

VOLUME 3

EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET

CHAPITRE 4

QUANTITE ET QUALITE DE L'EAU SUPERFICIELLE ET SOUTERRAINE

SOMMAIRE DU CHAPITRE

1	MILIEU EXISTANT	4
1.1	Limites de la zone d'évaluation environnementale	4
1.1.1	Limites spatiales	5
1.1.2	Limites temporelles	5
1.2	Situation actuelle	7
1.2.1	Quantité d'eau	7
1.2.2	Qualité de l'eau	8
1.2.3	Hydrogéologie	8
1.3	Situation future probable	9
2	EVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX	10
2.1	Bassin versant de la Rivière Kwé	11
2.1.1	Altération du débit	13
2.1.1.1	Construction	13
2.1.1.2	Opérations	13
2.1.2	Fermeture	14
2.1.3	Sédimentation	14
2.1.3.1	Construction	14
2.1.3.2	Opérations	15
2.1.3.3	Fermeture	15
2.1.4	Altération chimique	16
2.1.4.1	Construction	16
2.1.4.2	Opérations	17
2.1.4.3	Fermeture	17
2.2	Bassin versant du Creek de la Baie Nord	17
2.2.1	Altération du débit	19
2.2.1.1	Construction	19
2.2.1.2	Opérations	19
2.2.1.3	Fermeture	19
2.2.2	Sédimentation	20
2.2.2.1	Construction	20
2.2.2.2	Opérations	20
2.2.2.3	Fermeture	21
2.2.3	Altération chimique	21
2.2.3.1	Construction	21
2.2.3.2	Opérations	22
2.2.3.3	Fermeture	22

2.3 Bassin versant de la Rivière Kadji	23
2.3.1 Altération du débit	24
2.3.1.1 Construction	24
2.3.1.2 Opérations	24
2.3.1.3 Fermeture	24
2.3.2 Sédimentation	24
2.3.2.1 Construction	24
2.3.2.2 Opérations	25
2.3.2.3 Fermeture	25
2.3.3 Altération chimique	26
2.3.3.1 Construction	26
2.3.3.2 Opérations	26
2.3.3.3 Fermeture	26
2.4 Effets environnementaux cumulatifs	26
2.5 Aménagement environnemental et atténuation	27
3 EFFETS ENVIRONNEMENTAUX RESIDUELS	29
3.1 Bassin versant de la Rivière Kwé	29
3.1.1 Effets résiduels sur la quantité d'eau	30
3.1.1.1 Construction	30
3.1.1.2 Opérations	30
3.1.1.3 Fermeture	31
3.1.2 Effets résiduels sur la qualité de l'eau	31
3.1.2.1 Construction	31
3.1.2.2 Opérations	32
3.1.2.3 Fermeture	32
3.2 Bassin versant du Creek de la Baie Nord	33
3.2.1 Effets résiduels sur la quantité d'eau	33
3.2.1.1 Construction	33
3.2.1.2 Opérations	33
3.2.1.3 Fermeture	34
3.2.2 Effets résiduels sur la qualité de l'eau	34
3.2.2.1 Construction	34
3.2.2.2 Opérations	34
3.2.2.3 Fermeture	35
3.3 Bassin versant de la Rivière Kadji	35
3.3.1 Effets résiduels sur la quantité d'eau	36
3.3.1.1 Construction	36
3.3.1.2 Opérations	36
3.3.1.3 Fermeture	36
3.3.2 Effets résiduels sur la qualité de l'eau	36
3.3.2.1 Construction	36
3.3.2.2 Opérations	37
3.3.2.3 Fermeture	37
3.4 Récapitulatif des effets résiduels importants	37
3.4.1 Construction	38
3.4.2 Opérations	38
3.4.3 Fermeture	38

QUANTITE ET QUALITE DE L'EAU SUPERFICIELLE ET SOUTERRAINE

L'eau douce assure un habitat à la macrofaune, permet aux vertébrés terrestres de boire et constitue une voie de propagation possible des contaminants vers d'autres habitats. Les activités du projet peuvent influencer sur la quantité et la qualité de l'eau douce de la rivière Kwé ainsi que des bassins versants qui se jettent dans la Baie du Prony. Au cours de la consultation publique (chapitre 9), les craintes relatives à la qualité des effluents rejetés par le projet et à la protection des bassins versants ont été soulevées.

La modification des cours d'eau et la réduction de la qualité de l'eau peuvent avoir des conséquences écologiques nombreuses. Les détournements peuvent réduire le débit des cours d'eau, et la qualité de l'eau douce peut être affectée par l'apport de solides en suspension, de nutriments, de métaux ou d'autres contaminants. Ces changements peuvent menacer les poissons d'eau douce et leur habitat (Tome 3, Volume 1) et les communautés des récifs coralliens et l'habitat lagunaire (Tome 3, Volume 3, Chapitre 6). Le présent chapitre traite essentiellement du milieu existant de l'eau douce et des effets possibles que les activités du projet peuvent exercer sur la quantité et la qualité de l'eau douce.

1 MILIEU EXISTANT

La quantité d'eau douce et sa qualité reflètent le climat, la géographie et la géologie d'une région tout comme la présence humaine. S'entend par quantité d'eau douce, ou hydrologie, la distribution et la présence de l'eau sur la surface de la terre – eau de surface – et dans le sol – nappes aquifères. La quantité d'eau douce influe directement sur la qualité de l'eau douce. S'entendent par qualité de l'eau ses caractéristiques physiques et chimiques.

1.1 LIMITES DE LA ZONE D'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

C'est surtout la topographie qui détermine les limites d'évaluation des effets possibles du projet sur la quantité d'eau douce et sa qualité. Les précipitations sur chaque bassin versant s'écoulent vers l'aval en direction des cours qui drainent le bassin. Les eaux souterraines s'écoulent dans les strates de transmissivité et les réseaux de fissures de la roche mère à partir des régions d'alimentation de la nappe aquifère et peuvent gagner les cours d'eau et les lacs. Les limites de la nappe aquifère et les voies d'écoulement peuvent toutefois ne pas coïncider avec celles des eaux de ruissellement en surface.

1.1.1 Limites spatiales

Le projet se situe presque entièrement à l'intérieur des rivières et affluents du bassin versant de la Rivière Kwé (Est, Nord-Est, Nord-Ouest et Ouest). Les bassins versants de la rivière Kadji et du Creek de la Baie Nord, bien marqués dans une moindre mesure par le projet, font aussi partie de la zone d'évaluation (figure 4-1). Dans l'élaboration des données de caractérisation du projet, les rivières suivantes ont été échantillonnées : Rivière Kwé et ses affluents, la Rivière Kuébini, la Rivière Wajana, le Creek de la Baie Nord, la Rivière Bleue et une rivière de référence (Carénage), qui ne devrait pas être touchée par le projet. Collectivement, ces rivières sont désignées rivières de Goro. Les données de caractérisation sont exposées aux Tome 3, Volume 1.

1.1.2 Limites temporelles

L'exactitude des calculs concernant les périodes de récurrence des événements extrêmes est directement proportionnelle à la période étudiée et à la qualité des données. La période de collecte des données sur la qualité de l'eau lors de la campagne de surveillance fixe d'emblée des limites pratiques.

Les données sur la quantité d'eau de la Rivière Kwé sont fondées sur 38 ans de renseignements hydrologiques dans la région. La période de collecte de données est considérée comme suffisante pour permettre d'établir des estimations sûres des conditions hydrologiques existantes. Les données sur la qualité de l'eau des rivières de Goro s'appuient sur des programmes d'échantillonnage menés en 1994, 1995 et 2000. Les données sont le reflet de la qualité de l'eau dans la majorité des rivières de Goro pour les mois de mars (1995), mai (2000), juin (2000), août (2000) et octobre (1994).

Les limites temporelles de maints effets du projet sur le milieu de l'eau douce coïncideront avec le calendrier des diverses étapes de la vie de la mine. Pendant la construction – environ trois ans –, les principaux effets se feront sentir sur la modification du débit et la sédimentation et, à un moindre degré, sur l'altération chimique. Pendant l'exploitation – environ 20 ans – les effets du changement de débit seront continus. Il est prévu que toute urgence de nature non catastrophique ou tout accident sera corrigé rapidement et que leurs effets ne se répercuteront pas au-delà de la phase des opérations du projet. La phase de la fermeture du projet devrait durer de trois à cinq ans. L'enlèvement des ouvrages et le rétablissement des débits de caractérisation auront sur l'eau douce des effets de courte durée semblables à ceux de la phase de la construction. Il est prévu que la situation à la fin de la fermeture ressemble d'assez près aux conditions originelles, lorsque le mort-terrain aura été remplacé, les surfaces perturbées auront été revégétalisées et que le site sera retourné à un état stable.

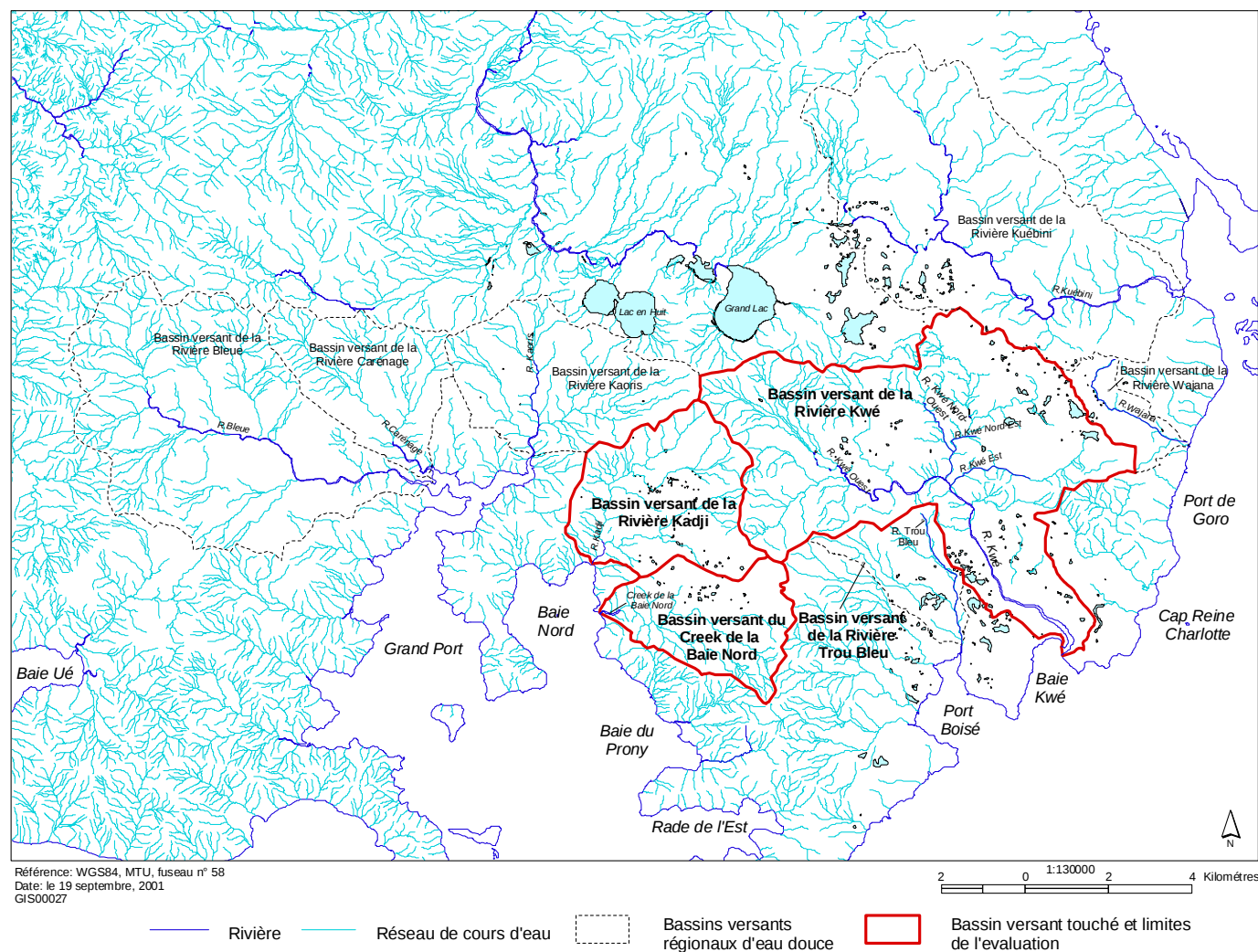


Figure 4-1. Limites de la zone d'évaluation environnementale concernant la quantité et la qualité

1.2 SITUATION ACTUELLE

Les bassins versants occupent généralement des zones géographiques encerclées par une géomorphologie aux caractéristiques imperméables – des collines, des falaises, etc. – qui dirigent les précipitations vers un débit sortant – un cours d'eau ou une rivière. Les débits sortants peuvent être gonflés par les eaux souterraines provenant des zones d'alimentation et qui coulent suivant une pente dans les strates de transmissivité du mort-terrain et les failles de la roche mère et des réseaux de fissures. Les eaux souterraines qui affleurent à la surface d'un versant peuvent modifier la quantité et la qualité de l'eau douce. Environ 90 % de la pluviosité est captée par les eaux de ruissellement de surface ou la nappe phréatique peu profonde.

Figure dans la présente section un aperçu des renseignements exposés en détail au Tome 3, Volume 1. Les résultats de plusieurs études de caractérisation sur la quantité et la qualité de l'eau douce dans les bassins versants de la province Sud y sont résumés.

1.2.1 Quantité d'eau

Cinq grands bassins versants caractérisent la région du sud-est de la Nouvelle-Calédonie : les bassins versants Baie du Prony, Kwé, Trou Bleu, Wajana et Kuébini. Le bassin versant de la Baie du Prony s'étend dans l'ombre de la pluie de la chaîne des Monts Néngoné et reçoit des précipitations annuelles moyennes estimées de 1 014 mm. La pluviosité dans les autres bassins versants, à l'est des montagnes, est d'environ 3 000 mm/an.

L'hydrogramme naturel des rivières de Goro montre des maximums et des minimums distincts, soit respectivement en mars et en septembre. Il se produit à la fin de mai et au début de juin une hausse du débit moins prononcée en raison des pluies. La variabilité du débit mensuel moyen est très élevée, ce qui traduit l'intensité variable des précipitations. Les pentes très escarpées des rivières de Goro assurent une réaction rapide aux pluies, car les pics se produisent très rapidement sans être soutenus sur une longue période.

Les données tirées de la surveillance du débit de la Rivière Kwé en aval des grandes confluences, environ à 6 km en amont de l'estuaire, ont été collectées sur une période de deux ans (Tome 3, Volume 1). Ces données ont été mises en corrélation avec celles sur le débit de la Rivière des Lacs voisine. À partir d'un rapport établi précédemment entre les données des précipitations existantes et les données liées à la Rivière des Lacs, il a été possible d'établir les débits moyens de longue durée de la Rivière Kwé d'après les données sur les précipitations et la corrélation des débits des deux rivières. Les apports au débit de la Rivière Kwé en provenance du bassin en aval de la station de surveillance ont été calculés d'après des données de précipitations et des coefficients de ruissellement moyens mensuels, ce qui a permis d'estimer le débit de la Rivière Kwé à son point de décharge dans la Baie Kwé.

Le bassin versant de la Rivière Kwé couvre une superficie d'environ 40,3 km². La Rivière Kwé draine environ 60 million m³ d'eau par année à un débit moyen annuel de 6 876 m³/h. Les débits maximums et minimums annuels moyens enregistrés dans la Rivière Kwé en 38 ans coulent à un rythme de 12 780 m³/h et de 3 636 m³/h, respectivement. Le débit des crues maximales prévues de la Rivière Kwé sur une période de 100 ans se situe à 1 800 000 m³/h et le débit d'étiage prévu sur une période de 100 ans est de 1 220 m³/h. Le minimum record, enregistré en septembre 1974, a été de 1 224 m³/h.

1.2.2 Qualité de l'eau

La composition naturelle de l'eau de surface reflète la composition des précipitations et des eaux souterraines ainsi que la composition du sol et des roches avec lesquelles l'eau de surface entre en contact. La qualité des eaux de surface dans la zone du projet a été déterminée selon quatre campagnes d'échantillonnages de caractérisation entre 1994 et 2000. Les eaux des lacs et des rivières affichent un pH presque neutre ; une capacité tampon, une conductivité, une turbidité et des concentrations d'éléments nutritifs faibles, sans compter des niveaux élevés de plusieurs métaux – le chrome, le cobalt, la magnésium, le manganèse, le nickel et le sodium. De fortes concentrations de certains métaux indiquent une minéralisation des formations rocheuses et des sols locaux. Un échantillonnage restreint de la nappe phréatique au moyen de trois piézomètres près du site minier a donné des résultats semblables. Les incendies dans le bassin versant de la Rivière Kwé sont à l'origine d'une érosion notable des berges sans occasionner de niveaux élevés permanents de solides en suspension. Vu que la zone d'évaluation n'a été marquée par aucune activité industrielle importante, ces données seront probablement représentatives des caractéristiques de base existantes.

1.2.3 Hydrogéologie

Le projet se trouve sur le Plateau de Goro, l'un des nombreux plateaux qui caractérisent la géomorphologie de l'extrême sud de la Nouvelle-Calédonie. Chaque plateau forme le plancher d'un bassin surmonté de crêtes montagneuses. Les plateaux se situent à diverses élévations, et celles-ci diminuent à la côte. Les crêtes montagneuses s'élèvent sur un socle rocheux de péridotite, aux profils supérieurs érodés par la pluie et le vent. Ces crêtes isolent chaque bassin.

Les eaux de surface de chaque bassin versant sont essentiellement enclavées dans les crêtes de péridotite. La nappe phréatique s'alimente des précipitations. Même si la majorité des pluies qui s'infiltrant dans le sol est détournée par la cuirasse de fer imperméable et assure l'alimentation des eaux de surface, certaines précipitations s'infiltrant par les failles de la cuirasse.

Deux aquifères ont été identifiés dans le secteur de la mine : l'aquifère superficiel constitué par la cuirasse de fer et la grenaille de fer et l'aquifère profond constitué par la saprolite et la roche mère.

L'aquifère superficiel réagit directement à la pluie en acceptant facilement les infiltrations d'eau de pluie et en entraînant l'eau latéralement à de faibles profondeurs pour se déverser dans les points topographiques bas, comme les cours d'eaux présents localement.

Les directions d'écoulement des eaux souterraines dans l'aquifère superficiel ne correspondent par contre pas nécessairement à celles de l'aquifère superficiel.

Ces écoulements sont décrits dans les Volumes 1 et 2 du Tome 3 et sont exposés en détail en Annexe 1 – Tome 3 – Volume 1 (Hydrogéologie).

1.3 SITUATION FUTURE PROBABLE

Les conditions environnementales de la Nouvelle-Calédonie durant la réalisation du projet devraient être soumises aux effets du changement climatique de la planète. La température de la région australasienne a augmenté de 0,5 °C à 0,9 °C au cours du dernier siècle et, selon les estimations les plus sûres fondées sur la modélisation informatique, la température du globe augmentera d'environ 2,4 °C au cours des 100 prochaines années. (Houghton *et al.*, 1997). Cette montée accélérée est attribuée à des émissions accrues de CO₂ et aux autres gaz à effet de serre (GIEC, 2000; PNUE, 1999). Les données collectées par le National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWH) de Nouvelle-Zélande montrent que la Nouvelle-Calédonie s'est asséchée depuis le milieu des années 1970 (PNUE, 1999).

Il est prévu que le réchauffement de la planète aura pour résultats une augmentation des phénomènes graves liés au climat – cyclones, inondations et sécheresse –, une hausse du niveau de la mer et des dérèglements agricoles causés par la température, les précipitations et les vents. Les effets prévus sur la quantité d'eau douce et sa qualité sont :

- Des températures plus élevées augmenteront les taux d'évaporation, ce qui se répercutera sur l'équilibre de l'eau.
- Les changements des profils de précipitations affecteront l'humidité du sol, l'alimentation de la nappe phréatique, les débits des cours d'eau et la durée des périodes d'étiage dans les bassins versants. Les crues et la sécheresse seront plus fréquentes.
- Une période prolongée d'assèchement peut accentuer la fréquence et l'étendue des feux de forêt et de friches, ce qui fera croître l'érosion du sol et la charge solide des cours d'eau.
- Une montée du niveau de la mer modifiera la salinité et les autres paramètres de qualité de l'eau dans les embouchures des rivières.

2 EVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX

Les résultats de l'analyse des interactions potentielles du projet avec la quantité d'eau douce et sa qualité (tableau 4-1) ont servi à déterminer les effets possibles dans la zone d'évaluation. Les effets possibles ont été circonscrits dans les trois bassins versants : la Rivière Kwé, le Creek de la Baie Nord et la Rivière Kadji . Des tableaux récapitulatifs et un texte se rapportent à chaque bassin versant, suivis par des descriptions détaillées des effets environnementaux possibles. Les effets sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité qui se répercuteront sur les organismes aquatiques dans les cours d'eau du projet sont traités au Tome 3, Volume 3, Chapitre 5 (Poissons et habitat du poisson).

Tous les bassins versants qui peuvent être touchés par le projet sont délimités dans la figure 4-1. Quant à la quantité d'eau douce et à sa qualité, les principaux effets environnementaux sont l'altération du débit, la sédimentation et l'altération chimique. L'altération du débit englobe les effets sur les variables hydrologiques, comme le volume, la vitesse, le temps, les coefficients de ruissellement et le rendement unitaire. La sédimentation renvoie à des concentrations accrues de solides en suspension et à la mobilisation possible des constituants solubles des sédiments dans la colonne d'eau. L'altération chimique comprend les effets comme l'enrichissement des éléments nutritifs et la contamination par les métaux.

Les effets possibles de la sédimentation et de l'altération chimique subséquente peuvent être facilement atténués par des techniques connues et éprouvées telles que les bassins de décantation qui permettent d'augmenter le temps de rétention et la vitesse des ruissellements des zones perturbées, les bonnes méthodes de construction entourant les zones tampons, la prévention de l'érosion, l'essouchement/nettoyage, les pentes à écran d'étanchéité artificielle et le détournement des eaux de surface et des nappes phréatiques profondes autour des chantiers. L'application routinière d'eau sur les routes pour y prévenir le soulèvement de poussière lorsque les conditions l'exigent fera partie des techniques de construction et de fonctionnement.

Le bassin versant de la Rivière Kwé sera touché par les effets néfastes les plus marqués. C'est dans ce bassin versant que seront aménagés la mine à ciel ouvert, l'aire de stockage du mort-terrain, l'aire de stockage des résidus, le réservoir d'eau, la zone minière industrielle et l'usine préparation du minerai ainsi que les routes de services et l'émissaire de l'usine de traitement des effluents. L'aménagement du site et la construction des composantes de ce projet occasionneront des altérations du débit, de la sédimentation et une altération chimique possible dans les rivières et les affluents du bassin versant de la Rivière Kwé.

Dans une moindre mesure, les altérations chimiques, de débit et de la sédimentation pourront se produire sur le bassin versant du Creek de la baie Nord. Elles trouveront leurs origines aux trois phases construction, exploitation et fermeture du projet :

- Par la construction des routes, du site industriel, de la station d'épuration des eaux usées domestiques et du réseau d'égouts correspondant ainsi que des pipelines d'eau, de minerais, de boues de résidus et le convoyeur terrestre autre que le port et l'usine,
- Par le fonctionnement de ces installations en phase d'exploitation,
- Par leur démantèlement en phase de fermeture.

Des effets relativement mineurs sur l'altération du débit, la sédimentation et l'altération chimique se produiront dans le bassin versant de la Rivière Kadji en raison de l'aménagement du site et de la construction du baraquement et de la base-vie. Une partie de la route principale allant du port à la zone minière ainsi qu'une voie d'accès reliant la base-vie à la route principale franchiront ce bassin versant.

2.1 BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE KWE

Cette partie expose en détail les effets environnementaux possibles touchant l'altération du débit, la sédimentation et l'altération chimique qui se produiront dans le bassin versant de la Rivière Kwé pendant les trois phases du projet. Le tableau 4-1 résume les effets possibles du projet sur le bassin versant de la Rivière Kwé.

Pendant la phase de construction du projet, le haut bassin versant de la rivière Kwé sera affecté par les aménagements suivants :

- Mise en place du barrage du réservoir d'eau,
- Construction et mise en place des routes avec les ponceaux et ponts lorsque nécessaire,
- Aménagement des futures zones de stockage des morts-terrains et résidus épaissis,
- Aménagement de la zone de maintenance de la mine
- Le placement des différents pipelines
- Le terrassement puis la construction de l'usine de préparation du minerai et de l'usine de traitement des effluents,
- L'ouverture de la mine.

L'installation du pipeline de l'effluent traité affectera le bassin inférieur de la Kwé. Ce pipeline sera en surface depuis l'aval du barrage du réservoir d'eau jusqu'à son arrivée sous-marine dans le canal de la Havannah.

Pendant la phase d'exploitation de la mine, le débit de la rivière Kwé sera diminué de la fraction prélevée pour le fonctionnement de l'usine de préparation

du minerai et les autres consommations d'eau du projet (eau potable, site industriel).

La redéposition des poussières soulevées par les véhicules de la mine sera une source d'altération de la qualité de l'eau.

Les eaux de ruissellement de l'aire de stockage des résidus épaissis seront collectées et pompées vers l'usine de traitement des effluents et donc ne provoqueront pas d'altération chimique de la qualité d'eau douce.

Les activités de la phase de fermeture qui pourraient affecter la quantité d'eau douce et leur qualité sont notamment : les activités générales de remise en état comme l'enlèvement des ponceaux, les ponts et les pipelines ; les brèches pratiquées dans le barrage du réservoir d'eau ; le reprofilage du puits remblayé, de l'aire de stockage des résidus et de mort-terrain visant à rétablir le profil de drainage naturel; la revégétalisation de ces aires de stockage.

Tableau 4-1. Effets possibles sur la quantité d'eau douce et sa qualité dans le bassin versant de la Rivière Kwé.

Effet environnemental possible	Phase du projet	Activité
Altération du débit	Construction	- Aménagement du site/construction - Gestion de l'eau, contrôle du drainage - Remplissage du réservoir d'eau
	Opérations	Captage d'eau du réservoir en vue des opérations minières - Stockage des résidus épaissis et du mort-terrain } eaux souterraines - Gestion de l'eau, contrôle du drainage
	Fermeture	Restauration du site
Sédimentation	Construction	- Aménagement du site/construction - Dépôt des poussières fugitives
	Opérations	Dépôt des poussières fugitives
	Fermeture	- Restauration du site - Dépôt des poussières fugitives jusqu'à la fin des activités de restauration
Altération chimique	Construction	- Lavage des résidus d'explosifs des matériaux de construction extraits de la carrière - Captage et détournement des eaux de ruissellement du site - Dépôt des poussières fugitives
	Opérations	- Captage des eaux de ruissellement du site - Dépôt des poussières fugitives - Stockage des résidus épaissis pour les eaux souterraines
	Fermeture	Dépôt des poussières fugitives (soulevées par la circulation des véhicules et l'érosion éolienne de la grève des résidus jusqu'à la fin des travaux de restauration)

2.1.1 Altération du débit

2.1.1.1 Construction

Les premiers travaux de construction entraîneront des modifications secondaires des conditions du débit dans le bas de la Rivière Kwé en aval du réservoir d'eau douce. L'aménagement du site en vue de la construction de l'aire de stockage des résidus, et du réservoir d'eau douce changera le profil du ruissellement terrestre dans une certaine mesure. Toutefois, ces activités donneront lieu à des modifications minimales de l'ensemble du débit.

L'aménagement de la zone de stockage des résidus épaissis et du réservoir d'eau nécessitera l'installation de fossés de détournement. Le volume d'eau coulant dans ces fossés ne sera pas différent de celui des canaux naturels. Par contre, le profil d'écoulement sera légèrement modifié. Pour minimiser l'altération du débit, les fossés de détournement seront conçus de manière à refléter les caractéristiques de la voie d'écoulement naturelle.

Pendant la construction du réservoir d'eau, aucun changement important dans le régime d'écoulement n'est prévu, car les débits seront détournés autour du versant naturel. Cela occasionnera une réduction du débit d'environ 50 à 60 % de la décharge de la Rivière Kwé, pendant le remplissage du réservoir.

Les fossés de détournement seront élaborés de manière à collecter les eaux souterraines peu profondes aux environs de la mine à ciel ouvert. Il est peu probable qu'il se produise des modifications d'envergure de la surface de la nappe phréatique, car le détournement des eaux souterraines n'en fera baisser le niveau qu'à proximité de la mine à ciel ouvert.

La construction du pipeline et des routes changera le profil du ruissellement dans la zone dérangée. Les ponceaux (et) ou les ponts nécessaires aux opérations seront conçus de sorte qu'ils ne créent pas d'étang ou de bassin d'eau au moment des précipitations typiques. Étant donné qu'ils peuvent constituer des goulots d'étranglement, ces ouvrages peuvent avoir une légère incidence sur le régime d'écoulement au moment des phénomènes hydrologiques extrêmes.

2.1.1.2 Opérations

Une fois la phase de construction terminée, les caractéristiques de drainage en amont du barrage d'eau douce changeront. Les tronçons des affluents de la Rivière Kwé qui coulent à l'intérieur de l'emprise du barrage du réservoir d'eau douce seront touchés. Le tronçon de la rivière Kwé Ouest en amont du réservoir d'eau douce cessera d'être un habitat lotique (rivière) pour devenir un habitat lentique (lac).

À la fin de l'aménagement du site, le débit de l'eau se déversant dans la Rivière Kwé en aval du barrage se trouvera réduit. Le débit du réservoir d'eau entrera dans la Rivière Kwé par le déversoir ; ces déversements se produiront lorsque le réservoir aura un trop-plein, une fois que l'eau nécessaire à la mine aura été

prise. Le déversoir sera construit de manière à dissiper l'énergie et à prévenir l'érosion des berges.

Les besoins du projet en eau seront relativement constants durant les opérations. Par contre, les apports varieront selon les précipitations. La zone du projet se caractérise par une grande pluviosité, qui se traduit par une augmentation de courte durée mais rapide du débit. Les débits mensuels moyens sont souvent très différents des débits de pointe ou des débits minimums. Sur le plan du débit mensuel moyen, la réduction la plus marquée du débit en regard des conditions naturelles se produira en septembre, soit le mois le plus sec de l'année. Étant donné que l'étendue mensuelle du débit est trop grande, il existera des moments où l'écoulement par le déversoir dans la Rivière Kwé cessera temporairement. Le débit environnemental assurera néanmoins en permanence un débit minimal en aval du barrage.

En ce qui concerne les eaux souterraines, la surface de la nappe phréatique à proximité de la mine à ciel ouvert et de l'aire de stockage des résidus s'abaissera légèrement car les fossés de détournement dirigeront le débit vers le barrage de régulation des eaux et le réservoir d'eau. Le fait de stocker le mort-terrain ainsi que le résidu épaissi accroît également l'imperméabilité de la zone, d'où une réduction de l'infiltration des eaux.

2.1.2 Fermeture

La fermeture des ponceaux, des ponts et des barrages rétablira l'état précédant le développement. Le barrage de régulation des eaux et le barrage de la Rivière Kwé Est seront supprimés. Le régime naturel de l'écoulement devrait se rétablir aux deux emplacements des barrages. Le cours de la Rivière Kwé en aval du barrage ne devrait pas être altéré à aucune phase du projet. Donc, une fois le barrage supprimé, le régime de l'écoulement redeviendra ce qu'il était avant le développement.

Le nouveau cours de la Rivière Kwé Nord comprendra des canaux façonnés dans l'ancien puits, la zone de stockage du mort-terrain et le contrefort du bassin de rétention des résidus. Un profil de drainage semblable à celui existant avant le développement est prévu. Les canaux façonnés seront conçus de manière à ressembler au cours antérieur de la Rivière Kwé .

2.1.3 Sédimentation

2.1.3.1 Construction

Pendant la construction, les modifications physiques des cours d'eau peuvent influencer sur la qualité de l'eau du bassin versant de la Rivière Kwé, surtout en raison de l'érosion des berges et de la sédimentation. Outre les effets physiques de la sédimentation – niveaux plus élevés de MEST, turbidité accrue – la chimie de l'eau peut être modifiée par la présence de constituants solubles dans les sédiments. Les contaminants possibles se composent surtout de métaux – surtout le fer et le nickel –, mais peuvent aussi comprendre des constituants des éléments nutritifs comme le phosphore.

Les activités de terrassement pendant l'aménagement du site et la construction des diverses composantes du projet peuvent entraîner la venue d'eau chargée de sédiments dans toutes les rivières suivantes ou l'une d'entre elles : rivières Kwé, Kwé Est, Kwé Nord-Est et Kwé Ouest. Les matières totales en suspension dans les eaux d'aval et leur turbidité en seront accrues. Par contre, une fois le barrage érigé et le débit en aval de la Rivière Kwé arrêté, la sédimentation dans les tronçons supérieurs du bassin versant ne fera pas problème. Les mesures d'atténuation pendant la construction comprendront la répartition dans le temps des activités – construction pendant la saison sèche – et la collecte des eaux de ruissellement dans les bassins de décantation en vue du dépôt des particules en suspension avant leur décharge dans le réservoir d'eau. Si nécessaire, en raison de la charge solide imprévue pendant l'aménagement du site, des mesures supplémentaires d'atténuation – par exemple des rideaux anti-limon, des bassins de décantation supplémentaires – seront prises.

L'aménagement du site exigera de déboiser et de remanier la terre. Pour minimiser les effets de sédimentation, les meilleures pratiques de gestion – y compris la construction pendant la saison sèche – seront adoptées et les stratégies de rétention des sédiments – notamment des rideaux anti-limon – seront mises en œuvre, si nécessaire.

Le dépôt sur les eaux de surface de poussières fugitives soulevées par la circulation routière et les opérations de la carrière peut donner lieu à une augmentation des concentrations de solides en suspension. Des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des routes et la construction de bassins provisoires de décantation, pourront être adoptées pour minimiser ces effets possibles sur la qualité de l'eau.

2.1.3.2 Opérations

Le dépôt des poussières fugitives de la circulation routière et de l'érosion éolienne des résidus exposés peut faire augmenter les concentrations des solides en suspension dans les eaux de surface. Vu que les seules routes de la région passeront en amont de l'aire de stockage des résidus, toute augmentation des matières solides en suspension provenant du dépôt de poussières ne devrait pas se manifester en aval du barrage. S'il y a lieu, toutefois, des mesures de lutte contre la poussière, telles que l'arrosage d'eau des routes, peuvent permettre d'en réduire au minimum les effets possibles sur la qualité de l'eau et les organismes aquatiques. La restauration de l'aire de stockage des résidus se produira progressivement durant le déroulement du projet afin de réduire au minimum le périmètre des résidus épaissis exposés.

2.1.3.3 Fermeture

Les activités de restauration dans le bassin versant de la Rivière Kwé comprendront l'enlèvement des ponceaux, des ponts et des pipelines, le percement de brèches dans le barrage du réservoir d'eau, la stabilisation des parois du puits, le reprofilage du puits remblayé, du contrefort de l'aire des résidus et de l'aire de stockage du mort-terrain dans le but de rétablir le profil naturel du drainage, et la revégétalisation du mort-terrain. Ces activités pourraient faire entrer des sédiments et peut-être des polluants solubles dans les cours d'eau avoisinants.

La restauration du site se produira progressivement durant la vie du projet. Le terrassement et les autres dérangements du sol peuvent provisoirement entraîner une augmentation de l'érosion et charger les cours d'eau de sédiments. Des mesures de prévention de l'érosion prises auparavant pour réduire l'apport de sédiments minimiseront le risque d'effets préjudiciables sur les cours d'eau du bassin versant de la Rivière Kwé pendant la fermeture. Les étangs de rétention du ruissellement/des sédiments en service à la phase des opérations seront fermés, et la zone sera fermée afin que se rétablissent plus facilement les profils naturels de drainage dans la région. Pour minimiser la sédimentation dans la Rivière Kwé due aux activités de restauration, les bassins de décantation ne seront pas fermés avant que l'essentiel des autres activités ne soit terminé. Les sédiments dans les bassins seront transportés vers l'usine de traitement en vue de leur élimination. Le dépôt sur les eaux de surface de poussières fugitives soulevées par la circulation routière et par l'érosion éolienne de l'aire de stockage des résidus peut donner lieu à des concentrations accrues de matières solides en suspension dans les eaux d'aval de la Rivière Kwé. Pendant la fermeture, il est possible qu'il faille prendre des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des routes afin d'en minimiser les effets possibles sur la qualité de l'eau. La surface des résidus sera revégétalisée à l'étape de la restauration. Une fois la végétation rétablie, l'érosion éolienne de la surface des résidus ne se produira plus.

2.1.4 Altération chimique

2.1.4.1 Construction

Un certain nombre d'activités à l'étape de la construction peut causer des altérations chimiques du milieu aquatique. Le matériau de la carrière servira à divers travaux de construction – routes, aires d'atterrissage d'hélicoptères, etc. – dans le bassin versant. Ce matériau contiendra des résidus d'explosifs utilisés au dynamitage. La nature des explosifs – nitrate d'ammonium/mazout – est telle que le lavage de ce produit par les pluies amènera des composés azotés dans les eaux de réception. La plupart de ce lavage se produira pendant les quelques premières pluies suivant le dépôt du produit. Les mesures pour atténuer cet effet se limitent à placer ce matériau le plus loin possible des cours d'eau. Ainsi, les composés azotés emportés par l'eau pourront être filtrés par le sol qui sépare le produit et les cours d'eau de proximité.

La construction du réservoir d'eau fera passer les rivières Kwé Ouest et Nord d'un habitat lotique et à un habitat lentique, et cela peut se traduire par une augmentation de la demande biologique en oxygène (DBO) et/ou des concentrations de mercure. Les matières organiques, surtout la végétation et les détritiques, seront inondées quand les zones de retenue se rempliront d'eau. La décomposition de ces matières devrait accroître la DBO et pourrait donner lieu à la décharge de méthylmercure dans le réservoir. Le dépôt sur les eaux de surface des poussières fugitives soulevées par la circulation routière et l'exploitation de la carrière peut élever les concentrations de métaux – totaux ou (et) dissous. Étant donné que les seules routes de la région passeront en amont du barrage, toute augmentation de la concentration des métaux en raison du dépôt de poussières ne devrait pas se retrouver en aval. Des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des routes, seront prises pour réduire la production de poussière fugitive, si cela est nécessaire.

2.1.4.2 Opérations

Le débit des rivières Kwé Est, Kwé Nord-Est, Kwé Nord-Ouest et Kwé Ouest continuera d'être dirigé vers le réservoir d'eau pendant les opérations. De l'eau sera prise du réservoir pour répondre aux besoins de la mine. Toutefois, dans le but de réduire les effets néfastes globaux qui pourraient survenir sur la vie aquatique, un débit environnemental sera assuré dans la Rivière Kwé à partir du réservoir d'eau, au besoin. Cette diminution réduira la capacité de dilution de la rivière et pourra entraîner des concentrations plus fortes de polluants dans les tronçons d'aval de la Rivière Kwé, qui autrement y serait présents. L'effet global de la réduction du débit dans la Rivière Kwé sur la qualité de l'eau est d'une grande importance pour les organismes aquatiques (Tome 3, Volume 3, Chapitre 5).

Le dépôt sur les eaux de surface de poussières soulevées par la circulation routière peut se traduire par un accroissement des concentrations de métaux. Vu que les seules routes dans la région passeront en amont du barrage, toute augmentation de la concentration des métaux due au dépôt de poussières ne se retrouvera pas dans les eaux d'aval du barrage. Des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des routes seront adoptées pour réduire la production des poussières fugitives, s'il y a lieu.

Concernant la qualité chimique des eaux souterraines, la modélisation simplifiée des impacts potentiels provenant de l'aire de stockage des résidus épaissis a permis d'évaluer la masse de soluté pouvant potentiellement migrer. Un réseau de piézomètre sera installé pour le suivi de la qualité de ces eaux. En cas d'écoulement important d'eau contaminée provenant de cette aire de stockage, Goro Nickel prendra les mesures d'intervention nécessaires. L'ensemble de ces études est présentée au Tome 3- Volume 2 – Annexe 9.

2.1.4.3 Fermeture

Le dépôt sur les eaux de surface de poussières soulevées par la circulation routière et l'érosion éolienne de l'aire de stockage des résidus peut occasionner une hausse des concentrations de métaux dans le tronçons d'aval de la Rivière Kwé. Pendant la fermeture, des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des routes, peuvent être nécessaires pour en minimiser les effets possibles sur la qualité de l'eau. La surface des résidus sera progressivement remise en état pendant les opérations et revégétalisée à la fermeture. Une fois la végétation revenue, l'érosion éolienne de la surface des résidus disparaîtra.

2.2 BASSIN VERSANT DU CREEK DE LA BAIE NORD

Le bassin versant du Creek de la Baie Nord pourrait ressentir des effets environnementaux sous forme d'altération du débit, de la sédimentation et de l'altération chimique à toutes les phases du projet. Sont résumés au tableau 4-2 les effets possibles du projet dans le bassin versant du Creek de la Baie Nord.

Tableau 4-2. Effets possibles sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité dans le bassin versant du Creek de la Baie Nord

Effet environnemental possible	Phase du projet	Activité
Altération du débit	Construction	• Aménagement/construction du site
	Opérations	• Détournement du débit autour du site industriel • Rejet de l'usine d'épuration des eaux usées domestiques
	Fermeture	• Restauration du site
Sédimentation	Construction	• Aménagement/construction du site • Dépôt de poussières fugitives
	Opérations	• Dépôt de poussières fugitives
	Fermeture	• Restauration du site • Dépôt de poussières fugitives en attendant la fin de la restauration
Altération chimique	Construction	• Rejet d'égout traité de la station d'épuration des eaux usées domestiques • Dépôt de poussières fugitives
	Opérations	• Rejet d'égout traité de la station d'épuration des eaux usées domestiques • Captage des eaux de ruissellement du site • Dépôt de poussières fugitives
	Fermeture	• Dépôt de poussières fugitives en attendant la fin de la restauration

Les activités du projet qui peuvent influencer sur le bassin versant du Creek de la Baie Nord à la phase de la construction sont : l'aménagement du site, la construction de l'usine de traitement, la station d'épuration des eaux usées domestiques, les ouvrages annexes, les routes, les pipelines et le convoyeur du produit et le dépôt de poussières fugitives. La perturbation des plantes de couverture pendant l'aménagement du site influera sur les caractéristiques du ruissellement et modifiera les régimes d'écoulement. Les eaux de ruissellement pendant l'aménagement peuvent transporter dans le creek des particules de la surface de la terre perturbée. L'introduction de composés azotés dans les cours d'eau, principalement en provenance des rejets d'effluents représente un autre effet possible.

À l'étape des opérations, toutes les eaux de ruissellement du site industriel seront collectées dans un bassin d'interception des eaux de surface et redirigées vers l'usine de traitement, ce qui influera sur la quantité d'eau. Toutefois, les eaux ruisselant de la pente d'écoulement du site industriel seront orientées autour de l'usine par des fossés de détournement. Ce détournement, ajouté au débit de la station d'épuration des eaux usées, compensera la réduction du débit due à la collecte des eaux de ruissellement du site industriel. Le dépôt de poussières soulevées par la circulation routière et les sources fixes sur site – émissions de cheminée, convoyeur, etc. – affectera la qualité de l'eau, mais des mesures de lutte contre la poussière en minimiseront les effets possibles.

Pendant la fermeture, les activités de restauration du site – enlèvement des ouvrages, révégétalisation – permettront aux régimes d'écoulement de se rétablir et pourront libérer des sédiments dans le creek en attendant la fin de la fermeture.

2.2.1 Altération du débit

2.2.1.1 Construction

L'aménagement du site en vue de la construction du site industriel, de la station d'épuration des eaux usées domestiques et des autres installations annexes donnera lieu à une légère modification du profil d'écoulement car la végétation de surface sera perturbée. Le coefficient d'écoulement sera modifié légèrement, mais il ne devrait pas se traduire par un changement détectable du débit dans le Creek de la Baie Nord.

Des fossés de détournement et des bassins de rétention des décantation seront construits pour détourner l'eau autour de l'usine de traitement et de ses infrastructures. Les eaux de pluies qui pénétreront dans les fossés de détournement gagneront un bassin de décantation des sédiments en aval, d'où elles poursuivront leur voie d'écoulement naturelle vers l'océan par le Creek de la Baie Nord.

La construction du pipeline et des routes modifieront légèrement le coefficient d'écoulement. Toutefois, l'effet sur le régime d'écoulement en aval sera minime, car la superficie de la zone perturbée sera petite.

2.2.1.2 Opérations

Pendant les opérations, les eaux pluviales d'amont seront acheminées autour des installations industrielles. Les eaux de ruissellement du site industriel seront recueillies dans un bassin de décantation et seront utilisées comme eaux d'appoint dans le procédé d'extraction. Toutes les précipitations sur le site seront recueillies et serviront aux opérations minières et, ainsi, ne se déverseront que très peu dans le Creek de la Baie Nord. Cela retirera *de facto* le site industriel de la zone du bassin versant. La zone couvre une superficie représentant 24 % de tout le bassin versant du Creek de la Baie Nord, et l'exclusion réduira le débit dans le Creek de la Baie Nord d'environ 15 % à la sortie du bassin versant. Par contre, la décharge de la station d'épuration des eaux usées domestiques permettra de reconstituer ce débit réduit. Parfois, l'écoulement de la station d'épuration des eaux usées domestiques ainsi que le débit naturel entraîneront un léger accroissement des niveaux préexistants.

2.2.1.3 Fermeture

À l'étape de la fermeture du site, tous les bâtiments et toutes les installations seront retirés, et le sol sera reprofilé afin que se rétablisse le schéma naturel de l'écoulement.

2.2.2 Sédimentation

2.2.2.1 Construction

La sédimentation pendant la construction pourrait modifier les paramètres physiques de la qualité de l'eau dans le bassin versant du Creek de la Baie Nord. Outre les effets physiques – par exemple augmentations des niveaux de MEST, turbidité accrue – l'hydrochimie peut être modifiée si des composantes solubles se retrouvent dans les sédiments. Les polluants possibles sont principalement les métaux – surtout le fer et le nickel –, mais peuvent aussi y être dénombrés les paramètres d'éléments nutritifs comme le phosphore.

Les activités de terrassement pendant l'aménagement du site et la construction de l'usine de traitement seront probablement à l'origine d'apports d'eau chargée de sédiments dans le Creek de la Baie Nord, ce qui augmentera les matières solides totales en suspension et la turbidité dans les eaux d'aval. Malgré cela, une fois le bassin de rétention des sédiments construit, les eaux pluviales du site seront collectées, et l'eau propre sera directement retournée à l'usine de traitement. Les meilleures pratiques de gestion, y compris les travaux de construction exécutés pendant la saison sèche, seront adoptées pendant la construction afin de minimiser la charge solide dans le Creek de la Baie Nord. Il pourra être possible de prendre des mesures d'atténuation supplémentaires comme l'installation de rideaux anti-limon, si cela est nécessaire.

L'aménagement du site et l'installation des pipelines d'alimentation en eau de procédé et en pulpe de minerai entraîneront la charge solide dans le Creek de la Baie Nord. Pour minimiser les effets de la sédimentation, la construction de ces pipelines débutera après la mise en place du bassin de rétention des sédiments de l'usine de traitement. De plus, les meilleures pratiques de gestion et des stratégies de rétention des sédiments – par exemple la prévention de l'érosion et des rideaux anti-limon – seront adoptées quand cela sera nécessaire.

Le dépôt sur les eaux de surface de poussières fugitives soulevées par la circulation routière pendant la construction pourra augmenter les concentrations de solides en suspension. Des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des routes, seront adoptées pour en minimiser les effets possibles sur la qualité de l'eau.

2.2.2.2 Opérations

Pendant les opérations, les poussières fugitives soulevées par la circulation routière et les opérations du convoyeur transportant le produit entre l'usine de traitement et le port pourra se déposer dans le bassin versant du Creek de la Baie Nord. Ce dépôt sur les eaux de surface pourra occasionner une hausse des concentrations de matières solides en suspension. Le convoyeur du produit sera couvert pour minimiser l'émission de poussières fugitives, et les surfaces des routes seront arrosées d'eau pour en fixer au sol la poussière, si cela est nécessaire.

2.2.2.3 Fermeture

Les activités de restauration telles que l'enlèvement des ponceaux et des pipelines, le démantèlement de l'usine de traitement et des installations annexes ainsi que le reprofilage du bassin versant du Creek de la Baie Nord devraient faire entrer des sédiments et, peut-être, des polluants solubles dans le creek.

Des mesures de prévention de l'érosion seront prises pour réduire la charge solide. Le bassin de rétention des sédiments utilisé à l'étape des opérations sera fermé, et la zone sera restaurée afin que puissent se rétablir les schémas d'écoulement naturels. Pour minimiser les effets de la sédimentation dans le Creek de la Baie Nord en raison des activités de restauration, le bassin des sédiments ne sera pas fermé avant que la plupart des autres ouvrages l'aient été. La restauration comprendra la revégétalisation des zones reprofilées. Lorsque la végétation aura repris, la charge solide du Creek de la Baie Nord charriée par le ruissellement devrait être négligeable.

Le dépôt sur les eaux de surface de poussières fugitives soulevées par la circulation routière peut augmenter les concentrations de matières solides en suspension dans les eaux d'aval du Creek de la Baie Nord. Pendant la fermeture, des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des routes, pourraient être nécessaires pour en minimiser les effets possibles sur la qualité de l'eau.

2.2.3 Altération chimique

2.2.3.1 Construction

Un certain nombre d'activités de construction peuvent donner lieu à des modifications chimiques du milieu aquatique. Du matériau de la carrière servira à divers travaux de construction (par exemple les assises de route) dans tout le bassin versant. Ce matériau contiendra des résidus d'explosifs ayant servi au dynamitage. La nature des explosifs –nitrate d'ammonium et mazout – est telle que le lavage de ce matériau par les grandes pluies entraînera des composés azotés dans les eaux de réception. D'après l'expérience acquise dans d'autres chantiers, le lavage de quantités résiduelles de nitrate d'ammonium peut s'étendre sur une ou deux années. Par contre, l'essentiel du lavage se produira lors des quelques premières pluies après la pose du matériau. Des mesures d'atténuation de cet effet se limitent à déposer ce matériau le plus loin possible des cours d'eau. Ainsi, les composés azotés lavés pourront être filtrés par le sol séparant le matériau du cours d'eau voisin.

Les effluents sanitaires collectés de l'installation portuaire, de la base-vie et du site industriel seront traités à une station d'épuration des effluents. Elle sera conçue de sorte à assainir les effluents produits par les quelque 2 500 travailleurs employés aux travaux de construction. Les effluents traités par la station d'épuration des eaux usées domestiques seront déversés dans le Creek de la Baie Nord. Le déversement d'effluents amènera de l'azote et du phosphore dans les eaux de réception pauvres en nutriments ; il peut en résulter une eutrophisation, c'est-à-dire une augmentation de la biomasse de producteurs primaires – masse accrue du phytoplancton, du périphyton, des macrophytes et

de la végétation immergée. Le Creek de la Baie Nord est un cours d'eau au débit relativement rapide, ce qui pourrait minimiser les effets possibles de l'enrichissement en éléments nutritifs. De plus, les effluents traités par la station d'épuration seront conformes aux critères prescrits par l'Arrêté 1542-99/PS du 28 septembre 1999.

Pendant la construction, la circulation routière peut soulever des poussières fugitives dans le bassin versant du Creek de la Baie

Nord. Leur dépôt sur les eaux de surface peut faire augmenter les concentrations de polluants comme les métaux. Si cela est nécessaire, des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des surfaces routières, peuvent être prises pour en minimiser les effets possibles sur la qualité de l'eau et les organismes aquatiques.

2.2.3.2 Opérations

Les eaux sanitaires collectées de l'installation portuaire, de la base-vie et du site industriel seront traitées à la station d'épuration des eaux usées domestiques. Pendant les opérations, la main-d'œuvre se chiffrera au total à 500 personnes environ. La station d'épuration installée à la phase de la construction sera réduite et servira pendant la durée des opérations. De ce fait, les effets possibles de l'enrichissement en éléments nutritifs qui peuvent se produire dans le Creek de la Baie Nord à la phase de la construction persisteront à la phase des opérations, mais dans une moindre mesure.

Le bassin de rétention des sédiments collectera les eaux pluviales de la zone industrielle et ramènera de l'eau propre à l'usine. Le plan d'exploitation actuel indique qu'il n'y aura pas de rejet d'eau du bassin dans l'environnement. Par conséquent, la zone de drainage réelle du bassin versant du Creek de la Baie Nord s'en trouvera réduite. La perte d'écoulement diminuera la capacité de dilution du Creek de la Baie Nord et pourra servir à amplifier les effets possibles de l'enrichissement en éléments nutritifs dû au rejet des eaux sanitaires traitées.

La circulation routière et le fonctionnement du convoyeur qui transportera le soufre et le calcaire en vrac du port à l'usine de traitement peuvent dégager des poussières fugitives dans le bassin versant du Creek de la Baie Nord. Leur dépôt sur les eaux de surface peut augmenter les concentrations de polluants – soufre/sulfate/acide sulfurique, calcaire, métaux, etc. Le convoyeur du produit sera couvert afin de minimiser la possibilité d'émission de poussières fugitives, et les surfaces routières seront arrosées d'eau afin d'y lutter contre la poussière, au besoin.

2.2.3.3 Fermeture

Pendant la fermeture, la circulation routière peut engendrer des poussières fugitives qui pourraient contaminer les eaux de surface dans le bassin versant du Creek de la Baie Nord. Si cela est nécessaire, il sera possible de prendre des mesures de lutte contre la poussière comme l'arrosage d'eau des surfaces des

routes pour en réduire au minimum les effets sur la qualité de l'eau et les organismes aquatiques.

2.3 BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE KADJI

Le bassin versant de la Rivière Kadji pourra se ressentir des effets environnementaux possibles, soit une altération du débit pendant les étapes de construction et de fermeture, soit la sédimentation et l'altération chimique aux trois phases du projet.

Le tableau 4-3 présente en résumé les effets possibles du projet dans le bassin versant de la Rivière Kadji.

Tableau 4-3. Effets possibles sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité dans le bassin versant de la Rivière Kadji.

Effets environnementaux possibles	Phase du projet	Activité
Altération du débit	Construction	• Aménagement/construction du site • Installation des ouvrages de rétention du ruissellement et des sédiments
	Fermeture	• Restauration du site
Sédimentation	Construction	• Aménagement/construction du site • Dépôt de poussières fugitives
	Opérations	• Dépôt de poussières fugitives
	Fermeture	• Restauration du site • Dépôt de poussières fugitives jusqu'à la fin de la restauration
Altération chimique	Construction	• Lavage de résidus d'explosif de matériau de construction de la carrière • Dépôt de poussières fugitives
	Opérations	• Dépôt de poussières fugitives
	Fermeture	• Dépôt de poussières fugitives jusqu'à la fin de la restauration

Les activités de construction suivantes sont au nombre de celles qui peuvent affecter le bassin versant de la Rivière Kadji : l'aménagement du site ; la construction de la base-vie, des pipelines et des routes ; le dépôt de poussières. L'aménagement du site perturbera les plantes de couvertures et modifiera les caractéristiques de ruissellement et des régimes d'écoulement. Le ruissellement des eaux du site peut charrier des particules provenant des surfaces perturbées dans l'affluent sud de la Rivière Kadji. Un autre effet possible est l'entrée de composés azotés dans les cours d'eau à la suite du lavage des résidus provenant du dynamitage du matériau tiré de la carrière pour la construction.

À la phase des opérations, les poussières fugitives soulevées par la circulation routière et les sources fixes sur le site se déposeront dans le bassin versant, mais les mesures de lutte contre la poussière minimiseront ces effets possibles sur la qualité de l'eau.

Pendant la fermeture, les activités de restauration du site modifieront les caractéristiques du ruissellement et les régimes d'écoulement et pourront

augmenter les niveaux de sédiments dans les eaux de ruissellement de l'affluent sud de la Rivière Kadji jusqu'à la fin de la restauration.

2.3.1 Altération du débit

2.3.1.1 Construction

L'aménagement du site en vue de la construction de la base-vie, des pipelines et des routes donnera lieu à une légère modification du profil d'écoulement pendant que la végétation de surface sera dérangée. Le coefficient d'écoulement sera légèrement affecté sans que cela n'entraîne vraisemblablement un changement détectable dans aucun grand affluent de la Rivière Kadji.

2.3.1.2 Opérations

Un système de drainage et des installations de collecte des eaux pluviales seront construits pour la base-vie. Les eaux pluviales de ce secteur augmenteront légèrement parce que le sol y sera plus imperméable que dans les conditions naturelles. Vu que le complexe est situé dans la partie supérieure de la zone de drainage et que le site ne couvre que 1 % de tout le bassin versant de la Rivière Kadji, il ne devrait se produire aucun changement détectable dans le profil d'écoulement du bassin versant de la Rivière Kadji.

2.3.1.3 Fermeture

Pendant la fermeture du site, tous les bâtiments et leurs installations annexes seront enlevés, et le sol sera reprofilé afin qu'y soit rétabli le profil d'écoulement naturel. Étant donné que les conditions pendant les opérations ne s'écarteront pas considérablement des conditions naturelles, aucune différence entre le profil d'écoulement avant la construction et après la fermeture n'est prévue.

2.3.2 Sédimentation

2.3.2.1 Construction

Pendant la construction, la qualité de l'eau dans le bassin versant de la Rivière Kadji pourrait souffrir de la sédimentation. À part les effets physiques – p. ex. les niveaux des MEST et la turbidité accrue – la composition chimique de l'eau peut être affectée par la présence de constituants solubles dans les sédiments. Les polluants possibles se composent surtout de métaux – spécialement le fer et le nickel –, mais peuvent aussi comprendre les paramètres des éléments nutritifs, comme le phosphore.

Les activités de terrassement pendant les travaux d'aménagement du site et de construction de l'usine de traitement seront à l'origine d'afflux d'eau chargée de sédiments dans l'affluent sud de la rivière Kadji. Le résultat en sera l'augmentation des matières solides en suspension et de la turbidité accrue dans les eaux d'aval. Inco aura recours aux meilleures pratiques de gestion – y

compris le fait de faire coïncider les travaux de construction avec la saison sèche – pendant la construction afin de minimiser la charge solide dans la Rivière Kadji. Des mesures d'atténuation supplémentaires, comme l'installation de rideaux anti-limon, seront prises là où nécessaire.

L'aménagement du site et l'installation du pipeline d'approvisionnement en eau pourront entraîner une charge solide dans l'affluent sud de la Rivière Kadji. Pour minimiser les effets de la sédimentation, s'il y a lieu, les meilleures pratiques de gestion seront suivies et des stratégies de rétention des sédiments seront adoptées, p. ex. des rideaux anti-limon.

Les poussières soulevées par la circulation routière pendant la construction pourraient se déposer sur les eaux de surface et augmenter les concentrations des solides en suspension. Des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des surfaces routières, seront prises au besoin.

2.3.2.2 Opérations

La phase des opérations pourrait connaître le phénomène des poussières fugitives soulevées dans le bassin versant de la Rivière Kadji par la circulation routière. Leur dépôt sur les eaux de surface peut accroître les concentrations de matières solides. Des mesures de lutte contre la poussière seront adoptées, comme l'arrosage d'eau des surfaces routières, s'il y a lieu.

2.3.2.3 Fermeture

Les activités de fermeture comme l'enlèvement des ponceaux et des pipelines ; le démantèlement de la base-vie et le reprofilage du site dans le bassin versant de la Rivière Kadji pourront introduire des sédiments, et même des constituants de sédiments solubles, dans la rivière.

Pour minimiser la charge solide dans l'affluent sud de la Rivière Kadji, les meilleures pratiques de gestion seront adoptées et, s'il y a lieu, des mesures de rétention des sédiments, par exemple, l'installation de rideaux anti-limon, seront mises en œuvre. La restauration du site comportera la revégétalisation des zones reprofilées. Une fois la végétation revenue, la charge solide dans la Rivière Kadji par voie de ruissellement sera négligeable.

Le dépôt sur les eaux de surface de poussières fugitives soulevées par la circulation routière peut se traduire par une augmentation des concentrations de solides en suspension dans l'affluent sud de la Rivière Kadji. Des mesures de rétention de la poussière, comme l'arrosage d'eau des surfaces routières, seront adoptées, au besoin.

Altération chimique

2.3.3.1 Construction

Pendant la construction, des poussières fugitives peuvent être soulevées par la circulation routière dans le bassin versant de la Rivière Kadji. Leur dépôt sur les eaux de surface peut donner lieu à des hausses de concentrations de polluants comme les métaux. Des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des surfaces routières, seront prises au besoin.

2.3.3.2 Opérations

Pendant les opérations, des poussières fugitives peuvent être soulevées par la circulation routière dans le bassin versant de la Rivière Kadji. Leur dépôt sur les eaux de surface peut donner lieu à des hausses de concentrations de polluants comme les métaux. Des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des surfaces routières, seront prises au besoin.

2.3.3.3 Fermeture

Pendant la fermeture, des poussières fugitives peuvent être soulevées par la circulation routière dans le bassin versant de la Rivière Kadji. Leur dépôt sur les eaux de surface peut donner lieu à des hausses de concentrations de polluants comme les métaux. Si cela est nécessaire, des mesures de lutte contre la poussière, comme l'arrosage d'eau des surfaces routières, peuvent être adoptées pour en minimiser les effets possibles sur la qualité de l'eau.

2.4 EFFETS ENVIRONNEMENTAUX CUMULATIFS

Tout effet environnemental sur la quantité d'eau douce ou sa qualité découlant d'activités du projet sera localisé et restreint à un bassin versant ou à une portion de celui-ci. Une caractéristique importante des bassins versants qui peuvent être touchés est qu'ils s'écoulent directement dans l'océan, ce qui signifie que les effets à se produire dans un bassin versant ne se répercuteront pas sur les bassins versants en aval. Également, puisque les séparations de la nappe phréatique s'opèrent généralement selon la topographie de la surface et qu'il existe des strates imperméables autour du Plateau de Goro, les effets sur la nappe phréatique ne se répercuteront pas au-delà des limites d'un bassin versant.

La limite spatiale de l'évaluation des effets cumulatifs couvre les quatre bassins versants – la Rivière Kwé, le Creek de la Baie Nord et la Rivière Kadji.– qui pourront être touchés par le projet. Aucun autre projet industriel ne sera réalisé dans les limites de ces bassins versants. Ainsi, il n'est prévu aucun effet environnemental cumulatif de ce projet ni d'autres projets sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité.

2.5 AMENAGEMENT ENVIRONNEMENTAL ET ATTENUATION

L'objectif environnemental du projet est de planifier, de concevoir, de réaliser le projet et de fermer son site d'une manière :

- conforme aux conditions et normes prescrites par la Province Sud ;
- conforme aux bonnes pratiques de l'industrie ;
- soucieuse des besoins des générations futures sans les compromettre.

Goro Nickel a établi comme suit les nombreux objectifs environnementaux importants :

- Réduire l'importance et l'étendue des nuisances physiques

La perturbation du milieu est minimisée par la prise en compte dès la conception de la nécessité de réduire l'empreinte au sol des installations. Cette réduction permet de limiter les zones à remettre en état après coup et favorise le retour aux conditions naturelles antérieures.

- Minimiser le nombre de rejets dans l'environnement récepteur.

Les rejets dans l'atmosphère, l'eau et les ressources du sol sont limités grâce au recours à des technologies appropriées et à la mise en œuvre des meilleures pratiques de gestion. La construction des ouvrages appropriés de régulation des eaux pluviales améliorera l'utilisation de la ressource locale tout en minimisant les effets sur les eaux de surface de réception.

- Recourir à des considérations environnementales dans la conception et la construction des ouvrages physiques.

Les meilleures pratiques de conception et de gestion seront intégrées aux phases de la construction et des opérations du projet. Les considérations sur les composantes sont les suivantes :

Opérations dans la mine à ciel ouvert

- Faire appel à des méthodes de suppression de la poussière.
- Déterminer des aires de stockage de la terre végétale et du mort-terrain en vue de leur utilisation future.
- Élaborer un plan d'élimination de la roche de la mine afin de minimiser les risques environnementaux et les effets du ruissellement qui pourraient être préjudiciables aux utilisateurs en aval; fournir un accès sûr aux décharges de roches de rebut et en stabiliser les pentes; éviter la formation d'étangs ou de réservoirs d'eau.
- Éviter le suintement de la nappe phréatique dans les bassins versants adjacents.

Aire de stockage des résidus et réservoir d'eau

- Concevoir les installations en conformité avec les directives sur la sécurité des barrages reconnues à l'échelle internationale. En particulier dimensionner les barrages pour résister aux effets du séisme majoré de sécurité tel que prévu par la réglementation française.
- Appliquer les mesures de mitigation décrites au Tome 3 – Volume 2 – Annexe 9 en cas de dépassement des valeurs seuil, qui incluent la récupération des eaux polluées à partir des tranchées ouvertes, à partir des puits de pompage, le traitement passif in-situ (barrière réactive) et le traitement passif par marais artificiel.

Site industriel

- Pipelines de pulpe de minerai, de résidus et d'effluents de résidus
- Prévoir des mesures de protection contre les déversements appropriées, surtout dans les zones sensibles. La conception doit comprendre la détection des fuites et la fermeture automatique des vannes
- Évaluer les risques sur tout le trajet du pipeline. Les zones à haut risque doivent être particulièrement prises en compte pour que la conception et la construction des ouvrages puissent parer à toutes éventualités prévisibles, y compris l'érosion, les crues, les tremblements de terre et les glissements de terrain.
- La conception et la construction des pipelines doivent pouvoir résister aux effets des précipitations maximales probables (PMP).

Réduction de la demande d'eau

- Recirculation/ré-utilisation des eaux de procédé (pompage du minerai entre usine et usine de préparation du minerai)
- Utilisation des eaux de ruissellement du site industriel pour source d'eau douce.

L'effet environnemental le plus important sur la quantité d'eau est la prise d'eau pour les opérations minières. La stratégie de gestion de l'eau permettra de déverser de l'eau dans la Rivière Kwé aux moments d'étiage.

En ce qui concerne la qualité de l'eau, les effets environnementaux les plus importants sont liés à la sédimentation. Par conséquent, les mesures d'atténuation comprendront l'établissement d'un calendrier des grandes étapes de la construction pour qu'elles coïncident avec la saison sèche et que, ainsi, elles limitent la quantité de ruissellement chargé de sédiments qui entre dans les cours d'eau. En outre, les stratégies de rétention des sédiments comme l'installation de rideaux anti-limon dans les zones très perturbées seront mises en œuvre pour prévenir l'entrée des sédiments dans les eaux de surface.

3 EFFETS ENVIRONNEMENTAUX RESIDUELS

La méthode générale adoptée pour caractériser les effets environnementaux résiduels pour la présente évaluation des interactions environnementales est exposée au chapitre 10. Les définitions particulières qui servent à coter l'importance des effets environnementaux résiduels possibles sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité sont données au tableau 4-4.

Tableau 4-4. Définitions servant à évaluer les effets environnementaux résiduels sur la quantité d'eau douce et sa qualité.

Cote	Quantité d'eau	Qualité de l'eau
Majeure (important peut être positif)	L'hydrogramme du bassin versant (débit et profil d'écoulement) varie de plus de 50 % en regard des conditions naturelles.	La moyenne annuelle d'au moins un paramètre varie de plus de 10 fois en regard de la variabilité de caractérisation.
Modérée (important, peut être positif)	L'hydrogramme du bassin versant (débit et profil d'écoulement) varie de 25 à 50 % en regard des conditions naturelles.	La moyenne annuelle d'au moins un paramètre varie de 5 à 10 fois en regard de la variabilité de caractérisation.
Mineure (sans importance)	L'hydrogramme du bassin versant (débit et profil d'écoulement) varie de 1 à 25% en regard des conditions naturelles.	La moyenne annuelle d'au moins un paramètre varie de 2 à 5 fois en regard de la variabilité de caractérisation.
Négligeable (sans importance)	L'hydrogramme du bassin versant (débit et profil d'écoulement) ne varie pas de manière détectable en regard des conditions naturelles.	La moyenne annuelle (échantillonnage trimestriel) de n'importe quel paramètre important (MEST/nutriments/métaux) ne varie pas de manière détectable en regard de la variabilité de caractérisation.

Les effets environnementaux résiduels sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité se répercutent sur les poissons d'eau douce et leur habitat. Ces effets sont étudiés aux Chapitre 5, Volume 3, Tome 3.

3.1 BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE KWE

Les effets environnementaux résiduels sur la quantité et la qualité de l'eau douce dans le bassin versant de la Rivière Kwé, sont résumés au tableau 4-5.

Tableau 4-5. Résumé des effets environnementaux résiduels sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité dans le bassin versant de la Rivière Kwé.

Phase du projet	Effet environnemental résiduel	Importance	Probabilité ¹	Emploi durable (capacité) de la ressource renouvelable ¹
Construction	Altération du débit	Majeure	Élevée	Élevée
	Sédimentation	Mineure	s/o	s/o
	Altération chimique	Mineure	s/o	s/o
Opérations	Altération du débit	Majeure	Élevée	Faible
	Sédimentation	Négligeable	s/o	s/o
	Altération chimique	Négligeable	s/o	s/o
Fermeture	Altération du débit	Positive	s/o	s/o
	Sédimentation	Mineure	s/o	s/o
	Altération chimique	Mineure	s/o	s/o

1 : Ces variables ne s'appliquent qu'aux effets environnementaux résiduels importants (importance modérée ou majeure). Aucune cote n'est attribuée (s/o) aux effets classés sans importance (négligeable ou mineure) ou positifs.

3.1.1 Effets résiduels sur la quantité d'eau

3.1.1.1 Construction

Le régime d'écoulement du bassin versant de la Rivière Kwé sera modifié à la phase de la construction. Le remplissage du réservoir d'eau entraînera une réduction de 40% à 50 % du débit en aval du point de confluence de la Rivière Kwé pendant que le réservoir se remplira, c'est-à-dire deux ou trois mois. Bien que l'importance de cet effet résiduel soit élevée (important), l'effet est de courte durée. L'effet à long terme du phénomène sur la durabilité du bassin versant de la Rivière Kwé ne devrait pas être sévère, car l'activité ne durera que quelques mois.

Un certain nombre de bermes, de fossés de détournement et un contrefort seront construits pour empêcher l'eau d'entrer dans l'aire de stockage des résidus et pour collecter l'eau dans le réservoir. L'effet environnemental résiduel à la décharge du bassin versant de la Rivière Kwé à la phase de la construction est jugé négligeable, car l'eau détournée ne sera pas retirée du bassin versant à cette étape du projet.

3.1.1.2 Opérations

À la phase des opérations du projet, le débit du bassin versant de la Rivière Kwé sera réduit de 21 % à 87 % en moyenne chaque mois, selon le moment de l'année. Des réductions de cette ampleur et pour une période prolongée produiront un effet résiduel considérable (important) sur la quantité d'eau et sur sa capacité de répondre aux besoins présents et futurs. Le régime d'écoulement affaibli altérera par la suite les caractéristiques du lit du canal dans une certaine mesure ; la capacité différente de transport des sédiments du lit donnera lieu au dépôt de grains plus fins. Il existera aussi de courtes périodes où le niveau du réservoir d'eau sera inférieur à l'élévation du déversoir. La stratégie de gestion

de l'eau permettra que de l'eau du réservoir soit déversée dans la Rivière Kwé au besoin pour lui assurer un débit minimum.

En ce qui concerne l'altération du débit des eaux souterraines, elle est considérée comme mineure, tout au plus estimée proportionnelle à la superficie des bassins versants affectés par le développement. Il est toutefois important de signaler que l'écoulement souterrain en lui-même n'est pas altéré.

3.1.1.3 Fermeture

À l'étape de la fermeture, tous les effets négatifs importants se résorberont. Les cours d'eau retrouveront leur régime d'écoulement naturel. L'importance de cet effet résiduel est majeure (important) mais positive. La capacité de transport des sédiments assurée par le régime d'écoulement naturel reviendra rapidement et reconstituera une composition du lit semblable à celle qui existait à l'état naturel. Il existera des différences entre la zone restaurée et les conditions précédant le développement, mais celles-ci ne devraient pas influencer sur la durabilité de la ressource. Enfin, il est prévu que l'hydrogramme de la Rivière Kwé reflétera les conditions existant avant le développement.

3.1.2 Effets résiduels sur la qualité de l'eau

3.1.2.1 Construction

À la phase de la construction, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique, y compris la mobilisation des constituants solubles des sédiments, à la suite des activités d'aménagement du site et de construction. Le dépôt de poussières fugitives donnera aussi lieu à de la sédimentation. Les concentrations d'éléments nutritifs augmenteront en raison du lavage des résidus du dynamitage du matériau de construction extrait de la mine, et les concentrations de métaux peuvent aussi s'accroître par voie de dépôt des poussières fugitives. Le débit réduit dans la Rivière Kwé en affaiblira la capacité de dilution, ce qui pourrait conduire à l'augmentation des concentrations de polluants.

L'effet résiduel de la sédimentation à la phase de la construction est considéré comme mineur, à cause des mesures d'atténuation incorporées dans les ouvrages au moment de la construction, l'intermittence des événements de sédimentation et leur brièveté relative. La contribution du dépôt poussiéreux à la sédimentation sera négligeable.

L'effet résiduel des concentrations accrues d'éléments nutritifs est considéré comme mineur. Les concentrations de composés azotés – surtout le nitrate et l'ammoniac – augmenteront en aval des zones où l'on utilise du matériau extrait de la carrière pour la construction, notamment des routes et des surfaces. L'ampleur de ces hausses sera relativement faible et leur durée courte, tandis que la plupart des résidus du dynamitage seront lavés du matériau venant de la carrière dès les quelques premières précipitations.

L'effet résiduel des concentrations accrues de métaux est jugé négligeable (sans importance), car l'apport de métaux par voie des poussières sera minime.

L'effet résiduel de la capacité de dilution réduite de la Rivière Kwé pendant la construction est considéré mineur. Pendant le remplissage du réservoir d'eau, la réduction du débit sera proportionnelle à l'écoulement venant normalement du bassin versant de la Rivière Kwé Ouest – environ de 50 à 60 % de tout le bassin versant de la Rivière Kwé. Une fois le réservoir rempli toutefois, le trop-plein d'eau s'écoulera par un déversoir fixe pendant la plupart des mois de l'année. Quant à la qualité de l'eau, une réduction de la dilution signifie que les concentrations mesurées de polluants augmenteront, même si la charge restera la même.

3.1.2.2 Opérations

À la phase des opérations, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique, y compris une augmentation des concentrations des métaux, à la suite du dépôt de poussières fugitives. Même si le débit environnemental du réservoir d'eau sera maintenu, la capacité de dilution de la Rivière Kwé sera toujours réduite en regard des conditions naturelles du débit.

L'effet de la sédimentation due au dépôt de poussières est jugé négligeable. L'apport des métaux dans les eaux de surface en raison du dépôt de poussières fugitives sera minime. Par conséquent, cet effet est négligeable. L'effet résiduel de la capacité de dilution réduite est mineur.

L'Annexe 9 du Tome 3, Volume 2 démontre que le stockage des résidus épaissis n'aura que des effets résiduels négligeables sur la qualité des eaux souterraines.

3.1.2.3 Fermeture

À la phase de la fermeture, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique, y compris la mobilisation des constituants solubles des sédiments, à la suite des activités de restauration du site. La sédimentation peut aussi donner lieu au dépôt de poussières.

L'effet résiduel sur la qualité de l'eau de la sédimentation due aux activités de restauration du site est jugé mineur à cause de l'intermittence des activités de restauration et leur durée relativement courte. La charge solide apportée par le dépôt de poussières fugitives à cette étape sera négligeable.

L'effet résiduel de l'accroissement des concentrations de métaux est négligeable. Même si l'apport de métaux dans les eaux de surface transportés par les poussières fugitives est considéré comme négligeable. L'infiltration de l'aire de stockage des résidus est jugé négligeable. Vu la faible perméabilité des résidus et de la roche mère sous-jacente, il est peu probable que l'infiltration atteigne la Rivière Kwé.

3.2 BASSIN VERSANT DU CREEK DE LA BAIE NORD

Les effets environnementaux résiduels sur la quantité et la qualité de l'eau douce du bassin versant du Creek de la Baie Nord après que des mesures d'atténuation auront été prises sont présentés en abrégé au tableau 4-6.

Tableau 4-6. Résumé des effets environnementaux résiduels sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité dans le bassin versant du Creek de la Baie Nord

Phase du projet	Effet Environnemental résiduel	Importance	Probabilité ¹	Emploi durable (capacité) de la ressource renouvelable ¹
Construction	Altération du débit	Mineure	s/o	s/o
	Sédimentation	Mineure	s/o	s/o
	Altération chimique	Mineure	s/o	s/o
Opérations	Altération du débit	Négligeable	s/o	s/o
	Sédimentation	Négligeable	s/o	s/o
	Altération chimique	Mineure	s/o	s/o
Fermeture	Altération du débit	Positive	s/o	s/o
	Sédimentation	Mineure	s/o	s/o
	Altération chimique	Négligeable	s/o	s/o

1 : Ces variables ne s'appliquent qu'aux effets environnementaux résiduels importants (importance modérée ou majeure). Aucune cote n'est attribuée (s/o) aux effets classés sans importance (négligeable ou mineure) ou positifs.

3.2.1 Effets résiduels sur la quantité d'eau

3.2.1.1 Construction

L'aménagement du site et la construction des diverses composantes du projet se traduiront pas des modifications secondaires des conditions du débit dans le Creek de la Baie Nord tandis que la zone riveraine sera dérangée. Ces activités ne causeront que des modifications minimales à l'ensemble du débit. Par conséquent, l'effet résiduel de l'aménagement du site et de la construction sera mineur.

3.2.1.2 Opérations

La collecte des eaux pluviales à l'intérieur de l'empreinte de l'usine de traitement en vue de répondre aux besoins des opérations réduira le débit d'environ 15 % à la décharge du bassin versant du Creek de la Baie Nord. En revanche, le débit sera augmenté par les effluents de la station d'épuration des eaux usées domestiques. Le volume de l'eau rejetée par la station d'épuration des eaux usées domestiques devrait compenser à peu près le débit soustrait aux fins de l'usine de traitement. Le ruissellement de la zone d'écoulement en amont de l'usine de traitement sera détourné autour des installations par des canaux construits et sera déversé dans le Creek de la Baie Nord immédiatement en aval.

de l'usine. Ainsi, l'effet environnemental résiduel sur la quantité d'eau à la décharge du bassin versant du Creek de la Baie Nord est jugé négligeable.

3.2.1.3 Fermeture

Pendant la fermeture du site, le profil d'écoulement naturel sera restauré. Cela aura un effet positif qui atténuera les effets négatifs antérieurs. Les systèmes de collecte de l'usine de traitement et des eaux pluviales seront retirés pour permettre le rétablissement du profil naturel d'écoulement. Il existera de petites différences entre l'état de la zone restaurée et son état antérieur, mais celles-ci ne devraient pas affecter la durabilité de la ressource. L'hydrogramme devrait refléter l'état antérieur à l'aménagement.

3.2.2 Effets résiduels sur la qualité de l'eau

3.2.2.1 Construction

À la phase de la construction, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique, y compris la mobilisation des constituants solubles des sédiments, à la suite des activités d'aménagement du site et de construction. Le dépôt de poussières fugitives donnera aussi lieu à de la sédimentation. Les concentrations d'éléments nutritifs augmenteront en raison des effluents rejetés et du lavage des résidus du dynamitage du matériau de construction extrait de la mine. Les concentrations de métaux peuvent aussi s'accroître par voie de dépôt des poussières fugitives.

L'effet résiduel de la sédimentation à la phase de la construction est considéré comme mineur, à cause des mesures d'atténuation incorporées dans les ouvrages au moment de la construction, de l'intermittence des événements de sédimentation et de leur brièveté relative. La contribution du dépôt poussiéreux à la sédimentation sera négligeable.

L'effet résiduel sur les concentrations accrues de nutriments à cause du rejet d'effluents et du lavage des résidus du dynamitage du matériau extrait de la carrière pour la construction est jugé secondaire. La quantité des concentrations de nutriments devrait être suffisamment faible pour que la capacité de dilution du creek maintienne les concentrations à un niveau inférieur à cinq fois les concentrations de caractérisation.

L'effet résiduel des concentrations accrues de métaux est négligeable, car l'apport des métaux provenant des poussières fugitives sera minime.

3.2.2.2 Opérations

À la phase des opérations, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique. La sédimentation résultera du dépôt de poussières fugitives dans le Creek de la Baie Nord. L'altération chimique surviendra sous forme de concentrations accrues de nutriments venant des effluents déversés et de concentrations de métaux accrues dues au dépôt de poussières fugitives.

L'effet résiduel de la sédimentation causée par le dépôt de poussières est jugé négligeable. L'effet résiduel des concentrations accrues d'éléments nutritifs dus au rejet de la station d'épuration est jugé mineur parce que la hausse ne sera pas supérieure à cinq fois les concentrations de caractérisation. L'effet résiduel des concentrations accrues de métaux en raison du dépôt de poussières fugitives est considéré comme négligeable. L'effet de la capacité de dilution réduite est tenu pour mineur.

3.2.2.3 Fermeture

À la phase de la fermeture, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique, y compris la mobilisation de constituants solubles des sédiments, à la suite des activités de restauration du site. Le dépôt de poussières fugitives contribuera à la sédimentation et à l'altération chimique sous forme d'augmentation des concentrations de métaux.

L'effet résiduel sur la qualité de l'eau de la sédimentation due aux activités de restauration du site est jugé mineur (sans importance) à cause de l'intermittence des activités de restauration et de leur durée relativement courte. La charge solide apportée par le dépôt de poussières fugitives à cette étape sera négligeable.

L'effet résiduel de l'accroissement des concentrations de métaux due au dépôt de poussières fugitives est considéré comme négligeable (sans importance).

3.3 BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE KADJI

Les effets environnementaux résiduels sur la quantité d'eau douce et sur sa qualité dans le bassin versant de la rivière Kadji sont présentés en résumé au tableau 4-7.

Table 4-7. Résumé des effets environnementaux résiduels sur la quantité et la qualité de l'eau douce du bassin versant de la Rivière Kadji.

Phase du projet	Effet Environnemental résiduel	Importance	Probabilité ¹	Emploi durable (capacité) de la ressources renouvelable ¹
Construction	Altération du débit	Négligeable	s/o	s/o
	Sédimentation	Mineure	s/o	s/o
	Altération chimique	Mineure	s/o	s/o
Opérations	Altération du débit	Négligeable	s/o	s/o
	Sédimentation	Négligeable	s/o	s/o
	Altération chimique	Négligeable	s/o	s/o
Fermeture	Altération du débit	Négligeable	s/o	s/o
	Sédimentation	Mineure	s/o	s/o
	Altération chimique	Négligeable	s/o	s/o

1 : Ces variables ne s'appliquent qu'aux effets environnementaux résiduels importants (importance modérée ou majeure). Aucune cote n'est attribuée (s/o) aux effets classés sans importance (négligeable ou mineure) ou positifs.

3.3.1 Effets résiduels sur la quantité d'eau

3.3.1.1 Construction

L'aménagement du site et la construction des diverses composantes du projet se traduiront pas des modifications secondaires des conditions du débit dans le bassin versant de la Rivière Kadji tandis que la zone riveraine sera perturbée. Ces activités causeront uniquement des modifications minimales à l'ensemble du débit. Par conséquent, l'effet résiduel de l'aménagement du site et de la construction sera négligeable.

3.3.1.2 Opérations

Le ruissellement de cette zone augmentera légèrement, car le pourcentage de la zone imperméable augmentera. Toutefois, vu que la base-vie se trouve dans la partie supérieure du bassin versant et que le site représente uniquement 1 % de la superficie totale du bassin de la Rivière Kadji, il n'est prévu aucune modification détectable du profil d'écoulement du bassin versant de la Rivière Kadji. L'effet environnemental résiduel provenant de l'accroissement de la zone imperméable du bassin versant de la Rivière Kadji est jugé négligeable.

Le débit des eaux souterraines ne sera que très légèrement affecté.

3.3.1.3 Fermeture

Pendant la fermeture du site, tous les bâtiments et leurs installations annexes seront enlevés, et le sol sera reprofilé afin qu'y soit rétabli le profil d'écoulement naturel. Étant donné que les conditions pendant les opérations, la base-vie étant en place, ne s'écarteront pas considérablement des conditions naturelles, aucune différence entre le profil d'écoulement avant la construction et après la fermeture n'est prévue. Par conséquent, l'effet environnemental résiduel est jugé négligeable.

3.3.2 Effets résiduels sur la qualité de l'eau

3.3.2.1 Construction

À la phase de la construction, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique, y compris la mobilisation des constituants solubles des sédiments à cause des activités d'aménagement du site et de construction. Le dépôt de poussières fugitives contribuera à la sédimentation et à l'altération chimique sous forme de concentrations accrues des métaux.

L'effet résiduel de la sédimentation à la phase de la construction est considéré comme mineur à cause de l'intermittence des phénomènes de sédimentation et de leur brièveté relative. La contribution du dépôt poussiéreux à la sédimentation sera négligeable.

L'effet résiduel sur les concentrations accrues d'éléments nutritifs est jugé secondaire. Les concentrations de composés azotés – surtout le nitrate et l'ammoniac – augmenteront en aval des zones où le matériau de la carrière a servi à la construction – c'est -à-dire pour les routes, la surface du site destiné à la base-vie. L'ampleur de ces hausses sera relativement faible et leur durée courte, car l'essentiel des résidus du dynamitage sera lavé du matériau de la carrière dès les quelques premières précipitations.

L'effet résiduel des concentrations accrues de métaux est estimé négligeable, car l'apport des métaux provenant des poussières fugitives sera minime.

3.3.2.2 Opérations

Au cours de la phase des opérations, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique. Le dépôt des poussières fugitives contribuera à la sédimentation et à l'altération chimique sous forme de concentrations accrues de métaux.

L'effet résiduel de la sédimentation due au dépôt de poussières fugitives est jugé négligeable. L'effet résiduel des concentrations accrues des métaux en raison du dépôt de la poussière fugitive est aussi jugé négligeable (sans importance).

L'altération de la qualité des eaux souterraines est négligeable.

3.3.2.3 Fermeture

À la phase de la fermeture, la qualité de l'eau sera affectée par la sédimentation et l'altération chimique, y compris la mobilisation de constituants solubles des sédiments, à la suite des activités de restauration du site. Le dépôt de poussières fugitives contribuera à la sédimentation et à l'altération chimique sous forme d'augmentation des concentrations de métaux.

L'effet résiduel sur la qualité de l'eau de la sédimentation due aux activités de restauration du site est jugé mineur à cause de l'intermittence des activités de restauration et de leur durée relativement courte. La charge solide apportée par le dépôt de poussières fugitives à cette étape sera négligeable.

L'effet résiduel de l'accroissement des concentrations de métaux dû au dépôt de poussières fugitives est considéré comme négligeable.

3.4 RECAPITULATIF DES EFFETS RESIDUELS IMPORTANTS

Les effets environnementaux résiduels susmentionnés sont résumés ci-dessous par phase de projet.

3.4.1 Construction

Il n'existera pas d'effet environnemental résiduel important sur la quantité et la qualité de l'eau douce des bassins versants du Creek de la Baie Nord ou de la Rivière Kadji pendant la construction. Par contre, la quantité d'eau douce du bassin versant de la Rivière Kwé subira fortement d'un effet environnemental résiduel si le débit devait connaître une réduction pendant le remplissage du réservoir d'eau douce. Aucun effet environnemental important sur la qualité de l'eau douce n'a été établi pour le bassin versant de la Rivière Kwé pendant les travaux de construction.

3.4.2 Opérations

Aucun effet résiduel important ne se fera sentir sur la quantité ou la qualité de l'eau douce des bassins versants du Creek de la Baie Nord et de la Rivière Kadji ou sur la qualité de l'eau douce du bassin versant de la Rivière Kwé pendant les opérations. Par contre, il y aura un effet important sur la quantité d'eau du bassin versant de la Rivière Kwé à la suite de la réduction du débit due aux besoins en eau de la mine.

Les effets résiduels sur la quantité et la qualité des eaux souterraines seront négligeables dans le bassin versant de la Rivière Kwé, et nuls dans les autres bassins versants.

3.4.3 Fermeture

La fermeture des installations ne causera aucun effet environnemental résiduel important sur la quantité et la qualité de l'eau douce des bassins versant du Creek de la Baie Nord, de la Rivière Kadji et du bassin versant de la Rivière Kwé.

Pendant la fermeture, la quantité d'eau douce du bassin versant de la Rivière Kwé bénéficiera d'un effet environnemental résiduel positif important. Une fois restaurés les sites de la mine à ciel ouvert et du bassin de rétention des résidus, le profil naturel d'écoulement se rétablira et le débit de la Rivière Kwé retrouvera son état d'avant les aménagements.