VOLUME 3

EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET

_____

CHAPITRE 6

RECIF CORALLIEN ET HABITAT DU LAGON

SOMMAIRE DU CHAPITRE

1 MILIEU EXISTANT 3

1.1 Limites de la zone d'évaluation environnementale 3

1.2 Situation actuelle 4
1.2.1 Caractéristiques physiques 4
1.2.2 Caractéristiques chimiques 6
1.2.3 Caractéristiques biologiques 6
1.2.4 Utilisation anthropique 8

2 EVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX 10

2.1 Baie de Kwé 11
2.1.1 Augmentation des sédiments 11
2.1.2 Altération de la colonne d'eau 13
2.1.3 Accumulation de métaux 13

2.2 Baie de prony 14
2.2.1 Eutrophisation 14
2.2.2 Sédimentation 14
2.2.3 Accumulation de métaux 15
2.2.4 Trafic maritime 15
2.2.5 Perte et / ou altération d'habitat sous - marin 15
2.2.6 Plan d'Urgence Maritime 16
2.2.7 Modélisation des déversements d'hydrocarbures dans la baie du Prony 17

2.3 Canal de la Havannah – Modélisation 18
2.3.1 Sédimentation 18
2.3.2 Accumulation des métaux 18
2.3.3 Perte et / ou altération d'habitat sous - marin 18
2.3.4 Modélisation - dilution de l'effluent rejeté dans le Canal de la Havannah 20
2.3.5 Dimensionnement du diffuseur 24

2.4 Impact du rejet en mer 28
2.4.1 Etat initial du milieu 28
2.4.2 Impact des MEST et de la précipitation du manganèse dissous 29
2.4.3 Mise en place d'un dispositif de surveillance 31

2.5 Autres mesures de précaution 33

3 SOMMAIRE DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX RESIDUELS 33

3.1 Construction 35

3.2 Opérations 35

3.3 Fermeture 35

RÉCIF CORALLIEN ET HABITAT DU LAGON

Dans le dossier de « La Demande d'Occupation du Domaine Public Maritime » de l'emprise du port de mer, une étude d'impact environnemental a été développée et, une enquête publique (2 septembre au 1er octobre 2002) a été ouverte. Ces même démarches ont été menées à propos du dossier de « La Demande d'Occupation du Domaine Public Maritime » pour l'émissaire des effluents liquides sur les fonds marins de la Baie Kwé et du Canal de la Havannah. Par ailleurs ces deux dossiers analysent en détails les effets de la construction de ces ouvrages.

Le présent chapitre a pour but d'expliquer les impacts environnementaux sur les eaux côtières et le lagon, liés à l'exploitation et à la fermeture des installations classées localisées. Ces impacts se traduiront par des changements dans les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de ce milieu.

Les caractéristiques physiques et chimiques comprennent : les courants de marée et ceux dus aux vents, à la structure de la colonne d'eau, aux propriétés des sédiments et à la qualité de l'eau.

Les paramètres biologiques pris en compte comprennent : le phytoplancton, le zooplancton, les invertébrés benthiques, les récifs coralliens et les poissons qui y vivent. Les baleines à bosse sont étudiées séparément au chapitre 7 de ce tome.

Les installations classées pouvant avoir un effet direct ou indirect sur ce milieu sont les zones de stockages des hydrocarbures, l'émissaire de l'effluent traité ainsi que les stations d'épuration des eaux usées. Certaines eaux de ruissellement auront également un effet sur ce milieu.

1 MILIEU EXISTANT

Les effets possibles du projet sur les communautés de récifs coralliens et l'habitat du lagon ne peuvent être examinés que dans une zone choisie et délimitée.

Les récifs coralliens ont été désignés comme un Élément Important de l'Écosystème (EIE) par rapport aux impacts potentiels des activités industrielles développées sur le site de Goro Nickel.

1.1 LIMITES DE LA ZONE D'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

La zone d'évaluation pour cette analyse est montrée sur la figure 6 -1.

Elle est divisée en trois unités définies par les caractéristiques physiques, chimiques particulières des lieux, et la nature des interactions prévues avec le projet dans chaque unité. Ces trois unités sont la Baie Kwé, la Baie du Prony – canal de Woodin et le canal de la Havannah.

Durant toute la durée du projet, il y aura des interactions entre les activités du projet et les communautés des récifs coralliens frangeant du lagon côtier.

Les données utilisées pour l'évaluation, des impacts possibles sur ce milieu proviennent des études de caractérisation présentées au TOME 3, Volume 1 et ses annexes.

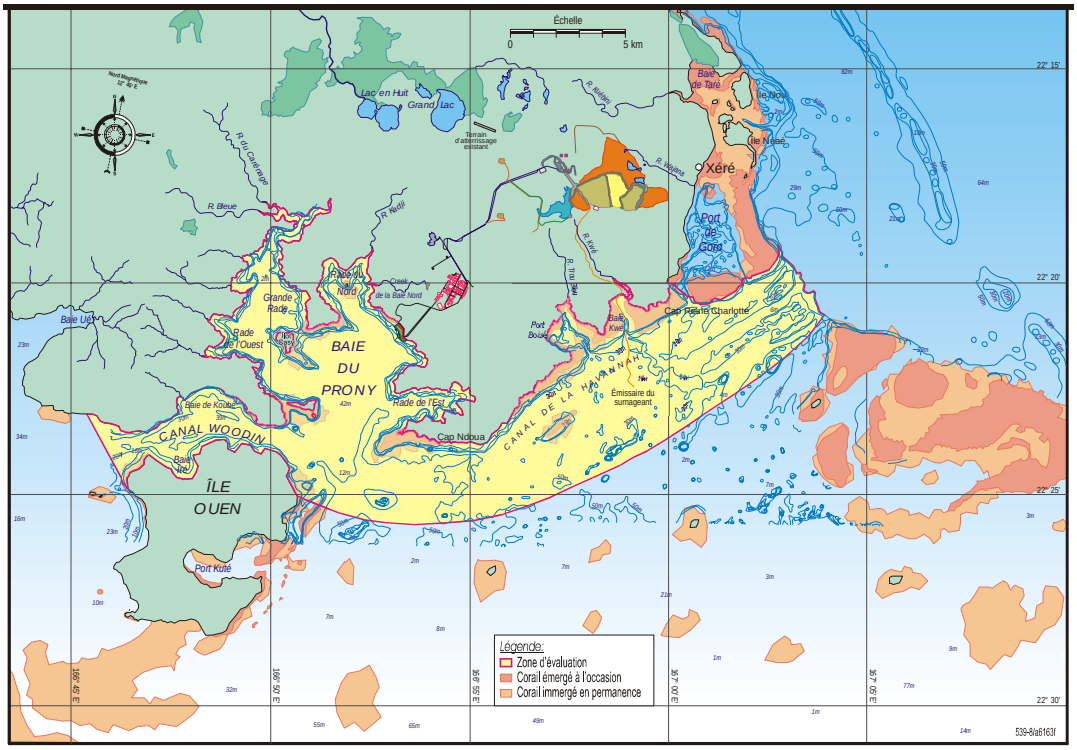

Figure 6-1. Zone d'évaluation concernant l'analyse des effets sur les récifs coralliens et l'habitat lagunaire

1.2 SITUATION ACTUELLE

Les principaux habitats du lagon se trouvent sur les côtes Est et Ouest de Grande Terre. Le lagon de la côte Sud de la Grande Terre est soumis aux influences océaniques. Un aperçu des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de l'habitat du lagon méridional est présenté ci-dessous, ainsi que l'utilisation anthropique actuelle du lagon. Une description détaillée du milieu marin est fournie au TOME 3, Volume I.

1.2.1 Caractéristiques physiques

Le récif corallien forme un anneau presque continu autour d'une grande partie de l'île de Grande Terre. Ses parties Sud et Sud - Est sont partiellement immergées.

Dans ces eaux, le fond de la mer peut être considéré comme plat depuis le rivage jusqu'à la courbe de profondeur des 100 m. Puis il tombe brusquement jusqu'à des profondeurs supérieures à 1 000 m. Le lagon côtier méridional peut donc être défini comme : le plan d'eau côtier qui s'étend du rivage jusqu'à la courbe bathymétrique des 100 m.

Cette courbe marque la limite du complexe corallien même si le lagon demeure soumis aux influences océaniques.

La partie Sud de Grande Terre présente quatre baies proches du site du projet : la Baie Kwé, le Port Boisé, le Port de Goro et la Baie du Prony. Ces baies sont reliées entre elles par des canaux : le Canal de la Havannah et le Canal Woodin (canaux Havannah - Woodin). Ceux –ci constituent la seule voie navigable empruntée par les navires longeant la partie Sud de l'île.

Divers passages et voies s'ouvrant entre les récifs et les hauts-fonds, de même que le large corridor situé dans le sud du lagon, constituent les principales routes de circulation entre le lagon et l'océan. La circulation et le mélange des eaux dans le lagon sont tributaires des marées, du vent, des rejets d'eau douce des embouchures des rivières, ainsi que des vagues et de la houle.

En général, les eaux lagunaires sont bien mélangées et les gradients verticaux de température, de salinité et de densité sont faibles ; cependant il y a été constaté la formation de couches minces de 1 m d'épaisseur.

A proximité des principales sources d'eau douce, une couche d'eau saumâtre de 1 m à 3 m d'épaisseur recouvre la couche d'eaux homogène. En général, l'eau du lagon est claire et le taux de transmission de la lumière est supérieur à 90% de sa transmissibilité dans l'air.

Le long de la côte Sud Ouest de Grande Terre, la marée est classée semi - diurne mixte. Ceci signifie qu'il y a 2 marées hautes et 2 marées basses, qui atteignent un niveau différent pendant une journée lunaire de 25 heures. La différence entre le niveau le plus élevé et le niveau le plus bas atteint est faible (inférieur à 2m). Cela donne un milieu de faible énergie même pendant le changement de marée.

Les alizés persistants qui soufflent du sud ouest pendant la majeure partie de l'année divisent la Baie du Prony en zones Est et Ouest à la hauteur du lieu dit «Pointe de l'Abattoir ». Dans la zone Est, le courant est principalement dû aux marées, tandis que dans la zone Ouest, les courants de surface sont d'origine éolienne. Les alizés du sud ouest génèrent aussi des conditions moyennes de vagues et de houle dans le secteur. Un régime de vent dont la vitesse moyenne mensuelle varie entre 9 et 12 nœuds pourrait produire des vagues de 1m de hauteur à des intervalles d'environ 4 secondes.

1.2.2 Caractéristiques chimiques

La qualité des eaux du lagon à proximité de la zone d'évaluation est comparable à celle du reste du lagon. Il n'y a pas de variation de couleur en fonction de la profondeur, en grande partie à cause de l'homogénéité de la colonne d'eau. Les apports de solides en suspension et de métaux rejetés par les rivières ont une incidence sur la qualité de l'eau près du rivage.

Les sédiments marins subissent l'impact des poussières générées par l'érosion, ainsi que celui de l'évolution naturelle des récifs coralliens (bris, effritement naturel). Mais étant à proximité du site, ils subissent celles des diverses émissions produites par l'exploitation industrielle.

En règle générale, les sédiments des zones côtières riveraines contiennent en forte proportion de matières fines d'origine terrestre, soit du limon et de l'argile hydrique - oxydes.

Par contre, les sédiments se trouvant plus loin du rivage, par exemple ceux de l'extérieur de la Baie Kwé et du Canal de la Havannah, contiennent surtout du sable corallien, bris de coquilles et d'autres débris associés aux récifs coralliens. Les procédés liés aux récifs coralliens donnent des sédiments dont la minéralogie est dominée par la présence de carbonates. La distribution des métaux dans les sédiments indique que les concentrations de métaux d'origine terrestre, comme le fer, le chrome, le manganèse et le nickel, sont plus élevées dans les estuaires que dans les zones riveraines et, qu'elles diminuent fortement avec l'éloignement. Cette répartition met en évidence l'importance de l'apport des rivières dans la distribution des métaux dans les sédiments.

1.2.3 Caractéristiques biologiques

Le lagon de la côte Sud de Grande Terre fournit un habitat aux divers ensembles de plantes et d'animaux tels que : plancton, invertébrés benthiques, requins et autres poissons, mammifères marins et tortues de mer. Il s'est développé une pêche commerciale, à coté de la pêche traditionnelle exercée par les résidents locaux.

Déclarés zones marines protégées en juin 1993, les récifs entourant l'îlot Casy et le Récif de l'Aiguille dans la Baie du Prony sont protégés contre les pressions dues à la récolte.

La figure 6 - 2 illustre un réseau trophique simplifié de l'écosystème lagunaire. Comme dans la plupart des écosystèmes marins, le phytoplancton se trouve à la base du réseau trophique du lagon, et il transforme l'énergie solaire en biomasse.

Les zones côtières tropicales, comme Grande Terre, diffèrent des systèmes tempérés parce qu'il n'y a pas de grandes différences saisonnières dans l'abondance du phytoplancton. Les producteurs primaires, peu abondants mais en nombre constant, constituent une source de nourriture pour le zooplancton. Près de la surface, l'holo - plancton (organismes dont tout le cycle biologique se déroule à l'intérieur du plancton) est abondant. Il est consommé par les poissons, tout comme le méro - plancton (formes planctoniques temporaires d'invertébrés benthiques), qui est moins abondant. Il existe une diminution progressive de la densité du zooplancton en surface depuis la côte vers le récif et du récif vers la pleine mer. Comme dans la plupart des eaux côtières, c'est une catégorie de petits crustacés connus sous le nom de copépodes qui domine en général dans le zooplancton. Les gros organismes du zooplancton comme le krill (euphausiacés) sont moins abondants mais importants pour l'alimentation de certains mammifères marins qui fréquentent les eaux au large de Grande Terre.

Les récifs coralliens et frangeants de Grande Terre présentent des caractéristiques importantes. Bien des espèces coralliennes vivent en symbiose avec une algue unicellulaire appelée Zooxanthelle. Dans cette relation, l'hôte des récifs coralliens fournit à celle-ci un milieu de vie protégé contenant les nutriments et le dioxyde de carbone dont elle a besoin. Pour sa part, le corail consomme les produits de la photosynthèse (par exemple le carbone) générés par ces algues. Le résultat le plus important de cette symbiose se manifeste par une intensification du processus de calcification chez les coraux hermatypiques (constructeurs de récifs), qui conduit à la formation du récif. Comme il y a association avec un organisme photosynthétique, les coraux hermatypiques reçoivent une quantité de lumière solaire suffisante, ce qui est un facteur déterminant de leur croissance et de leur santé globale.

La mangrove et les herbes marines représentent des habitats clés pour de nombreuses espèces marines. Ces habitats sont plus fréquents sur la côte Ouest de Grande Terre où les conditions sont propices à leur croissance. Trois genres – *Rhizophora, Bruguiera* et *Ceriops* – prédominent sur l'estran. Dans l'ensemble de l'île, il y environ 20 espèces de mangrove, toutes propres à cette région Indo - pacifique. La distribution des différentes espèces est fonction du type de substrat et de la salinité. Sur la rive Sud, la mangrove forme une ceinture ininterrompue depuis l'embouchure de la rivière Kuébini jusqu'à Port de Goro. Le reste de la côte sud compte des peuplements isolés de mangrove qui ne constituent pas des formations importantes.

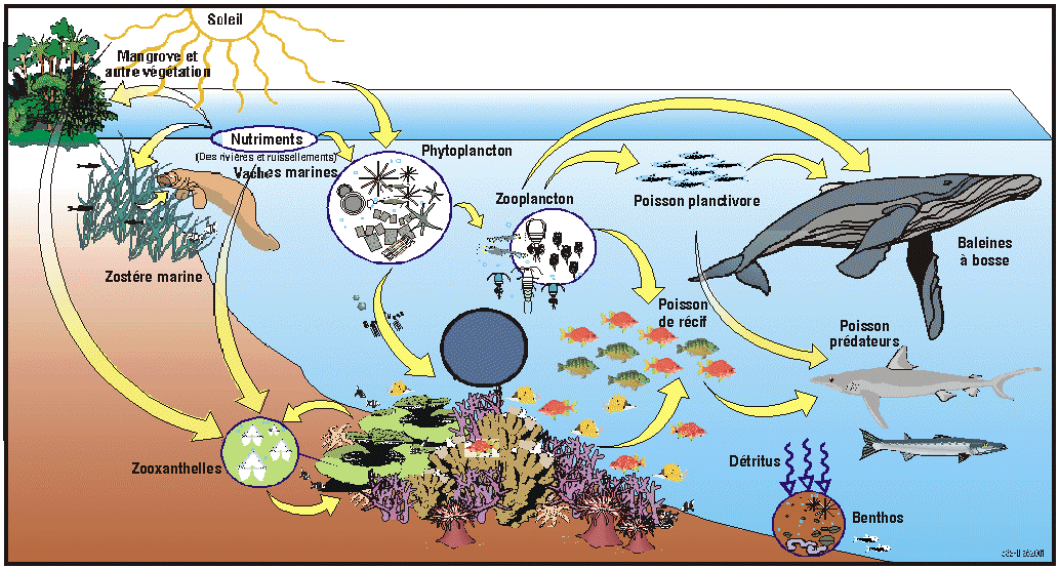

Figure 6-2. Réseau trophique simplifié de l'habitat lagunaire.

Environ 12 espèces d'herbes marines ont été répertoriées dans les eaux côtières peu profondes des baies de Grande Terre. Cependant, leur répartition précise et leur abondance ne sont pas bien documentées sauf dans la partie Ouest du lagon méridional. Les prairies d'herbes marines représentent un habitat important et une source de nourriture pour bien des organismes marins. Le dugong, mammifère aquatique herbivore semblable au lamantin (ordre des Sirenia), se nourrit principalement d'herbes marines. La dégradation des prairies d'herbes marines à cause des pressions naturelles et anthropiques, en particulier sur la côte est de Grande Terre, a soulevé certaines inquiétudes sur les effectifs des populations de dugongs. En Nouvelle - Calédonie, il n'existe que des inventaires sommaires concernant cet animal. Dans la proximité du site du projet, il n'y a qu'une seule mention documentée à propos du dugong observé lors d'une étude portant sur le récif corallien menée à Port Boisé en 1995. Des prairies d'herbes marines ont également été répertoriées, à Port Boisé, pendant cette étude. Mais cinq ans plus tard, aucune trace de celles- ci n'a été retrouvée au cours d'une autre étude menée.

À part les dugongs, environ 12 autres espèces de mammifères marins ont été répertoriées dans les eaux avoisinantes au site du projet. Les espèces de dauphins qui fréquentent régulièrement les eaux lagunaires de la Nouvelle - Calédonie comprennent : le dauphin à gros nez et le dauphin à long bec. Quant aux baleines, il a été dénombré les suivantes variétés :la baleine à bosse, le petit rorqual, et la fausse. La baleine à bosse fait l'objet d'une étude distincte au chapitre 8 suivant de même document.

1.2.4 Utilisation anthropique

Les résidents des municipalités du Mont-Dore et de Yaté utilisent régulièrement les ressources marines adjacentes à leur village (Baie de Kwé et de Port Boisé). En effet, ils s'adonnent à la pêche mais aussi à des activités récréatives. La route qui longe la côte à Port de Goro mène à l'océan. Dans la région, une pêche de subsistance visant principalement les poissons des récifs est pratiquée le long de la côte près du site du projet.

Les touristes fréquentent surtout les côtes se trouvant près de l'embouchure de la rivière Wajana. Cela est du probablement à la présence d'une chute d'eau très prisée. Dans la Baie du Prony, un hôtel construit sur l'îlot Casy est entouré d'une réserve marine où seules des activités récréatives comme la plongée autonome et la navigation peuvent être exercées. L'hôtel dispose de son propre quai avec bouées d'amarrage. Il n'est pas permis de jeter l'ancre dans la réserve marine.

Dans le village de Prony, un quai facilite l'accès aux eaux. Ce quai est un point de départ couramment utilisé par les touristes qui font de la plongée autonome à Roc Aiguille. Une source thermale sous - marine située dans la Baie du Carénage présente un autre attrait touristique recherché par les plongeurs autonomes. La présence saisonnière de baleines à bosse attire des plaisanciers venant de Nouméa. La popularité de cette activité a augmenté au cours des dernières années.

Le Canal Woodin et le Canal de la Havannah sont des voies maritimes établies qui donnent accès aux ports de la partie sud. Ces voies sont marquées par des phares et des bouées et s'étendent depuis les passages dans le récif de corail jusqu'aux ports. Les navires qui empruntent régulièrement ces voies maritimes comprennent des vraquiers, des ferries et des paquebots de croisière.

Situation future probable

Dans la zone visée par le projet, des changements naturels constants et inévitables touchent le milieu et les biocénoses. L'habitat du lagon et les récifs coralliens sont soumis à la variabilité environnementale qui a eu des effets mesurables depuis les études de caractérisation menées en 1994. Ces changements naturels continueront d'avoir une incidence, en grande partie imprévisible, que le projet soit là ou non.

Des changements planétaires sur l'environnement peuvent aussi avoir des effets sur l'habitat marin à proximité du site du projet. Par exemple, d'après le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), une hausse eustatique de 6 cm par décennie est prévue (Houghton *et al*., 1990). Il est difficile de prédire l'effet exact de cette élévation sur le milieu marin à proximité du projet, mais l'habitat devrait changer. Il est de plus en plus admis que le changement climatique provoque des changements sur l'habitat marin. Ainsi, un lien a été établi entre le recouvrement des coraux dans la partie subtropicale de l'hémisphère sud et les événements comme l'apparition du phénomène El Niño - oscillation australe (ENSO). La probabilité que ces événements apparaissent dans la zone proche du projet est la même, quelles que soient les activités du projet. Les activités anthropiques actuelles, comme la pêche, la navigation commerciale et le tourisme côtier en croissance continueront aussi de modifier l'habitat marin.

2 EVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX

L'analyse des effets environnementaux portera sur les 3 zones où seront implantées des installations classées, et durant leur phase de construction, d'exploitation et de fermeture. L'impact sur l'environnement durant la phase de construction fait partie de l'étude d'impact présentée dans la demande d'occupation du domaine publique maritime.

Les trois zones étudiées seront:

La Baie de Kwé à cause de l'installation du pipeline de l'émissaire de l'effluent traité vers le canal de la Havannah.

La Baie de Prony à cause des rejets dans le Creek de la Baie Nord des effluents liquides de la station d'épuration de la base vie, à cause des rejets de la station d'épuration du port, et enfin à cause de l'existence du stockage des hydrocarbures.

Le Canal de la Havannah à cause de l'émissaire de l'effluent traité.

Les effets attendus, durant les différentes phases de la vie du projet, sont résumés ci – après dans des tableaux pour chacune des 3 zones.

Tableau 6-1: Effets environnementaux possibles dans la Baie Kwé.

Effet environnemental possible	Phase du projet	Activités
Sédimentation	Construction	• Construction et installation du système de l'émissaire des effluents liquides • Rejet des eaux de ruissellement du site dans la rivière Kwé
	Fermeture	• Rejet des eaux de ruissellement du bassin versant de la Kwé
Modifications de la structure de la colonne d'eau et des courants	Construction	• Modification de l'apport d'eau douce dû au détournement des eaux
	Opérations	• Modification de l'apport d'eau douce
	Fermeture	• Modification de l'apport d'eau douce
Accumulation des métaux	Opérations	• Eaux de ruissellement & infiltration, résidus épaissis.
	Fermeture	• Eaux de ruissellement & infiltration, résidus épaissis.

Tableau 6-2 : Effets environnementaux possibles dans la Baie du Prony

Effet environnemental possible	Phase du projet	Activités
Sédimentation	Opérations	• Élimination des eaux traitées • Eaux de ruissellement du site industriel
	Fermeture	• Démantèlement et enlèvement des installations • Eaux de ruissellement du site industriel
Eutrophisation	Opérations	• Effluents des eaux usées
	Fermeture	• Effluents des eaux usées
Accumulation de métaux	Opérations	• Déversements accidentels dus aux opérations maritimes
Altération ou perte d'habitat	Fermeture	• Démolition des installations portuaires

Tableau 6-3: Effets environnementaux possibles dans le Canal de la Havannah

Effet environnemental possible	Phase du projet	Activités
Sédimentation	Fermeture	• Rejet des eaux de ruissellement du site par la Rivière Kwé
Accumulation de métaux	Opérations	• Rejet de l'effluent de l'usine de traitement des effluents dans le Canal de la Havannah
Altération ou Perte d'habitat	Opérations	• Déversement accidentels d'hydrocarbures
	Fermeture	• Démolition du tronçon intermédiaire

2.1 BAIE DE KWE

Les impacts du projet sur le bassin versant de la rivière Kwé sont résumés dans le tableau 6 – 1.

2.1.1 Augmentation des sédiments

Une sédimentation accrue peut influer sur la diversité, l'abondance des coraux et des communautés qu'ils abritent, en conséquence des changements intervenus dans les composantes de leur habitat : l'eau de mer et les sédiments.

Effets naturels

Les augmentations naturelles de matières en suspension totales (MEST) dans les milieux marins côtiers sont un phénomène commun et, elles résultent de divers processus comme : le ravinement naturel des sols par les eaux de pluies charriant ensuite les sédiments vers les rivières, les remontées d'eaux en milieu côtier dues à l'action des marées et des vagues. Alors, ces concentrations élevées de MEST présentes dans la colonne d'eau, peuvent aussi entraîner une diminution de productivité primaire dans les zones touchées, entraînant potentiellement une réduction de la nourriture pour le biote marin, et le zooplancton.

Eaux de ruissellement dans la mine

Pendant l'exploitation minière les eaux de ruissellement seront détournées par des fossés de contournement afin qu'elles ne lessivent pas les fronts de coupe. Ces eaux provenant des terrains naturels du bassin versant de la Kwé décanteront dans des bassins prévus à cet effet avant d'être rejetées. Donc il n'y aura pas d'apport supplémentaire de sédiment. Voir « Plan opérationnel de Gestion des Eaux de Surface – TOME – Volume 2 – Annexe 2 ».

Toutes les eaux tombant sur les zones industrielles de la mine seront récupérées et canalisées vers les bassins de décantation avant d'être rejetées dans la rivière Kwé. Voir « Plan opérationnel de Gestion des Eaux de Surface – TOME 2 – Volume 2 ». De plus, les seuls déversements d'eau du bassin versant de la Kwé proviendront du déversoir du réservoir d'eau douce et du débit environnemental. Il y aura donc très peu de sédiments entraînés par ces flux.

Les ouvrages de rétention des sédiments, y compris les fossés de drainage, les bassins de décantation et les canaux de détournement, seront mis en place dès le début de la phase de construction. Il est prévu de commencer la construction des ouvrages de rétention des sédiments au plutôt ; permettant ainsi de drainer les sédiments générés par des épisodes de fortes précipitations évitant les effets générés par des concentrations élevées de MEST et la turbidité conséquente en aval.

Pendant la phase de fermeture, le démantèlement et l'enlèvement des divers ouvrages pourraient entraîner une sédimentation temporaire et donc mineure.

Stations d'épuration des eaux vannes et usées

Pendant l'exploitation, l'effluent de la station d'épuration des eaux, usées de la base – vie, sera rejeté dans le Creek de la Baie Nord. Au point de rejet identifié et localisé, cet effluent satisfera les limites prescrites par les réglementations sanitaires applicables au site et au projet. Voir « Plan opérationnel de Gestion des Eaux de Surface – TOME 3 – Volume 2 ».

Les eaux de ruissellement non contaminées du site industriel seront rejetées directement dans le Creek de la Baie Nord. Lorsque la concentration, d'un des polluants éventuels, n'est pas conforme aux critères édictés dans le « Plan opérationnel de Gestion des Eaux de Surface » ces eaux seront pompées vers la station de traitement des effluents. De la même manière le point de rejet, dans le Creek de la Baie Nord, fera l'objet d'un suivi strict.

Emissaire construction et installations

La mise en œuvre du tronçon sous - marin de l'émissaire des effluents liquides peut provoquer une augmentation localisée de concentrations de MEST et donc du niveau de turbidité dans la Baie Kwé. Mais ces effets sur la qualité de l'eau seront temporaires. L'eau présentera la même qualité d'avant peu après la fin

des travaux. Il ne devrait donc pas y avoir de répercussion sur l'abondance, la distribution et la biodiversité des ressources marines, pour les communautés de récifs coralliens, dans la Baie Kwé ou le Canal de la Havannah.

Lors de la fermeture, l'augmentation des sédiments sera provoquée par l'enlèvement de l'émissaire à proximité du rivage et par les activités de remise en état des parties amont de la rivière Kwé. Une fois les travaux terminés cette perturbation cessera.

2.1.2 Altération de la colonne d'eau

La réduction du débit d'eau dans la baie de Kwé, provoquée par le barrage en amont, dans l'estuaire modifiera la structure de la colonne d'eau (notamment la densité, la salinité et la température) ainsi que les courants locaux. Cette diminution pourrait intensifier les intrusions d'eau salée vers le rivage et le prisme de marée (volume d'eau entrant dans l'estuaire pendant la période de marée montante d'un cycle de la marée). Ces changements soutenus dans les propriétés de la colonne d'eau et les caractéristiques des courants devraient modifier la structure des communautés des récifs coralliens de la baie pendant la durée de l'exploitation. En temps de sécheresse un débit environnemental sera maintenu pour palier la perte totale de la flore aquatique.

Cependant, même si les réductions de débit seront susceptibles d'augmenter les températures moyennes dans l'eau de l'estuaire et de la baie, les variations de température devraient se situer dans la bande normale de variation de température de l'eau de mer qui est de 6º C pour la zone d'évaluation (TOME 3, Volume 1).

A la fermeture il y aura rétablissement du débit de la rivière, qui s'accompagnera donc par la re - colonisation de l'habitat aquatique.

2.1.3 Accumulation de métaux

Durant la phase d'exploitation les eaux de ruissellement reçues par les résidus épaissis seront drainés vers un bassin de control et de sédimentation puis elles seront re - pompées vers l'usine de traitement des effluents avant d'être rejetées par l'émissaire. Donc il n'y aura aucune interférence entre ces eaux et celles de la rivière Kwé.

La concentration de métaux contenue dans les résidus épaissis est très faible. Comme pour les eaux de ruissellement, les eaux d'infiltration seront re - pompées si nécessaires et re – traitées dans la station d'épuration des effluents. Mais le volume d'eau d'infiltration attendu est nul, du au caractère imperméable de ces résidus, l'accumulation de métaux par ce biais sera négligeable.

Durant la phase de fermeture, par la configuration et le processus de re – végétalisation qui seront apportés au dépôt de résidus épaissis le sol drainera alors naturellement les eaux de ruissellement. Dans ce cas encore aucune

interférence entre les eaux de ruissellement et celles de la rivière Kwé n'est factible.

L'apport de métaux dans les eaux doit être considéré comme négligeable sinon nul.

2.2 BAIE DE PRONY

Les impacts du projet dans la Baie de Prony sont résumés dans le tableau 6 – 2.

2.2.1 Eutrophisation

Les eaux usées de la base - vie, de l'installation portuaire et du site industriel seront traitées dans une station d'épuration des effluents collectifs. Cet effluent conforme aux réglementations en vigueur sera rejeté dans le bassin versant du Creek de la Baie Nord, dont les eaux se jettent dans la Baie du Prony. Cela serait en mesure de provoquer un phénomène d'eutrophisation des eaux (enrichissement en matières nutritives) près du point de rejet. Ce phénomène induirait des changements dans la composition et l'abondance des espèces planctoniques et, par conséquences, une augmentation de la biomasse de producteurs primaires, dont la dégradation se traduirait par une hausse de la demande biologique en oxygène (DBO) des sédiments dans les secteurs touchés.

L'effluent se diluera dans le Creek de la Baie Nord, diminuant de façon importante la concentration des nutriments transportés par l'effluent avant son rejet dans la Baie du Prony. Pendant la période d'exploitation, la surveillance permanente de la conformité de la qualité du rejet permettra de mesurer la réaction du milieu marin à celui - ci. Les effets du rejet devraient être localisés et loin des récifs coralliens.

Après la fermeture de l'exploitation, les effets du rejet des effluents seront annulés.

2.2.2 Sédimentation

La construction du port et des installations annexes le long du rivage perturbera temporairement la plage et les sédiments benthiques. Même si procédures de construction restreignent le transport de matières solides à un endroit précis, ces travaux provoqueront la mise en suspension de sédiments augmentant la concentration de MEST et le degré de turbidité de la colonne d'eau.

Un panache de sédiments se formera à court terme dans ce secteur. Les invertébrés benthiques se trouvant sous ce panache seront exposés à une sédimentation accrue pendant toute la période de construction. La communauté benthique du secteur sera touchée, mais les changements seront localisés et temporaires.

Lors de la phase de fermeture, des effets similaires seront provoqués mais ils seront de moindre amplitude. Le milieu retrouvera donc son état initial dans un lapse de temps inférieur à celui requis pour atténuer les effets de la construction.

L'accostage des navires et les opérations maritimes générales se poursuivront pendant toutes les phases du projet. À proximité du port, ces activités créeront une certaine turbulence de la colonne d'eau provoquant la mise en suspension de sédiments de fond. Ce phénomène pourrait avoir des effets très localisés sur la communauté benthique dans ces secteurs. Après la fermeture du projet, tous les effets sur la communauté benthique découlant de la circulation maritime liée au projet devraient cesser.

2.2.3 Accumulation de métaux

Les activités développées dans l'installation portuaire pourraient nuire à la qualité de l'eau et des sédiments. Au fil du temps, des matières solides en suspension, des carburants, des solvants, des réactifs, des graisses, etc., associés aux opérations maritimes normales pourraient pénétrer dans l'eau et s'accumuler dans les sédiments. Les ouvrages de drainage des eaux de ruissellement du port réduiront au minimum l'apport de polluants en milieu marin. Les changements de qualité dans les sédiments à proximité du port pendant toute la durée du projet sont susceptibles de modifier la structure de la communauté benthique dans un secteur localisé. Les effets du projet sur le benthos cesseront après la fermeture.

2.2.4 Trafic maritime

Le trafic maritime généré par le port entraînera des perturbations des sédiments sans entraîner l'augmentation de ceux – ci dans la Baie. Il y aura une augmentation du bruit propagé par les différents moteurs; mais la conséquence en est très peu connue.

Lors du démantèlement des ouvrages à la fermeture il y aura une altération des habitats sous-marins colonisés durant le temps de l'exploitation. Mais une fois les activités de démolitions terminées la colonisation reprendra place.

Les procédures de gestion du port interdiront l'ancrage direct dans la Baie de Prony. Les navires s'amarreront sur des bouées flottantes prévues pour la circulation régulière dans le port. Les bouées d'amarrage seront installées loin des récifs coralliens pour atténuer les interactions entre les navires et les communautés des récifs coralliens. Avec l'application stricte des procédures de gestion prévues, les effets de la circulation maritime sur les communautés des récifs coralliens seront négligeables.

2.2.5 Perte et / ou altération d'habitat sous - marin

Les zones de stockages d'hydrocarbures, localisées sur le port dans la partie Sud, seront une source potentielle de déversement accidentel. Tous les bacs de stockage se trouveront dans un bassin de rétention dont le volume sera calculé

pour retenir 100% du volume stocké. Des équipements mobiles tels que kits d'absorption seront en permanence utilisable en cas d'accident durant une manœuvre de chargement.

Le conditionnement de tous les produits toxiques déchargés sur le port fera l'objet d'une spécification très stricte quant à son étanchéité.

L'éventualité d'un déversement accidentel est donc faible. Une modélisation de l'évolution d'une éventuelle nappe d'hydrocarbure a été développée dans l'étude de dangers.

Comme pour les autres points vulnérables un plan de suivi et de contrôle des eaux du port a été développé et sera strictement suivi. Plusieurs points de prises d'échantillons ont été convenus. Voir le « Plan opérationnel de Gestion des Eaux de Surface ».

2.2.6 Plan d'Urgence Maritime

Avant la mise en opération du port un Plan d'Urgence Maritime ou PUM sera déployé. Ce plan sera développé avec les autorités concernées et il devra satisfaire les conditions décrites par la réglementation.

Ce plan sera élaboré avec la participation du Centre de Documentation de Recherche et d'expérimentation sur les pollutions accidentelles des Eaux (CEDRE). Ce centre de recherche a été créé par une association en Bretagne suite à l'accident en 1978 de « l'Amoco Cadiz ».

Le PUM inclut les dispositions suivantes:

a) Dispositions pour informer rapidement du moindre incident.

b) Procédures d'alerte et de secours.

c) Disposition visant à coordonner les ressources nécessaires à la mise en œuvre du plan.

d) Dispositif visant à soutenir les mesures palliatives sur le site et hors du site.

e) Dispositions visant à assurer l'information du public.

2.2.7 Modélisation des déversements d'hydrocarbures dans la baie du Prony

La modélisation par ordinateur a été utilisée pour l'analyse des effets environnementaux des déversements accidentels d'hydrocarbures dans le milieu marin.

Les modèles opérationnels sont ceux utilisés en pratique dans le cas de déversements où invariablement, il existe des limites strictes concernant le temps et les données. Leurs précisions sont de premier ou de second niveau et ils font appel à des descriptions simplifiées des paramètres physiques relatifs à l'océan et aux hydrocarbures.

Cette modélisation a été développée pour la Baie Prony, en fonction des hydrocarbures transportés. La modélisation des déversements calculée est forcément hypothétique. Pour tout déversement réel, l'emplacement exact de la fuite, l'état de la mer ainsi que les propriétés physiques et chimiques des hydrocarbures seront connus.

La complexité du modèle devrait être compatible avec le niveau de données accessibles et les résultats recherchés. Pour l'évaluation du projet, il est important d'obtenir l'estimation de la superficie approximative couverte et du comportement des déversements majeurs qui pourraient se produire.

Le modèle de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), des Etats-Unis, employé aux fins du projet était le « General NOAA Oil Modeling Environment » (GNOME). GNOME est un modèle opérationnel graphique d'analyse par éléments finis que la NOAA, la garde côtière américaine et l'US EPA utilisent pour prévoir les trajectoires des déversements d'hydrocarbures et donc définir les zones qui pourraient être touchées lors de déversements.

Ce modèle est utilisé pour :

- Formation,
- Planification des mesures d'urgence,
- Contre - mesures de planification.

GNOME retrace les substances flottant à la surface et par conséquent, il est employé surtout dans le cas de liquides de densité relativement faible (par exemple hydrocarbures liquides).

En tant que modèle opérationnel, GNOME fournit des prévisions approximatives concernant les mouvements d'hydrocarbures et les vapeurs d'hydrocarbures dégagées. Dans ce modèle, la vélocité de la nappe correspond à la somme vectorielle des courants marins de surface et d'une fraction de la vélocité des vents, qui est déterminée par l'utilisateur. En général, le mazout lourd se déplace à environ 3 % de la vitesse du vent dans la direction du vent (Michel *et al.*, 1994). Les courants de surface utilisés par GNOME sont prévus à l'aide d'un modèle hydrodynamique. Les données relatives aux vents et celles relatives aux marées sont saisies directement. Les effets de la nappe de vapeurs sont simulés au moyen de coefficients empiriques fondés sur le type d'hydrocarbures, la vitesse des vents et celle des courants, ainsi qu'une estimation du rayonnement solaire en fonction de la latitude et de la saison. Pour plus de détails sur GNOME, voir NOAA (1996 et 2000).

Pour la représentation graphique des nappes de déversement : voir TOME 4 « Etudes de danger »– Volume 12 « Autres études ».

2.3 CANAL DE LA HAVANNAH – MODELISATION

L'émissaire des effluents traités issus du procédé industriel a fait l'objet d'une demande d'autorisation d'occupation du domaine public maritime, auprès des autorités compétentes en juin 2003. Dans celle - ci sont présentés les divers impacts générés pendant sa construction, son exploitation et enfin ceux générés par la fermeture du site industriel. La suite du paragraphe traite des impacts dus aux rejets durant la période de l'exploitation.

2.3.1 Sédimentation

L'augmentation de la sédimentation, due à la mise en œuvre de l'émissaire des effluents liquides, est traitée dans le paragraphe sur la Baie de Kwé.

2.3.2 Accumulation des métaux

Les caractéristiques de l'effluent traités sont présentées au tableau 6-4. L'augmentation de la concentration en métaux dans le milieu récepteur est également présentée sur ce tableau. Cette augmentation est négligeable et à la limite de détection de concentration pour les métaux lourds.

2.3.3 Perte et / ou altération d'habitat sous - marin

À une profondeur de 38 m, l'émissaire reposera simplement sur le fond de la mer. Le tracé de l'émissaire évitera les récifs frangeants de la Baie Kwé.

Pendant la phase de fermeture, la section marine de l'émissaire sera laissée sur le fond marin tandis que la section de transition (sur la plage) sera enlevée. Ces travaux créeront une perturbation localisée sur le littorale de la Baie Kwé,

provoquant à nouveau un désordre de sédiments. Goro Nickel conclut donc que l'installation de l'émissaire ne causera pas de perte substantielle d'habitat marin.

2.3.4 Modélisation - dilution de l'effluent rejeté dans le Canal de la Havannah

L'une des exigences fondamentales pour la conception et l'évaluation d'un dispositif de rejet sous - marin est la détermination du mode de dilution de l'effluent dans les eaux réceptrices. La dilution exprime un rapport volumétrique entre les eaux réceptrices et l'effluent. Il s'agit donc d'une valeur inversement proportionnelle à la concentration de l'effluent.

La modélisation par ordinateur a été utilisée pour l'analyse des effets environnementaux du rejet des effluents au travers de l'émissaire dans le milieu marin. Le lecteur est prié de voir en complément les documents suivants :

Tome 3 – volume 2 - chapitre 3	Effluents
Tome 3 – volume 2 - annexe 3	Réduction du flux de manganèse
Tome 3 – volume 2 - annexe 4	Evaluation des options de traitement pour les effluents de procédé
Tome 3 – volume 2 - annexe 5	Dimensionnement et positionnement du diffuseur
Tome 3 – volume 2 - annexe 6	Modélisation du rejet dans le Canal de la Havannah
Tome 3 – volume 3 - chapitre 5	Poissons et habitat du poisson
Tome 3 – volume 3 - chapitre 6	Récif corallien et habitat du lagon
Tome 3 – volume 3 - chapitre 7	Baleines à bosses
Tome 3 – volume 3 - annexe 2	Ecotoxicité de l'effluent
Tome 3 – volume 3 - annexe 4	Comportement du manganèse en milieu marin
Tome 3 – volume 3 - annexe 8	Plan de suivi du milieu marin

Deux études ont été nécessaires pour déterminer toutes les variables intervenant dans la dilution, dans le positionnement et de dimensionnement du diffuseur. La dilution est déterminée en premier, puis le type et les dimensions du diffuseur sont calculées.

Le tableau 6-4 met en relation les concentrations de métaux attendues dans le canal de la Havannah, suite au rejet de l'effluent avec la composition actuelle de l'eau dans le canal de la Havannah et dans l'estuaire de la rivière Kwé.

Tableau 6-4: Concentration de métaux suite à la dilution de l'effluent dans l'Océan

Paramètre	Valeurs Attendues moyennes dans l'effluent mg/L	Augmentation attendue de la concentration dans le canal de la Havannah à 20 m du diffuseur, mg/L	Concentrations dans l'estuaire de la Kwé (état initial) mg/L	Concentrations dans le canal de la Havannah mg/L (état initial)
pH	8.2 – 8.5	8	7.76 – 8.04	7.9 – 8.08
Chrome	0,05	0,00005	0,0064	0,0003
Cuivre	0,02	0,00002	0,00011	0,0003
Fer	0,02	0,00002	0,03	0,0003
Magnésium	6000	6	1 360	1 360
Manganèse	100	0,1	0,22	0,003
Nickel	0,5	0,0005	0,0124	0,00032
Phosphore total	0,5	0,0005	0,002	0,004
Sulfate	24 000	24	2 860	2 860
Zinc	0,05	0,00005	0,0005	0,0015
Cadmium	0,1	0,0001	0,00002	0,00002
Plomb	0,005	0,000005	0,0001	0,0001
MEST	10-50	0,01	480 - 1014	82 - 867
Arsenic	0,05	0,00005	0,0004	0,0015
Mercure	0,001	0,000001	0,00005	0,00005

Dilution de l'effluent

Pour ces études, Goro Nickel a retenu le CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), une organisation mondialement réputée. Trois séries d'essais ont été réalisées par le CSIRO depuis 2000 :

- Première série d'essais (juillet 2000):

  Les essais ont été réalisés pour l'eau de mer à l'aide de 3 tests à 3 niveaux trophiques différents sur des espèces tropicales : algues phytoplantiques, crustacés et poissons.

- Deuxième série d'essais (février 2002) :

  Les essais consistaient à tester les effets létaux et sublétaux de l'effluent sur la survie des coraux Stylophora Pistilla et ceux de l'activité photosynthétique de leur algue dinoflagellée symbiote Zooxanthella.

- Troisième série d'essais (mai 2003):

  Les essais chroniques marins couvraient l'inhibition de la croissance de la micro - algue tropicale, la *Nitzschia closterium*, ainsi que des essais sur plusieurs espèces de milieu tempéré y compris la germination et la division cellulaire de la macro algue *Hormosira Banksii*, le développement larvaire de la coquille St Jacques *Mimachlamys Asperrima et* de l'huître *Saccostrea Commercialis,* et la fertilisation de l'oursin comestible *Heliocidaris tuberculata*. Un résumé des résultats obtenus sur la toxicité chronique de l'effluent sur les espèces marines citées ci-dessus est présenté dans le tableau 6-5.

Tous les essais ont été effectués sur des échantillons d'effluent obtenus soit de l'usine pilote de Goro ou de l'usine mini-pilote de Inco Technical Services Limites (ITSL) à Mississauga au Canada. Ces échantillons sont considérés représentatifs de l'effluent de la future usine de Goro car ils intègrent toute la gamme de contaminant potentiels contenus dans celui-ci (ions métalliques et leurs interactions dans l'effluent et de l'impact possible sur le biote marin).

Pour tous ces essais, les protocoles employés correspondent à des protocoles OCDE ou australiens, et les espèces sont pour la plupart des espèces tropicales considérées comme représentatives de la Nouvelle Calédonie.

L'analyse des résultats de ces essais de toxicité exige le rappel de certaines définitions :

- IC/EC50 : concentration inhibitrice de l'effluent provoquant une réduction de 50% du critère d'évaluation choisi comparé à l'échantillon témoin. (plus IC50 est faible, plus l'échantillon est toxique)
- LOEC : concentration la plus faible de l'effluent entraînant un effet significatif comparé à l'échantillon témoin.
- NOEC : concentration la plus forte n'entraînant aucun effet significatif comparé à l'échantillon témoin.
- HC50 : dilution requise pour protéger 95% des espèces avec une confiance de 50% sur cette valeur en comparaison avec la valeur vraie ou réelle.

Pour la dernière série d'essais, l'objectif du CSIRO était d'évaluer la toxicité chronique de l'effluent en utilisant une variété d'espèces marines et dulcicoles sensibles. Les données de concentration sans effet observé (NOEC). Des essais de toxicité furent combinées aux données de toxicité aiguë d'essais sur la toxicité de l'effluent sur les coraux, pour calculer des dilutions 'sûres' de l'effluent dans les eaux côtières.

En utilisant la méthode de distribution statistique pour calculer les dilutions 'sûres' de l'effluent pour la protection d'au moins 95% des espèces dans le milieu marin, le CSIRO conclut qu'une dilution de l'effluent de 1:280 serait nécessaire pour minimiser l'effet sur le biote marin.

Tableau 6 – 5. Toxicité chronique de l'effluent pour le biote marin

Espèces	Critère d'évaluation de l'essai	Durée d'exposition (h)	IC/EC50 (%)	LOEC (%)	NOEC (%)
Marines					
Nitzschia closterium	Taux de croissance	72	>100	100	50
Hormosira banksii	Division cellulaire	48	61 (45-77)	25	12,5
Mimachlamys asperrima	Développement larvaire	48	19 (18-19)	-	12,5
Saccostrea commercialis	Développement larvaire	48	18 (17-19)	-	12,5
Heliocidaris tuberculata	Fertilisation	1	45 (43-46)	-	25

Calcul des dilutions « sûres » pour un rejet marin

Deux méthodes ont été utilisées par le CSIRO pour extrapoler les données des bio - essais (valeurs NOEC) afin de prédire les niveaux NOEC effectifs sur le terrain.

Pour la décharge de l'effluent en milieu marin, un **facteur de sécurité** de 10 (US EPA, 1984) est appliqué au NOEC (12,5%) de l'essai chronique le plus sensible (développement larvaire de l'huître), soit un facteur de dilution de 80 pour être en dessous de cette valeur NOEC. Si l'on se réfère aux effets aigus sur le corail, les critères d'évaluation les plus sensibles sont la mortalité, le dépouillement tissulaire et le rendement quantique du corail adulte Stylophora Pistillata avec un NOEC de 1% (facteur de dilution de 100). L'application du facteur de sécurité de 10 (recommandation US EPA) nous amène à une dilution de 1000 à 1.

Une telle approche est très conservatrice, dans le sens où elle ne tient compte que des espèces d'essai les plus sensibles et sur - estime généralement le risque. Les publications scientifiques se rapportant à ce type de dilution recommandent que les facteurs de sécurité utilisés pour les extrapolations laboratoire – à - terrain ne devraient pas excéder 10 et pourraient même être bien inférieurs.

Une autre technique de plus en plus utilisée est celle de la **technique d'extrapolation des risques** d'Aldenberg et Slob (1993). De telles approches statistiques fondées sur le risque ont été développées au cours des dix dernières années et elles sont appliquées au développement de critères de qualité de l'eau aux Etats Unis, aux Pays Bas, en Afrique du Sud, au Danemark, en Australie et en Nouvelle Zélande. Cette approche a été également recommandée par l'OCDE et a été utilisée pour calculer des valeurs guide de déclenchement pour des polluants individuels dans les Directives ANZECC/ARMCANZ (2000) australiennes et néo-zélandaises pour la qualité de l'eau de mer et de l'eau douce ; Elles ont été récemment révisées. La technique est fondée sur les calculs d'une distribution statistique de données d'écotoxicité de laboratoire et utilise un niveau de protection prédéterminé, généralement 95%.

ANZECC/ARMCANZ (2000) contient des détails supplémentaires sur la justification de cette approche.

Il est à noter que cette technique d'extrapolation des risques est plus souvent utilisée pour calculer les valeurs des produits chimiques individuels et n'est pas encore pleinement validée pour être utilisée avec des effluents complexes. Toutefois, l'évaluation directe de la toxicité (DTA) des effluents (et des eaux naturelles), est devenue prépondérante ces dernières années. Elle a été incorporée dans les procédures d'agences réglementaires dans un certain nombre de pays (ANZECC/ARMCANZ, 2000).

Les valeurs NOEC des essais marins obtenus en utilisant cette procédure d'extrapolation des risques ainsi que les valeurs NOEC obtenues précédemment par les essais de toxicité, sur les zooxanthelles coralliennes et les colonies coralliennes adultes, sont présentés au Tableau 6 - 5.

Ces dernières études d'écotoxicité ont démontré que le HC50 était de 0,36. Autrement dit un facteur de dilution de 280 à 1 doit être appliqué pour minimiser l'impact sur le biote marin.

2.3.5 Dimensionnement du diffuseur

Les études de modélisation de la dispersion des effluents dans le canal de la Havannah ont été réalisées à deux échelles d'observation différentes, l'une dans le champ proche du diffuseur, l'autre dans le champ éloigné.

Le dimensionnement du diffuseur est fondé sur les conditions de rejet correspondant à des débits maximum et minimum présentés au tableau 6-6.

Table 6 - 6 : Caractéristiques physiques des effluents rejetés

Débit	
Débit nominal- moyenne annuelle	1500 m^3/h
Débit moyen (mois pluvieux)	1700 m^3/h
Débit minimum (mois sec)	1200 m^3/h
Débit moyen utilisé pour la modélisation(*)	1900 m^3/h
Débit maximum (capacité hydraulique de l'émissaire)	3050 m^3/h
Température moyenne	24°C

(*) pour la modélisation, une majoration de 10% du débit maximum de 1700 m^3/h a été utilisé pour prendre en compte le stade préliminaire de l'avancement de l'ingénierie du projet

Ces débits sont composés de :

- l'effluent en provenance du site industriel (débit constant, flux constant de polluants)
- des eaux d'exsudation résultant des tassements des résidus épaissis (débit constant, flux constant de polluants)

- des eaux de ruissellement de l’aire de stockage des résidus (débit variable en fonction des précipitations).

Contraintes de dilution imposées

Sur la base des études de toxicité du CSIRO, Goro Nickel a engagé la société Rescan Environmental Services Ltd pour calculer et définir le type du diffuseur capable d'assurer la dilution minimale de 1000 :1 à 20 m depuis la sortie du diffuseur pour les conditions de rejet les plus pénalisantes (application du principe de précaution).

La modélisation dans le « champ proche » permet de configurer le diffuseur optimal devant satisfaire le taux de dilution de 1000 à 20 mètres du point de rejet (AIZ « Allocated Impact Zone).

Pour celle - ci on considère les plus fortes concentrations : le débit maximum de 3050 m^3/h avec une concentration de 100 mg/L de manganèse.

La modélisation dans le champ éloigné en revanche détermine le devenir des effluents sous l'influence de l'hydrodynamique du canal de la Havannah. Cette évaluation prend en considération le flux global de polluants: le cas défavorable du débit de 1900 m^3/h, avec une concentration en manganèse de 100 mg/L.

Configuration du diffuseur et modélisation numérique

Plusieurs configurations de diffuseur ont été évaluées à l'aide d'une modélisation numérique. Les scénarios choisis tiennent compte des variations de débit du rejet (mois sec - 1200m^3/h, moi humide - 1900m^3/h, et la capacité hydraulique de l'émissaire - 3050m^3/h) pour les différentes conditions hydrodynamiques du canal de la Havannah (fluctuations saisonnières des paramètres physiques de l'eau de mer (température, densité, salinité)).

Les modèles numériques actuels ne permettent pas de simuler le devenir des effluents pour l'ensemble des conditions pouvant être rencontrées lors des rejets. Georgia Institute of Technology a donc été chargé de réaliser des études de modélisation physique de la dilution dans le champ proche.

Les résultats de cette modélisation physique ont confirmé l'existence d'une relation étroite entre la dilution et la longueur du diffuseur. La configuration des orifices (orientation, espacement, taille, disposition, etc.) influence très peu la dilution comparativement à la longueur du diffuseur.

Les résultats de la modélisation physique du type de diffuseur choisi sont les suivants :

- La disposition asymétrique des orifices du diffuseur offre une dilution moins importante que dans le cas contraire : disposition symétrique.
- Pour des vitesses de courant faibles (de l'ordre de 5.4 cm/s) en milieu non stratifié les taux minimums de dilution entre 1020 et 1100 sont obtenus

- Pour des vitesses de courant de 12.5 cm/s en milieu non stratifié le diffuseur du type retenu fournit le meilleur taux de dilution.

Cette modélisation physique permet de conclure que l'objectif de dilution supérieure à 1000 à 20m sera atteint avec le type de diffuseur retenu.

Localisation du diffuseur (modélisation de la dilution en champ proche et champ éloigné)

A partir des données des courants obtenues durant la campagne du mois de novembre - décembre 2002, la société GEMS a été chargé de développer la modélisation numérique de la dilution dans le champ proche et le champ éloigné du diffuseur. Ce travail a consisté à modéliser, pour différents sites de rejet, le comportement tri-dimensionnel du panache des effluents sous l'influence des conditions météo-océanologiques du canal de la Havannah, l'objectif étant de définir l'emplacement le plus favorable du diffuseur en fonction des caractéristiques du panache et des concentrations au voisinage des sites sensibles.

Présentation des scénarios modélisés

Le panache des effluents dans le champ éloigné du diffuseur a été représenté à l'aide d'un modèle numérique développé par GEMS : PLUME3D[(4)]. Ce modèle est couplé à un modèle d'hydrodynamique, GCOM3D, qui permet de prédire le champ de vitesse des courants dans le canal en intégrant les effets de la marée, du vent, de la houle et en tenant compte des phénomènes de diffusion horizontale, de dispersion et de stratification de la colonne d'eau.

A partir des données de vent et de marée de l'année 2001, le devenir des effluents dans le champ éloigné a été étudié pour les points suivants :

- P2 - emplacement initialement proposé du diffuseur,
- P3 - point de rejet potentiel dans l'axe du diffuseur actuel,
- P1 - point de rejet situé 2 500m au nord-ouest de P2,
- P4 – emplacement au sud de P3 dans l'axe proposé pour le positionnement initial du diffuseur, et,
- P5(INERIS) – le point de rejet suggéré par l'INERIS.

Synthèse interprétative appliquée au positionnement du diffuseur

Les principales conclusions concernant l'évaluation des points de rejet étudiés, P1, P2, P3 et P4 et P5 (point INERIS), sont les suivantes :

- Les courants sont approximativement 15% plus importants au point P3 qu'au point P2 et environ 20% plus importants qu'aux points P1, P4 et P5 (point INERIS).

- Le panache généré par des rejets en P3 tend à être plus proche de l'axe central du canal de la Havannah que celui généré par des rejets en P2 ou du point de rejet recommandé par l'INERIS (P5). Les rejets entre les points P2 et P3 se concrétisent donc par une meilleure dilution des effluents et une diminution des concentrations le long des récifs frangeants.

- Pour les conditions de courants moyens (conditions normales), les concentrations en manganèse à proximité du Banc Ionontéa, Ilot Nouaré, récif de Ioro et Port Boisé seront inférieures à 0,01 mg/L.

Cette analyse démontre que le point de rejet le plus favorable est localisé entre P2 et P3 car le panache des effluents est plus canalisé vers le centre du canal de la Havannah. La dilution des effluents est alors optimisée et les risques d'impact sur la faune et la flore marine littorale sont minimisés.

2.4 IMPACT DU REJET EN MER

2.4.1 Etat initial du milieu

Il est à noter que lors des inventaires de l'état initial du milieu (novembre 2002 à janvier 2003), de fortes concentrations en matières en suspension ont été observées dans la Baie de Kwé et les eaux du canal de la Havannah. Les teneurs en M.E.S.T. mesurées dans le canal de la Havannah étaient entre 82 et 867 mg/L, et en moyenne de 350 mg/L. En surface, les valeurs variaient entre 80 et 430 mg/L et la moyenne était de 290 mg/L. Durant cette période, sur toutes les stations de mesure, les quantités les plus élevées ont été notées sur les prélèvements proches du fond (remise en suspension des éléments fins par les courants de fond). Pour la même période, la charge en MEST de la Baie Kwé était entre 480 mg/L et 1 014 mg/L

Ces relevés sont largement supérieurs à la teneur en MEST observée en période de calme éolien (échantillonnage Rescan (2000) et IRD (2004)) où les teneurs en MEST dans le canal de la Havannah étaient inférieurs à 20 mg/L (Voir Tome 3, Volume 1, Annexe 2.1 et 2.5)

Il apparaît donc une plus grande variabilité spatiale des turbidités et des MEST en fonction des conditions climatiques (précipitation, apport de MEST par cours d'eau, vents et vitesse des courants).

2.4.2 Impact des MEST et de la précipitation du manganèse dissous

L'effluent de Goro Nickel contiendra en moyenne 100 mg/L de Mn en solution et 10-50 mg/L de MEST (avec un maximum de 100 mg/L). L'augmentation de la concentration des MEST à 20 m de la sortie du diffuseur sera donc de l'ordre de 0,1 mg/L, ce qui est négligeable.

- Les matières en suspension (MEST)

  Le procédé de traitement de l'effluent proposé par Goro Nickel consiste en deux étapes consécutives de neutralisation et de sédimentation des matières en suspension. La dernière étape de sédimentation comprend un épaississeur et un clarificateur. En opération normale, ces unités permettront d'atteindre des teneurs de MEST de l'ordre de 35 à 50 mg/L, largement inférieures à 100 mg/L. Toutefois, la performance de ces unités est difficile à prévoir de par la nature très fine des MEST précipitées lors de la dernière étape de traitement (précipités de gypse de l'ordre du micron). En effet, les essais de sédimentation effectués par des unité pilotes ont donné des résultats de sédimentation très variables.

- Le manganèse dans le milieu marin

  Afin de mieux appréhender les impacts potentiels de la précipitation du manganèse à la sortie du diffuseur, Goro Nickel a lancé la réalisation d'études sur le comportement du manganèse en milieu marin et l'impact possible de sa sédimentation sur les fonds marins.

  Dans un premier temps, des essais de laboratoires avaient pour but de déterminer la fraction de manganèse dissous contenue dans l'effluent qui serait précipitée à la sortie du diffuseur, lors de la dilution rapide dans l'eau de mer. Pour simuler la plage des conditions à la sortie du diffuseur, la teneur en Mn dissous utilisée pour ces essais a été ajustée entre 25 mg/L jusqu'à 200 mg/L. Ces essais de laboratoire ont été effectués avec une dilution eau de mer/effluent de 99 :1. De plus, la composition des minéraux précipités lors de la dilution a été identifiée. Les conclusions de ces essais sont les suivantes :

- Aucune précipitation de Mn n'a été observée lorsque la teneur en Mn dissous de l'effluent est inférieure à 23 mg/L.

- Des composés minéraux de Mn sont précipités lorsque la teneur en Mn dissous du mélange dépasse 48 mg/L. Pour cette concentration en Mn dissous, la masse de Mn précipitée atteint 1,5 mg/L à la fin d'une période de 62 jours, la cinétique de précipitation étant très lente.

- Les composés de Mn précipités sont des carbonates et des oxydes de manganèse d'une granulométrie inférieure à 10 µm. Lorsque les teneurs en Mn dissous du mélange effluent/eau de mer sont supérieures à 100 mg/L, les composés précipités sont principalement des oxydes de manganèse.

Des essais de laboratoire ont permis de mieux comprendre que pour des teneurs de manganèse dissous allant de 50 mg/L à 200 mg/L dans l'effluent, la masse précipitée serait de 0,34 mg/L à 1,05 mg/L, ce qui correspond à 0,5% de la teneur dissous dans l'effluent initial.

En fait, pour le rejet en mer de l'effluent de Goro Nickel, la dilution de l'effluent sera supérieure à 1000 à la limite du champ proche du diffuseur. De plus, pour le débit moyen d'effluent de 1500 m^3/h d'effluent, le temps de séjour de l'effluent dans le champ proche du diffuseur sera inférieur à 20 minutes.

En conclusion de ces résultats, il est peu probable qu'il y ait une précipitation de manganèse à la sortie du diffuseur.

Goro Nickel a commissionné des études pour mieux comprendre et évaluer l'impact potentiel de la sédimentation de précipités de manganèse (Mn) sur les fonds marins. Les conclusions de ces études sont les suivantes :

- La forme Mn(II) ou Mn2+ est la plus soluble et donc facilement utilisable pour les organismes vivants alors que la forme Mn(IV), souvent combinée à l'oxygène sous la forme composée MnO_2 est insoluble et tend à s'associer aux colloïdes puis aux particules, devenant de la sorte moins facilement utilisable par les organismes vivants.

- L'équilibre aqueux entre les différentes spéciations est fonction des conditions physico-chimiques du milieu (concentration Mn(II), pH, température, potentiel Redox) mais aussi aux conditions d'éclairage et à l'influence des bactéries et du phytoplancton

- Dans le comportement sédimentaire, divers mécanismes biologiques ou chimiques ont été identifiés influençant la répartition entre les différentes espèces d'oxydes de manganèse. L'enfouissement « ultime » peut concerner l'espèce Mn(II) (co-précipitation de calcites) ou Mn(IV) (particules précipitées). Une portion du Mn(II) peut également être re - solubilisée par diffusion ou bioturbation.

Cependant, la dilution rapide des effluents réalisée dans la zone proche du diffuseur permet de considérer que la précipitation du manganèse sera négligeable ; le risque d'accumulation de manganèse sédimentaire dans les zones proches du diffuseur est donc faible.

Cette dilution d'un facteur 1000 permet d'atteindre des concentrations de manganèse du même ordre de grandeur que celles constatées dans la baie Kwé (soit 0,2 mg/L). Ces concentrations diminuent la cinétique des réactions chimiques et biologiques. Elles devraient amener une prédominance des phénomènes de dilution et d'évacuation (qui ont fait l'objet des modélisations) par rapport à la sédimentation ou à la bio-accumulation.

Pour confirmer ces conclusions, des suivis sont prévus en divers points choisis du Canal de la Havannah (encadrant à des distances variables la zone de rejet), dans les différents compartiments : colonne d'eau, sédiments et organismes représentatifs (poisson, bivalve).

2.4.3 Mise en place d'un dispositif de surveillance

Le programme de suivi du milieu marin est décrit au Tome 3, Volume 3, Annexe 8. La figure 8-1 présente la localisation des points de suivi dans le Canal de la Havannah.

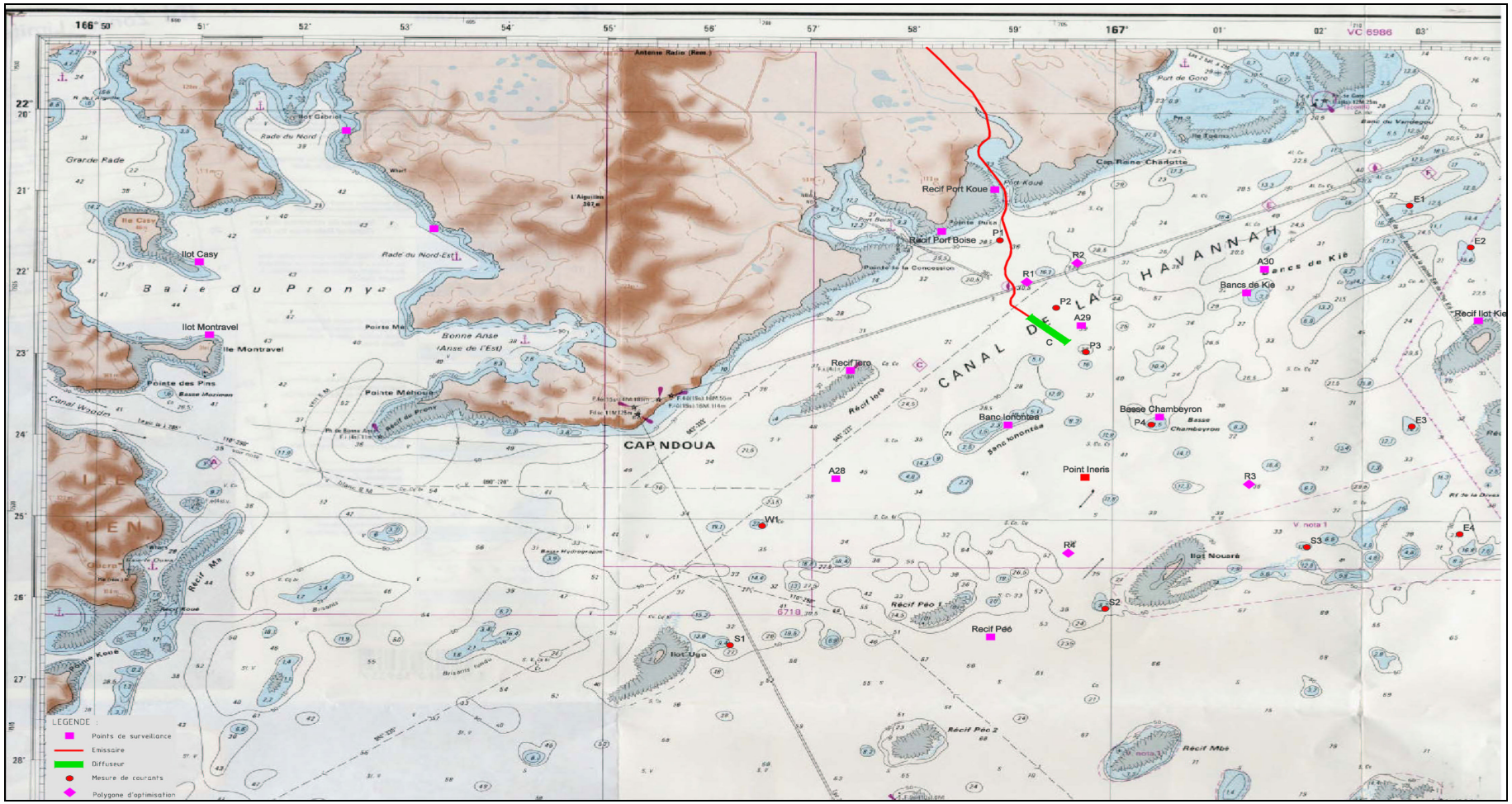

Figure 8-1 : Localisation des stations de suivi pour le milieu mari

2.5 AUTRES MESURES DE PRECAUTION

Le suivi du milieu marin permettra de vérifier que le rejet en mer des effluents n'aura aucun impact sur le récif corallien et le lagon. De plus, Goro Nickel poursuivra une veille technologique sur les procédés permettant de réduire les rejets de manganèse.

Si des impacts se profilaient au cours de l'exploitation, des traitements complémentaires seraient mis en place pour améliorer la qualité des rejets.

Les possibilités d'adjonction suivantes seront incorporées dans la conception du projet :

1) Pour la réduction des MEST :

L'agencement de l'usine de traitement des effluents prévoit que des unités de clarification ou de filtration pourraient être ajoutées ultérieurement pour réduire les matières en suspension présentes dans l'effluent si des effets notables étaient annoncés par les diverses observations menées dans le Canal de la Havannah.

2) Pour la réduction de la teneur en Manganèse de l'effluent traité :

L'agencement de l'usine de traitement des effluents permet également l'ajout d'une unité de réduction de la teneur en Manganèse (oxydation du manganèse en Mn(IV) par un mélange gazeux SO_2 /air sous pH contrôlé, précipitation et clarification) si des effets notables étaient annoncés par les diverses observations menées dans le Canal de la Havannah.

3 SOMMAIRE DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX RESIDUELS

Les activités liées au projet auront des répercussions sur de nombreux éléments de l'habitat du lagon, y compris les récifs coralliens. L'importance de ces interactions susceptibles d'avoir des effets importants a été établie selon les définitions ci – dessous.

- Un effet environnemental **résiduel majeur** (important) est celui qui peut couvrir toute la zone d'évaluation après la mise en œuvre des mesures d'atténuation et provoquer des modifications dans les paramètres relatifs à l'habitat, qui auraient pour effet de modifier l'abondance et la composition d'une communauté entière de récifs coralliens de sorte que le recrutement naturel ne permettrait pas de ramener la communauté touchée à sa situation de départ pendant plusieurs générations après la fermeture. Les polluants de l'habitat sont bio - disponibles.

- Un effet environnemental **résiduel modéré** (important) est celui qui touche un secteur localisé dans l'habitat lagunaire de la zone d'évaluation après la mise en œuvre des mesures d'atténuation et qui provoque des changements dans les paramètres relatifs à l'habitat, entraînant une modification dans l'abondance et la composition d'une partie d'une communauté de récifs coralliens de sorte que l'intégrité de la communauté se rétablira en une ou plusieurs générations après la fermeture. Les polluants de l'habitat peuvent être bio - disponibles.

- Un effet environnemental **résiduel mineur** (peu important) touche une portion de l'habitat lagunaire dans la zone d'évaluation après la mise en œuvre des mesures d'atténuation et provoque des changements dans les paramètres relatifs à l'habitat, ce qui entraîne une modification locale dans la communauté de récifs coralliens pendant une courte période sans nuire à l'intégrité de cette communauté. En général, les polluants de l'habitat ne sont pas bio - disponibles.

- Un effet environnemental **résiduel négligeable** (pas important) touche une portion de l'habitat lagunaire dans la zone d'évaluation après la mise en œuvre des mesures d'atténuation et provoque des changements dans les paramètres relatifs à l'habitat, ce qui entraîne dans la communauté de récifs coralliens une modification locale, de courte durée et analogue aux effets des changements naturels, mais sans effet environnemental sur l'ensemble de la communauté. Les polluants de l'habitat ne sont pas bio - disponibles.

Les effets environnementaux résiduels, notamment les effets environnementaux cumulatifs qui persisteront après les mesures d'atténuation, sont énumérés dans le tableau 6-7.

Tableau 6 - 7 . Sommaire des effets résiduels sur les communautés des récifs coralliens et l'habitat lagunaire.

Secteur	Phase du projet	Effets environnementaux résiduels	Importance	Probabilité d'occur-rence	Utilisation durable des ressources
	Toutes phases	Sédimentation	Mineur	n/d	n/d
Baie Kwé	Construction	Altération/ perte d'habitat	Mineur	n/d	n/d
	Opération	Modifications de la structure de la colonne d'eau et des courants	Mineur	n/d	n/d
		Accumulation de métaux	Mineur	n/d	n/d
	Fermeture	Altération d'habitat	Négligeable	n/d	n/d
Baie du Prony	Construction	Sédimentation	Mineur	n/d	n/d
		Perte d'habitat	Mineur	n/d	n/d
	Opération	Sédimentation	Mineur	n/d	n/d
		Accumulation de métaux	Négligeable	n/d	n/d
	Fermeture	Altération/ perte d'habitat	Négligeable	n/d	n/d
Canal de la Havannah	Construction	Sédimentation	Négligeable	n/d	n/d
	Opération	Accumulation de métaux	Négligeable	n/d	n/d
	Fermeture	Altération/ perte d'habitat	Négligeable	n/d	n/d

n/d : il n'y a pas de côte attribuée pour des effets considérés comme n'étant pas importants (négligeables ou mineurs).

3.1 CONSTRUCTION

Les seuls impacts sont liés à l'augmentation de la charge en matière en suspension (MEST) ce qui représente un événement ponctuel.

Des mesures de contrôles sont prises pour limiter l'entraînement de sédiment.

L'impact est donc négligeable.

3.2 OPERATIONS

Pour l'impact et l'acceptabilité du rejet dans le Canal de la Havannah de l'effluent on fait l'objet de plusieurs études et de tierce expertise. Le lecteur est prié de consulter les textes suivants :

- Tome 3, Volume 3, Annexe 5.1 – Rapport de synthèse sur l'impact du rejet en mer de l'effluent
- Tome 3, Volume 3, Annexe 5.3 – Rapport INERIS, Analyse critique de l'acceptabilité du niveau de rejet de manganèse dans le milieu marin, 17 décembre 2003

Pour la Baie du Prony, les ruissellements en provenance du Creek de la Baie Nord n'augmenteront pas la teneur en MEST à cause des mesure de contrôle en vigueur sur le site industriel. De plus, il n'y aura pas d'apport substantiel en matières nutritives dans la baie à cause de la forte dilution prévue dans le Creek de la Baie Nord.

Les impacts seront donc négligeables.

3.3 FERMETURE

Les phénomènes de sédimentation associés au démantèlement des installations devraient avoir des impacts mineurs et localisés sur le biote marin mais ces effets seront restreints et réversibles.

L'impact est donc négligeable.