

VOLUME 3

EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET

CHAPITRE 3

ECOSYSTEME TERRESTRE

SOMMAIRE DU CHAPITRE

1	MILIEU EXISTANT	3
1.1	Limites de la zone d'évaluation environnementale	3
1.2	Situation actuelle	5
1.2.1	Écotypes	5
1.2.2	Faune	8
1.3	Situation future probable	8
2	EVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX	9
2.1	Altération et perte d'habitats	10
2.2	Changements de la qualité de l'air	15
2.3	Dérangement et déplacement de la faune	17
2.4	Effets environnementaux cumulatifs	17
2.5	Maîtrise des espèces exogènes	18
2.6	Aménagement environnemental et atténuation	18
3	EFFETS ENVIRONNEMENTAUX RESIDUELS	19
3.1	Construction	21
3.2	Opérations	22
3.3	Fermeture	23

ECOSYSTEME TERRESTRE

L'écosystème terrestre de Nouvelle-Calédonie joue un rôle fondamental dans les processus écologiques comme le cycle des éléments nutritifs. Cet écosystème contient de nombreuses espèces végétales et des espèces fauniques connexes. La biodiversité et la prévalence des espèces endémiques dans les communautés végétales et animales reflètent l'adaptation à un milieu exceptionnel où l'évolution a joué un rôle d'importance majeure. L'écosystème qui en résulte est aussi varié que spécifique.

Ce chapitre traite de l'évaluation environnementale de l'écosystème terrestre, en décrivant brièvement les caractéristiques de la flore et de la faune que l'on y rencontre et en analysant les conséquences possibles du projet sur l'environnement. Une description plus détaillée des communautés florales et fauniques de l'écosystème terrestre se trouve au Tome 3, Volume I Chapitre 2 « Milieu biologique » ainsi que dans les annexes du même volume. Compte tenu de l'intérêt suscité par les questions de conservation, l'analyse porte sur la biodiversité et sur les espèces rares et menacées d'extinction.

1 MILIEU EXISTANT

1.1 LIMITES DE LA ZONE D'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

La figure 3-1 illustre la zone d'évaluation environnementale de l'écosystème terrestre. L'emprise du projet englobe le territoire directement touché par lui, en raison des perturbations physiques. Une zone plus vaste est affectée indirectement par les émissions atmosphériques. Dans l'évaluation, les zones affectées par la mine sont étudiées par rapport à la totalité de la zone d'évaluation. La zone d'évaluation est définie par des caractéristiques topographiques comme les obstacles naturels. Enfin, il y a des limites temporelles, dictées par la durée du projet. Si des limites ont été établies, c'est pour pouvoir procéder à l'évaluation environnementale des effets du projet dans une zone connue.

Le Plateau de Goro, sur lequel la majeure partie du projet doit se dérouler, est entouré par des collines au nord, à l'ouest et au sud. À l'est, la topographie s'élève jusqu'à une ligne de partage des eaux mal définie. Ce sont des caractéristiques topographiques qui distinguent les bassins versants. Les bassins versants directement touchés par l'emprise du projet sont la rivière Kwé et ses affluents, comme les rivières Ouest, Nord-Ouest et Est, et le bassin versant oriental de la Baie du Prony. Le bassin de la rivière Kuébini ne devrait pas être touché par les activités du projet.

La zone d'évaluation est précisément délimitée sur le plan écologique. Au nord, la limite est définie par un changement draconien du type d'écosystème et par la limite du plateau de Goro. Le maquis forestier cède la place à la Plaine des Lacs, une étendue de prairie en contrebas. De l'est vers le sud, c'est l'océan qui définit la limite, tandis qu'à l'ouest, la limite est déterminée par un changement progressif de l'écosystème. La limite ouest équivaut à peu près à un trait tracé pour diviser les secteurs.

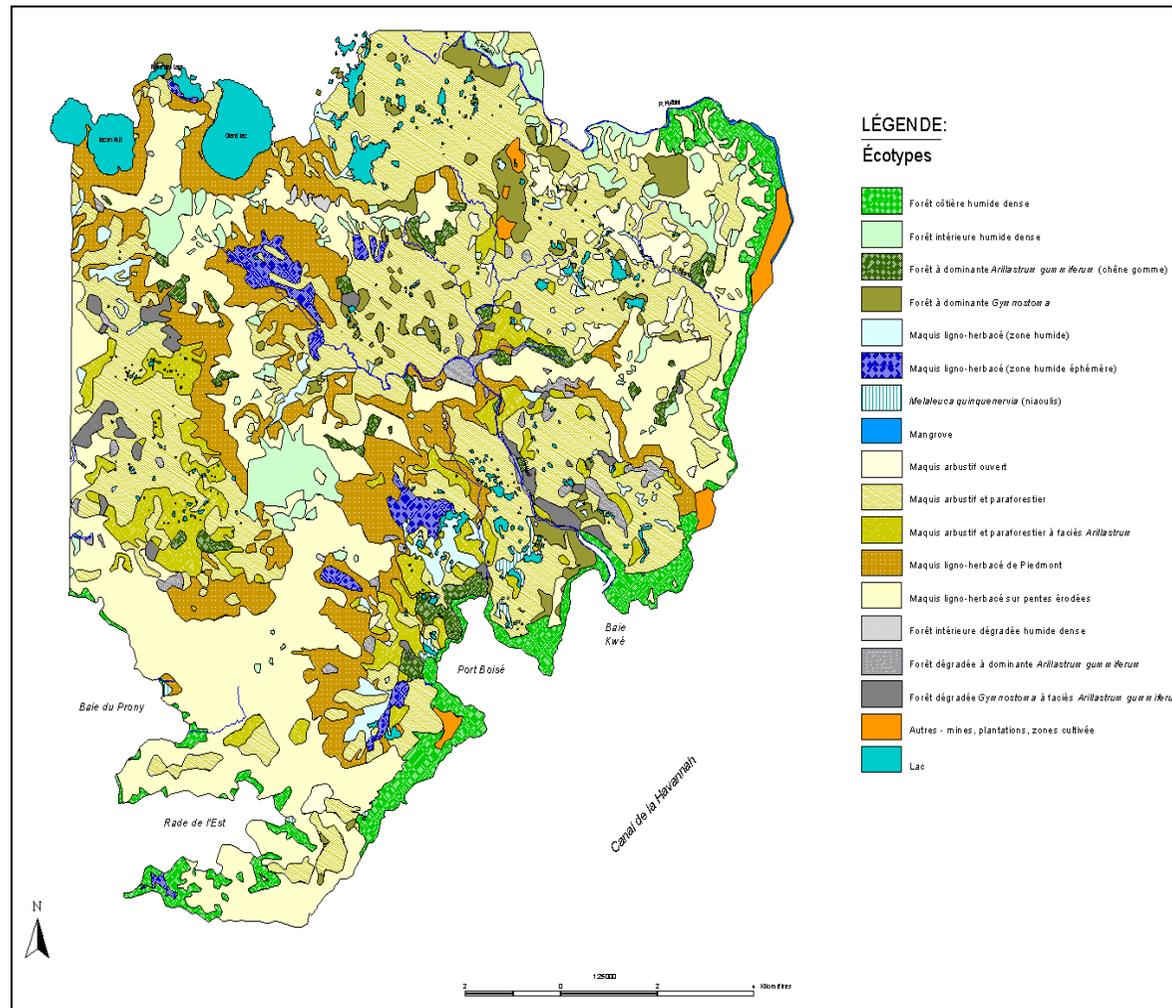


Figure 3-1. Ecotypes terrestres de la zone d'évaluation

Les effets de l’empreinte de la mine se limiteront à de petits secteurs bien définis. Les effets attribuables à l’exploitation des installations, comme les émissions atmosphériques et les poussières, par exemple, pourraient être plus généralisés (voir Tome 3, Volume III, Chapitre 2 « Qualité de l’air et bruits »). Pour ce qui est de l’écosystème terrestre, les limites de l’évaluation environnementale sous l’angle des effets directs sont les mêmes que celles de l’empreinte de la mine. Cela englobe toutes les infrastructures, les routes, les réservoirs, la mine, etc. Les secteurs qui risquent d’être touchés par les émissions (SOx et NOx), les matières particulaires et les poussières ont été identifiés grâce aux modélisations de la qualité de l’air présentés au chapitre 2 du présent volume. Globalement les retombées au sol des émissions atmosphériques seront les plus importantes dans le secteur de l’usine de traitement et dans celui de la mine à ciel ouvert. Enfin, il y aura des effets possibles dus à la pollution acoustique. Les limites de ces effets sont restreintes aux zones tampons situées principalement à la périphérie du site industriel, de la mine à ciel ouvert, des routes et des carrières.

Sur le plan temporel, les limites sont définies par la durée globale du projet, qui est de 28 ans. Cette période de temps est subdivisée en trois phases selon l’état d’avancement et la situation du projet : phase de construction (3 ans), phase d’exploitation (20 ans) et phase de fermeture (5 ans). Les effets prévus du projet sur l’écosystème terrestre sont fondés sur cette ligne de temps et seraient différents si la durée du projet se poursuivait au-delà de 28 ans.

Une description détaillée de l’écosystème terrestre est présentée au Tome 3, Volume I Chapitre 2 « Milieu biologique ».

1.2 SITUATION ACTUELLE

1.2.1 Écotypes

Dans la zone d’évaluation, cinq grandes formations végétales ont été répertoriées (communautés majeures) :

1. la végétation forestière ;
2. la végétation de maquis ;
3. la végétation ripicole et de zones humides ;
4. la végétation dégradée ;
5. les autres types de végétation.

Ces formations comptent au total 17 écotypes qui se caractérisent par le climat, les associations végétales et la géologie. À chaque écotype correspondent des espèces fauniques. Le Volume 1, Tome 3, fournit une description détaillée de chacun des écotypes, qui sont illustrés à la figure 3-1.

A l'exception des ptéridophytes (fougères et espèces apparentées), au total 602 espèces de résineux et d'angiospermes ont été décrites dans la zone d'évaluation. Cela représente environ 18 % de toutes les espèces végétales répertoriées en Nouvelle-Calédonie. Un certain nombre d'espèces botaniques sont endémiques et (ou) sont rares ou menacées d'extinction. De même, la zone d'évaluation renferme de nombreuses espèces fauniques, dont beaucoup sont endémiques, rares ou menacées d'extinction.

L'importance relative des écotypes qui se trouvent dans la zone d'évaluation dépend de leur superficie – les surfaces de moindre importance sont plus vulnérables aux perturbations –, de la diversité des espèces et du pourcentage d'espèces classées comme rares ou à valeur culturelle. Les écotypes, classés par ordre d'importance, sont illustrés au tableau 3-1.

Tableau 3-1. Caractéristiques des écotypes recensés dans la zone d'évaluation.

Formation	Écotype	Superficie de l'écotype (ha) et pourcentage de la zone d'évaluation	Nombre total d'espèces végétales répertoriées	Nombre d'espèces classées par l'UICN ^a	
				Flore	Faune ¹
Forestière	Forestier ²	2 225 (14,3 %)	358	23 (6,4 % du total)	8
Ripicole et de zones humides	Ripicole et de zones humides ³	678 (4,3 %)	76	17 (22,4 % du total)	1
Maquis	Maquis arbustif ouvert	301 (1,9 %)	69	5 (7,2 % du total)	0
	Maquis arbustif fermé ⁴	5 848 (37,5 %)	120	8 (6,7 % du total)	0
	Maquis paraforestier ⁴	5 848 (37,5 %)	171	11 (6,4 % du total)	0
	Maquis ligno-herbacé (sur les versants érodés)	4 073 (26,1 %)	76	3 (3,9 % du total)	0
	Maquis ligno-herbacé de Piedmont	1 967 (12,6 %)	102	1 (1,0 % du total)	0
Dégradée	Dégradé ⁵	383 (2,5 %)	20	0	0
Autre	Autre	139 (0,9 %)	s/o ⁶	0	0

1. **Espèces sans doute présentes.**

2. **Englobe la forêt dense humide du littoral, la forêt dense humide de l'intérieur, les forêts de chêne gomme et les forêts à dominante *Gymnostoma*.**

3. **Englobe les zones humides, les zones humides éphémères, les niaoulis, les mangroves et les zones humides ripicoles (qui ne figurent pas sur les cartes en raison de leur petite taille).**

4. **Le maquis arbustif fermé et le maquis paraforestier sont indiqués comme un seul écotype sur les cartes de végétation en raison de leur composition semblable.**

5. **Englobe la forêt dense humide dégradée de l'intérieur, la forêt dégradée à dominante chêne gomme et la forêt dégradée à dominante *Gymnostoma* à faciès chêne gomme.**

6. **s/o = sans objet.**

a. UICN = Union internationale pour la conservation de la nature; espèces rares.

La formation forestière est considérée comme l'écotype le plus important du fait qu'il contient une grande diversité d'espèces botaniques et fauniques, qu'il recouvre un secteur limité et qu'en raison de sa prévalence sur les flancs de colline et les montagnes, il est vulnérable à l'érosion. D'autres écotypes sont jugés moins importants, comme les formations dégradées et les autres formations. Celles-ci représentent en général des zones perturbées qui contiennent soit quelques espèces courantes, soit des espèces introduites. Ces formations n'ont pas la même valeur potentielle sur le plan biologique que les formations forestières ou la végétation de maquis ripicole et de zones humides.

1.2.2 Faune

Le plateau de Goro présente une richesse avifaunistique importante avec 29 espèces dont 11 endémiques. Les maquis présentent différents faciès plus ou moins arborés ce qui permet l'établissement de différents peuplements aviens qui vont d'espèces typiques de milieux ouverts à des peuplements plus forestiers dans les milieux où les arbres sont de taille moyenne. Onze espèces endémiques ont été dénombrées et quinze sous espèces sont endémiques à la Nouvelle Calédonie. Les massifs de forêts humides abritent les espèces les plus intéressantes dont 2 (Perruche à front rouge et Notou) sont d'un intérêt patrimonial particulier au regard des critères de l'UICN.

La zone du projet abrite 17 espèces de lézards (10 scinques et 7 geckos) dont 5 sont largement répandues aussi bien dans les habitats de maquis ou de forêt. Une espèce de gecko (*B. septuiclavis*) présente un endémisme régional restreint à l'extrême sud alors que 4 autres espèces sont largement répandues sur la Grande Terre

Il existe des centaines d'espèces d'invertébrés dont la mirmécofaune (fourmis) sur la zone du projet. Il a été mis en évidence la présence d'espèces exogènes de fourmis (*wasmania*) sur certaines zones du projet.

Toutefois, l'inventaire de ces groupes d'invertébrés est incomplet, ce qui explique que le nombre total d'espèces et les associations possibles avec leurs habitats demeurent inconnus.

1.3 SITUATION FUTURE PROBABLE

La situation de l'écosystème terrestre situé dans le périmètre de la zone du projet serait sans doute modifiée pendant la durée du projet supposant que celui-ci ne soit pas approuvé. Compte tenu des voies d'accès déjà aménagées et des installations récréatives qui existent dans la zone du projet, sans oublier le regain d'intérêt pour le tourisme et l'écotourisme et le potentiel que cela présente, il y a de fortes chances pour que l'activité humaine et l'utilisation des ressources augmentent, ce qui aboutira à une augmentation des effets anthropiques. Une hausse de l'activité dans les zones de nature protégée risque de se traduire par la destruction d'habitats, par une augmentation de l'incidence des feux de forêt, par du braconnage et par une pollution acoustique et atmosphérique accrue.

Toutes ces activités risquent d'entraîner d'importants changements de la végétation et des habitats fauniques.

De plus, il faut s'attendre à certains changements naturels dans les populations et la structure des communautés. Compte tenu du grand nombre d'espèces végétales et fauniques, il est possible que certaines populations soient restreintes ou même reliques. Il faut donc prévoir des extinctions naturelles ou des baisses de population.

2 EVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX

Le projet risque d'avoir un certain nombre d'incidences sur l'écosystème terrestre situé dans le périmètre de la zone d'évaluation. Les conséquences possibles sur l'environnement sont résumées au tableau 3-2. S'il y a lieu, les conséquences sur l'environnement sont analysées précisément au sujet de la zone située dans le périmètre de l'emprise de la mine et (ou) au sujet de la zone plus étendue située dans les limites des effets atmosphériques. La région située dans le périmètre de l'emprise de la mine risque de subir les conséquences directes et indirectes des activités minières, alors que la région située à l'extérieur de ce périmètre, mais dans les limites atmosphériques risque d'en subir les effets indirects. Parmi les activités minières, à la fois directes et indirectes, qui pourraient toucher l'écosystème terrestre, figurent l'enlèvement de la végétation et le défrichement, la génération d'émissions et le démantèlement des infrastructures.

Tableau 3-2. Effets environnementaux possibles sur l'écosystème terrestre.

Effet environnemental possible	Phase du projet	Activités
Altération et disparition d'habitats (ce qui a des effets sur le sol, la végétation et la faune)	Construction	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aménagement du site pour les infrastructures et les installations (barrages, usines, sites d'enfouissement, réservoirs, etc.) ▪ Présence humaine accrue ▪ Changement des coefficients de ruissellement
	Opérations	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Développement minier et enlèvement et stockage du mort-terrain ▪ Présence humaine accrue ▪ Altération des cours/débits des eaux de surface
Changement de la qualité de l'air (ce qui touche la végétation et la faune)	Construction	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conduite des équipements et des véhicules, poussières
	Opérations	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissions de cheminées ▪ Conduite des équipements et des véhicules, poussières
	Fermeture	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conduite des équipements et des véhicules, poussières
Perturbation et déplacement de la faune	Construction	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Présence humaine accrue et bruits allant de pair
	Opérations	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Présence humaine accrue et bruits allant de pair
	Fermeture	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Présence humaine accrue et bruits allant de pair

2.1 ALTERATION ET PERTE D'HABITATS

L'enlèvement de la végétation, l'altération et la perte d'habitats résulteront au début des activités d'aménagement du site et ensuite du développement de la mine. Les secteurs nécessaires au déroulement du projet seront défrichés et généralement nivelés. La végétation sera enlevée ou perdue dans tous les secteurs de travaux, notamment là où l'on construira des routes et des pipelines, dans les secteurs de stockage et de réparation du matériel, les carrières, les fondations des bâtiments et des bermes, le réservoir d'eau douce et à mesure que progressera l'exploitation de la mine à ciel ouvert. Dans le cadre du processus d'exploitation minière, le mort-terrain sera enlevé pour exposer le minerai. La remise en état du site au moyen d'espèces végétales indigènes se fera progressivement au cours de la durée du projet tandis que, durant la phase de fermeture, les zones perturbées seront remises en état. Ainsi, les effets délétères de l'altération et de la perte d'habitats seront essentiellement réversibles à long terme.

La zone d'évaluation relative à l'altération et à la perte d'habitats englobe généralement l'emprise de la mine, mais également les zones ripicoles touchées par les changements de profil et de régime d'écoulement des eaux de surface. La figure 3-2 illustre l'emprise de la mine et les écotypes connexes de la région. La zone modifiée ou perdue en raison du développement de chaque élément du projet est illustrée au tableau 3-3.

Au total, 1 174ha de l'écosystème terrestre seront modifiés ou perdus à cause du projet. Cela représente environ 7.5 % de la zone d'évaluation. Sur les 1 174ha, le maquis arbustif et paraforestier couvre 644 ha ou près de 54,9 % de la superficie totale. Même si aucune espèce faunique menacée d'extinction n'a été recensée dans le maquis arbustif et paraforestier, un certain nombre de plantes rares sont trouvées dans cet écotype, comme *Xanthostemon sebertii*, *Rauvolfia sevenetii*, *Leptostylis goroensis* et *Araucaria nemorosa*, toutes menacées d'extinction. Une liste complète des espèces végétales menacées d'extinction se trouve à l'ANNEXE 4, Volume I du TOME 3. Les principaux éléments du projet qui aboutiront à l'altération ou à la perte de cet écotype sont la formation de la mine à ciel ouvert (251 ha), le mort-terrain (189 ha), l'aire de stockage des résidus (142 ha) Les 644 ha de maquis arbustif et paraforestier perdus représentent une altération ou une perte de 12,9 % seulement de cet écotype dans la zone d'évaluation (4 977 ha). En revanche, une proportion plus importante des zones ripicoles – les bandes étroites situées de part et d'autre des cours d'eau – sera perdue. Sur les 39 ha dans la zone d'évaluation, 8 ha ou 20,5 % seront perdus en raison du développement minier. De plus, d'importantes superficies de maquis arbustif ouvert, de forêts à dominance chêne gomme et de forêts à dominance *Gymnostoma* seront touchées par le développement minier. Au total, 77 ha (25,6 %) de maquis arbustif ouvert, 38 ha (13,0 %) de forêt à dominance chêne gomme et 95 ha (20,1 %) de forêt à dominance *Gymnostoma* seront touchés. Les trois écotypes contiennent un certain nombre d'espèces végétales menacées d'extinction l'ANNEXE 4, Volume I du TOME 3. Les écotypes forestiers abritent sans doute également un certain nombre d'espèces fauniques menacées d'extinction. Une description de l'état initial du milieu terrestre et faunique se trouve dans l'ANNEXE 5, Volume I du TOME 3. La perte de maquis arbustif ouvert et de forêt à dominante *Gymnostoma* sera presque exclusivement attribuable au développement de la mine à ciel ouvert (respectivement 52 ha et 70 ha), alors que la perte de l'écotype forestier à dominante chêne gomme sera principalement attribuable à l'aménagement de l'aire de stockage des résidus (19 ha), et du site industriel (14 ha).

Tableau 3-3. Ecotypes touchés (ha) par le projet de mine de Goro Nickel

Formation	Ecotypes	Barrages	Port	Aire de stockage de résidus	Mort-terrain	Réservoir d'eau	Mine à ciel ouvert	Corridor/ service	Usine de traitement	Village	Zone industrielle minière	Routes	Usine/ de préparation minéral	Carrières	Empreinte totale	Zone/ évaluation totale	% d'écotype altéré ou perdu
Forêt	Forêt dense côtière, humide														0	860	0.0
	Forêt dense intérieure, humide				10										10	600	1.67
	Forêt dense (chêne gomme) à dom. <i>Arillastrum gummiferum</i>	3		19			1		14			1			38	292	13.01
	Forêt à dominante <i>Gymnostoma</i>	2			23		70								95	473	20.08
Maquis	Maquis arbustif ouvert			24		17	52					1			77	301	25.58
	Maquis arbustif et paraforestier	6		142	189	1	251	2	19	3	9	3	3		644	4 977	12.94
	Maquis arbustif et paraforestier à facies <i>Arillastrum</i>	6		31	16	14			8	5					69	871	7.92
	Maquis ligno-herbacé de Piedmont	3		19	6	2	2		12	6		1		3	63	1 967	3.20
	Maquis ligno-herbacé (sur pentes érodées)	3	2	26	35			1				2		7	79	4 073	1.94
Ripicole et zone humide	Maquis ligno-herbacé (zone humide)			12	12		14								25	308	8.12
	Maquis ligno-herbacé (zone humide éphémère)														14	268	5.2
	<i>Melaleuca quinquenervia</i> (Niaoulis)														0	49	0.0
	Mangrove														0	14	0.0
	Ripicole ¹			1	1	5	1							8	39	20.51	
Dégradée	Forêt dense intérieure dégradée, humide														0	19	0.0
	Forêt dégradée à dominante <i>Arillastrum gummiferum</i>			1	3	28			6						38	178	21.35
	Forêt dégradée <i>Gymnostoma</i> à facies <i>Arillastrum gummiferum</i>	1		2								1			4	186	2.15
Autres	Autres – mines, plantations, cultivé				3		10								10	139	7.19
	TOTAL de la zone de chaque type d'infrastructure:	25	2	277	295	67	401	3	59	14	9	9	3	10	1 174	15 614	7.52

¹: Les zones ripicoles ne sont pas indiquées sur les cartes parce que la zone rivière est couverte.

Les zones boisées revêtent une importance particulière, car elles sont plus vulnérables aux perturbations et ont beaucoup moins de chances de se rétablir contrairement à d'autres types de végétation comme le maquis arbustif, qui est souvent le premier à coloniser les zones dérangées, du fait qu'il s'est adapté aux sols pauvres et dégradés. C'est ainsi qu'un moindre bouleversement sur le plan de la superficie touchée peut revêtir plus d'importance dans la forêt.

Des zones ripicoles et des zones humides seront perdues ou modifiées à cause des effets directs du projet –par exemple construction de barrages et de réservoirs, construction de canaux de détournement et développement de la mine. Au total, 17 % des espèces végétales des zones ripicoles et des zones humides sont menacées (tableau 3-1). Les zones ripicoles et les zones humides du bassin versant du cours supérieur de la rivière Kwé seront les plus directement touchées par le projet.

Durant les phases de construction et d'exploitation, il se produira une baisse du débit du cours inférieur de la rivière Kwé à cause d'effets indirects. Cette baisse de débit aura des effets néfastes sur la végétation ripicole et des zones humides. Les débits environnementaux atténueront ces effets, et la végétation ripicole et des zones humides devrait se rétablir à la fin du projet lorsque le régime d'écoulement retrouvera son niveau d'avant le projet.

Des portions relativement importantes de la forêt dégradée à dominance *Arillastrum gummiferum* (chêne gomme) –38ha; 21,4% du total de la zone d'évaluation – et d'autres écotypes –10 ha; 7.2% du total de la zone d'évaluation – seront touchés par le développement de la mine. Cependant, étant donné que ces zones sont dégradées ou qu'elles ont déjà été touchées par l'activité humaine et qu'elles contiennent relativement peu d'espèces végétales ou fauniques uniques, leur perte est moins sévère sur le plan écologique.

La faune de la région, présente dans toute la zone d'évaluation, subira les effets de l'activité minière. En particulier, les communautés fauniques de la forêt, des zones ripicoles et des zones humides, qui contiennent un plus grand nombre d'espèces que certaines autres communautés, seront touchées. Ces régions contiennent toutes deux un certain nombre d'espèces endémiques et (ou) rares et menacées d'extinction.

Les effets de la présence humaine sur l'altération et la perte d'habitats dans la zone du projet seront particulièrement notables durant les phases de construction et d'exploitation. Un nombre record de travailleurs, plus de 3 000, se trouvera dans la zone durant la phase de construction du projet. Il se peut que les travailleurs utilisent la zone du projet à des fins récréatives, ce qui aura des effets délétères sur la végétation et la faune. Les activités seront surveillées de près par GORO Nickel S.A.. Normalement, les activités récréatives des travailleurs affectés à ce projet ne devraient pas être significatives sur la faune et les écotypes.

Potentiel de rétablissement

La phase de fermeture aura des effets positifs sur le sol. Toutefois, il faudra du temps pour que ces avantages se concrétisent et que les effets de la mine sur l'environnement s'atténuent. Les sols ultrabasiques sous-jacents auront pour effet de ralentir encore plus le processus de rétablissement, surtout dans les sols fortement érodés. Si les zones déjà perturbées sont revégétalisées – le sol adapté à la région est remis en place –, leur rétablissement est fort probable. Une fois que de la végétation aura été plantée dans les sols restaurés, les végétaux pousseront, le sol se fixera et les cycles des éléments nutritifs et processus annexes reviendront à la normale. Toutefois, le processus de rétablissement prendra plusieurs générations. La vulnérabilité aux dérangements varie selon le type de végétation, et il se peut que les rythmes de recolonisation soient lents (Lowry, 1998). Pour stimuler la revégétalisation des zones défrichées, les efforts de revégétalisation au moyen d'espèces végétales indigènes se feront progressivement pendant toute la durée du projet. Le reverdissement naturel et induit se produira aussi bien dans les secteurs préparés que dans les zones abandonnées.

Les communautés comme le maquis ligno-herbacé, qui se trouvent sur les versants, pâtiront le plus des effets de l'érosion et de la perturbation des sols. Elles sont en effet plus vulnérables aux travaux de construction et donc plus difficiles à remettre en état.

Les communautés pourvues de grandes essences forestières et les forêts mettront plus de temps à se rétablir que les communautés végétales de succession normale, comme la végétation de maquis arbustif. La revégétalisation au moyen d'espèces indigènes, notamment d'arbres indigènes, seront évalués dans le cadre du programme de réhabilitation végétale de GORO Nickel S.A. présenté dans l'ANNEXE 3 du présent volume.

Les communautés végétales ripicoles et des zones humides mettront longtemps à se rétablir dans les secteurs de la haute rivière Kwé où seront aménagés des chenaux de dérivation. Toutefois, ces communautés finiront par se rétablir.

Le potentiel de rétablissement naturel des habitats ripicoles indirectement dérangés le long du cours inférieur de la rivière Kwé est relativement bon. La baisse du débit d'eau se soldera par une réduction provisoire des habitats ripicoles, mais pas par une perte irréversible. Etant donné que la végétation ripicole est habituée à d'importantes fluctuations du niveau d'eau, elle se rétablira sans doute d'une baisse des débits. Le débit environnemental contribuera à atténuer les effets délétères.

À mesure que les communautés végétales se rétabliront, les habitats reviendront à la normale et les espèces fauniques déplacées finiront par revenir habiter les régions nouvellement régénérées. On s'attend généralement à ce que le potentiel de rétablissement soit bon. Toutefois, la similitude entre les communautés végétales recolonisées et celles qui dominaient avant les opérations minières ralentira le retour des espèces fauniques et, par conséquent, la régénération fructueuse des communautés antérieures. Certaines espèces fauniques sont associées à des espèces végétales bien précises. Si différents végétaux colonisent les zones perturbées, il y a de fortes chances pour que différentes espèces fauniques viennent elles aussi occuper la région. Dans la mesure du possible, les écotypes clés comme les forêts denses humides seront épargnés dans l'aménagement général des infrastructures du projet.

Les effets des dérangements humains sur l'environnement et de l'utilisation accrue du territoire seront minimisés par l'éducation des travailleurs sur la valeur écologique de la région et par l'imposition de restrictions aux activités des travailleurs à leurs heures de loisir. Dans l'ensemble, l'effet d'une hausse des loisirs dans la région du projet ne sera sans doute pas irréversible sur l'écosystème terrestre.

2.2 CHANGEMENTS DE LA QUALITE DE L'AIR

Les risques d'effets dommageables sur la santé des espèces végétales et fauniques sont attribuables aux perturbations atmosphériques résultant des activités du projet. Ces effets sont le fruit de processus indirects.

Deux types de perturbations atmosphériques sont à même de résulter des activités du projet : la contamination par les émissions et les effets des poussières diffuses. La zone d'évaluation des effets atmosphériques prévus englobe les régions situées autour de l'usine de traitement et de la mine à ciel ouvert qui subiront les effets au niveau du sol de ces émissions (comme cela est modélisé au chapitre 2 du présent volume), de même que la région touchée par les poussières diffuses (qui est également modélisée au chapitre 2).

Les contaminants des émissions atmosphériques s'accumulent dans les tissus des végétaux de deux façons : 1) les particules peuvent se déposer directement à la surface du végétal et être ainsi absorbées; 2) le végétal peut absorber les contaminants qui se déposent sur le sol par l'absorption des nutriments et de l'eau du sol. Le rythme auquel les contaminants sont absorbés par un végétal dépend de sa morphologie (comme la forme de ses feuilles), de sa structure et de son absorption de l'eau et des nutriments du sol. Au nombre des effets des contaminants, mentionnons un ralentissement de la croissance et de la reproduction, des changements d'ordre physiologique et d'éventuels changements dans la santé des populations. Certains végétaux sont plus résistants aux contaminants que d'autres; par exemple, la végétation de maquis résiste mieux que la végétation forestière. La végétation de maquis pousse plus lentement et son taux d'absorption est donc plus lent, sans compter que les feuilles des végétaux du maquis sont généralement plus épaisses et moins vulnérables à la contamination.

Parmi les contaminants atmosphériques probables, il faut mentionner les SO₂, NO_x et les poussières fines. Au début, durant la phase de construction, il y aura très peu de matières contaminantes et celles-ci auront très peu d'effets sur les végétaux. Durant la phase d'exploitation, lorsque la production de contaminants atteindra son maximum, les effets seront plus notoires. Après cela, durant la phase de fermeture, les concentrations de contaminants diminueront et les effets seront minimes ou inexistantes.

Les poussières en suspension dans l'air qui risquent d'attaquer la végétation proviennent de l'exploitation minière, du transbordement, des émissions provenant de la centrale électrique alimentée par le charbon, du stockage et du chargement du minerai et des substances connexes – ce qui n'est qu'un facteur durant la phase d'exploitation du projet. Les émissions des véhicules sont une autre source, particulièrement durant les phases de construction et d'exploitation. Les effets des émissions de particules seront sans doute plus marqués plus près de la source, soit à l'usine de traitement et également dans le secteur de la mine à ciel ouvert et de l'installation de stockage du mort-terrain, en raison de la circulation des véhicules dans ce secteur. Les mesures de dépoussiérage de même que la réhabilitation végétale progressive des zones perturbées atténueront les effets possibles des poussières sur l'écosystème terrestre.

La zone la plus préoccupante en ce qui concerne les émissions atmosphériques est la Forêt Nord, située juste au nord du site industriel. La Forêt Nord est un secteur protégé de forêts potentiellement vulnérables. La modélisation d'émissions atmosphériques indique que les critères de protection de la végétation ne seront pas dépassés. Les espèces fauniques qui habitent la Forêt Nord risquent d'être exposées. Toutefois, les résultats de modélisation, selon les critères fixés pour l'être humain, incitent à croire que les niveaux des émissions respectent des seuils acceptables. Les critères relatifs à l'être humain (niveaux maximums sur 24 heures) sont plus rigoureux que ceux qui concernent la végétation (niveaux annuels moyens).

Potentiel de rétablissement

Compte tenu du climat semi-tropical de la Nouvelle-Calédonie, qui donne des conditions chaudes et humides, le cycle et la décomposition des éléments nutritifs sont relativement rapides. C'est pourquoi, après un dérangement, le rétablissement intervient plus vite que dans d'autres milieux. La pollution atmosphérique peut agir sur le cycle des éléments nutritifs. L'anhydride sulfureux, l'acidification et les métaux peuvent abaisser le taux d'activité des micro-organismes du sol, ce qui donne lieu à une baisse du cycle et de la vitesse de décomposition des éléments nutritifs.

Étant donné que les résultats de la modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques montrent que les critères de protection de la végétation ne seront pas dépassés, il est fort probable que les effets sur la santé de la végétation soit minimes ou même négligeables. En présumant que les critères relatifs à la santé humaine seront respectés, il est possible d'affirmer que les effets sur la faune seront négligeables ou minimes. Les effets des poussières seront sans doute minimes à la fois sur la végétation et la faune. La forte intensité des précipitations permet le lavage rapide des poussières, ce qui en limite les effets.

2.3 DERANGEMENT ET DEPLACEMENT DE LA FAUNE

Toutes les phases du projet entraîneront une élévation du niveau de bruit, même si celle-ci risque d'atteindre son maximum durant la phase d'exploitation. Durant la phase de construction, il y aura des travaux de terrassement bruyants, comme le défrichage, le nivellement et la préparation du site en vue des infrastructures. La construction des infrastructures et la circulation qu'entraîneront ces activités produiront elles aussi une élévation du niveau de bruit. Les effets du bruit seront particulièrement prononcés durant cette première phase, car la faune qui habite la région n'est pas habituée à un niveau de bruit de cette ampleur. Durant la phase d'exploitation de la mine, le bruit résultera des opérations minières normales comme l'abattage en carrière, les opérations minières, l'exploitation de l'usine et le transport et le déchargement du mort-terrain. Durant la phase de fermeture, les sources de bruit seront limitées à la circulation des véhicules et à la démolition des infrastructures.

L'effet de la pollution acoustique sur la faune de la région variera. Il se peut que certaines espèces s'habituent à l'élévation du niveau de bruit, alors que d'autres espèces voudront sans doute éviter la région. Certaines espèces fauniques quitteront vraisemblablement la zone pour intégrer d'autres habitats éloignés des sources de bruit. La faune ainsi touchée risque de laisser derrière elle des habitats spécifiques, des aires d'alimentation ou peut-être même des aires de reproduction. Toutefois, ces effets seront sans doute limités à la durée du projet.

Potentiel de rétablissement

Aussitôt que l'exploitation de la mine aura cessée et que celle-ci sera fermée, le niveau de bruit disparaîtra ou sera considérablement réduit. La faune réintégrera ses habitats d'antan, sous réserve qu'ils aient été restaurés. Le potentiel de rétablissement est donc élevé.

2.4 EFFETS ENVIRONNEMENTAUX CUMULATIFS

Les activités proches de la zone du projet qui risquent d'être gravement préjudiciables aux écosystèmes terrestres sont rares ou inexistantes. Il n'y a pas d'autres opérations minières actuellement dans la région, les colonies de peuplement sont situées dans des zones isolées du secteur du projet tandis qu'il est peu probable que les activités touristiques et autres activités récréatives influent sur l'environnement en synergie avec les conséquences du projet. On ne s'attend donc pas à des effets environnementaux cumulatifs sur l'écosystème terrestre de la zone d'évaluation.

2.5 MAITRISE DES ESPECES EXOGENES

Les phases de construction et d'opération obligent l'importation d'une large quantité de matériaux et d'équipements divers en provenance de différents pays comme l'Australie. De ce fait, il existe un risque d'introduction d'espèces exogènes lié à ces importations. Goro Nickel S.A. mettra en œuvre un plan de maîtrise des espèces exogènes aussi bien pour les phases de construction que d'opération afin de réduire ce risque. Le plan préliminaire de maîtrise des espèces exogènes est présenté dans l'ANNEXE 10 de ce volume.

2.6 AMENAGEMENT ENVIRONNEMENTAL ET ATTENUATION

Les éléments de conception et d'atténuation de l'environnement qui se rattachent au projet et dont le but est d'éviter ou d'atténuer les effets délétères possibles sur l'écosystème terrestre ont été partiellement élaborés en fonction des données présentées au Tome 3, Volume I. Ces données de caractérisation ont servi à la planification du projet en ce sens que GORO Nickel S.A. a décidé d'implanter les infrastructures du projet en vue d'éviter ou de minimiser au maximum le dérangement des écosystèmes plus vulnérables. GORO Nickel S.A. a pris l'engagement de stocker les résidus dans les zones défilées de la mine, ce qui minimisera l'emprise globale du projet en combinant les installations de gestion des résidus et les zones défilées.

GORO Nickel S.A. a utilisé des modèles des émissions atmosphériques pour connaître dès le début de la phase de planification du projet les effets néfastes possibles des émissions du site industriel. La conception des hauteurs de cheminées, leurs emplacements et les épurateurs d'émissions contribueront tous à réduire les niveaux d'émissions prévus dans l'atmosphère de manière à respecter les critères de protection de la végétation.

Les efforts de caractérisation du milieu se poursuivent. Un récent inventaire de la végétation et de la flore sur le site industriel a été complété par l'IRD en octobre 2001. Suite à ce rapport, l'équipe de projet a apporté des modifications à l'agencement des installations sur le site industriel.

- Aire de protection de forêt humide au nord du site (section de la zone B identifiée dans ce rapport).
- Relocalisation des bassins de sédimentation des eaux de ruissellement afin d'éviter l'inondation de forêt (section de la zone A identifiée dans ce rapport).
- Réduction de la largeur de la route et corridor industriel près de la forêt Nord (largeur réduite à 21 m au lieu de 60 m).
- Identification de deux espèces rares qui seront transplantées. Des efforts de reproduction de ces espèces ont été entrepris.

GORO Nickel S.A. dans le cadre de sa politique de réhabilitation végétale recherche actuellement des espèces végétales indigènes adaptées, notamment des arbres, pour ses techniques de revégétalisation forestière et de propagation/reproduction en pépinière afin que la restauration du site puisse intervenir progressivement durant toute la durée du projet. La restauration des habitats perturbés au moyen d'espèces indigènes, plutôt que d'autres espèces exotiques, favorisera le rétablissement des communautés fauniques généralement associées à ces habitats.

Un plan de surveillance de la faune et la flore terrestre présenté à l'ANNEXE 9 du présent volume permet à GORO Nickel S.A. de suivre l'évolution de l'état du milieu biologique tout au long du projet.

De plus, il est prévu que l'existence d'un débit environnemental dans le cours inférieur de la rivière Kwé atténuera le dérangement des communautés végétales ripicoles et des zones humides.

3 EFFETS ENVIRONNEMENTAUX RESIDUELS

Les critères qui servent à déterminer l'importance des effets résiduels ont été retenus en fonction des principales catégories d'écotypes : végétation forestière, végétation de zones humides et végétation ripicole, végétation de maquis (trois catégories), végétation dégradée et autres types de végétation. Certains écotypes sont plus vulnérables à la perte d'habitats ou contiennent des proportions plus élevées d'espèces végétales et fauniques endémiques et rares. L'importance relative des écotypes présents dans la zone d'évaluation repose sur la superficie (les superficies de moindre importance sont plus vulnérables aux dérangements), la diversité des espèces et la proportion d'espèces classées comme rares ou à valeur culturelle, ainsi que le potentiel de rétablissement et de repousse (voir tableau 3-3 pour d'autres précisions). Les évaluations des effets résiduels reposent sur le pourcentage de perte ou de dérangement. Les écotypes plus vulnérables à un dérangement nécessitent une plus faible proportion de perte ou d'altération pour obtenir une évaluation d'effets résiduels significatifs. Le tableau 3-4 illustre la façon dont l'importance des effets résiduels a été déterminée entre les principaux écotypes. Les pourcentages qui figurent au tableau 3-4 sont extraits des données disponibles sur la susceptibilité aux dérangements de chaque grand écotype.

Tableau 3-4. Critères d'évaluation des effets résiduels selon l'écotype.

Écotype	Pourcentage de perte ou d'altération pendant la durée de la mine			
	Effets résiduels significatifs		Effets résiduels insignifiants	
	Majeurs	Modérés	Mineurs	Négligeables
Forestier ¹	>10 %	>5-10 %	>2-5 %	0-2 %
Ripicole et de zones humides ²	>15 %	>10-15 %	>3-10 %	0-3 %
Maquis arbustif ouvert	>25 %	>10-25 %	>5-10 %	0-5 %
Maquis arbustif et paraforestier fermé	>30 %	>15-30 %	>5-15 %	0-5 %
Maquis ligno-herbacé (sur les versants et de Piedmont)	>35 %	>20-35 %	>10-20 %	0-10 %
Dégradé ³	>40 %	>25-40 %	>10-25 %	0-10 %

1. Englobe la forêt dense humide du littoral, la forêt dense humide de l'intérieur, la forêt à dominante chêne gomme et la forêt à dominante *Gymnostoma*.
2. Englobe les zones humides, les zones humides éphémères, les niaoulis, les mangroves et les zones ripicoles.
3. Englobe la forêt dense humide dégradée de l'intérieur, la forêt dégradée à dominante chêne gomme et la forêt dégradée à dominante *Gymnostoma* à facies chêne gomme.

Voici comment peut se définir l'évaluation de l'importance des effets environnementaux résiduels :

Effet environnemental résiduel **majeur (significatif)** : entraîne un pourcentage élevé de perte ou de dérangement dans un ou plusieurs des écotypes indiqués au tableau 3-4. Cette perte ou altération peut être un changement relatif à l'abondance et (ou) à la répartition de la végétation et (ou) de la faune à un niveau au-delà duquel les processus naturels ne peuvent rétablir la communauté ainsi touchée à son niveau préalable qu'après plusieurs générations.

Effet environnemental résiduel **modéré (significatif)** : entraîne un pourcentage modéré de perte ou de dérangement dans un ou plusieurs des écotypes indiqués au tableau 3-4. Cette perte ou altération peut être un changement relatif à l'abondance et (ou) à la répartition de la végétation et (ou) de la faune qui est réversible en l'espace de plusieurs générations.

Effet environnemental résiduel **mineur (insignifiant)** : entraîne un pourcentage minimale de perte ou de dérangement dans un ou plusieurs des écotypes indiqués au tableau 3-4. Cette perte ou altération peut être un changement relatif à l'abondance et (ou) à la répartition de la végétation et (ou) de la faune dans un secteur localisé et sur une courte période de temps (une génération ou moins) qui autorise le rétablissement de la communauté à son niveau préalable.

Effet environnemental résiduel **négligeable (insignifiant)** : entraîne un pourcentage négligeable de perte ou de dérangement de tous les écotypes indiqués au tableau 3-4. Cette perte ou altération peut être un changement relatif à l'abondance et (ou) à la répartition de la végétation et (ou) de la faune dans un secteur localisé et sur une courte période de temps (une génération ou moins) dont l'effet est analogue à de petits changements naturels aléatoires qui n'ont pas d'effet mesurable sur la communauté dans son ensemble.

Le tableau 3-5 énumère les effets environnementaux résiduels qui persistent après la prise de mesures d'atténuation et qui tiennent compte des effets cumulatifs.

Tableau 3-5. Résumé des effets environnementaux résiduels sur l'écosystème terrestre

Phase du projet	Effets environnementaux résiduels	Importance	Probabilité	Utilisation durable des ressources renouvelables
Construction	Altération et perte d'habitats attribuables à la préparation du site	Mineure	n/d	n/d
	Perte d'habitats attribuable aux changements dans les eaux de ruissellement et le débit des cours d'eau	Mineure	n/d	n/d
Toutes	Altération de l'état de santé des espèces végétales et fauniques en raison de la conduite d'équipements et de véhicules	Négligeable/ mineure	n/d	n/d
	Dérangement et perturbation de la faune attribuables à la conduite d'équipements	Négligeable	n/d	n/d
	Altération et perte d'habitats attribuables à la présence accrue de l'être humain	Mineure	n/d	n/d
Exploitation	Altération et perte d'habitats attribuables aux travaux préparatoires de la mine et au stockage du mort-terrain – altération des débits	Modérée	Modérée	Modérée
	Baisse de l'état de santé des communautés végétales et fauniques à cause des émissions de la cheminée de l'usine de traitement	Négligeable/ mineure	n/d	n/d
Fermeture	Altération des habitats attribuable à l'augmentation du débit de l'eau (résultant de la destruction des barrages)	Mineure	n/d	n/d
	Remise en état et restauration de l'habitat du maquis	Positive	n/d	n/d

n/d = Aucune évaluation des données pour les effets jugés insignifiants (négligeables ou mineurs) ou positifs (P).

3.1 CONSTRUCTION

La phase de construction sera de courte durée et aura des effets limités sur la région. Le principal effet résiduel de la phase de construction du projet sera la perte et l'altération des habitats attribuables à une perturbation physique. Alors que la préparation du site aura des effets sur l'écosystème terrestre, la perte d'habitats est minime par rapport à la perte essuyée durant la phase d'exploitation, et elle est principalement localisée dans le maquis arbustif et paraforestier, l'écotype le plus courant dans la zone d'évaluation. Les effets résiduels résultant de la perte d'habitats attribuable à l'aménagement du site ont été jugés mineurs (insignifiants).

Proportionnellement – pourcentage de superficie perdue ou altérée –, c'est les écotypes de végétation ripicole, forêt à dominante *gymnostoma*, forêt dominante à chêne gomme et maquis arbustif ouvert qui seront les plus touchés par la perte ou l'altération des habitats. Les zones ripicoles comprennent un certain nombre d'espèces végétales et fauniques endémiques et potentiellement rares (ANNEXES 4 et 5, Volume II du TOME 3) Cependant, la disparition d'habitats ripicoles attribuable à la construction de barrages et à la diminution et à l'altération des débits le long de la rivière Kwé et de ses effluents n'aura toutefois qu'un effet résiduel mineur (insignifiant) dans l'ensemble. Alors qu'une proportion importante des habitats le long de la rivière Kwé seront altérés ou perdus, la majeure partie des zones humides et des zones ripicoles ailleurs ne subiront pas la moindre altération. Etant donné qu'on trouve des espèces analogues dans d'autres zones humides et zones ripicoles, l'effet global de la disparition d'habitats ripicoles le long de la rivière Kwé est atténué d'autant.

Tous les autres effets environnementaux résiduels résultant de la phase de construction du projet ont été jugés négligeables ou mineurs. Les perturbations humaines seront minimales et seront atténuées par des programmes de sensibilisation à l'environnement. Les effets attribuables à la conduite des équipements et des véhicules et au bruit seront eux aussi mineurs ou négligeables. Les émissions respectent les seuils limites établis pour la santé des espèces végétales et humaines et ne devraient pas avoir d'effets à long terme sur la santé des espèces végétales ou fauniques. Le bruit cessera à la fin de la phase de fermeture et ne devrait pas avoir d'effets à long terme sur la faune.

3.2 OPERATIONS

La phase des opérations se soldera par des effets environnementaux résiduels modérés (significatifs) sur l'écosystème terrestre à cause de l'altération et de la perte d'habitats, en raison de la taille de la mine à ciel ouvert, du réservoir et des zones de stockage du mort-terrain. Les effets seront limités essentiellement au maquis, dont une proportion importante sera dérangée. Le dérangement et la perte d'habitats ripicoles attribuables à la diminution soutenue et à l'élimination des débits d'eau résultant de l'aménagement de l'aire de stockage des résidus et de l'exploitation du réservoir d'eau accentueront les effets environnementaux résiduels.

Même si les activités de réhabilitation et de restauration de la couverture végétale avaient des effets positifs, il faudra sans doute plusieurs générations pour voir se rétablir des écotypes qui existaient dans la zone d'évaluation avant le projet. En outre, il est probable que les zones restaurées seraient dotées de communautés végétales et fauniques qui reflètent le succès et le stade des zones ainsi restaurées. Il se peut que des espèces non indigènes ou non économiques s'établissent et aboutissent au développement d'un écotype dégradé. Les perturbations causées par le défrichement obligeront la faune à rechercher d'autres habitats.

Les poussières et les émissions produites par les usines et la mine, les infrastructures et les véhicules présentent un réel potentiel de bio-accumulation et d'effets dommageables sur la santé de la faune et de la flore. Cependant, la modélisation des émissions atmosphériques ne prévoit pas que les critères relatifs à la protection de la végétation seront dépassés. C'est pourquoi il est possible de prévoir que les effets résiduels seront négligeables ou mineurs (insignifiants).

3.3 FERMETURE

Tous les effets environnementaux résiduels découlant des activités de fermeture ont été jugés insignifiants négligeables ou mineurs. L'augmentation des débits d'eau résultant de la démolition du barrage entraînera sans doute le rétablissement des habitats ripicoles disponibles dans le cours inférieur de la rivière Kwé et n'aura qu'un effet mineur qui résultera de la perte de certaines espèces végétales qui s'étaient adaptées aux conditions plus sèches.

La fermeture et la revégétalisation du site du projet auront des effets positifs sur l'environnement, comme une diminution de l'érosion et le rétablissement des communautés végétales et des habitats fauniques. Les efforts de restauration du couvert végétal en Nouvelle-Calédonie ont souvent porté sur des espèces végétales non indigènes à croissance rapide moyennant une fertilisation massive. Le plan de revégétalisation (ANNEXE 3 du présent volume) envisagé pour le projet est plus respectueux de l'environnement et mieux adapté à cette région. Des espèces végétales indigènes seront utilisées pour favoriser la création éventuelle d'habitats où les végétaux et les espèces fauniques s'établiront.