



Thollot & Wantiez Consultants

Environnement et
Ressources Marines

Evaluation des impacts du projet GORO NICKEL sur les communautés biologiques marines de la baie Kwé et de la zone portuaire de Prony

La responsabilité de Thollot & Wantiez Consultants est limitée aux conclusions de ce rapport
remis à la Société A2EP

Décembre 1996

Dr Pierre Thollot - Ridet 367359.001 - B.P. 9239 - 98807 Nouméa Sud Cedex - Tel/Fax (687) 28 88 91
Dr Laurent Wantiez - Ridet 367367.001 - B.P. 219 - 98845 Nouméa Cedex - Tel/Fax (687) 27 14 47

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	2
INTRODUCTION.....	4
ETAT INITIAL	5
1. CADRE DE L'ETUDE	5
2. METHODOLOGIE	5
2.1. Stratégie d'échantillonnage	5
2.1.1. La baie Kwé.....	5
2.1.2. La zone portuaire de Prony	6
2.2. Techniques d'échantillonnage.....	6
2.2.1. La baie Kwé.....	6
2.2.2. La zone portuaire de Prony	6
2.3. Définition de la valeur environnementale des zones étudiées	6
3. CARACTERISATION ECOLOGIQUE	6
3.1. La baie Kwé.....	6
3.1.1. Synthèse des caractéristiques écologiques de la baie Kwé.....	6
3.1.2. Observations complémentaires : la mangrove	7
3.1.3. Intérêt et particularités du milieu	7
3.2. La zone portuaire de Prony (station 12)	8
3.2.1. Domaine intertidal	8
3.2.2. Domaine infratidal	9
3.2.3. Intérêt et particularités du milieu	10
3.3. Autres zones sensibles de la baie de Prony	10
EVALUATION DES IMPACTS	12
1. PRESENTATION RAPIDE DES SOURCES D'IMPACT	12
1.1. Les rejets industriels vers la baie Kwé	12
1.2. La zone portuaire en baie de Prony	12
2. EVALUATION DES IMPACTS	13

2.1. Impacts en période de construction	13
2.1.1. Impacts sur la baie Kwé	13
2.1.2. Impacts sur la zone portuaire de Prony.....	14
2.2. Impacts en période d'activité.....	14
2.2.1. Impacts sur la baie Kwé	14
2.2.2. Impacts sur la zone portuaire de Prony.....	17
2.3. Risques accidentels	19
RECOMMANDATIONS.....	20
1. MESURES D'ATTENUATION	20
1.1. Phase de construction.....	20
1.1.1. Construction du barrage sur la Kwé	20
1.1.2. Construction de la zone portuaire de Prony	20
1.1.3. Construction du site industriel et des infrastructures annexes	21
1.2. Période de fonctionnement	21
1.2.1. Rejets industriels dans la Kwé	21
1.2.2. Activités portuaires	21
2. SUIVI DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	22
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	23
FIGURES	25
TABLEAUX.....	29

INTRODUCTION

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du projet « Goro Nickel », développé par la compagnie INCO. Au stade actuel de l'étude de faisabilité du projet, menée par SNC-Lavalin (Montréal), une étude d'impact sur l'environnement a été engagée. Elle est coordonnée en Nouvelle-Calédonie par la société A2EP.

Ce rapport constitue une évaluation des impacts du projet « Goro Nickel » sur les communautés biologiques marines de la baie Kwé et de la zone portuaire en baie de Prony. Cette étude a été confiée à Thollot & Wantiez Consultants par la société A2EP (contrat A2EP RR n° 078/96) et réalisée selon les directives de SNC-Lavalin.

L'état initial des communautés biologiques marines concernées par le projet a été déterminé à partir des données recueillies dans le cadre de l'étude de caractérisation réalisée en 1994 (SLE 1995) et des résultats d'un échantillonnage complémentaire mené en 1996. Les sources d'impact sur les communautés biologiques marines ont été identifiées en confrontant les caractéristiques techniques du projet, communiquées par SNC-Lavalin, avec l'état initial. L'importance des impacts a été évaluée (intensité, étendue, durée) quand les informations nécessaires étaient disponibles. Des recommandations ont ensuite été formulées afin de limiter les effets néfastes du projet sur les communautés biologiques marines. Un programme de suivi des impacts de l'activité sur l'environnement biologique côtier a également été proposé.

ETAT INITIAL

1. CADRE DE L'ETUDE

La caractérisation biologique des milieux marins de la région de Prony susceptibles d'être affectés par le projet « Goro Nickel », réalisée en 1994, a permis d'identifier et de décrire sommairement les principaux peuplements (SLE 1995). Le principal objectif était de dégager les intérêts et les particularités des écosystèmes littoraux de cette zone afin d'émettre des recommandations pour la réalisation d'une étude d'impact.

La nécessité d'une étude d'impact approfondie permettant de caractériser avec précision ces milieux a été soulignée, les communautés biologiques de cette région restant partiellement connues. L'étude de caractérisation (SLE 1995) a montré qu'il était nécessaire de réaliser une étude écologique intégrée permettant de :

- suivre l'évolution des caractéristiques physiques et physico-chimiques du milieu ;
- inventorier précisément la flore et la faune présentes ;
- quantifier la densité et la biomasse des organismes ;
- déterminer les différentes structures des peuplements et leur fragilité ;
- suivre l'évolution des communautés biologiques.

Le présent rapport fait état de l'évaluation des impacts mais ne constitue pas une étude d'impact exhaustive. SNC-Lavalin a défini la démarche à adopter et les moyens à mettre en œuvre. La démarche retenue consiste à déterminer, à partir des données recueillies au cours de l'étude de caractérisation et des informations techniques communiquées par SNC-Lavalin, les effets potentiels du projet sur l'environnement biologique de la baie Kwé et de la zone portuaire de Prony, et proposer des mesures d'atténuation.

2. METHODOLOGIE

L'inventaire des informations bibliographiques existantes (sources, références, etc.) et la description des opérations de terrain (moyens mis en œuvre, stratégie et méthodes d'échantillonnage) ont été présentés dans l'étude de caractérisation (SLE 1995). Seules les stations supplémentaires et les nouvelles techniques d'échantillonnage sont présentées ci-après.

2.1. Stratégie d'échantillonnage

La baie Kwé (Fig. 1) est directement concernée par le projet car elle recevra des rejets industriels liés aux activités d'extraction et de transformation du minerai. Le développement du projet nécessite également la création d'une zone portuaire. Le site pressenti est situé au sud immédiat de l'actuel wharf de Prony (Fig. 1). Il sera dédié au déchargement de matières premières (soufre, calcaire, hydrocarbures et matériaux divers) et au chargement de produits finis (oxydes de nickel et carbonates de cobalt).

L'essentiel de l'effort d'échantillonnage a été consacré à la zone portuaire, le site d'implantation et le plan de l'ouvrage ayant été récemment modifiés.

2.1.1. La baie Kwé

Seul un échantillonnage qualitatif de la mangrove de l'embouchure de la Kwé, qui n'avait pas été étudié auparavant, a été réalisé le 6 décembre 1996 (Fig. 1).

2.1.2. La zone portuaire de Prony

La zone portuaire de Prony a été étudiée en suivant une stratégie d'échantillonnage approfondie permettant de caractériser avec précision le site. Un Manta Tow et un comptage en plongée (station 12) ont été réalisés le 9 mai 1996 (Fig. 1).

Des échantillonnages qualitatifs sommaires de la zone intertidale ont également été réalisés le 9 mai et le 6 décembre 1996 (Fig. 1).

2.2. Techniques d'échantillonnage

2.2.1. La baie Kwé

La mangrove de l'embouchure de la Kwé a été étudiée le 6 décembre 1996 (Fig. 1). Les espèces végétales présentes ont été recensées au cours d'un échantillonnage aléatoire direct*. De plus, des observations générales de la faune ont été réalisées.

2.2.2. La zone portuaire de Prony

Un inventaire de la faune ichthyologique, plus complet que celui réalisé lors de l'étude de caractérisation, a été effectué lors de l'échantillonnage quantitatif de l'ichtyofaune de la zone portuaire en baie de Prony (Fig. 1). Dans l'étude de caractérisation, seules les espèces d'intérêt commercial et certaines espèces indicatrices de la santé du récif (Chaetodontidae) avaient été prises en compte. Au cours de la présente étude, l'intégralité de l'ichtyofaune a été échantillonnée (comptage « tous poissons »). En revanche, la technique de comptage et les méthodes de calcul des densités et des biomasses sont identiques à celles de l'étude de caractérisation (SLE 1995).

L'échantillonnage qualitatif de la zone intertidale (Fig. 1) a été réalisé en recensant les organismes de la macroflore et la macrofaune benthiques les plus abondants.

2.3. Définition de la valeur environnementale des zones étudiées

La valeur environnementale (forte, moyenne ou faible) des zones étudiées a été définie selon les modalités définies par SNC-Lavalin. Elle prend en compte deux paramètres :

- l'intérêt écosystémique (fort, moyen ou faible) ;
- la valeur sociale (forte, moyenne ou faible).

3. CARACTERISATION ECOLOGIQUE

3.1. La baie Kwé

L'essentiel de la caractérisation de la baie Kwé a été réalisé au cours de l'étude de caractérisation (SLE 1995). Une synthèse rapide des caractéristiques des communautés biologiques marines est présentée ci-après. Elle est complétée par les résultats des observations qualitatives supplémentaires effectuées dans la mangrove de l'embouchure de la Kwé.

3.1.1. Synthèse des caractéristiques écologiques de la baie Kwé

La baie Kwé, de petite taille, est caractérisée par la présence d'un récif frangeant le long de ses faces est et ouest. La rivière Kwé se jette dans le fond de cette baie, l'estuaire se prolongeant par un chenal central qui débouche sur une passe relativement étroite, marquant l'entrée de la baie (Fig. 1). Les communautés littorales marines de la baie Kwé s'organisent en fonction de deux influences majeures, une influence estuarienne (rivière Kwé) et une influence océanique (passe de la Havanah).

L'organisation des communautés de la baie Kwé est résumée dans le Tableau 1. L'influence estuarienne se manifeste par des apports terrigènes et une dessalure. Elle se traduit, au fond de la baie (nord-ouest), par la présence d'un herbier de phanérogames se développant sur des sédiments apportés par la rivière et par l'absence de coraux vivants. Cet herbier abrite notamment un gastéropode (*Strombus luhuanus* ou sauteur), un bivalve (*Anadara scapha* ou palourde), le bossu (*Lethrinus harak*) et des rougets barbets (*Parupeneus* spp.), espèces caractéristiques de ce milieu (Laboute et Magnier 1978, Randall et al. 1990, Baron 1992).

Les apports terrigènes restent sensibles sur le bord ouest du chenal, ce qui semble indiquer un écoulement préférentiel des eaux de la Kwé selon cette direction. Cela expliquerait la présence d'une zone mixte où coexistent un herbier de phanérogames et des formations coralliennes avec de nombreuses formes massives (*Porites* sp. cf. *lutea*) au sud-ouest de la baie.

Le littoral est de la baie est protégé des vents dominants. Par conséquent, le côté est du fond de la baie (nord-est), où l'hydrodynamisme est réduit, est une zone calme propice à des dépôts de particules terrigènes fines. Un récif, caractéristique des zones turbides et envasées, est présent. Des coraux libres (*Fungia* sp.) et l'oursin diadème (*Diadema setosum*), habituels dans ce type d'habitat (Laboute et Magnier 1978, Veron 1986), y ont été observés.

L'influence estuarienne est minimale à proximité de la passe, notamment dans sa partie orientale où se développe un récif exposé à des influences océaniques (sud-est). Ce dernier est caractérisé par la présence de coraux vivants diversifiés qui constituent l'habitat d'une ichtyofaune (espèces commerciales et Chaetodontidae) riche et abondante (en densité et en biomasse). Dans la baie Kwé, la densité et la biomasse des Chaetodontidae, dont la présence est généralement liée à celle des coraux vivants, est maximale sur ce récif.

3.1.2. Observations complémentaires : la mangrove

Au cours de l'échantillonnage rapide de l'embouchure de la Kwé, la mangrove a été étudiée. C'est une formation estuarienne de petite taille. En effet, les palétuviers sont disposés le long des berges sur une épaisseur réduite, dépassant rarement 10 m. La taille des arbres est moyenne, généralement inférieure à 5 m. La mangrove est principalement composée de palétuviers à racines échasses (*Rhizophora mangle*, *Rhizophora stylosa* et leur hybride *Rhizophora selala*). Quelques palétuviers noirs, *Bruguiera gymnorhiza*, ont également été recensés ainsi que des espèces halophiles associées à la mangrove dont *Excoecaria agallocha*.

Au cours des observations réalisées dans la mangrove, les espèces colonisant habituellement les racines échasses des palétuviers ont été recensées. L'association typique d'algues rouges (*Bostrychia-Caloglossa*), des mollusques (*Littorina* sp. et *Nerita* sp.), des crustacés (cirripèdes indéterminés et crabes Grapsidae) et le gobie sauteur (*Periophthalmus* sp.) ont été observés sur les racines et les troncs des *Rhizophora*. Une seule espèce de poisson a pu être recensée en pleine eau, un Belonidae indéterminé. La turbidité élevée de l'eau, liée à de fortes précipitations dans les jours précédant l'échantillonnage, a limité la visibilité lors de l'inventaire des organismes nectoniques.

3.1.3. Intérêt et particularités du milieu

Une description de l'intérêt et de la spécificité de la baie Kwé a été réalisée dans le cadre de l'étude de caractérisation (SLE 1995). Une synthèse de ces caractéristiques est présentée ci-dessous.

La baie Kwé rassemble, sur une faible superficie, des communautés riches et diversifiées, organisées selon un gradient côte-large déterminé par l'importance relative des influences terrigènes et océaniques. Les différentes composantes de cet écosystème (mangrove, herbier et récif) interagissent entre elles et réalisent ainsi un « équilibre » dynamique, préservé d'influence anthropique majeure (Bird et al. 1981). La mangrove, située dans l'estuaire, et dans une moindre mesure l'herbier, agissent comme des filtres qui piègent une partie des particules terrigènes véhiculées par la rivière (Nair et Hashimi 1986). La charge solide dans la baie est ainsi limitée, ce qui permet aux récifs coralliens de se développer (Trescases 1969). Ces derniers constituent une barrière contre les agressions marines (houle du large, tempêtes, etc.) et limitent l'hydrodynamisme créant ainsi des conditions favorables au développement de l'herbier et de la mangrove (David 1985, Rougerie 1986). Très productifs, la mangrove et l'herbier utilisent des éléments nutritifs d'origine terrigène pour la plupart et participent à un enrichissement des eaux côtières dont profite le récif (Cintron et Schaeffer-Novelli 1983, Wiebe 1987, Parrish 1989). Les juvéniles sont particulièrement abondants dans les zones peu profondes où ils exploitent les ressources alimentaires disponibles et bénéficient d'une protection contre les prédateurs (Blaber et Blaber 1980, Cyrus 1984, Robertson et Duke 1987, Thollot 1992). La superficie réduite de cette baie et les relations qui existent entre les différentes communautés rendent cet écosystème particulièrement sensible à toute perturbation de l'environnement.

Les communautés littorales marines de la baie Kwé présentent un intérêt économique potentiel. Certaines espèces recensées au cours de cette étude peuvent être exploitées : des coraux, certains invertébrés comestibles, des holothuries et toutes les espèces de poissons prises en compte lors de l'étude de caractérisation, à l'exception des Chaetodontidae. L'importance socioculturelle de la baie Kwé semble, à première vue, limitée.

La baie Kwé, en raison de sa morphologie et de ses caractéristiques biologiques, présente une valeur écosystémique moyenne pour une valeur sociale faible. La valeur environnementale de la baie Kwé est donc moyenne.

3.2. La zone portuaire de Prony (station 12)

La station 12 est située au niveau du site d'implantation de la zone portuaire, dans le prolongement du quai dédié à l'accostage des navires de grande taille (Fig. 1). Elle a fait l'objet d'observations qualitatives dans le domaine intertidal et d'un échantillonnage approfondi du domaine infratidal (comptage « tous poissons » et Manta Tow) qui ont complété les résultats acquis au cours de l'étude de caractérisation (station 1 et Manta Tow).

Les principales caractéristiques et le profil général de la station 12 sont donnés dans le tableau 2. De la côte vers le large, les principales composantes géomorphologiques du site sont :

dans le domaine intertidal :

- une côte rocheuse, avec de gros blocs rocheux et de petites plages sableuses (Fig. 2) ;
- un platier corallien (Fig. 2) ;

dans le domaine infratidal :

- des fonds mixtes, situés entre 2 et 5 m, avec de gros blocs rocheux (Fig. 3), des accumulations de sable et de débris (Fig. 3), et des formations récifales diversifiées et abondantes (champs d'*Acropora* ; Fig. 4) ;
- un tombant en pente douce, colonisé par de nombreuses formations coralliennes (Fig. 5).

3.2.1. Domaine intertidal

Le littoral du site d'implantation du port est divisé en deux parties de longueurs équivalentes. Au nord, une plage de sable s'étend entre le wharf existant et un petit creek actuellement fermé par une barre sableuse. La macrofaune benthique endogée est très peu diversifiée. Seuls des vers annélides indéterminés ont été recensés. Au niveau du petit creek, quelques palétuviers (*Bruguiera gymnorrhiza*) et espèces halophiles associées (*Excoecaria agallocha*) ont été observés. Le littoral se poursuit vers le sud par un côte rocheuse. Les blocs rocheux sont colonisés par des huîtres (*Saccostrea* sp. cf. *cuccullata*) pouvant construire des « trottoirs » de plus de 50 cm de largeur. Des patelles (*Cellana* sp. cf. *rota*, *Cellana testudinaria* et Acmeidae cf. *Chiasacmea*) et des chitons (Polyplacophores indéterminés) sont également fixés sur les rochers. Des agrégations de bigorneaux (*Littorina scabra* et *Littorina* sp.) ont été observées dans les anfractuosités ainsi que des nérîtes (*Nerita* sp. cf. *polita* et *Nerita* sp. cf. *undata*). Quelques crabes (*Grapsus* sp. cf. *albolineatus*) et des gobies sauteurs (*Periophthalmus* sp.) se déplacent sur les blocs. Vers le sud, la taille des blocs rocheux est plus importante, de petits creeks ainsi que l'estuaire d'une petite rivière sont présents.

Vers le large, un platier de largeur variable est présent. Conformément à ce type de formation récifale frangeante et à l'anthropisation de la zone (wharf et zone d'éboulis), le pourcentage de coraux vivants est réduit et des dépôts latéritiques ont pu être observés. L'envasement diminue vers le sud de la zone qui est la moins anthropisée. Le platier abrite des espèces végétales, les plus abondantes étant des sargasses (*Sargassum* sp.). Les organismes habituels de la macrofaune benthique des platiers récifaux frangeants ont été recensés, notamment des cinq doigts (*Lambis lambis*) et des holothuries (*Holothuria atra* et *Holothuria leucospilota*).

Globalement, il semble que la diversité des communautés biologiques intertidales augmente vers le sud qui est la partie la moins anthropisée de la zone. Cette tendance générale s'applique au littoral et au platier récifal, à l'exception des sites soumis à de fortes influences terrigènes (au droit de la zone d'éboulis, des petits creeks et de l'embouchure de la rivière).

3.2.2. Domaine infratidal

Comptage en plongée (station 12)

Le transect a été disposé parallèlement à la côte, sur les fonds mixtes entre 3 et 3.5 m. Le substrat de la station est diversifié (Tab. 2). Il est constitué de corail mort (39.4 %), de sable et de débris avec quelques blocs rocheux épars. Les coraux vivants recouvrent 28 % du substrat, les principales formations étant des *Acropora* branchus. D'autres organismes colonisent les fonds : algues, éponges et alcyonaires.

La macroflore est constituée d'algues, principalement *Peyssonnelia* sp. et *Turbinaria ornata* (Tab. 2). Ces algues sont généralement fixées sur les substrats durs. Les formations coralliennes dominent les communautés animales benthiques. Elles sont abondantes, bien développées et présentent une très grande diversité de forme. Les *Acropora*, notamment les formes branchues (17.6 %), sont les mieux représentées. Des spongiaires et des alcyonaires ont été fréquemment observés fixés sur les substrats durs, à l'exception de *Spirastrella* sp. cf. *vagabunda* une éponge présente sur les fonds sableux. Quelques holothuries (*Holothuria edulis* et *Holothuria fuscopunctata*) ont également été recensées sur les fonds meubles (sables et débris).

L'ensemble de l'ichtyofaune de la station 12 est représentée par 40 espèces réparties en 11 familles (Tab. 2). La densité totale est importante (5.53 poisson m⁻²) pour une biomasse de 67.8 g m⁻². Les espèces commerciales et les Chaetodontidae (fraction de l'ichtyofaune échantillonnée durant l'étude de caractérisation) sont représentés par 21 espèces (8 familles) (Tab. 2). Elles constituent une faible part de la densité totale (16.9 %) mais l'essentiel de la biomasse (71.2 %), ces espèces étant généralement de grande taille. Un poisson demoiselle *Pomacentrus smithi* représente à lui seul 40 % des poissons recensés, ces petits poissons formant des bancs importants dans les branches d'*Acropora*. L'espèce commerciale la plus abondante est *Scarus* sp. (perroquet). Elle ne représente que 5.8 % de la densité

mais figure avec *Plectropomus leopardus* (saumonée) parmi les espèces présentant la biomasse la plus élevée. Quatre espèces de Chaetodontidae ($11.51 \cdot 10^{-2}$ poissons m^{-2} et $2.17 \text{ g } m^{-2}$) ont été recensées. Au large du transect, des champs d'*Acropora* prolifèrent et recouvrent la quasi totalité d'un tombant en pente douce, jusqu'à plus de 17 m. De nombreuses formations foliaires (*Montipora* sp. et *Turbinaria* sp.), pouvant développer des colonies géantes, apparaissent dans la partie inférieure du tombant. Des coraux libres (Fungiidae) s'entassent dans de petites dépressions du tombant. Des alcyonaires (*Sinularia* sp.) sont également présents. Les colonies coralliennes sont particulièrement développées, les branches d'*Acropora* pouvant être très fines et dépasser 2 m.

Manta Tow

Des Manta Tow ont été réalisés le long de la côte, de part et d'autre de la station 12 (Fig. 1).

Face à la zone portuaire, les fonds sont sableux avec des débris coralliens (10 à 50 % de recouvrement du fond). Les coraux vivants représentent au plus 10 % du substrat, les formations les plus importantes étant de petits champs d'*Acropora* et quelques coraux massifs. Les autres organismes benthiques recensés étaient essentiellement des algues (*Halimeda cylindracea*) présentes en faible nombre. D'importants dépôts latéritiques ont été observés au droit de la zone d'éboulis et d'un petit creek.

Dans le prolongement sud de la zone portuaire, les observations ont révélé la présence de fonds mixtes globalement comparables aux fonds échantillonnés par comptage en plongée (station 12). Toutefois, la couverture corallienne diminue vers le sud, à l'approche de l'estuaire d'une petite rivière, et à la sortie des petits creeks qui ne sont alimentés qu'après des précipitations massives. Dans les zones soumises à l'influence de ces cours d'eau, les dépôts vaseux latéritiques sont plus importants.

3.2.3. Intérêt et particularités du milieu

La zone d'implantation du port présente une importance écologique significative en raison de la spécificité de ses communautés infratidales. En effet, les formes coralliennes particulières sont le résultat des importantes influences océaniques (océan proche) et terrigènes (dessalure et sédimentation) antagonistes dans une baie vaste et profonde. Ces conditions se retrouvent dans un petit nombre de baies de Nouvelle-Calédonie. Ainsi, les branches d'*Acropora* sont particulièrement fines et élancées, ce qui leur permet de lutter contre l'envasement et de disposer de suffisamment de lumière. D'autre part, les coraux foliaires (*Turbinaria* sp.) développent des colonies géantes. Des bancs importants de *Pomacentrus smithi* sont également présents dans cette zone alors que ce poisson demoiselle est rarement observé ailleurs.

L'intérêt économique des communautés de la zone portuaire réside essentiellement dans la présence de coraux, mais aussi de bécards, d'holothuries et de poissons. La valeur socioculturelle de cette zone est liée à la présence de colonies coralliennes particulières, présentant un attrait potentiel pour la plongée sous-marine.

Le site de la future zone portuaire de Prony est localisé le long d'une bande côtière encore en partie préservée. Dans la partie sud du site d'implantation du port, une forêt dense s'étend le long du rivage et les communautés marines ne sont pas directement affectées par les apports terrigènes. En revanche, au nord, la côte est déjà anthropisée par le wharf et perturbée par la zone d'éboulis.

La zone portuaire de Prony présente donc une valeur écosystémique grande pour une valeur sociale moyenne à faible. Par conséquent, la valeur environnementale de la zone portuaire de Prony est grande.

3.3. Autres zones sensibles de la baie de Prony

D'autres zones de la baie de Prony sont susceptibles d'être affectées par le projet, notamment par le fonctionnement de la zone portuaire et le trafic maritime. Ces régions ont été étudiées lors de l'étude de caractérisation (SLE 1995).

Les communautés littorales marines de la baie s'organisent en fonction de deux influences majeures, d'une part une influence continentale, d'autre part une influence océanique (Tab. 3). La baie de Prony rassemble des communautés riches et diversifiées. Elle a, par le passé, été soumise à des exploitations forestières et minières (Bird et al. 1981) et subit encore les effets néfastes de ces activités. Répondant à de fortes contraintes environnementales (envasement et turbidité), les madrépores y développent des formes géantes et graciles qui comptent parmi les plus belles du lagon néo-calédonien.

L'intérêt économique des communautés de la Baie de Prony réside dans la présence de coraux, de gastéropodes (trocas), de bivalves (bénitiers), d'holothuries et de poissons susceptibles d'être exploités. La baie de Prony a également une valeur socioculturelle importante.

La baie de Prony, en raison de ses caractéristiques biologiques, présente une valeur écosystémique grande pour une valeur sociale grande. Par conséquent, la valeur environnementale de la baie de Prony est grande.

EVALUATION DES IMPACTS

1. PRESENTATION RAPIDE DES SOURCES D'IMPACT

1.1. Les rejets industriels vers la baie Kwé

Le fonctionnement de l'usine de traitement du minerai entraînera l'émission de rejets liquides. La composition exacte de ces rejets dépendra du niveau de leur traitement avant déversement dans la Kwé. La qualité de l'eau correspondant à des conditions d'activité maximale de l'usine avec une alimentation en eau provenant uniquement de la Kwé ou de ses affluents et à l'emploi d'un procédé de neutralisation des rejets à un pH de 10.5 pour un régime d'étiage de la rivière ($2\,700\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$) figure dans le Tableau 4 (données SNC-Lavalin). Pour certains éléments (fer, manganèse, zinc et hydrocarbures) les valeurs mentionnées correspondent à une surestimation en raison des seuils de détection ou de contraintes techniques lors de la modélisation. Ces valeurs maximales et les conditions d'étiage de la Kwé, constituant le scénario le plus défavorable pour les communautés biologiques, ont été prises en compte pour l'évaluation des impacts car elles correspondent aux concentrations les plus élevées des différents polluants.

Le bassin versant situé entre la confluence, où la dilution des rejets a été modélisée, et la baie Kwé est de petite taille. De plus, dans cette section de la rivière, aucun affluent supplémentaire ne se jette dans la Kwé. Par conséquent, la dilution vers l'aval des différents éléments rejetés a été considérée comme négligeable. Les concentrations modélisées à la confluence ont été utilisées telles quelles pour appréhender leur impact sur les communautés biologiques marines de la baie Kwé.

Le pH doit être ramené à une valeur inférieure à 9 avant rejet (une valeur ≤ 8.5 serait souhaitable, Gaujous 1993). Selon les indications communiquées par SNC-Lavalin, ces rejets ne devraient pas avoir d'effet sensible sur la salinité et les teneurs en matières en suspension dans la baie Kwé. Par conséquent, ces paramètres n'ont pas été pris en compte.

1.2. La zone portuaire en baie de Prony

Le complexe portuaire, localisé aux abords immédiats du wharf actuel (Fig. 1), représente environ $75\,000\text{ m}^2$ (Fig. 6). Deux types d'infrastructures portuaires peuvent être distingués, celles liées à l'accostage, au chargement et au déchargement des bateaux et celles concernant le stockage des matériaux bruts et des produits finis.

Deux quais de chargement-déchargement sont prévus (Fig. 6). Le plus petit sera situé entre l'actuel wharf et la pointe rocheuse au sud de celui-ci. Il sera dédié à l'accostage de bateaux de faible tonnage et au déchargement d'acide chlorhydrique et de matériaux divers. Les oxydes de nickel et les carbonates de cobalt destinés à l'exportation seront également chargés sur ce site. Le second quai sera localisé à l'extrémité sud de la zone portuaire pour accueillir des navires de grande taille (vraquiers, minéraliers et pétroliers). Les opérations de déchargement de soufre et de calcaire auront lieu sur ce quai par l'intermédiaire d'un convoyeur aérien. Les hydrocarbures seront acheminés vers les citernes de stockage par pompage.

Le stockage des différents produits sera réalisé sur place, sur une bande terrestre d'environ 150 m de large (Fig. 6). Au nord du site, des citernes d'hydrocarbures seront construites. Le soufre et le calcaire seront stockés à l'air libre.

Les navires accèderont à la baie de Prony en franchissant, selon leur provenance, la passe de la Havanah ou le canal Woodin. Les prévisions du trafic maritime sont indiquées dans le Tableau 5 (données SNC-Lavalin).

2. EVALUATION DES IMPACTS

L'étude des impacts du projet « Goro Nickel » sur les communautés biologiques marines de la baie Kwé et de la zone portuaire de Prony a été réalisée en utilisant les grilles d'évaluation des impacts environnementaux communiquées par A2EP et SNC-Lavalin.

2.1. Impacts en période de construction

2.1.1. Impacts sur la baie Kwé

Le développement du projet « Goro Nickel » ne concerne pas directement la baie Kwé. En revanche, les communautés biologiques marines de la baie Kwé sont susceptibles d'être indirectement affectées par les opérations de construction liées à la création du centre industriel et de ses infrastructures. En effet, l'implantation d'un barrage sur le cours supérieur de la Kwé et, dans une moindre mesure, la création éventuelle d'axes routiers et d'infrastructures, entraîneront des perturbations (terrassment, dévégétalisation, etc.) sur le bassin versant de la rivière. L'apport de particules dans la rivière lors de la construction du barrage et par lessivage des zones dévégétalisées provoquera des risques d'augmentation de la turbidité. Si les quantités de particules fines véhiculées sont importantes, les communautés biologiques marines de la baie pourront être affectées.

Les apports massifs d'eaux turbides auront des conséquences néfastes sur les communautés biologiques côtières. Selon les organismes affectés, l'augmentation de la turbidité se manifeste différemment :

- une modification de l'intensité lumineuse et de la qualité spectrale de la lumière peut provoquer une baisse de l'activité photosynthétique des végétaux : phytoplancton, algues et phanérogames benthiques. Cela peut alors entraîner des régressions spectaculaires d'herbiers (Thayer et al 1975). La photosynthèse des zooxanthelles, algues unicellulaires endosymbiotes des coraux, peut également diminuer. Dans ce cas, les polypes ne disposent plus de l'énergie nécessaire à la fixation du carbonate de calcium (Chalker 1981). Cette réduction générale de la production primaire affecte alors les autres niveaux trophiques (consommateurs primaires, secondaires, etc.) et entraîne une baisse globale de la productivité de l'écosystème ;
- une augmentation de la teneur en matières en suspension peut altérer le recrutement (fixation et développement) des larves, notamment celles des coraux (Tomascik et Sander 1987). Les organismes adultes peuvent également être affectés. Des teneurs en matières en suspension supérieures à 10 mg l^{-1} provoquent sur les formations coralliennes un stress, une altération de croissance, et la mortalité de certains organismes par étouffement des polypes (Pastorok et Bilyard 1985, Rogers 1990). De plus, la productivité du benthos et des poissons diminue en raison des dépenses énergétiques consacrées à lutter contre le colmatage des siphons et des branchies ;
- un phénomène d'hypersédimentation peut se produire dans les zones les plus calmes et provoquer une régression de la mangrove (Saenger et al 1983), des herbiers (Shepherd et al 1989) et des récifs coralliens. La végétation et les organismes benthiques sessiles sont partiellement ou totalement étouffés et les échanges vitaux ne peuvent plus être assurés. Dans le cas des phanérogames, le recouvrement des feuilles entraîne une baisse de l'activité photosynthétique (Clarke et Kirkman 1989) et, dans les conditions les plus néfastes, une dessiccation mortelle de la plante (Shepherd et al 1989). Une hypersédimentation peut conduire à un blanchiment du corail (expulsion des zooxanthelles). Un taux de sédimentation supérieur à $10 \text{ mg cm}^{-2} \text{ j}^{-1}$ provoque la mort de certains coraux et une limitation de la croissance des

organismes récifaux les plus résistants (Pastorok et Bilyard 1985, Rogers 1990). La recolonisation des zones envasées par les coraux est impossible, les larves ayant besoin d'un substrat dur pour se fixer. Il se produit alors une modification des communautés biologiques, les espèces vasicoles devenant prépondérantes.

Une fiche d'évaluation d'impact a été remplie (Tab. 6). Elle indique une très faible importance de l'impact environnemental en raison des techniques de construction retenues (construction à sec, détournement de la rivière, ouvrages anti-pollution).

2.1.2. Impacts sur la zone portuaire de Prony

La construction et l'aménagement de la zone de portuaire de Prony affectera les communautés biologiques marines. Deux types d'effets peuvent être envisagés. Ils concernent les sites directement touchés (zone d'emprise des travaux) et les régions indirectement menacées par les travaux (zones sous le vent ou les courants).

Effets directs

Les effets directs de la création de la zone portuaire sont liés aux opérations de remblai en zone maritime (quais, enrochements de protection, ducs d'Albe¹, etc.). Dans les zones concernées, le milieu sera détruit et toute vie aquatique disparaîtra. L'altération du site sera irréversible.

Une fiche d'évaluation d'impact a été remplie (Tab. 7). Elle indique une très forte importance de l'impact environnemental direct des travaux sur les communautés de la zone portuaire.

Effets indirects

Les effets indirects sont liés au terrassement et à la dévégétalisation des zones de stockage. De plus, le site devra être raccordé au réseau routier qui sera également réaménagé. L'ensemble des travaux pourra provoquer des apports de particules terrigènes dans le milieu marin par ruissellement ou sous forme de poussières. Ces particules pourront alors provoquer une augmentation de la turbidité et affecter les récifs coralliens proches (récif frangeant et champs d'*Acropora*). Les impacts de l'augmentation de la turbidité sur les communautés biologiques ont été décrits précédemment (cf. Evaluation des impacts § 2.1.1.).

Compte tenu de la présence d'un bassin de décantation (données SNC-Lavalin), le degré de perturbation de l'environnement sera faible. La valeur environnementale de la zone portuaire étant grande, l'intensité de l'impact devrait donc être moyenne. L'étendue de l'impact est locale pour une durée courte. Par conséquent, l'importance de l'impact indirect de la construction de la zone portuaire de Prony sur les communautés biologiques marines peut être considérée comme faible.

2.2. Impacts en période d'activité

2.2.1. Impacts sur la baie Kwé

Le fonctionnement de l'usine de traitement de minerai entraînera des rejets industriels dans la rivière Kwé. Ces rejets atteindront alors la baie Kwé. Les effets des produits rejetés sur les communautés biologiques marines varieront selon les quantités déversées, la concentration et la toxicité des différents éléments. Leur impact a été étudié à partir des résultats d'une simulation en période d'étiage (Tab. 4) (données SNC-Lavalin). Ces conditions correspondent à la situation la plus néfaste et se traduisent par des concentrations maximales en polluants.

¹ = « Mooring Dolphins »

Les risques de pollution ont été estimés en confrontant les concentrations des rejets dans la Kwé modélisés en période d'étiage, les concentrations relevées dans la baie Kwé par A2EP lors de l'étude de caractérisation et les informations recueillies dans la littérature. Une fiche d'évaluation d'impact a été remplie (Tab. 8), bien que les informations restent parcellaires. Elle indique une forte importance de l'impact environnemental de ces rejets industriels.

Eléments rejetés entraînant un risque important de pollution

Certains éléments rejetés dans la rivière présentent un risque important de pollution de la baie Kwé. Il s'agit du cuivre (Cu), du zinc (Zn) et des hydrocarbures.

Le cuivre est un élément qui peut être toxique à de faibles concentrations pour les algues, les invertébrés benthiques et les poissons (Clark 1992, Gaujous 1993). Il s'accumule dans les poissons et les organismes benthiques (Eustace 1974, Young et al 1981), notamment dans les bivalves pour lesquels le cuivre n'est pas toxique (Gaujous 1993). Les sédiments de mangrove peuvent piéger le cuivre (Mackey et Hodgkinson 1995) grâce à l'action adsorbante de la matière organique (Tam et Wong 1995, Birch 1996). Le complexe ainsi formé peut alors devenir inerte (Vasquez et al 1996). Le cuivre reste tout de même un élément toxique, notamment pendant la durée de vie larvaire de nombreux organismes (Clark 1992). Les coraux branchus sont tout particulièrement sensibles à une pollution par le cuivre. Des concentrations de l'ordre de 0.03 mg l^{-1} appliquées pendant à peine 1 h suffisent pour entraîner un blanchiment et la mort de *Montipora verrucosa* (Brown 1987). Les coraux massifs sont également affectés par une pollution par le cuivre. En effet, s'ils peuvent survivre, ils subissent alors une altération de croissance (Brown 1987). Dans le cadre des rejets industriels associés au fonctionnement de l'usine de traitement de minerai, les concentrations en cuivre arrivant dans la baie Kwé pourront être importantes (0.034 mg l^{-1}). Une partie du cuivre pourra être piégée dans le sédiment de la mangrove estuarienne. Toutefois, le risque de pollution entraînant des effets néfastes spectaculaires (blanchiment et mortalité des coraux branchus, régression des récifs coralliens) ne peut être écarté.

La toxicité du zinc est variable selon les organismes. Elle apparaît à partir de quelques mg l^{-1} (Gaujous 1993). Le zinc peut affecter le développement larvaire d'invertébrés, notamment les annélides (Clark 1992). En revanche, certains crustacés (décapodes) et les poissons semblent pouvoir réguler cet élément (Clark 1992). Le zinc est en partie assimilé (enzymes) voir stocké sous forme de granules de détoxification, en particulier chez certains bivalves (Clark 1992). Cet élément est fortement accumulé par les organismes benthiques et dans une moindre mesure par les poissons (Eustace 1974, Young et al 1981). Tout comme la plupart des métaux, le zinc est susceptible d'être adsorbé par de la matière organique et piégé dans les sédiments d'estuaires et de mangrove (Mackey et Hodgkinson 1995, Tam et Wong 1995, Badarudeen et al 1996, Birch 1996). Les rejets de zinc dans la baie Kwé sont de l'ordre de 0.5 mg l^{-1} , ce qui laisse présager des effets néfastes sur les communautés biologiques, notamment les organismes inférieurs.

La toxicité des hydrocarbures rejetés dans la Kwé dépendra, notamment, de leur composition chimique. Les composés aromatiques sont les plus toxiques (Clark 1992). L'ensemble des hydrocarbures peut affecter les organismes planctoniques et benthiques mais leurs effets les plus spectaculaires touchent le domaine intertidal (Loya et Rinkevich 1987, Clark 1992). Les hydrocarbures se concentrent à la surface de l'eau et les composés solubles diffusent dans la masse d'eau. Il est admis que des concentrations en hydrocarbures supérieures à 0.05 mg l^{-1} réduisent la photosynthèse phytoplanctonique, et qu'au delà de 0.25 mg l^{-1} le zooplancton est également affecté (Clark 1992). Les hydrocarbures lourds peuvent aussi recouvrir les organismes benthiques et le substrat, empêchant ainsi la fixation des larves. Les coraux sont sensibles à ce type de pollution et subissent des mortalités, pouvant être importantes en cas de recouvrement, ou des baisses de leurs capacités de croissance, de reproduction, etc. (Loya et Rinkevich 1987). Les hydrocarbures peuvent également affecter la mangrove et les herbiers. Les palétuviers sont particulièrement sensibles aux hydrocarbures qui bloquent leurs échanges vitaux au niveau des pneumatophores et des racines échasses. Enfin, les hydrocarbures donnent, à de très faibles concentrations, un mauvais goût à la chair des mollusques,

crustacés et poissons contaminés ce qui les rend impropres à la vente, voire à la consommation humaine. Dans le cadre de la baie Kwé, les quantités d'hydrocarbures rejetés sont importantes : environ 5 mg l⁻¹. De plus, le caractère chronique de la pollution et les conséquences sur les communautés biologiques (mangroves, herbiers et récifs coralliens) et les ressources halieutiques sont telles qu'un risque d'impact majeur doit être envisagé.

Eléments rejetés entraînant un risque de pollution indéterminé

L'absence de données bibliographiques satisfaisantes et la méconnaissance de la toxicité de certains produits déversés n'ont pas permis de statuer avec précision sur les risques de pollution associés aux rejets en aluminium (Al) et en cobalt (Co).

Des eaux fortement chargées en aluminium seront déversées dans la baie. Bien que cet élément ne soit pas considéré comme un produit très toxique (Gaujous 1993) et qu'il soit susceptible d'être piégé dans les sédiments côtiers (Alongi et al 1996), les concentrations sont telles qu'un risque de pollution ne peut être écarté.

Les quantités de cobalt arrivant dans la baie Kwé ne sont pas négligeables et dépassent très nettement les quantités mesurées en 1994 (concentrations en dessous du seuil d'analyse : 0.001 mg l⁻¹). Toutefois, le cobalt ne semble pas présenter une forte toxicité. A faible dose, il est même indispensable à la vie (Ramade 1984).

Les risques associés aux rejets en aluminium et en cobalt n'ayant pu être précisés, une attention particulière devra être consacrée au devenir de ces éléments et à leurs éventuels effets néfastes.

Eléments rejetés sans incidence environnementale majeure

Les éléments suivants ne devraient pas avoir d'incidence sur les communautés biologiques marines :

- sulfates (SO₄) ;
- calcium (Ca) ;
- silice (Si) ;
- magnésium (Mg) ;
- fer (Fe) ;
- manganèse (Mn) ;
- chrome (Cr) ;
- nickel (Ni).

Les sulfates, tout comme le calcium et la silice, sont des composants importants des eaux côtières. Les apports en SO₄ associés aux rejets industriels sont inférieurs aux quantités décelées dans la baie Kwé. Le soufre est utilisé biologiquement dans la production d'acides aminés soufrés et de protéines. Le calcium est utilisé par de nombreux organismes marins (algues calcaires, mollusques, crustacés, coraux, etc.) pour élaborer, entre autre, des structures squelettiques (coquilles, carapaces, récifs, etc.). La silice a le même type d'utilisation, notamment pour le test siliceux des foraminifères. La silice peut d'ailleurs être un facteur limitant pour ces organismes. Il existe des risques de limitation de la productivité biologique associés à un excès en sulfates (Gaujous 1993). Toutefois, ils ne sont pas susceptibles d'affecter les communautés biologiques marines de la baie Kwé.

Les apports en magnésium dus aux rejets industriels sont insignifiants. A ce titre, les risques de toxicité de MgSO₄ ou de MgCl₂ (Gaujous 1993) ne peuvent être envisagés.

Habituellement, le fer n'est pas considéré comme un produit très toxique (Clark 1992, Gaujous 1993), tout comme le manganèse (Eustace 1974). De plus, ces éléments présentent la particularité de former des complexes qui précipitent dans les estuaires. Par conséquent, ces deux éléments sont abondants dans les sédiments côtiers (Alongi et al 1996), y compris dans les sédiments de mangroves

(Badarudeen et al 1996). Même si des possibilités de relargage existent en fonction des variations du pH et des conditions d'oxydoréduction, il est probable que le fer et le manganèse soient en partie piégés dans les sédiments. Par conséquent, la toxicité du manganèse pour certains poissons (Gaujous 1993) n'est pas susceptible d'affecter l'ichtyofaune de la baie Kwé.

La toxicité du chrome est plus élevée pour les algues et les bactéries que pour les organismes supérieurs et les poissons (Gaujous 1993). Cet élément peut être très fortement accumulé par le benthos. Cependant, le devenir du chrome et son action toxique sur les organismes supérieurs reste inconnue (Young et al 1981, Mackey et Hodgkinson 1995). Généralement, le chrome s'adsorbe sur de la matière organique qui sédimente, notamment dans les estuaires et les mangroves (Mackey et Hodgkinson 1995, Alongi et al 1996, Badarudeen et al 1996).

Le nickel est un élément toxique à des concentrations supérieures à 1 mg l⁻¹ (Gaujous 1993). Les quantités déversées dans les rejets industriels sont inférieures à cette valeur. De plus, le nickel est en partie piégé dans les sédiments (Mackey et Hodgkinson 1995, Alongi et al 1996, Badarudeen et al 1996) par adsorption sur de la matière organique (Tam et Wong 1995, Birch 1996). Il est donc peu probable que des effets néfastes liés à des émissions de nickel apparaissent dans la baie Kwé si les concentrations émises dans le milieu restent faibles.

2.2.2. Impacts sur la zone portuaire de Prony

Dans le cadre de l'évaluation des impacts de l'activité de la zone portuaire sur les communautés biologiques marines, il convient de distinguer trois sources potentielles de perturbation. La première est liée aux opérations à quai (Tab. 5). La seconde correspond aux risques inhérents au stockage des différents produits sur la zone portuaire (Fig. 6). La dernière est associée à la fréquentation de la zone par un nombre important de navires (Tab. 5).

L'évaluation de ces impacts a été limitée par le manque de données courantologiques. En l'absence de ces informations, il est impossible d'apprécier les directions et les vitesses de transfert des polluants, ni les facteurs de dilution. Une fiche d'évaluation d'impact a tout de même été remplie (Tab. 9). Elle indique une importance moyenne de l'impact environnemental direct des activités portuaires.

Opérations à quai

Les risques associés au déchargement des navires diffèrent selon le type de navire, les produits transportés et le mode de déchargement.

Pour les cargos et les porte-conteneurs de moins de 10 000 t, les produits transportés seront, soit de l'acide chlorhydrique (24 000 t an⁻¹), soit des marchandises diverses (10 000 t an⁻¹). Si le conditionnement des différents produits est satisfaisant, notamment en ce qui concerne l'acide chlorhydrique, les risques de pollution liés à leur déchargement devraient être réduits.

Le déchargement du soufre et du calcaire pourra entraîner un risque de pollution du milieu marin environnant. Les quantités nécessaires au fonctionnement du site industriel sont importantes, respectivement 175 000 t an⁻¹ et 520 000 t an⁻¹, et ces produits seront acheminés vers les zones de stockage par l'intermédiaire d'un convoyeur aérien. Les opérations de transbordement, assurées par les navires, entraîneront l'émission de poussières et un risque de déversement accidentel. De plus, des émissions de poussières sont possibles lors du transport par tapis roulant. La granulométrie importante des produits convoyés (données SNC-Lavalin), laissent présager que l'émission de poussières sera limitée. Le risque le plus important est donc lié à un déversement accidentel sur le site de mouillage. Le soufre et le calcaire étant inertes, ces déversements auraient alors un effet mécanique uniquement (recouvrement et étouffement des organismes). L'aspect accidentel de la pollution et la nature du milieu affecté, la zone de mouillage étant déjà perturbée par la présence des infrastructures portuaires

et la fréquentation des navires, laissent penser que l'altération du milieu due au déchargement du soufre et du calcaire est faible.

Les hydrocarbures seront déchargés au niveau d'un terminal pétrolier et acheminés vers les cuves de stockage par pompage. Sauf accident, les risques associés à ces opérations sont liés à des problèmes de fuites et d'étanchéité. Les dispositions prises (séparateur eau - huiles et bassins de décantation) semblent adaptées à une limitation des risques et des conséquences de ce type de pollution. L'impact des rejets d'hydrocarbures a été détaillé précédemment (cf. Evaluation des impacts § 2.2.1.).

Les risques liés au chargement des produits finis, les oxydes de nickel et les carbonates de cobalt, sont très réduits. D'une part, ces produits sont inertes. D'autre part, ils sont conditionnés et transportés sous la forme de sacs ou de conteneurs, dont la manipulation présente un faible risque de déversement.

Stockage des différents produits sur la zone portuaire

Certains produits, stockés à l'air libre, seront soumis à l'action de la pluie et du vent. La granulométrie importante des particules de soufre et de calcaire exclue des émissions massives de poussières. Les particules les plus fines pourraient ruisseler avec les eaux de pluie vers le milieu marin et augmenter la turbidité des eaux côtières. La présence de bassins de décantation devrait limiter ces apports en particules. L'impact de ces ruissellements (cf. Evaluation des impacts § 2.1.1.) semble donc limité.

Les cuves destinées au stockage des hydrocarbures sont situées à l'intérieur d'un bassin étanche, relié à un séparateur eau / huile pour l'évacuation des eaux pluviales. Une attention particulière devra être consacrée à la maintenance des installations pour éviter des fuites au niveau des différents raccords.

Le ruissellement des eaux de pluie vers le domaine maritime ne peut être considéré comme une source de pollution. D'une part, la dessalure associée aux précipitations est un phénomène naturel auquel les communautés biologiques côtières sont adaptées. D'autre part, la présence de bassins de décantation permettra une réduction des apports terrigènes qui, actuellement, sont importants en cas de fortes pluies au niveau de la zone d'éboulis et des différents creeks.

Fréquentation maritime de la zone portuaire

Les prévisions communiquées par SNC-Lavalin font état de mouvements maritimes importants. Plus de 100 navires par an sont prévus, c'est-à-dire près d'un bateau tous les 3 jours. Les perturbations associées à ce trafic maritime seront liées au brassage de la masse d'eau et des fonds par les hélices, et à la pollution inhérente à la présence et au fonctionnement des navires.

La fréquentation régulière du site par un nombre important de navires de grandes tailles entraînera des perturbations des communautés benthiques, notamment les formations récifales. En effet, le brassage des hélices peut provoquer le bris des coraux branchus les plus fragiles. De plus, une remise en suspension des particules fines est envisageable. Cela provoquerait alors une augmentation de la turbidité puis une sédimentation pouvant affecter les récifs et d'autres organismes benthiques (cf. Evaluation des impacts § 2.1.1.).

Les navires à quai provoqueront inévitablement une pollution en raison du fonctionnement des moteurs, des pompes de cales, des dispositifs anti-électrolyse et des relargages passifs de peinture antirouille et anti-algues (« anti-fouling »). La situation de la zone portuaire, largement ouverte vers le large, et les durées réduites des temps à quai laissent supposer que les quantités de polluants seront dispersées rapidement. Toutefois, la fréquentation importante du port donnera à cette pollution un caractère chronique.

Si des navires en attente d'accostage doivent mouiller dans la baie de Prony, les fonds seront perturbés. L'ancre et la chaîne provoqueront des dommages sur les communautés (bris de colonies

coralliennes, remise en suspension du sédiment, etc.). Les dégradations seront les plus importantes lorsque les conditions météorologiques seront mauvaises (évitement du bateau, raclage du fond, etc.).

2.3. Risques accidentels

Le principal risque accidentel est lié au trafic maritime. En effet, en cas de naufrage, notamment d'un pétrolier, une pollution majeure (destruction mécanique et marée noire) pourrait affecter les communautés biologiques marines.

La toxicité des hydrocarbures a été évoquée précédemment (cf. Evaluation des impacts § 2.2.1.). Dans le cadre d'un naufrage, les quantités déversées dans le milieu sont telles que les risques pour les communautés biologiques sont très importants, surtout dans le domaine côtier. Les données disponibles dans la littérature indiquent que les peuplements sont fortement perturbés et que de nombreuses années sont nécessaires pour retrouver des caractéristiques écologiques proches de l'état initial (Loya et Rinkevich 1987).

Des agents dispersants peuvent être utilisés pour lutter contre des marées noires. Il s'est avéré que leur utilisation a parfois été plus néfaste que la pollution elle-même (Loya et Rinkevich 1987, Clark 1992). L'importance de leur impact dépend du type d'hydrocarbure, du milieu affecté et des communautés biologiques présentes.

RECOMMANDATIONS

1. MESURES D'ATTENUATION

1.1. Phase de construction

1.1.1. Construction du barrage sur la Kwé

Afin d'éviter les effets néfastes sur les communautés biologiques marines de la baie liés à la construction du barrage sur la Kwé, il conviendra de limiter les apports en particules et de maintenir les flux hydriques. Le barrage sera construit à sec, à l'abri de batardeaux et protégé par des ouvrages antipollution (données SNC-Lavalin). De plus, la rivière sera détournée pendant la durée des travaux (données SNC-Lavalin), ce qui limitera les perturbations induites par la construction du barrage. Certaines mesures complémentaires peuvent être prises :

- réduire la dévégétalisation des bassins versants à son strict minimum ;
- stocker, dans des zones appropriées, les matières susceptibles d'être entraînées par ruissellement ;
- procéder à une mise en eau progressive du barrage pour respecter au mieux le débit naturel de la Kwé.

D'une manière générale, les travaux de construction devront intégrer les contraintes liées aux aléas climatiques (cyclones et dépressions tropicales).

1.1.2. Construction de la zone portuaire de Prony

Les communautés biologiques directement affectées par la construction de la zone portuaire seront inévitablement détruites. Afin de limiter ces destructions, il conviendra de limiter l'étendue des zones remblayées au strict minimum nécessaire. Les déversements accidentels de matériaux devront être évités ainsi que tout remblai temporaire pour créer des zones de stockage ou des voies d'accès aux engins de terrassement. Les matériaux excédentaires issus des travaux d'excavation et de terrassement de la zone de stockage ne devront pas être rejetés dans le domaine maritime. Ils devront être évacués et stockés sur des sites où les risques de ruissellement d'eaux turbides sont nuls ou très faibles.

Lors de la réalisation des travaux (remblais, implantation des ducs d'Albe, etc.) des techniques de construction peu destructrices devront être employées. A ce titre, l'utilisation d'explosifs en milieu marin est totalement déconseillée. En ce qui concerne les remblais, un phasage des travaux adapté devra être respecté. Le choix des matériaux devra également être judicieux et éviter les particules fines susceptibles de diffuser vers le milieu marin. Des enrochements préalables aux remblaiements et l'utilisation d'un écran géotextile permettent de réduire les flux de particules et d'éviter le recouvrement et l'étouffement des organismes benthiques, notamment des coraux.

Afin de réduire les écoulements d'eau et de particules terrigènes, un réseau de collecte des eaux pluviales et de ruissellement et des bassins de décantation sont prévus (données SNC-Lavalin). Pour augmenter l'efficacité de ces mesures, il conviendra de stabiliser les talus des bassins versants dévégétalisés.

1.1.3. Construction du site industriel et des infrastructures annexes

La principale recommandation visant à limiter les effets néfastes de la construction du site industriel (usine de transformation du minerai) et de ses infrastructures annexes consiste à limiter les apports en particules terrigènes vers les cours d'eau et par conséquent le domaine maritime (cf. Recommandations § 1.1.1.).

1.2. Période de fonctionnement

1.2.1. Rejets industriels dans la Kwé

Il conviendra de réduire les quantités de polluants déversés dans la Kwé. Cette mesure est indispensable pour les éléments les plus toxiques : cuivre, zinc et hydrocarbures. Il est impossible de fixer des valeurs seuils au dessous desquelles les risques de pollution sont nuls. En effet, les informations disponibles sont limitées. De plus, il est difficile d'appréhender l'action synergique ou antagoniste de certains produits, les effets cumulatifs, la durée des périodes d'exposition, la sensibilité des différents organismes, etc. Toutefois, des concentrations en cuivre inférieures à 0.03 mg l^{-1} et 0.05 mg l^{-1} pour les hydrocarbures sont impératives dans la baie Kwé. Une limitation des apports en aluminium et en cobalt est également souhaitable pour éliminer tout risque potentiel de pollution associée aux rejets de ces produits dont la toxicité est inconnue.

Malgré les mesures déjà prévues, un procédé de piégeage ou de neutralisation des éléments toxiques plus efficace devrait être appliqué aux rejets industriels. Si les polluants sont isolés, les zones de stockage devront être sélectionnées afin d'éviter tout risque de pollution accidentelle (déversements, percolation, etc.). Le devenir de ces produits toxiques devra alors être défini (neutralisation, réutilisation industrielle, traitement, exportation, etc.).

Il est également envisageable de ne pas effectuer les rejets dans la rivière Kwé mais en pleine mer. Un rejet en eau profonde (profondeur $\geq 30 \text{ m}$) dans une zone à fort hydrodynamisme permettrait alors une dilution rapide et efficace des polluants. Les contraintes environnementales (présence de récifs coralliens, profondeur, courantologie du site d'émission, etc.) devront alors être prises en compte pour le choix du tracé et des techniques de pose de l'émissaire. Toutefois, cette mesure pourrait entraîner un fort déficit hydrique dans le cours inférieur de la Kwé. Les conséquences de ce déficit sur la faune et la flore dulçaquicoles, estuariennes et marines devront donc être appréhendées et prises en compte.

1.2.2. Activités portuaires

Dans le cadre des activités portuaires, des mesures devront être prises pour éviter les accidents de chargement et de déchargement des différents matériaux et limiter les quantités de produits susceptibles d'atteindre le domaine marin. Il conviendra de procéder à des vérifications régulières de l'étanchéité du terminal pétrolier, des conduites et des cuves d'hydrocarbures. De plus, il faudra limiter les émanations de poussières, notamment lors de la circulation des engins routiers.

Pour réduire les autres effets néfastes des navires au chargement et au déchargement, le trafic maritime devra être planifié afin de réduire le temps à quai.

Il conviendra également d'éviter les mouillages d'attente dans la baie de Prony. Si une zone de mouillage d'attente s'avère nécessaire, son emplacement devra être identifié et délimité en tenant compte des contraintes techniques (profondeur, accès, exposition, etc) et environnementales (nature du fond, proximité de formations coralliennes, etc).

Les moyens matériels (barrages flottants, etc.) et humains (personnel compétent) nécessaires en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures sont prévus (données SNC-Lavalin). Ils devront alors être aptes à intervenir dans la baie de Prony mais également sur les voies d'accès des pétroliers (passe de la Havanah et canal Woodin).

2. SUIVI DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Un suivi des principales communautés biologiques marines de la baie Kwé et de la zone portuaire de Prony devra être réalisé. Les modalités de ce suivi seront sans doute modifiées et adaptées en fonction du développement du projet. Ce suivi pourrait être entrepris de la façon suivante :

- communautés échantillonnées : mangrove, herbiers et récifs coralliens ;
- effort d'échantillonnage :
 - baie Kwé : 4 stations, l'une en mangrove, l'autre sur l'herbier et les deux dernières sur les récifs coralliens (est et ouest) ;
 - zone portuaire de Prony : 2 stations, l'une à proximité immédiate du site et l'autre dans une zone plus éloignée sous influence potentielle (sous le vent et les courants) ;
- fréquence des observations : tous les quatre mois (saison chaude, saison froide, événement climatique exceptionnel). Après deux années d'activité et dans le cas où les perturbations seraient limitées, la fréquence des observation pourra être ramenée à une campagne annuelle ;
- durée du suivi :
 - début des observations : dès le début de la phase de construction ;
 - fin des observations : après retour des communautés à un « état d'équilibre » ou réhabilitation des sites.

Le suivi permettra de détecter les perturbations majeures des communautés biologiques. Les sources de dégradation devront être identifiées. Des mesures d'atténuation pourront alors être proposées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alongi D.M., Boyle S.G., Tirendi F. Et C. Payn (1996). Composition and behaviour of trace metals in post-oxic sediments of the Gulf of Papua, Papua New Guinea. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 42 : 197-211.
- Badarudeen A., Damodaran K.T., Sajan K. Et D. Padmalal (1996). Texture and geochemistry of sediments of a tropical mangrove ecosystem, southwest coast of India. *Environm. Geol.* 27 : 164-169.
- Baron J. (1992). *Bivalves d'intérêt économique et peuplements benthiques associés sur les substrats meubles intertidaux de Nouvelle-Calédonie*. Thèse Doct. : Univ. Aix-Marseille II, Marseille (France) : 301 p.
- Birch G.F. (1996). Sediment-bound metallic contaminants in Sydney's estuaries and adjacent offshore, Australia. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 42 : 31-44.
- Bird E.C.F., Dubois J.P. et J. Iltis (1981). *The impacts of opencast mining on the rivers and coasts of New Caledonia*. NRTS-25/UNEP-505 : 53 p.
- Blaber S.J.M. et T.G. Blaber (1980). Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish Biol.* 17 : 143-162.
- Brown B.E. (1987). Heavy metals pollution on coral reefs. In : *Human Impacts on Coral Reefs : Facts and Recommendations*. Salvat B. Ed., Antenne Muséum EPHE, Moorea (Polynésie Française) : 119-134.
- Chalker B.E. (1981). Simulating light-saturation curves for photosynthesis and calcification by reef-building corals. *Mar. Biol.* 63 : 135-141.
- Cintron G. et Schaeffer-Novelli Y. (1983). Mangrove forests : ecology and response to natural and man induced stressors. *UNESCO Rep. Mar. Sci.* 23 : 87-113.
- Clark R.B. (1992). *Marine pollution. Third edition*. Clarendon Press, Oxford (Royaume Uni) : 172 p.
- Clarke S.M. et H. Kirkman (1989). Chapter 11 : Seagrass dynamics. In : *Biology of Seagrasses*. Larkum A.W.D., McComb A.J. et S.A. Shepherd Eds., Aquatic Plant Stud. 2 : Elsevier, Amsterdam (Hollande) : 304-344.
- Cyrus P. (1984). *The influence of turbidity on fish distribution in Natal estuaries*. Ph. D. Thesis : University of Natal, Pietermaritzburg (Afrique du Sud) : 202 p.
- David G. (1985). *Pêche de subsistance et milieu naturel : les mangroves de Vanuatu et leur intérêt halieutique*. Notes et Documents d'Océanographie. Mission ORSTOM de Port-Vila (Vanuatu), 13 : 67 p.
- Eustace I.J. (1974). Zinc, cadmium, copper and manganese in species of finfish and shellfish caught in the Derwent Estuary, Tasmania. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 25 : 209-220.
- Gaujous D. (1993). *La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire*. Tech. & Doc., Lavoisier, Paris (France), 212 p.
- Laboute P. et Y. Magnier (1978). *Guide sous-marin de Nouvelle-Calédonie*. Ed. du Pacifique, Papeete (Polynésie Française) : 160 p.
- Loya Y. et B. Rinkevich (1987). Effects of petroleum hydrocarbons on corals. In : *Human Impacts on Coral Reefs : Facts and Recommendations*. Salvat B. Ed., Antenne Muséum EPHE, Moorea (Polynésie Française) : 91-102.
- Mackey A.P. et M.C. Hodgkinson (1995). Concentrations and spatial distribution of trace metals in mangrove sediments from the Brisbane River, Australia. *Environm. Poll.* 90 : 181-186.
- Nair R.R. et Hashimi N.H. (1986). Influence of estuaries on shelf sediment texture. *J. Coast. Res.* 2 : 199-203.
- Parrish J. D. (1989). Fish communities of interacting shallow-water habitats in tropical oceanic regions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 58 : 143-160.
- Pastorok R.A. et G.R. Bilyard (1985). Effects of sewage pollution on coral reef communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 21 : 175-189.
- Ramade F. (1984). *Éléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. McGraw Hill, Paris : 397 p.
- Randall J.E., Allen G.R. et R.C. Steene (1990). *Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea*. Grawford House Press, Bathurst (Australie) : 507 p.
- Robertson A.I. et N.J. Duke (1987). Mangroves as nursery sites : comparisons of the abundance and species of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Mar. Biol.* 96 : 193-205.
- Rougerie F. (1986). *Le lagon Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie : spécificité hydrologique, dynamique et productivité*. Etudes et Thèses : ORSTOM, Paris (France) : 233 p.
- Rogers C.S. (1990). Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62 : 185-202.
- Saenger P., Hegerl E.J. et J.S.D. Davie (1983). Global status of mangrove ecosystems. *The Environmentalist* 3 suppl. 3 : 88p.
- Shepherd S.A., McComb A.J., Bulthuis D.A., Neverauskas V., Steffensen D.A. et R. West (1989). Chapter 12 : Decline of seagrasses. In : *Biology of Seagrasses*. Larkum A.W.D., McComb A.J. et S.A. Shepherd Eds., Aquatic Plant Stud. 2 : Elsevier, Amsterdam (Hollande) : 346-393.
- SLE 1995. *Projet Goro Nickel, Nouvelle-Calédonie. Etude de caractérisation de l'environnement*. Rapp. SNC-Lavalin/INCO Exploration & Technical Services Inc. 007445 : 242 p. + annexes.
- Tam N.F.Y. et Y.S. Wong (1995). Mangrove soil as sinks for wastewater-borne pollutants. *Hydrobiologia* 295 : 231-241.
- Thayer G.W., Wolfe D.A. et R.B. Williams (1975). The impact of man on seagrass systems. *Amer. Sci.* 63 : 288-296.
- Thollot P., 1992. *Les poissons de mangrove du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie. Ecologie des peuplements. Relations avec les communautés ichthyologiques côtières*. Thèse Doct. : Univ. Aix-Marseille II (France) : 406 p.
- Tomasick T. et F. Sander (1987). Effects of eutrophication on reef-building coral. III. Reproduction of the reef-building coral *Porites porites*. *Mar. Biol.* 94 : 77-94.

- Trescases J.J. (1969). Premières observations sur l'altération des péridotites en Nouvelle-Calédonie. Pédologie, géochimie et géomorphologie. *Cah. ORSTOM, Ser. Géol.* 1 : 27-57.
- Vazquez G.F., Elias D.M., Aguayo J.E.C. et B. Alejandro (1996). Trace metal species in aquatic samples of the Tabasco lagoons, Mexico. *Environm. Int.* 22 : 377-382.
- Veron J.E.N. (1986). *Corals of Australia and the Indo-Pacific*. Angus et Robertson, North Ride (Australie) : 644 p.
- Wiebe W.J. (1987). Nutrient pools and dynamics in tropical, marine, coastal environments, with special reference to the Caribbean and Indo-west Pacific regions. *UNESCO Rep. Mar. Sci.*, 46 : 19-42.
- Young D.R., Moore M.D., Jan T.K. et R.P. Eganhouse (1996). Metals in seafood organisms near a large California Municipal outfall. *Mar. Poll. Bull.* 12 : 134-138.

FIGURES

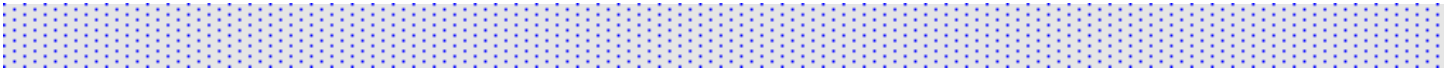


FIGURE 1 : LOCALISATION DES STATIONS ECHANTILLONNEES.

FIGURE 2 : COTE ROCHEUSE ET PLATIER CORALLIEN DANS LA ZONE PORTUAIRE (STATION 12).

FIGURE 3 : FONDS MIXTES DANS LA ZONE PORTUAIRE (STATION 12).

FIGURE 4 : CHAMPS D'ACROPORA DANS LA ZONE PORTUAIRE.

FIGURE 5 : TOMBANT RECIFAL DANS LA ZONE PORTUAIRE.

FIGURE 6 : PLAN DE LA ZONE PORTUAIRE DE PRONY.

TABLEAUX

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA BAIE KWE.

AT : apports terrigènes ; D : dessalure ; Cha. : Chaetodontidae.
 Influence estuarienne : - = pas d'influence ; + = faible ; ++ = moyenne ; +++ = forte.
 Importance des Chaetodontidae : 0 = absent ; + = faible ; ++ = moyenne.

Type géomorphologique (localisation)	Influence estuarienne		Substrat	Espèces indicatrices et caractéristiques	
	AT	D		Cha.	Autres
Herbier sur sable (N.O.)	+++	+++		0	Phanérogames <i>Anadara scapha</i> <i>Strombus luhuanus</i> <i>Lethrinus harak</i> <i>Parupeneus</i> spp.
Herbier sur sable et récif (S.O.)	++	+	■ Abiotique □ Corail mort ▨ Corail vivant ■ Organismes 0% 50% 100%	+	Phanérogames <i>Porites lutea</i>
Récif en milieu envasé (N.E.)	+	++	■ Abiotique □ Corail mort ▨ Corail vivant ■ Organismes 0% 50% 100%	+	<i>Fungia</i> spp. <i>Diadema setosum</i>
Récif exposé (S.E.)	-	-	■ Abiotique □ Corail mort ▨ Corail vivant ■ Organismes 0% 50% 100%	++	<i>Halimeda</i> spp. Ichtyofaune riche

TABEAU 2 : CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DE LA STATION N°12.

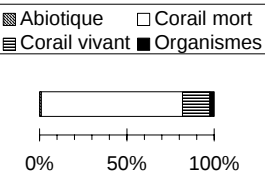
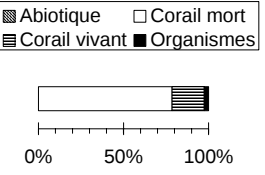
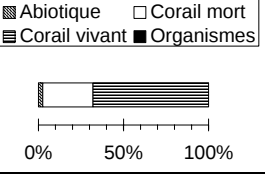
T : température (°C) ; S : salinité (g l⁻¹) ; Prof : profondeur (m) ; Vis : visibilité (m).
: zone couverte par le transect. ¹ : espèces commerciales et Chaetodontidae.

STATION N°12		
Lieu : zone portuaire de Prony		Date : 09/05/1996
T = non disponible	S = non disponible	
Prof : 3 m	Courant nul	Vis : 6-7 m
PROFIL GEOMORPHOLOGIQUE		
SUBSTRAT		
Corail mort avec algues	39.4 %	
Blocs rocheux	2.3 %	
Débris	3.4 %	
Sable	18.7 %	
		Total corail mort et abiotique : 63.8 %
<i>Acropora</i> branchu	17.6 %	
<i>Acropora</i> encroûtant	4.5 %	
<i>Acropora</i> submassif	1.8 %	
Corail encroûtant	0.7 %	
Corail foliaire	0.6 %	
Corail massif	1.3 %	
Corail submassif	1.5 %	
		Total corail vivant : 28.0 %
Assemblage d'algues	0.1 %	
Macrophytes	4.4 %	
Spongiaires	2.3 %	
Alcyonaires	1.4 %	
		Total autres organismes : 8.2 %
BENTHOS		
Algues	Coraux	Alcyonaires
<i>Caulerpa racemosa</i> (1)	<i>Acropora</i> branchu (4)	Alcyonaire indéterminé (1)
<i>Dictyosphaeria</i> sp. (1)	<i>Acropora</i> encroûtant (2)	<i>Lobophyton</i> sp. (2)
<i>Halimeda discoidea</i> (3)	<i>Acropora palifera</i> (1)	<i>Sarcophyton</i> sp. (3)
<i>Halimeda opuntia</i> (2)	<i>Acropora</i> submassif (2)	<i>Sinularia</i> sp. (4)
<i>Neomeris vanbossae</i> (1)	<i>Acropora</i> tabulaire (1)	Vers
<i>Padina</i> sp. (1)	Corail branchu cf. <i>Seriatopora</i> (1)	Annélides cf. Sabellidae (1)
<i>Peyssonnelia</i> sp. (4)	Corail branchu cf. <i>Hydnophora</i> (1)	Mollusques
Rhodophycées indéterminées (1)	Corail encroûtant (2)	Bivalve indéterminé (1)
<i>Turbinaria ornata</i> (3)	Corail foliaire cf. <i>Turbinaria</i> (1)	<i>Malleus</i> sp. (1)
<i>Valonia ventricosa</i> (1)	Corail foliaire cf. Agariciidae (1)	<i>Pedum</i> sp. (2)
Eponges	Corail libre cf. Fungidae (1)	<i>Spondylus</i> sp. cf. <i>varius</i> (1)
Eponges encroûtantes (2)	Corail massif cf. Favidae (1)	<i>Tridacna squamosa</i> (1)
<i>Spirastrella</i> sp. cf. <i>vagabunda</i> (3)	Corail massif cf. <i>Goniopora</i> (1)	Crustacés
	Corail massif cf. <i>Lobophyllia</i> (1)	Anomoure indéterminé (1)
	Corail massif cf. Mussidae (1)	Crevette Alpheidae indéterminée (2)
	Corail massif cf. Poritidae (1)	Echinodermes
	Corail submassif cf. <i>Pocillopora</i> (1)	<i>Diadema setosum</i> (2)
	Corail submassif cf. Poritidae (1)	<i>Holothuria edulis</i> (2)
	<i>Millepora</i> sp. (1)	<i>Holothuria fuscopunctata</i> (3)
	<i>Pectinia lactuca</i> (1)	
POISSONS		

Espèce	Densité (10 ⁻² poissons m ⁻²)	Biomasse (g m ⁻²)
Serranidae		
<i>Cephalopholis argus</i> ¹	0.800	0.33
<i>Cephalopholis boenack</i> ¹	1.333	0.80
<i>Diploprion bifasciatum</i>	0.952	1.78
<i>Plectropomus leopardus</i> ¹	4.527	13.91
Nemipteridae		
<i>Scolopsis bilineatus</i>	2.800	0.82
<i>Scolopsis trilineatus</i>	1.238	0.15
Lethrinidae		
<i>Lethrinus harak</i> ¹	0.286	0.99
Mullidae		
<i>Parupeneus barberinoides</i> ¹	2.000	0.04
<i>Parupeneus barberinus</i> ¹	0.952	0.10
<i>Parupeneus ciliatus</i> ¹	4.667	1.51
<i>Parupeneus multifasciatus</i> ¹	9.639	1.15
Chaetodontidae		
<i>Chaetodon auriga</i> ¹	4.286	0.37
<i>Chaetodon plebeius</i> ¹	5.648	1.23
<i>Chaetodon speculum</i> ¹	0.182	0.14
<i>Chaetodon trifasciatus</i> ¹	1.397	0.43
Pomacentridae		
<i>Abudefduf septemfasciatus</i>	18.286	1.41
<i>Chromis viridis</i>	59.286	1.23
<i>Chrysiptera leucopoma</i>	2.000	0.03
<i>Chrysiptera rollandi</i>	17.176	0.34
<i>Dascyllus aruanus</i>	4.667	0.19
<i>Neopomacentrus azysron</i>	1.867	0.16
<i>Pomacentrus pavo</i>	2.667	0.04
<i>Pomacentrus moluccensis</i>	55.048	3.06
<i>Pomacentrus smithi</i>	222.476	3.77
<i>Stegastes nigricans</i>	30.667	2.30
Labridae		
<i>Cheilinus chlororou</i> ¹	2.222	1.45
<i>Cheilio inermis</i>	3.200	0.04
<i>Halichoeres margaritaceus</i>	1.467	0.28
<i>Halichoeres marginatus</i>	26.233	2.73
<i>Hemigymnus melapterus</i> ¹	0.286	0.60
<i>Labroides dimidiatus</i>	0.667	0.01
<i>Thalassoma lunare</i>	5.924	0.64
Scaridae		
<i>Scarus sp.</i> ¹	31.866	13.21
<i>Scarus schlegeli</i> ¹	0.286	0.17
<i>Scarus sordidus</i> ¹	0.667	0.33
Pinguipedidae		
<i>Parapercis hexophthalma</i>	2.667	0.51
Acanthuridae		
<i>Acanthurus blochii</i> ¹	6.626	2.60
<i>Naso annulatus</i> ¹	2.000	0.01
<i>Zebrasoma veliferum</i> ¹	5.257	3.49
Siganidae		
<i>Siganus doliatus</i> ¹	8.800	5.43
Total¹ : 21 espèces	93.727	48.29
Total ichtyofaune : 40 espèces	553.015	67.78

TABEAU 3 : CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA BAIE DE PRONY.

Influences continentale (Cont.) et océanique (Océa.) : - = pas d'influence ; + = faible ; ++ = moyenne.
 Importance des Chaetodontidae (Cha.) : + = faible ; ++ = moyenne ; +++ = forte.

Type géomorphologique (localisation)	Influences		Substrat	Espèces indicatrices et caractéristiques	
	Cont.	Océa.		Cha.	Autres
Récif d'îlot en fond de baie (Ilot Gabriel)	+	-		+	Alcyonaires Echinodermes
Récifs exposés (Casy, Bonne Anse)	-	++		+++	<i>Halimeda</i> spp. Coraux vivants (Bonne Anse) <i>Trochus niloticus</i> (Casy) <i>Tridacna</i> spp. Ichtyofaune riche
					

TABEAU 4 : NATURE ET CONCENTRATION DES REJETS INDUSTRIELS DANS LA RIVIERE KWE EN PERIODE D'ETIAGE (DONNEES SNC-LAVALIN).

Paramètre	Rejet brut (mg l ⁻¹)	Rejet dilué (mg l ⁻¹)
Aluminium (Al)	2.9	1.432
Calcium (Ca)	730	359.3
Cobalt (Co)	0.04	0.020
Chrome (Cr)	0.06	0.033
Cuivre (Cu)	0.07	0.034
Fer (Fe)	< 1.0	< 0.525
Magnésium (Mg)	0.6	4.0
Manganèse (Mn)	< 1.0	< 0.49
Nickel (Ni)	0.06	0.036
Silice (Si)	< 1.0	< 2.74
Zinc (Zn)	< 1.0	< 0.497
Sulfate (SO ₄)	1500	739
Hydrocarbures	10.8	5.31

TABEAU 5 : TRAFIC MARITIME PREVISIONNEL EN PERIODE DE FONCTIONNEMENT MAXIMUM DU PORT (DONNEES SNC-LAVALIN).

D. : dimensions (L x l) ; T. E. : tirant d'eau ; Dép. : déplacement ; Tonnage : tonnage des matériaux chargé ou déchargé par bateau ; Fréquence : fréquence annuelle des opérations au port ; Temps : durée unitaire de l'opération au port ; Quantité : quantité annuelle chargée ou déchargée.

Navire	D. (m)	T. E. (m)	Dép. (t)	Produit	Tonnage	Fréquence	Temps (h)	Quantité (t)
Vraquier ou Minéralier	210 x 30	11.5	55 000	soufre	35 000	5	100	175 000
Caboteur ou Minéralier	170 x 24	10	25 500	calcaire	8 000	65	16	520 000
Pétrolier	103 x 15	7	7 000	hydrocarbures	6 000	15	12	84 000
Porte conteneurs	103 x 15	7	7 000	acide chlorhydrique	6 000	4	12	24 000
Cargo	inconnues	inconnu	inconnu	marchandises	2 000	12	12	10 000
Porte conteneurs	103 x 15	7	7 000	Oxydes de nickel et de cobalt	6 000	5	24	28 000

TABEAU 6 : FICHE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES EFFETS DE LA CONSTRUCTION DU BARRAGE EN AMONT DE LA RIVIERE SUR LA BAIE KWE.

FICHE NO.: 1	LOCALISATION: Baie Kwé (CONSTRUCTION)	NOM: T&W Consultants
MILIEU: ☐ Physique ☒ Biologique ☐ Humain COMPOSANTE AFFECTÉE: Mangrove, Herbier et Récifs coralliens		
SOURCE D'IMPACT: Augmentation de la turbidité due aux travaux de construction du barrage sur la Kwé et des infrastructures annexes DESCRIPTION DE L'IMPACT: Réduction de l'activité photosynthétique Baisse générale de la productivité des écosystèmes Altération du recrutement larvaire Réduction de croissance, blanchiment, voire mortalité des coraux Etouffement partiel ou total des organismes benthiques Régression des écosystèmes Remplacement par des peuplements vasicoles		
ÉVALUATION DE L'IMPACT (milieu biologique et humain seulement)		
Nature de l'impact: ☐ Positif ☒ Négatif		
<u>VALEUR ENVIRONNEMENTALE</u> ☐ Grande ☒ Moyenne ☐ Faible <u>DEGRÉ DE PERTURBATION</u> ☐ Élevé ☐ Moyen ☒ Faible ☐ Ind. <u>ÉTENDUE</u> ☐ Régionale ☒ Locale ☐ Ponctuelle <u>INTENSITÉ</u> ☐ Très forte ☐ Forte ☐ Moyenne ☒ Faible <u>DURÉE</u> ☐ Longue ☐ Moyenne ☒ Courte		
<u>IMPORTANCE DE L'IMPACT</u> ☐ Très forte ☐ Forte ☐ Moyenne ☐ Faible ☒ Très faible ☐ Indéterminé		
MESURES D'ATTÉNUATION SPÉCIFIQUES: Réduire les flux de particules terrigènes dans la rivière (limitation des zones dévégétalisées) Eviter les travaux de défrichage et de terrassement pendant les périodes de forte pluviométrie Effectuer une mise en eau progressive du barrage		
IMPORTANCE DE L'IMPACT RÉSIDUEL ☐ Très forte ☐ Forte ☐ Moyenne ☐ Faible ☒ Très faible		
REMARQUES: Le degré de perturbation est défini comme faible en raison des techniques de construction du barrage retenues (construction à sec, détournement de la rivière, ouvrages antipollution)		

TABEAU 7 : FICHE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES EFFETS DIRECTS DE LA CONSTRUCTION DE LA ZONE PORTUAIRE DE PRONY.

FICHE NO.: 2	LOCALISATION: Zone portuaire de Prony (CONSTRUCTION)	NOM: T&W Consultants
MILIEU: ☐ Physique ☒ Biologique ☐ Humain		
COMPOSANTE AFFECTÉE: Communautés biologiques marines des domaines intertidal et infratidal (récifs coralliens et peuplements benthiques) dans les zones concernées par les remblais et les ducs d'Albe		
SOURCE D'IMPACT: Remblais en zone maritime et Implantation des ducs d'Albe (destruction mécanique du milieu)		
DESCRIPTION DE L'IMPACT: Disparition des organismes vivants dans les zones concernées par les remblais et les ducs d'Albe		
ÉVALUATION DE L'IMPACT (milieu biologique et humain seulement)		
Nature de l'impact: ☐ Positif ☒ Négatif		
VALEUR ENVIRONNEMENTALE ☒ Grande ☐ Moyenne ☐ Faible	DEGRÉ DE PERTURBATION ☒ Élevé ☐ Moyen ☐ Faible ☐ Ind.	
ÉTENDUE ☐ Régionale ☐ Locale ☒ Ponctuelle	INTENSITÉ ☒ Très forte ☐ Forte ☐ Moyenne ☐ Faible	DURÉE ☒ Longue ☐ Moyenne ☐ Courte
IMPORTANCE DE L'IMPACT ☒ Très forte ☐ Forte ☐ Moyenne ☐ Faible ☐ Très faible ☐ Indéterminé		
MESURES D'ATTÉNUATION SPÉCIFIQUES: Limiter l'emprise des ouvrages nécessitant la réalisation de remblais en zone maritime Utiliser des techniques de construction peu destructrices		
IMPORTANCE DE L'IMPACT RÉSIDUEL ☒ Très forte ☐ Forte ☐ Moyenne ☐ Faible ☐ Très faible		
REMARQUES: Les mesures d'atténuation ne modifient pas l'importance de l'impact résiduel mais sans ces mesures, l'étendue de l'importance de l'impact pourrait être encore plus élevée.		

36

TABEAU 9 : FICHE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES EFFETS DE L'ACTIVITE DE LA ZONE PORTUAIRE DE PRONY.

FICHE NO.: 4	LOCALISATION: Zone portuaire de Prony (ACTIVITE)	NOM: T&W Consultants
MILIEU:	☐ Physique ☒ Biologique ☐ Humain	
COMPOSANTE AFFECTÉE:	Communautés biologiques marines des domaines intertidal et infratidal (récifs coralliens et peuplements benthiques) des zones affectées par les activités portuaires	
SOURCE D'IMPACT:	Augmentation de la turbidité, Emission de polluants et Action mécanique de l'activité maritime	
DESCRIPTION DE L'IMPACT:	Baisse de la productivité de l'écosystème Altération du recrutement des juvéniles Etouffement partiel ou total des organismes benthiques (en cas d'hypersédimentation uniquement) Destruction mécanique (hélices et ancres)	
ÉVALUATION DE L'IMPACT (milieu biologique et humain seulement)		
Nature de l'impact:	☐ Positif ☒ Négatif	
<u>VALEUR ENVIRONNEMENTALE</u> ☐ Grande ☒ Moyenne ☐ Faible <u>ÉTENDUE</u> ☐ Régionale ☒ Locale ☐ Ponctuelle <u>DEGRÉ DE PERTURBATION</u> ☐ Élevé ☒ Moyen ☐ Faible ☐ Ind. <u>INTENSITÉ</u> ☐ Très forte ☐ Forte ☒ Moyenne ☐ Faible <u>DURÉE</u> ☒ Longue ☐ Moyenne ☐ Courte		
IMPORTANCE DE L'IMPACT ☐ Très forte ☐ Forte ☒ Moyenne ☐ Faible ☐ Très faible ☐ Indéterminé		
MESURES D'ATTÉNUATION SPÉCIFIQUES:		
Planification optimale du trafic maritime		
IMPORTANCE DE L'IMPACT RÉSIDUEL		
☐ Très forte ☐ Forte ☒ Moyenne ☐ Faible ☐ Très faible		
REMARQUES:	La valeur environnementale a été définie comme moyenne, cette composante ayant été perturbée lors des opérations de construction du port Le degré de perturbation a été défini comme moyen en raison de la mise en place d'un système de collecte des eaux pluviales et de ruissellement, et de l'implantation de bassins de décantation. L'émission de poussières de soufre et de calcaire n'a pas été prise en compte, la granulométrie des matériaux devant être suffisante pour que l'action éolienne soit négligeable (données SNC-Lavalin).	

Aucune donnée courantologique ne permet l'évaluation de la dispersion des particules et des polluants