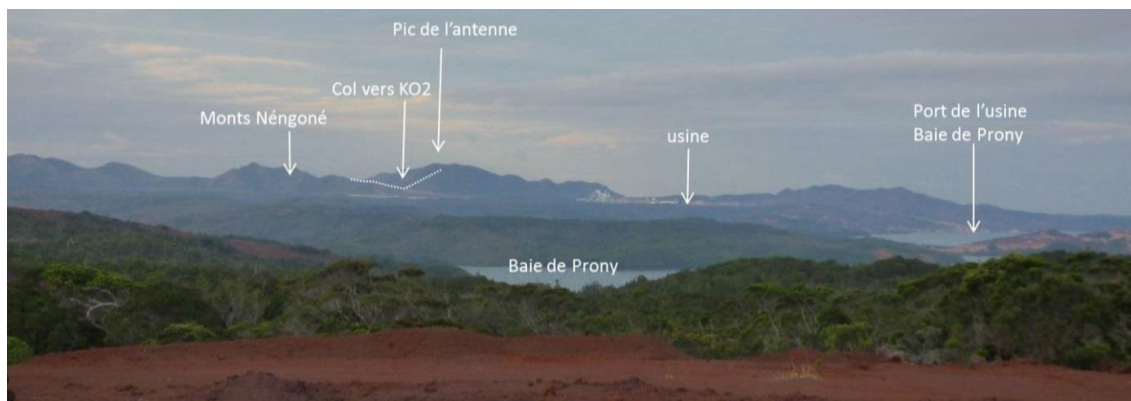


photo by R. Russo – Artélia

Figure 111. Panorama 1 vers le site KO2 depuis la route du Sud, dans la descente vers le village de Prony

Le panorama 1 correspond aux vues les plus fréquemment observées sur la baie de Prony car l'itinéraire pour descendre vers le village des vestiges du bain de Prony emprunte la route du Sud depuis laquelle on a une vue d'ensemble sur la baie. L'usine et la base vie qui appartiennent à l'unité paysagère de la Baie de Prony sont visibles en particulier par le contraste clair/obscur ; les éléments constitutifs de l'usine et de la base vie ont une dominante blanche. Le col entre les monts Néngoné et Kwa Néi, surligné en blanc sur les photos, correspond à l'entrée vers le site du projet. La photo suivante correspond à un zoom optique sur le col.



photo by R. Russo – Artélia, 2016

Figure 112. Zoom du panorama 1 vers le site KO2 depuis la route du Sud, dans la descente vers le village de Prony

Le point de vue sur le panorama 1 se situe à peu près à même altitude que le col d'entrée vers le site de la vallée KO2. Ce panorama correspond à la vue lointaine la plus significative sur le col d'entrée de la vallée. Le projet sera ainsi visible depuis ce point (même si l'œil ne permet pas d'effectuer un zoom optique à l'instar d'un appareil photo). Le col constitue cependant un repère que l'œil perçoit avec une découpe caractéristique de la ligne de crête.

Le panorama suivant est pris depuis l'unité paysagère centrale du plateau minier. Même si ce n'est pas un lieu de passage touristique, car situé en zone de concessions minières, c'est l'endroit à partir duquel le projet sera le plus perceptible. En effet, depuis les chemins de randonnées des reliefs au nord, l'éloignement rend de fait la perception restreinte.

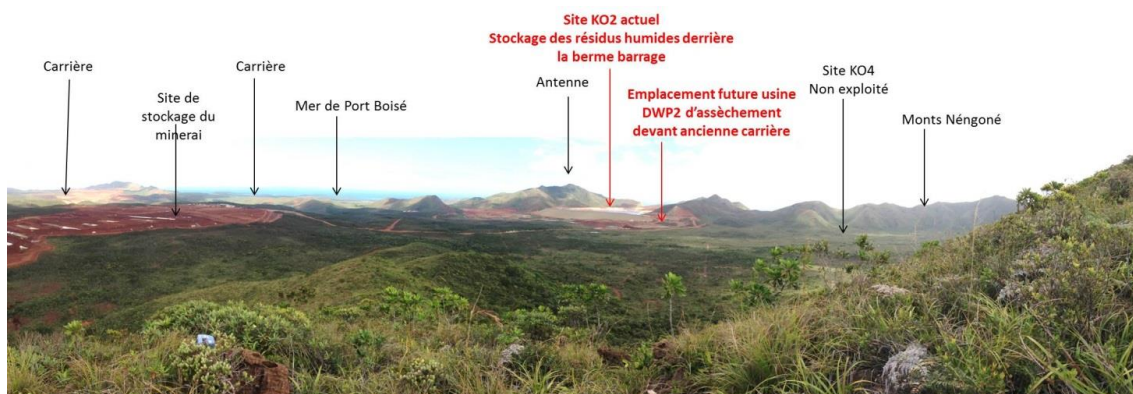


photo by A.C. Dufaure – Artélia, 2015

Figure 113. Panorama 2 sur le site KO2, relief et environnement - unité paysagère centrale du plateau minier

Ce panorama est situé dans l'unité paysagère intérieure du plateau minier de Goro. La vallée KO2 est ouverte vers le nord-est. On constate d'après ce panorama que l'usine DWP2 et le stockage en hauteur des résidus asséchés sera perçu depuis le plateau.

La photo suivante reprend en zoom optique la perception sur la vallée KO2

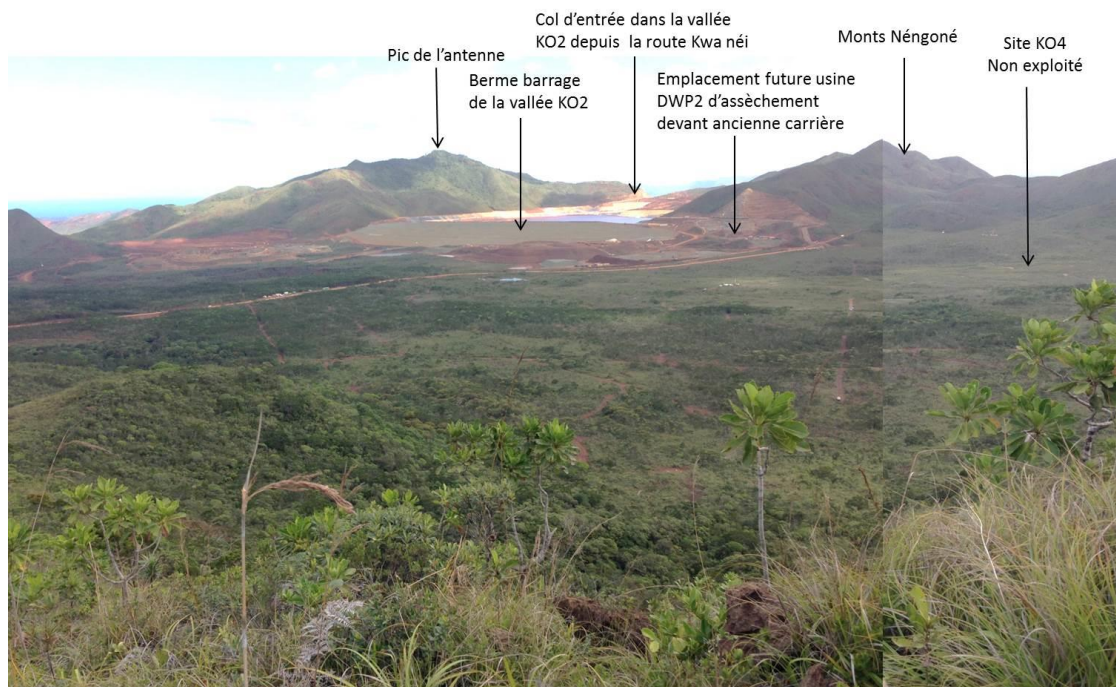


photo by A.C. Dufaure – Artélia

Figure 114. Zoom panorama 2 sur le site de la vallée KO2



– photo by R. Russo - Artélia

Figure 115. Panorama 3 sur la ligne de crête des monts Négoné, vers le site KO2 depuis la route du Grand Kaori en direction la base vie

Dans ce panorama 3 pris à partir de la route fréquentée dite route du Grand Kaori, la ligne de crête des monts Négoné masque la perception du site actuel KO2 de stockage des résidus. Il est probable qu'à terme cela soit encore le cas dans la mesure où les hauteurs d'accumulation des résidus ne dépasseront pas visuellement cette ligne de crête.



photo by R. Russo - Artélia

Figure 116. Panorama 4 vers le site KO2 depuis la route de la Kwa Néi, col à hauteur de la base vie

En se rapprochant de la base vie, sur la route de la Kwa Néi, on arrive au col entre les Monts Néngoné et le mont Kwa Néi. Ce col correspond à un abaissement de la ligne de crête par rapport à la route. Il est probable que les zones d'accumulation des résidus secs dont les hauteurs dépasseront l'altitude du col soient perçues depuis cet endroit.

Depuis l'unité paysagère de la Plaine des Lacs, la vallée KO2 ne sera pas visible, les reliefs masquent cette vallée.



– photo by R. Russo - Artélia

Figure 117. Panorama 5 vers le site KO2 depuis Grand Lac

En revanche, depuis les chemins de randonnées parcourant les lignes de crête des monts Néngoné, le promeneur percevra la vallée KO2 en surplomb. Le panorama 6 présenté ci-après la vue montre à nouveau les unités de paysage, cette fois, délimitées par les reliefs. Ce panorama 6 apparaît comme l'un des plus importants dans la perception du projet.



photo by H.B. Leveque – Google Earth

Figure 118. Panorama 6 – perception du site de projet KO2- – vue depuis les monts Négoné

Le chemin de randonnée qui longe le Mont Kwa Néi au pic de l'Antenne constitue également un point de vue privilégié en surplomb de la vallée KO2.

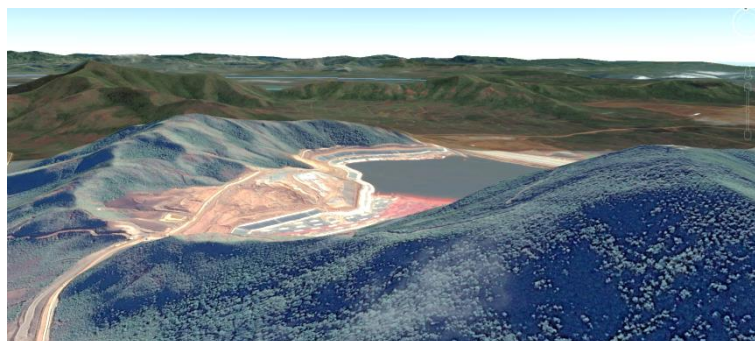


photo aérienne Google Earth

Figure 119. Panorama 7 – perception du site de projet KO2, vue depuis le mont Kwa Néi

La route de la Kwé rejoint Port Boisé. Avant de redescendre vers la mer aux abords du site minier quelques vues seront éventuellement susceptibles de laisser percevoir l'entassement des résidus secs dans la vallée KO2.



photo by R. Russo – Artélia, 2016

Figure 120. Panorama 8 – perception vers le site de projet KO2 depuis la route de la Kwé – vue sur le mont Kwa Néi



photo by R. Russo – Artélia, 2016

Figure 121. Panorama 9 – perception vers le site de projet KO2 depuis la route CR 10- – vue sur le mont Kwa Néi

7.2. ANALYSE DES PERCEPTIONS SOCIALES

Les paysages du Grand Sud offrent un intérêt touristique certain autour de la nature et des randonnées, grâce à la variété des paysages, les végétations endémiques, les grands espaces, les sols et leurs couleurs, les lacs, cascades, les lagons, la mer.

La perception sociale des installations industrielles est controversée.

D'un côté, l'industrie minière est en effet devenue une figure emblématique du Grand Sud dans la représentation sociétale, de même que les mines font aujourd'hui partie du paysage des nouvelles générations.

Dans l'iconographie populaire on peut trouver des cartes postales anciennes de Nouvelle-Calédonie montrant des mines de nickel sa main d'œuvre (1904). Aujourd'hui quelques images des carrières à ciel ouvert sont présentées avec une connotation presque poétique avec le contraste entre les ocres rouges des terres et la végétation environnante, mais aussi grâce aux impressionnants découpages en escaliers des collines qui prennent des allures tourmentées à grande échelle. Les dimensions des carrières qui façonnent le paysage en suivant la topographie, sont à l'image de nombre de constructions topographiques humaines gigantesques liées au travail (ex : carrières, canaux, rizières, terrasses.). La présence économique de l'industrie minière fait partie du quotidien de travail de nombre d'habitants néo-calédoniens.

Au niveau paysager, les terres rouges stériles mélangées et contrastées avec des végétations de maquis et de forêts descendant sur la mer, font partie pour l'observateur, des images mythiques de cette région.

La présence des mines fait partie du patrimoine social et culturel néo-calédonien. La présentation d'un musée de la mine à Thio au centre ouest de l'île permet d'exposer cette histoire. L'originalité et la particularité géologique du territoire sont également des éléments patrimoniaux que la communauté cherche à mettre en valeur du point de vue touristique.

« Au sein de la province Sud, la Direction de la culture et les services du patrimoine ont inventorié différents sites miniers à préserver, notamment la mine de fer dite des Japonais à Goro. Ils ont fait paraître dès 1990 des textes réglementaires en vue de les protéger.

En outre, l'article 39 de la loi organique de la Nouvelle-Calédonie [...] a prévu le lancement d'un Schéma de Mise en Valeur des Richesses Minières (SMVRM). Son avant-projet a été achevé le 14 novembre 2004. » (BRGM 2005 in APS d'un musée de la mine en Nouvelle-Calédonie)

D'un autre point de vue, pour les défenseurs de la nature, l'activité minière constitue une consommation de l'espace irréversible et des paysages naturels sacrifiés. Les inquiétudes des écologistes concernent le défrichement sur des sols sensibles au ravinement, le défrichement des zones de végétations endémiques, ainsi que la pollution des eaux superficielles, des lagons et de la mer.

La maîtrise de la qualité des eaux, l'optimisation de la consommation de l'espace et l'équilibre des enjeux écologiques, économiques, paysagers et environnementaux font ainsi partie de la recherche industrielle et de l'investissement minier pour un développement sur le long terme. Au niveau paysager, la recherche concernant la revégétalisation des terres stériles, des talus, des fosses, des modelés, des pistes, la compréhension du milieu naturel, ont fait et font l'objet d'expérimentations poussées, ces travaux sont assez peu diffusés auprès du grand public, mais les investissements de revégétalisation sont effectifs. L'enjeu paysager est donc double : d'une part la préservation des climax, la limitation du défrichement et la limitation des effets de

ravinements, et d'autre part la préparation optimale des espaces remaniés à revégétaliser.

7.3. SYNTHESE PAYSAGERE



Figure 122. Synthèses des sensibilités paysagères

Le projet Lucy fait partie d'une entité paysagère circonscrite par des reliefs, le plateau minier central de Goro. Le site d'implantation du projet, la vallée KO2 est une vallée anthropisée dédiée au stockage des résidus humides des extractions minières. Cette vallée ouverte au nord-est n'est pas perçue depuis les lieux touristiques de la Baie de Prony. Par contre l'entrée de la vallée, c'est-à-dire le col entre les Monts Néngoné et le Mont Kwa Néi, constitue un des points repères de la ligne de crête collinaire.

8 INTERRELATIONS ENTRE LES THEMATIQUES DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

Les interrelations entre les multiples composantes de l'environnement sont nombreuses et quelques fois complexes.

L'approche proposée ici pour l'analyse des interrelations est réalisée sous la forme d'un tableau « croisant » les différentes thématiques étudiée à l'état initial de l'environnement. Cette approche permet de mettre en avant les liens privilégiés entre certaines composantes du Territoire, principalement celles qui ont contribué à façonner les territoires traversés.

L'objectif de cette analyse est double : d'une part, identifier les relations entre les compartiments de l'environnement qui sont primordiales dans le maintien de l'identité du Territoire et, d'autre part, identifier l'évolution actuelle et future (prévisible) de ces liens.

Les interrelations entre les différentes thématiques de l'état initial de l'environnement existent et sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 64. Interrelations entre les différentes thématiques de l'état initial

	<i>MILIEU PHYSIQUE CLIMAT, SOL, RELIEF, AIR, ACOUSTIQUE ET EAU</i>	<i>MILIEU NATUREL FAUNE, FLORE, HABITATS, ESPECES PROTEGEES</i>	<i>MILIEU HUMAIN, CADRE DE VIE ET PAYSAGE RIVERAINS, ECONOMIE, PATRIMOINE, PAYSAGE</i>
<i>MILIEU PHYSIQUE CLIMAT, SOL, RELIEF, AIR, ACOUSTIQUE ET EAU</i>	<u>Climat/eau</u> Les précipitations ont une influence sur les débits (événements exceptionnels) et la qualité des eaux s'écoulant sur les sols puis alimentant les cours d'eau. <u>Sols/eau</u> La nature des sols (décapé, dépôt de résidus, zones défrichées) est à l'origine de la vulnérabilité des eaux souterraines (influencées par les infiltrations) et des eaux de surface. <u>Relief-géologie/eau</u> La circulation des eaux est liée au relief, à la perméabilité des sols, à la végétation, à la présence de failles. <u>Relief/climat</u> Le relief influence de manière importante les caractéristiques climatiques de la zone notamment en termes d'intensité et de direction des vents dominants.	<u>Qualité de l'air/ faune-flore-habitats</u> Les émissions de poussières/polluants ont des effets sur la biodiversité. <u>Acoustique/ faune-flore-habitats</u> Les nuisances sonores ont des effets sur la biodiversité (dérangements). <u>Qualité des eaux/faune-flore-habitats</u> La qualité des eaux des rivières influe directement sur la faune et la flore aquatique <u>Eau/espaces naturels</u> La présence de l'eau est le premier facteur de biodiversité.	<u>Sol et activités économiques</u> La nature des sols est à l'origine de l'activité économiques extractive (exploitation minière sur le site). <u>Sol et paysage</u> La nature du sol influe sur le paysage dans la mesure où il détermine le type de végétation susceptible de s'implanter, les vues, les perspectives. <u>Eau/usages-activités</u> Les eaux de surface sont exploitées pour l'alimentation .en eau potable, la pêche en aval du site. <u>Qualité de l'air/santé humaine</u> La qualité de l'air influe directement sur la santé humaine. <u>Ambiance sonore / santé humaine</u> Les niveaux sonores influent directement sur la santé humaine. <u>Relief/paysage</u> Le relief joue un rôle dans les perceptions visuelles proches et lointaines.

	MILIEU PHYSIQUE <i>CLIMAT, SOL, RELIEF, AIR, ACOUSTIQUE ET EAU</i>	MILIEU NATUREL <i>FAUNE, FLORE, HABITATS, ESPECES PROTEGEES</i>	MILIEU HUMAIN, CADRE DE VIE ET PAYSAGE <i>RIVERAINS, ECONOMIE, PATRIMOINE, PAYSAGE</i>
MILIEU NATUREL <i>FAUNE, FLORE, HABITATS, ESPECES PROTEGEES</i>	<u>Sols/espaces naturel</u> Le sol est une composante importante de l'habitat naturel. Au vue de l'état du sol et du contexte industriel/minier, le milieu naturel est limité aux emprises situées en bordure du site du projet.		<u>Milieu naturel et riverain/cadre de vie</u> La présence d'espaces naturels et aquatiques à proximité des zones urbanisées offre aux riverains et aux touristes des possibilités d'activités récréatives et de loisir (baie de Prony, parc de la rivière bleue)
MILIEU HUMAIN, CADRE DE VIE ET PAYSAGE <i>Riverains, Economie, patrimoine, paysage</i>	<u>Eau/usages</u> Les eaux de surface sont exploitées pour l'AEP, la navigation, les loisirs et les usages industriels. <u>Eau/espaces industriels</u> L'utilisation des sols est à l'origine d'une dégradation de la qualité des eaux souterraines et superficielles par les sulfates et le manganèse. <u>Sol/ activités industrielles-minière</u> Certaines activités sont susceptibles d'entraîner une pollution des sols (émission de poussières chargées, lixiviation des résidus). <u>Déplacement/ climat</u> Les déplacements (approvisionnement du chantier, trafic des camions sur le site, acheminement des travailleurs) sont à l'origine d'émissions de gaz à effets de serre susceptibles d'avoir des conséquences sur les changements climatiques. <u>Activités industrielles/ climat</u> Certaines activités ou machines sur le site sont à l'origine d'émissions de gaz à effets de serre susceptibles d'avoir des conséquences sur les changements climatiques.	<u>Milieu naturel / patrimoine culturel</u> Les milieux naturels contribuent à la mise en valeur du patrimoine culturel (présence d'un abri sous roche servant de lieu de culte).	<u>Activités industrielles ou minières /paysage</u> L'urbanisation/ activités industrielles ou minières génèrent des modifications des perceptions paysagères proches ou éloignées. <u>Activités industrielles et minières/activités économiques locales</u> Le développement de l'activité de VNC a des effets positifs sur le développement économique local (besoins d'équipements supplémentaires, augmentation des capacités des équipements existants, création d'emplois). <u>Risque industriel/Riverains-travailleurs</u> Les différents risques industriels identifiés sur le site peuvent présenter des dangers pour les riverains et les travailleurs. <u>Trafic routier/ Commodité du voisinage</u> L'augmentation du trafic routier est un facteur de dégradation de la qualité et de l'ambiance sonore, une dégradation de la qualité de l'air, un allongement des temps de parcours. Il peut également être à l'origine d'une augmentation du risque d'accident.

9 SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

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

- réunir, pour chaque thème environnemental, les données nécessaires et suffisantes à l'évaluation de l'impact 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.

Le présent chapitre présente donc au sein du tableau 67 ci-après les principales caractéristiques de l'environnement issues de l'analyse de l'état initial du site du projet Lucy et le niveau d'enjeu déterminé.

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 a pas de considération patrimoniale ou culturelle pour cette composante.

Le croisement matriciel permet de définir l'enjeu tel que qualifié dans le tableau 67 ci-après.

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

Le tableau ci-après fait la synthèse des caractéristiques principales à prendre en compte pour l'évaluation des enjeux du milieu et de sa sensibilité.

Tableau 65. Synthèse des caractéristiques de l'environnement

Tableau de synthèse des enjeux		ENJEU
MILIEU PHYSIQUE		
Climat	La zone de projet est caractérisée par une pluviométrie annuelle élevée (2 500 à 3 000 mm) principalement répartie durant l'été austral (janvier à avril). Celle-ci est généralement nettement excédentaire par rapport à l'évapotranspiration potentielle (l'ETP représente en moyenne 30 % des précipitations). Il n'y a pas de grande amplitude de température selon les mois, tout au long de l'année; le mois de février est le mois le plus chaud (température moyenne mensuelle de 24,9°C) tandis que le mois de juillet est le plus frais (moyenne mensuelle : 18,9°C). La direction et la force du vent dans la zone de projet semblent être liées à l'effet de relief. La station météo de Goro_Résidus enregistre des directions préférentielles nord-est et sud et une intensité relativement faible (majoritairement comprise entre 1,5 et 4,5 m/s). La zone de projet est régulièrement soumise à des événements pluvieux extrêmes de courte durée et de forte intensité.	Faible
Qualité sols	Sol par endroit soumis à l'érosion naturelle. Horizon humifère de surface (topsoil) très faible à inexistant et présence d'espèces invasives. Les sols sur le site de VNC ont des fortes carences en azote, phosphore, potasse et calcium. A l'opposé, ils contiennent un excès de magnésium et d'oxydes métalliques.	Moyen
Hydraulique souterraine (hydrogéologie)	Les structures géologiques de l'emprise du projet sont identiques à celles que l'on retrouve sur l'ensemble du plateau de Goro. Les deux structures géologiques dominantes sont des alluvions actuelles et récentes au cœur de la vallée KO2 et des blocs de cuirasse sur latérite mince sur les versants. Sur la zone de projet, il existe deux réservoirs hydrogéologiques principaux (aquitard et aquifère). Leur comportement diffère selon la période de l'année (haute eaux et basses eaux). En période de basses eaux, il existe un drainage de l'aquitard vers l'aquifère. Des interactions existent entre nappes et rivières : les eaux souterraines en provenance des bassins KO1, KO2 et KO3 convergent vers la rivière Kwé Ouest puis circulent sous son lit avant d'émerger dans la rivière plus en aval.	Moyen
Hydraulicité des eaux de surface	La recharge moyenne des nappes sur le bassin de la Kwé est évaluée à 903 mm/an sur la période 1998-2010. Elle représente 29 % de la pluie et 43 % de la pluie efficace. L'amplitude des débits de la rivière Kwé Ouest au niveau de la station KOL s'étend de 0,001 m³/s à l'étiage absolu (de 2006 à 2011) à 48 m³/s en période de plus hautes eaux. Directement liés à la pluviométrie, les débits moyens mensuels de la Kwé Ouest varient entre des valeurs minimales en saison sèche (valeur médiane minimale de 0,14 m³/s en octobre) et des valeurs maximales en saison humides (valeur médiane maximale de 1,8 m³/s en mars). Les débits mensuels moyens présentent une augmentation progressive entre novembre et mars - avril puis une diminution régulière jusqu'à la fin du mois d'octobre.	Moyen

Tableau de synthèse des enjeux		ENJEU
Qualité des eaux superficielles	Dans les eaux superficielles en aval du parc à résidus (Kwé Ouest), il n'a pas été relevé de tendance particulière à la hausse pour les paramètres physico-chimiques analysés, sauf pour le manganèse et les sulfates qui présentent des augmentations de concentrations depuis 2013. La qualité des eaux de surface semble donc influencée par la qualité des eaux situées au sein du parc à résidus humides actuellement exploité au niveau du site. Cette tendance s'est particulièrement vérifiée en 2016 pour les sulfates. Par ailleurs, on constate une augmentation de plusieurs paramètres (pH, conductivité, sulfates et magnésium) sur les sources situées au sein de l'emprise projet Lucy. Dans le bassin versant de la Kwé, les analyses granulométriques et minéralogiques indiquent globalement des taux identiques, hormis, sur deux stations, où les résultats indiquent une légère augmentation du taux de nickel et du manganèse au détriment du chrome. D'après les différents descripteurs biologiques du peuplement recensés, les écoulements peut être considéré dans l'ensemble comme un cours d'eau dans un état de santé "faible" de l'écosystème en ce qui concerne les populations ichtyologiques. Il ressort de cet inventaire piscicole avec une faune ichtyologique très faiblement riche et très peu diversifiée. (ERBIO, 2014). D'après les analyses physico-chimiques, l'aspect très clair de l'eau, les communautés carcinologiques présentes et les indices macroinvertébrés obtenus, aucune altération importante du milieu ne semble présente dans cette zone (ERBIO, 2014).	Moyen
Qualité de l'air	La qualité de l'air sur la zone étudiée fait l'objet d'un suivi régulier. Pour l'ensemble des stations de mesures, les concentrations en SO₂ et de NO_x sont faibles et très largement inférieures aux seuils réglementaires. Les enregistrements de poussières montrent trois dépassements sur la station de la base vie et un dépassement de la valeur objectif sur la station de la Forêt Nord, soit un nombre largement inférieur aux 35 jours de dépassements autorisés par année civile. Les stations les plus éloignées des activités industrielles et du trafic routier présentent bien sûr les valeurs moyennes les plus faibles en termes de concentration. Les zones habitées sont suffisamment éloignées du site pour ne pas être concernées.	Moyen
Niveau sonore et vibrations	Le niveau de bruit résiduel a été caractérisé dans les ZER avoisinantes du site de VNC en 2001, 2005 et 2013 (max 41,5 LAeq mesuré en dB (A)), et dans la zone du projet Lucy par Artelia en 2016 (max 64 LAeq). La zone de projet est située dans une zone calme. Toutefois, ces résultats datent de 2013 et 2014 avant la mise en place de certaines installations comme l'usine pilote DWP1 et accès routiers au sein de l'emprise du projet. Compte tenu de la distance de la zone de projet avec les premières habitations (villages de Goro et de Truu à une dizaine de kilomètres de la zone d'emprise du projet), la perception des vibrations depuis les zones habitées est peu probable.	Faible
MILIEU NATUREL		
Végétation et habitats	Aires protégées (enjeu faible ici) Le projet empiète sur la réserve de la Forêt Nord mais la zone concernée est soit déjà anthropisée soit déjà autorisée au défrichement. Forestier et paraforestier (enjeu fort)	

Les deux types de forêts présents sur la zone d'étude restreinte présentent un intérêt écologique fort pour la faune et la flore. Notamment la Forêt S2 qui recense des écosystèmes d'intérêt patrimonial.

Le maquis paraforestier est quant à lui une zone refuge pour les espèces forestières et une zone tampon autour des îlots forestiers. En outre il participe à la reconstruction des forêts en apportant les conditions de germination favorables et en constituant une réserve de semences. De ce fait cette formation végétale constitue un enjeu de conservation modéré lorsqu'elle est située à proximité d'une forêt ou comportant des espèces d'intérêt. Cette formation à enjeu modéré se situe sur le flanc nord de l'aire de stockage à résidus. Maquis à hydromorphie permanente (enjeu moyen) Le maquis à hydromorphie permanente se situe principalement à l'est de la zone d'étude. Il constitue un écosystème original à végétation particulière qui ne se rencontre que dans l'extrême sud de la Grande-Terre. Ainsi il représente un enjeu de conservation modéré. Autres milieux (enjeu faible) Les autres végétations présentes dans la zone d'étude restreinte sont des maquis ligno-herbacés (formations principales sur la zone), maquis à hydromorphie temporaire et maquis arbustifs et denses. Les maquis ligno-herbacés résultent de feux répétés et sont constitués de végétation secondaire avec espèces communes sur la Grande-Terre. Ainsi cette formation végétale présente un enjeu faible. Les maquis à hydromorphie temporaire constituent également un enjeu faible car ils sont constitués d'une palette végétale se rapprochant du maquis ligno-herbacé, formation commune du territoire. Enfin, les maquis arbustifs et denses caractérisés par une végétation secondaire constituée d'espèces communes sur la Grande-Terre représentent un enjeu faible.	Fort	
Faune dulçaquicole	Bien que la faune dulçaquicole ne soit pas présente dans l'aire d'étude restreinte, elle sera impactée de manière indirecte par le projet Lucy dans la zone d'étude élargie. Il est donc utile d'en mesurer l'enjeu. Huit espèces de poissons sont recensées sur la zone d'étude élargie dont une espèce protégée localement par le code de l'environnement de la province Sud du fait de son endémicité. Au niveau de la faune carcinologique, sept taxa sont recensés comportant trois espèces endémiques et protégées par le code de l'environnement de la province Sud. Concernant la faune macrobenthique et les insectes en particulier, un fort taux d'endémisme est dénombré, à minima 17 taxa endémiques.	Moyen

Faune terrestre et avifaune	Reptiles Les espèces recensées dans l'aire d'étude restreinte sont globalement communes au Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Seules six espèces portant un intérêt écologique ont été répertoriées : trois espèces à statut UICN vulnérable (VU) et trois espèces à statut UICN quasi menacé (NT). La répartition de ces espèces dans l'aire d'étude restreinte est faible, y compris au niveau de la Forêt S2 qui possède une faible richesse herpétologique. Avifaune Les espèces recensées sont communes au Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Seule une espèce sensible, la Perruche à front rouge (à statut UICN quasi menacé (NT) et protégée par le code de l'environnement de la province Sud) a été recensée sur l'aire d'étude restreinte. Sur cette aire, l'avifaune est surtout concentrée au niveau de la Forêt S2. Cette forêt possède une richesse ornithologique faible avec peu d'espèces d'intérêt écologique. Myrmécofaune Trois espèces invasives ont été recensées sur l'aire d'étude restreinte indiquant ainsi un milieu dégradé. Mammifères Huit espèces de chiroptères sont susceptibles de fréquenter la zone d'étude restreinte sur les neuf espèces de chiroptères présentes en Nouvelle-Calédonie. Sur ces huit espèces, six bénéficient d'une protection stricte (code de l'environnement) et les deux espèces restantes font l'objet d'une chasse réglementée et de l'interdiction de destruction ou de l'enlèvement des nids, colonies et campements.	Faible
--	--	------------------------------

MILIEU HUMAIN		
Socio-économie	Démographie sociale La zone de projet est située sur la commune de Yaté et jouxte celle du Mont-Dore. La démographie sociale est très différente entre les deux communes compte tenu du fait que le Mont-Dore est sous influence du Grand Nouméa et connaît depuis ces dernières années une augmentation significative de sa population, contrairement à la commune de Yaté, la commune la moins densément peuplée de Nouvelle-Calédonie, dont la population est stable et essentiellement concentrée au niveau de la bordure littorale. Activités Industrielles : présence de la mine (site d'exploitation) sur la commune de Yaté et installation d'entreprises en lien avec les activités de la mine (construction, transport routier et roulage sur mine). Présence de la centrale de Prony à 1,6 km de la zone d'emprise du projet. Agricoles : peu d'activité agricoles sur cette partie de l'île, essentiellement tournées vers la culture de subsistance, peu de terres cultivables. Pas de zones cultivables à proximité ou sur la zone d'emprise du projet. Tourisme et loisirs : Attraites touristique de Yaté liés à la nature (écotourisme) : sentier de randonnées de la transprovinciale Sud GR1, pistes de Vtt dans tout le Sud. Emploi Au 1^{er} trimestre 2015, il est observé un ralentissement de la création d'emplois aussi bien dans le secteur privé que public. Les trois quart des emplois des créations d'emplois ont lieu dans l'industrie extractive.	Faible
	La zone de projet est en plein cœur du bassin minier de VNC. Elle est majoritairement constituée par le parc à résidus KO2 autorisé pour le dépôt de résidus humides, la carrière CLS, la carrière Audemard (dite du Mamelon) et la berme. Autour de ces installations, on observe une mosaïque de végétation sur substrat ultramafique, plus ou moins éparées. Plus ponctuellement on observe également quelques massifs forestiers sur substrat volcano-sédimentaire, d'altitude inférieure à 400m sur alluvions, colluvions et dépôts ferrugineux, et des maquis de zones à hydromorphie temporaire ou permanente. Les premières habitations (village de Goro et de Truu) se situent à une distance importante du site étudié, respectivement à 10 et 15 km de la zone d'emprise du projet. Compte tenu de la distance de la zone de projet avec la perception des vibrations depuis les zones habitées est peu probable. La zone de projet est encaissée et distante donc des premières habitations.	

Patrimoine archéologique et culturel	Patrimoine archéologique Les inventaires ont identifiés la présence d'un abri sous roche sur l'emprise du projet. Patrimoine culturel Concernant le patrimoine culturel immatériel, on recense : les pratiques sociales, les rituels et les événements sportifs, les coutumes, la fête de l'igname, les mariages, les deuils, la langue, le savoir artisanal. Les tribus les plus proches, tribus de Goro et de Truu se situent respectivement à 10 et 15 km du projet. Le monument historique classé le plus proche de la zone de projet se situe à 4,5 km.	Moyen
PAYSAGE		
Paysage	Dans la représentation sociale et au niveau touristique, les paysages miniers sont intégrés dans les paysages mythiques du Grand Sud. La vallée KO2 d'implantation du projet est une vallée anthropisée dédiée à l'activité minière, elle appartient à l'entité paysagère centrale du plateau minier. L'entrée sud de la vallée est marquée par un col entre les monts Néngoné et le mont Kwa Néi ; ce motif est un repère dans la perception de la ligne de crête collinaire vue depuis la baie de Prony. L'enjeu paysager est de garder les repères et ambiances perçus depuis la Baie de Prony.	Faible