

EMC²I

Ecosystem Management Conservation
Consulting International
Expertise Mediation Communication

PROJET
SUIVI POLLUTION VALE INCO
du 1^{er} avril 2009

RAPPORT FINAL D'EXPERTISE



Cliché : EMC²I.

CITATION

Lethier, H, Mary, N. et Salvat, B, 2009 - Suivi de la Pollution VALE INCO du 1^{er} avril 2009, Rapport d'expertise, septembre 2009, 55 pp.

SOMMAIRE

GENERALITES	4
INTRODUCTION	4
ELEMENTS DE METHODE	5
<u>PARTIE 1 GESTION ET EFFETS DE LA POLLUTION</u>	6
1-1 LE MILIEU NATUREL D'EAU DOUCE	6
1-1-1 L'analyse de la méthodologie employée	6
1-1-2 Les résultats et leur interprétation	14
CONCLUSION 1-1	18
1-2 LE MILIEU MARIN	22
1-2-1 L'analyse de la méthodologie employée	22
1-2-2 Les résultats et leur interprétation	24
CONCLUSION 1-2	27
<u>PARTIE 2 APPRECIATION DES OUTILS-METHODES D'EVALUATION DE L'IMPACT</u>	29
2-I LE CONTENU DU RAPPORT	29
2-1-1 Les données	29
2-1-2 Les interprétations	30
2-2 LA METHODOLOGIE D'EVALUATION DE L'IMPACT GLOBAL	30
2-2-1 Le cadre réglementaire	31
2-2-2 L'appréciation de l'impact global	32
CONCLUSION 2	33
CONCLUSION GENERALE	34
ANNEXES	35

GENERALITES

Le présent rapport constitue « *le rapport final d'expertise consolidé* » au sens de l'article 5 de la convention n° C327-09/Province Sud et 2125/Valé Inco Nouvelle Calédonie¹ « *relative au pilotage d'une expertise collégiale sur l'évaluation des conséquences à court, moyen et long termes du déversement accidentel d'acide sulfurique du 1^{er} avril 2009 sur les milieux naturels concernés et à l'analyse de la méthodologie employée* ».

Il fait la synthèse des éléments de l'expertise ordonnée par le Président de la Province Sud² à l'entreprise Valé Inco par arrêté de mise en demeure n°175/2009/PS du 3 avril 2009, article 3 en particulier, et selon la lettre n°23514DENV de la Province Sud au Directeur Général de Valé Inco, en date du 28 avril 2009.

INTRODUCTION

A la suite du déversement accidentel d'acide sulfurique dans le creek de la Baie Nord, le 1^{er} avril 2009, la société Valé Inco a été mise en demeure par les autorités provinciales de « *faire réaliser à ses frais par des organismes compétents et selon des cahiers des charges et des protocoles définis en concertation avec les services compétents de la province Sud, une évaluation détaillée des conséquences de cet accident sur le milieu récepteur à court, moyen et long terme et des moyens envisagés pour la restauration écologique des milieux impactés* »³.

En réponse, la société Valé Inco a proposé de faire intervenir un groupe d'experts qui serait chargé⁴ :

- de valider les résultats des travaux des différents intervenants ;
- de vérifier la cohérence des données, notamment celles recueillies en « double aveugle » ;
- de donner aux conclusions de ces travaux une cohérence générale qui permette d'évaluer les effets globaux de l'accident de pollution sur le milieu naturel, à court, moyen et long termes.

Cette proposition a été retenue par la Province Sud⁵, laquelle s'est ensuite attachée à réunir un groupe d'experts indépendants, reconnus par les parties dans leurs domaines de compétence.

Ce groupe d'experts devait également recommander des mesures en vue d'améliorer le dispositif de prévention et de règlement de crises analogues générées par les activités du projet industriel et minier.

Le groupe réuni par la Province sud était composé des trois experts suivants :

- Nathalie Mary⁶, pour le milieu d'eau douce ;
- Bernard Salvat⁷, pour le milieu marin ;
- Hervé Lethier⁸, Chef de file, pour l'analyse des outils méthodes employés par Valé Inco afin d'apprécier l'ampleur des effets de la pollution sur le milieu naturel dans son ensemble, et pour la consolidation des conclusions du groupe d'experts.

Chaque expert est intervenu dans le cadre d'un cahier des charges contractuel, précisant les attentes des parties à son égard et lui demandant précisément, dans son champ d'expertise :

- d'apprécier les conclusions des études des effets de la pollution sur le milieu naturel, en les replaçant dans le cadre réglementaire des activités de Valé Inco au titre des installations classées pour l'environnement ;

¹ « Valé Inco » dans le reste du rapport.

² « la Province Sud » dans le reste du rapport.

³ Article 3 de l'arrêté n°175-2009/PS du 3 avril 2009.

⁴ Réponse de Valé Inco à l'arrêté n°175-2009/PS du 3 avril 2009, article 3, point 2.

⁵ Courrier n°2009-23514/DENV du Président de l'Assemblée de Province du 28 avril 2009.

⁶ Représentant le cabinet ETHYCO (Etude des Hydrosystèmes Continentaux tropicaux).

⁷ Représentant le cabinet Tropical Environment Management Consultancy.

⁸ Représentant le cabinet EMC²I.

- de recommander toutes mesures adaptées de prévention, réparation et compensation des effets de cette pollution sur le milieu naturel, visant à améliorer et si nécessaire à compléter la démarche engagée par Valé Inco pour la conservation de la biodiversité, en particulier les plans d'action et de suivi qui la composent.

L'expertise était pilotée par les services de la Province Sud. Sous ce pilotage, le groupe d'experts a agi en totale indépendance vis-à-vis des parties, conformément aux règles déontologiques en la matière.

Les conclusions du présent rapport expriment son intime conviction vis-à-vis de l'évènement analysé ; elles n'engagent que sa seule responsabilité collective, dans le cadre des mandats confiés à chacun des membres du groupe.

ELEMENTS DE METHODE

L'expertise collégiale a été réalisée :

- à partir des informations et des documents remis aux experts par les services de la province Sud et Valé Inco ; ces éléments ont été complétés par le propre fonds documentaire des experts ;
- après visite sur place du groupe d'experts⁹, du 12 au 17 juillet,

Au cours de sa visite sur place, le groupe d'experts a rencontré des acteurs locaux impliqués sur le sujet.

Il a tenu avec ces acteurs deux ateliers de réflexion, élargis aux chercheurs locaux, au cours desquels le groupe d'experts a soumis ses conclusions préliminaires éclairées par les dires des acteurs locaux ; ces ateliers, d'une demie journée chacun, se sont tenus le 15 juillet, sur le thème des milieux d'« eau douce » et « marin ».

Le groupe d'experts a également présenté ses conclusions préliminaires le 16 juillet, au deuxième Vice Président de l'Assemblée de la Province Sud¹⁰, puis aux instances de l'CEIL, observatoire de l'environnement du Grand Sud.

Il a tenu une dernière réunion de restitution de ses travaux le 17 juillet au matin, auprès des services de la Province Sud¹¹ et de Valé Inco.

Sont annexés au présent rapport, pour information :

- la liste des principaux documents mis à la disposition du groupe d'experts (Annexe 1) ;
- la présentation faite le 16 juillet aux instances de l'CEIL (Annexe 2) ;
- le bilan de l'évolution de la qualité biologique du Creek de la Baie Nord en lien avec les diverses pressions subies par le Creek depuis le début du chantier de construction du complexe industriel (Annexe 3).

Seront d'abord analysées les questions directement relatives à la pollution (**PARTIE 1**), ensuite les outils-méthodes employés par Valé Inco pour apprécier l'ampleur de ses effets sur le milieu naturel (**PARTIE 2**).

⁹ Seuls Nathalie Mary et Hervé Lethier ont participé à la mission sur place ; Bernard SALVAT n'a pu se libérer dans les délais très courts où la mission a été décidée ; il n'a travaillé que sur documents et après plusieurs entretiens avec le Chef de file.

¹⁰ Philippe MICHEL.

¹¹ Direction de l'environnement.

PARTIE 1 GESTION ET EFFETS DE LA POLLUTION

L'analyse sera effectuée par type de milieu naturel, d'eau douce et marin.

1-1 LE MILIEU NATUREL D'EAU DOUCE

Les analyses qui suivent ont été faites sur les bases documentaires rappelées ci-dessus, enrichies par un bilan de l'évolution de la qualité biologique du Creek depuis le début du chantier de construction du complexe industriel, demandé expressément par les commanditaires à l'expert chargé de ce compartiment.

La note de bilan rédigée par l'expert est annexée au présent rapport, ainsi que les pièces qui lui sont jointes (Annexe 3) ; elle n'engage que son auteur.

1-1-1 L'analyse de la méthodologie employée

Les remarques porteront sur la réactivité des acteurs locaux à l'accident et sur les protocoles appliqués en la circonstance.

1-1-1-1 La réactivité des acteurs locaux

Seront successivement considérées les modalités de gestion immédiate de la pollution par les équipes techniques de Valé Inco, puis les conditions d'intervention des opérateurs locaux chargés d'évaluer les effets de la pollution sur le milieu naturel.

- la gestion immédiate de la crise appelle principalement deux commentaires :
 - o l'utilisation de carbonate de sodium et de calcaire pour neutraliser l'acide

Des constats effectués par le groupe d'experts, il ressort d'emblée que le risque de pollution par écoulement accidentel d'acide sulfurique dans le milieu naturel n'avait pas été identifié antérieurement à l'évènement¹² ; il est surprenant que la présence sur site, en quantité importante, de produits réputés aussi dangereux n'ait jamais été considérée comme un risque technologique majeur, dans les scénarii prévisionnels établis au cours de l'instruction administrative de la demande d'autorisation d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

Les équipes techniques de Valé Inco présentes sur site sont intervenues dans les quelques minutes qui ont suivi l'accident.

Elles ont rapidement pris des mesures censées réduire les effets de la pollution dans le Creek de la Baie Nord¹³, et déversé 6 m³ de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à pH 12¹⁴, au niveau du radier situé à environ 3 km en aval du point d'écoulement de l'acide dans le milieu naturel.

Cette méthode a déjà été employée lors de pollutions accidentelles comparables affectant en particulier des plans d'eau¹⁵ ; elle a pour but de neutraliser l'acide sulfurique en ramenant le pH de la masse d'eau polluée le plus près possible de la normalité.

Dans l'urgence et avec les moyens à leur disposition, les équipes techniques de Valé Inco ont recouru à la méthode qui leur était la plus aisée à mettre en œuvre, laquelle a vraisemblablement contribué à neutraliser une partie de l'acide écoulé dans le Creek.

Le recours à ce produit en quantité relativement importante pouvait ne pas être toutefois le mieux approprié à la circonstance, eu égard à la quantité d'acide écoulée, de l'ordre de 3 m³ d'acide sulfurique à 98% selon les estimations, et *a fortiori* dans une rivière où, à la différence d'un plan d'eau, le brassage des eaux est continu et favorise la dilution du produit tout en limitant ses effets immédiats sur l'environnement.

¹² Les études de risques préalables à l'autorisation d'ouverture de l'ICPE n'ont pas évoqué semble-t-il l'occurrence d'un jet accidentel et puissant d'acide hors les bassins de rétention situés sous les lieux de stockage et de circulation de l'acide.

¹³ « le Creek » dans le reste du rapport.

¹⁴ Valé Inco, 2009 b (p 12).

¹⁵ Ex. : pollution du lac Masketsi et de la rivière Tawachiche, Québec, après déversement accidentel de 230 m³ d'acide sulfurique.

En outre, du calcaire aurait été employé pour neutraliser l'acide en amont du Creek, détourné dans les bassins de décantation ; la présence de dépôts importants de résidus de neutralisation sur le fond du Creek, observée par le groupe d'experts lors de la visite sur place le 14 juillet 2009, soit plus de 3 mois et demi après l'accident, immédiatement en contrebas des bassins de décantation et dans le cours supérieur du Creek en particulier, ainsi que le niveau des dégâts constatés sur le vivant immédiatement après l'accident de pollution, font aussi penser que les opérations de neutralisation opérées n'étaient pas les mieux appropriées à la circonstance. Au-delà des effets mécaniques indirects de ces produits sur le fond du Creek, la présence massive de carbonate de sodium mêlée au calcaire employé à neutraliser l'acide dans les bassins de décantation¹⁶, peut en effet avoir un effet toxique sur les espèces animales et végétales présentes dans le Creek.

Le groupe d'experts a constaté lors de sa visite sur place que conformément à la demande des services de la Province Sud¹⁷, des premiers efforts de nettoyage avaient été entrepris par les services techniques de Valé Inco¹⁸. Il a également été observé que des premiers travaux d'amélioration de la collecte et du stockage des rejets de produits industriels¹⁹, y compris accidentels, avaient été réalisés par Valé Inco depuis l'accident²⁰ ; d'autres étaient en cours d'achèvement²¹.

D'une façon plus générale, les prescriptions techniques générales annexées à l'arrêté d'autorisation ICPE sont laconiques sur cette question ; elles imposent principalement des mesures de protection des personnes et ne font qu'évoquer une obligation de « *contrôle des dispositifs de sécurité et de traitement des pollutions et nuisances générées* ».

Toutefois, l'article 8.2 de l'arrêté d'autorisation fixe l'obligation au titulaire de mettre en œuvre les dispositions en faveur de la préservation de la biodiversité dont les principes sont consignés dans un document d'orientation appelé « démarche » établi sur la base des lignes directrices jointe en annexe XVI à l'arrêté.

Ces lignes directrices imposent à celui-ci la production d'un plan de suivi comportant des volets dédiés à la qualité des eaux superficielles et à celle des eaux souterraines, au milieu marin et à la faune et à la flore spécifiquement ; des plans d'action opérationnels visent également, parmi d'autres sujets, la gestion des eaux superficielles et la conservation de la diversité biologique.

A la connaissance du groupe d'experts, les informations sur la base desquelles ces plans ont été élaborés, n'ont pas été soumises à la validation de l'inspection des installations classées, ni transmises à ce jour au service provincial compétent²². Le Comité de pilotage chargé de suivre la bonne exécution de la démarche semble ne s'être pas non plus encore réuni.

Dès lors, les équipes techniques présentes sur le site n'étaient pas préparées au mieux à gérer une telle situation de crise et elles ont mal apprécié les conséquences de l'accident, y compris sur le milieu naturel aquatique ; en témoignent également dans les heures qui ont suivi l'accident, les dysfonctionnements constatés au sein de la chaîne d'information et de décision²³.

Rec. 1 : le groupe d'experts recommande que toutes mesures appropriées soient prises visant à retirer rapidement le reste des dépôts de résidus de neutralisation accumulé sur le fond du Creek.

Rec. 2 : à la lumière de cet accident, il recommande fortement d'effectuer une revue générale des types et des niveaux de risques technologiques liés aux activités du projet industriel et minier dans son ensemble, à toutes les phases de son développement²⁴.

¹⁶ Du lait de chaux et du calcaire auraient été utilisés pour neutraliser l'acide dans les bassins de décantation ; ces produits pourraient en partie composer les résidus de neutralisation observés par le groupe d'experts sur le fond du Creek lors de sa mission.

¹⁷ Cf. AP n°268-2009/PS du 28 avril 2009.

¹⁸ Des équipes avaient apparemment retiré une première partie des dépôts à la pelle ; elles devaient intervenir dans les jours suivants la visite du groupe d'experts pour continuer les travaux de nettoyage du fond du Creek.

¹⁹ Ex. : amélioration des bassins de premiers flots et rétentions.

²⁰ Cf. également le compte rendu d'inspection d'installations classées n°911 du 26 mai 2009.

²¹ Ex. : construction d'un nouveau bassin et révision des modalités de collecte des effluents.

²² On se reportera à ce sujet au courrier du Chef du Service de l'industrie au Procureur de la République, du 4 avril 2009.

²³ Les pouvoirs publics ont en effet été informés tardivement de l'accident et par des voies inappropriées à la nature et aux conséquences de l'accident, y compris sur la sécurité des personnes.

²⁴ Une telle analyse était en cours au sein de Valé Inco, lors de la visite sur place du groupe d'experts.

En réponse à de tels événements fortuits, des solutions de stockage en bassin étanche, accompagnées ensuite de traitements adaptés, devraient être préférées à des formules de traitement *in situ*, lesquelles s'exercent la plupart du temps au détriment du milieu naturel.

Rec. 3 : ces mesures passent par l'amélioration des circuits actuels de collecte des effluents industriels et connexes²⁵ et des équipements existants de rétention²⁶, tels que ceux engagés par Valé Inco à l'issue de l'accident.

Rec. 4 : plus généralement, le groupe d'experts recommande que toutes les procédures d'alerte et de gestion des pollutions accidentelles soient revisitées en détail et qu'une réflexion soit menée au regard des menaces qui pèsent non seulement sur la sécurité des biens et des personnes, mais aussi tout particulièrement sur le milieu naturel.

Rec. 5 : ces mesures devraient être accompagnées par une révision des modes de gouvernance internes et externes en matière de gestion des risques de pollution accidentelle, impliquant un effort important de sensibilisation et de formation des personnels, ainsi qu'une mise à niveau des équipements et des matériels d'intervention mis à leur disposition. Elles devraient être accompagnées par la tenue régulière d'exercices de mise en situation des équipes techniques et des autres acteurs de la chaîne d'information et de décision.

Enfin, les activités industrielles en cause s'inscrivent dans un cadre réglementaire où sont définies un certain nombre de mesures de suivi et d'action opérationnelles établies à partir d'orientations figurant dans l'arrêté d'autorisation et ses annexes.

Rec. 6 : le groupe d'experts rappelle avec insistance la nécessité de mettre en œuvre intégralement et dans les meilleurs délais ce dispositif qui peut aider significativement à prévenir et à gérer au mieux de telles situations de crise.

o les mesures d'acidité réalisées dans le Creek de la Baie Nord

L'acide sulfurique est un acide fort, à densité élevée²⁷, qui, au contact de l'eau, se dissout en ions sulfates (SO_4^{2-}), et en ions hydronium (H_3O^+), ces derniers contribuant à réduire le pH de l'eau.

Cette réaction chimique provoque un dégagement important de chaleur pouvant porter l'eau à ébullition s'il se produit en surface ou à de faibles profondeurs.

De suite après l'accident, les équipes techniques de Valé Inco ont effectué des mesures du pH de l'eau à divers points du Creek et notamment au niveau du radier mentionné précédemment ; ces mesures ont été renouvelées toutes les heures, le jour même de l'accident, entre 12h30 et 20h15, puis de manière plus espacée les jours qui ont suivi.

Quatre commentaires seront faits à ce sujet :

- les données d'étalonnage des pH-mètres utilisés pour réaliser les mesures *in situ* n'ont pas été notées par les équipes d'intervention ; de tels paramètres sont essentiels à la validation des mesures relevées ;
- l'absence de mesures régulières de pH dans la nuit du 1^{er} au 2 avril, *a fortiori* au cours des jours qui ont suivi, ne permet pas de connaître avec précision la chronologie du déplacement de la vague acide²⁸ ;
- aucune mesure classique de conductivité, d'oxygène dissous, de turbidité ni même de température de l'eau qu'il aurait été particulièrement opportun de mesurer en raison du fort dégagement de chaleur accompagnant la transformation de l'acide sulfurique concentrée à son contact, n'a été effectuée ;
- aucun prélèvement d'échantillons d'eau en vue d'analyses plus approfondies, notamment des teneurs en métaux lourds par le fait que de tels éléments accumulés dans les sédiments peuvent être réactivés au contact de l'acide, n'a été réalisé ; l'analyse de la concentration en ions sulfates dans de tels prélèvements

²⁵ Ex. : séparation des effluents de la centrale thermique.

²⁶ Ex. : accroissement des volumes de stockage et construction d'un nouveau bassin de stockage des premiers flots.

²⁷ 1,84.

²⁸ Pour mémoire, l'AP n°1467-2008 ICPE impose une fréquence continue d'analyse du pH dans le bras Nord du Creek de la Baie Nord et seulement trimestrielle dans le bras Sud du Creek (annexe X). Voir également sur ce point le courrier DENV n°2009-23514 du 28 avril 2009.

aurait pu permettre de mieux cerner la quantité d'acide écoulee, en l'absence de données précises sur ce volume²⁹.

Ces constats ouvrent sur le débat général des modalités d'intervention des équipes techniques de Valé Inco au cours de leurs investigations.

Ils mettent en évidence un manque de rigueur opératoire et une maîtrise approximative des standards et protocoles de collecte et d'analyse des données habituellement appliqués en de telles circonstances. Ils concluent aussi sur un défaut de données qui eussent permis d'apprécier de façon plus précise la nature exacte de la perturbation, le rythme d'évolution de la pollution dans les milieux naturels aquatique et marin et les réponses apportées par ceux-ci.

Pour des raisons topographiques liées à la configuration des lieux, le Creek concentre les risques de pollutions chroniques et accidentelles en provenance du projet industriel dans son ensemble. Il est dès lors capital qu'un suivi régulier et approfondi de ce cours d'eau soit assuré, y compris de ses relations avec les circulations d'eau souterraine particulièrement importantes dans le contexte karstique du sous-sol.

La visite sur site a également permis de constater une sédimentation minérale des fonds du Creek particulièrement élevée dans la partie inférieure de son cours, vraisemblablement d'origine anthropique et liée aux activités du projet industriel³⁰. De tels apports, outre leurs effets sur la productivité biologique du Creek, peuvent également induire des stress sur les colonies coralliennes révélés par des épisodes de blanchissement ; cette question sera détaillée ultérieurement dans le rapport, lors de l'étude du milieu marin.

L'accident a enfin révélé que les plans d'intervention externes et internes à la Société Valé Inco, conçus pour répondre aux pollutions chroniques et accidentelles (ex. : POI et PPI), ne pouvaient répondre convenablement à ces dernières, en particulier pour la maîtrise de leurs effets sur les milieux naturels.

Rec. 7 : le dispositif d'intervention devrait être revisité dans son ensemble, pour faire en sorte que de tels accidents, quelles qu'en soient l'origine, la nature et la gravité, bénéficient de toute l'attention nécessaire de l'ensemble des acteurs ; ce dispositif devrait comporter une auto-surveillance en continu des eaux superficielles et souterraines analogues à celle imposée pour le milieu marin³¹ et inclure des instruments appropriés permettant de réagir en temps réel, par voie automatique si possible, à de tels événements.

Rec. 8 : la question est aussi posée de la nécessité de créer à cette occasion une « cellule de crise » qui permette d'optimiser les réseaux et moyens mobilisables en de telles circonstances. Les plans opérationnels et d'intervention existants devraient à cette occasion être complétés par des dispositions et procédures mieux adaptées aux pollutions de type accidentel.

Rec. 9 : en complément de la recommandation précédente, des actions de mise à niveau des personnels techniques de Valé Inco devraient être menées sur la gestion de crise et les procédures d'urgence à appliquer en de telles circonstances. Cette mise à niveau devrait s'adosser, parmi d'autres supports, à un manuel ou un guide de terrain, détaillant l'ensemble des protocoles applicables de suivi de la qualité des eaux de surface et familiarisant les personnels impliqués à l'utilisation et à la manipulation des appareils de mesure ainsi qu'à la collecte et à la conservation des échantillons.

Rec. 10 : la présence anormale de dépôts latéritiques importants sur le fond du Creek, dans la partie inférieure de son cours en particulier, justifierait un examen approfondi qui devrait déboucher sur des mesures adaptées d'intervention visant à restaurer la capacité biogénique du Creek dans les secteurs affectés et à prévenir toute anomalie sur les colonies coralliennes proches de son embouchure.

o les délais d'intervention des opérateurs locaux

L'accident a eu lieu le 1^{er} avril 2009 ; les premières analyses se sont déroulées selon le calendrier suivant :

²⁹ De tels échantillons auraient en fait été prélevés le 1^{er} avril mais ils n'auraient fait l'objet que de mesures de pH et n'auraient pas été conservés par la suite.

³⁰ Dans une récente étude géochronologique, l'IRD aurait également mis en évidence une augmentation significative du taux de sédimentation de la Baie de Prony concomitante aux travaux du projet industriel et minier (Com. pers.)

³¹ Cf. : annexe I à l'AP ICPE.

- 02-06 avril : collecte des poissons et crustacés morts sur les rives et à l'embouchure du Creek par les équipes techniques de Valé Inco ; les prélèvements ont été remis ensuite pour identification à ERBIO ;
- 04 avril : première campagne de prélèvement de faune benthique par Biotop/ETEC ; le prestataire a appliqué la méthode de l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) sur 6 stations réparties sur le Creek ;
- 06-09 avril : premières campagnes d'échantillonnage d'eau dans le Creek ; des prélèvements ont été effectués pour analyse physico-chimique sur 7 stations réparties sur le Creek ;
- 07 avril : première campagne de mesures physico-chimiques des eaux souterraines ; 4 stations ont été inventoriées ;
- 7 et 8 avril : mesures et observations des impacts de l'acide sur la flore rivulaire ;
- 08 avril : première campagne de mesures physico-chimiques des sédiments du Creek ; 3 stations ont été inventoriées ;
- 10 avril : première campagne de prélèvement de faune benthique par HYTEC ; le prestataire a appliqué la méthode IBNC sur 2 stations réparties sur le Creek, pour comparaison en « double aveugle ».

Ainsi, les premiers relevés en eau douce ont été effectués de 3 à 10 jours après l'accident.

Ce délai peut sembler court pour une intervention effective de terrain.

Il reste cependant trop long pour espérer mesurer les effets à court terme d'une pollution accidentelle, causée de surcroît par l'écoulement brutal d'un produit à faible rémanence, évoluant très rapidement au contact de l'eau et dont les conséquences sur les organismes vivants sont immédiates.

Rec. 11 : en complément des recommandations qui précèdent, un plan de secours spécialisé³² aux pollutions accidentelles des milieux naturels, devrait être élaboré sans délai, qui réponde à l'avenir à de tels accidents et permette de faire intervenir les prestataires locaux sur le terrain, dans des délais beaucoup plus courts, en correspondance avec la vitesse d'évolution des produits incriminés dans le milieu naturel et le temps de réponse des écosystèmes.

Un tel plan dont le but serait de réduire au mieux les délais d'intervention, devrait inclure une liste restreinte d'opérateurs facilement joignables³³, capables d'intervenir dans la mesure du possible sur plusieurs compartiments, biotiques et abiotiques, et de caractériser et analyser l'état écologique des masses d'eau.

Conformément à la recommandation précédente, il devrait viser la constitution immédiate d'une cellule de crise placée sous l'autorité des pouvoirs publics en cas d'accident de cette nature, et la création d'une unité technique spécialisée au sein de Valé Inco, formée aux méthodes d'échantillonnage, de prélèvements et de conservation des prélèvements de faune et de flore aquatiques.

Rec. 12 : dans tous les cas, les premiers suivis à court terme devraient être effectués à l'avenir dans un délai de l'ordre de 12H à 24H au plus, pour que les phénomènes observés puissent être convenablement interprétés.

1-1-1-2 La cohérence des observations en double aveugle et les protocoles « assurances qualité/contrôle qualité » (AQ/CQ)

Seront examinés successivement trois compartiments d'analyse

o la qualité physicochimique des eaux douces et des sédiments

³² Pour mémoire, les « PSS » sont établis pour faire face aux risques technologiques qui n'ont pas fait l'objet d'un plan particulier d'intervention ou aux risques liés à un accident ou à un sinistre de nature à porter atteinte à la vie ou à l'intégrité des personnes, aux biens ou à l'environnement.

³³ On peut imaginer en ce sens des mesures simples, telles que la mise à disposition des acteurs de « fiches réflexes » fournissant la trame des mesures immédiates à prendre et des personnes à contacter.

De début avril au 09 juin 2009, les équipes techniques de Valé Inco ont réalisé 10 campagnes de prélèvements d'échantillons d'eau de surface³⁴, 6 campagnes de prélèvements d'eau souterraine³⁵ et 7 campagnes de prélèvements de sédiments en rivière³⁶.

Les interventions en double aveugle³⁷ ont concerné une campagne sur deux d'analyses, ce qui est globalement satisfaisant ; sont intervenus dans ce cadre :

- pour les analyses d'eau : les laboratoires d'analyses de Valé Inco, Lab'Eau, ALS ;
- pour les analyses de sédiments : les laboratoires d'analyses de Valé Inco et de la DIMENC.

Le contrôle qualité réalisé, a permis de mesurer les erreurs de manipulation des échantillons sur le terrain ou en laboratoire.

Deux points sont à relever qui compliquent cependant l'interprétation et la comparaison des résultats obtenus en double aveugle :

- les limites de détection des paramètres varient selon les laboratoires³⁸ ;
- les unités de mesure des paramètres diffèrent également parfois³⁹.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus à l'issue des procédures réalisées en double aveugle et du contrôle qualité sont néanmoins cohérents et satisfaisants⁴⁰. Toutefois, elles ne répondent qu'en partie aux demandes de l'autorité provinciale en ce qui concerne les études de sédiments⁴¹ ; une plus grande homogénéité des limites de détection des paramètres et de leurs unités de mesure aurait également permis d'affiner le diagnostic.

De même, le conditionnement des échantillons, les conditions de leur conservation sur le terrain, puis celles de leur stockage, sont essentiels à la fiabilité des résultats. A cet égard, l'échantillonnage est un élément capital de la détermination d'un indice biotique et de la réalisation d'un inventaire⁴². Ainsi, les opérateurs locaux doivent disposer de formations adéquates qui leur permettent de réunir des données fiables et comparables, sans lesquelles toute interprétation est délicate voire compromise.

Pour information, l'audit portant sur les protocoles de prélèvement et de traitement des échantillons demandé par les autorités provinciales était en cours de réalisation lors de la visite du groupe d'experts⁴³ ; les conclusions de cette étude ne lui ont pas été fournies à ce jour.

Rec. 13 : il devrait être demandé aux opérateurs de terrain et aux laboratoires d'analyse un effort d'homogénéisation des limites de détection et des unités de mesure des paramètres, qui facilite l'interprétation des données.

Rec. 14 : à cette occasion, le groupe d'experts réitère l'utilité que les données recueillies sur le terrain soient répertoriées sur une fiche type de relevés de terrain à noyau commun, normalisant les descriptions et les procédures⁴⁴ ; ce protocole faciliterait la saisie numérique et le traitement informatique des données et contribuerait à conforter les mesures en faveur de la création d'une

³⁴ 7 stations.

³⁵ 4 stations.

³⁶ 3 stations.

³⁷ Intervention en « triple aveugle » pour certaines campagnes d'analyse des eaux de surface et blanc de terrain pour les eaux de surface et souterraines.

³⁸ Ex. : les limites de détection du chrome et du cobalt sont respectivement de 0,001 mg/l pour le laboratoire Lab'Eau et de 0,01 et 0,03 mg/l pour le laboratoire interne de Valé Inco.

³⁹ Ex. : les teneurs en potassium (K+) et sodium (Na+) des sédiments sont exprimées en mg/kg par le laboratoire d'analyse interne de Valé Inco et en pourcentage (%) par la DIMENC, de même que les teneurs en zinc (Zn) sont exprimées en pourcentage par le laboratoire de Valé Inco et en ppm par celui de la DIMENC.

⁴⁰ Ces analyses ne répondent toutefois qu'en partie aux demandes de l'autorité provinciale (lettre du Président de la province Sud 23514/DENV du 28 avril 2009 et en particulier son annexe 2.1.2 en ce qu'elle concerne « l'étude des sédiments au microscope ainsi qu'une analyse minéralogique »).

⁴¹ Cf. note supra 5.

⁴² Cf. EMC²I, 2008 – Recommandations en vue de guider et de faciliter la détermination concertée d'un indicateur de bon état écologique des masses d'eau et d'indicateurs sociaux au niveau local ; feuille de route, 27 p. Selon les auteurs, « il est nécessaire de porter une attention particulière à l'acquisition des données biologiques de base, sans prêter une importance excessive aux indices et à l'interprétation des données. ».

⁴³ Cf. annexe au courrier du Président n°2009-23514 du 28 avril 2009 au Directeur général de Valé Inco.

⁴⁴ Cf. Note supra, Rec. 4, p 8.

base de données environnementales⁴⁵ au travers du développement de l'observatoire de l'environnement du Grand Sud.

Rec. 15 : les précautions qui précèdent supposent qu'à l'amont, les opérateurs chargés d'effectuer les prélèvements d'eau et de sédiments sur le terrain aient reçu une formation appropriée et qu'ils disposent de matériel adéquat⁴⁶. Apparaît là encore la nécessité que ces opérateurs, les services techniques de Valé Inco en particulier, disposent de guides et manuels détaillant les protocoles de prélèvement et de conservation des échantillons en général, d'eau et de sédiments en particulier.

o la faune benthique

Deux prestataires ont été sollicités afin de caractériser la qualité biologique du Creek par la méthode de l'IBNC.

Leurs interventions appellent les commentaires suivants :

- les prestataires ont été choisis par des commanditaires différents⁴⁷ ; cette procédure n'a pas facilité l'application de la méthode en double aveugle, ni la meilleure coordination des investigations de terrain ;
- la méthode a aussi conduit à quelques difficultés d'application : les plans d'échantillonnage⁴⁸, les dates d'intervention⁴⁹ ainsi que le nombre de campagnes⁵⁰ ont différé selon les opérateurs, rendant l'interprétation des résultats plus délicate⁵¹ ;
- l'application des procédures AQ/CQ a aussi varié selon les opérateurs : la validation taxonomique des spécimens n'a été effectuée qu'en partie par l'un des opérateurs, les valeurs d'étalonnage des appareils employés n'ont pas toujours été fournies et des erreurs de saisie des données ont parfois été relevées⁵² ;
- le protocole d'échantillonnage préconisé dans le guide d'application de l'IBNC⁵³ a également introduit des biais d'application : ainsi, les types d'habitats prospectés ont différé d'un opérateur à l'autre, conduisant à des différences significatives de résultats⁵⁴.

La comparaison des résultats souligne ici la difficulté à mettre en pratique une méthode d'échantillonnage sur le terrain ; dans le cas présent, les résultats faunistiques obtenus par les deux opérateurs sont significativement différents.

Ces difficultés rappellent une nouvelle fois l'importance de l'échantillonnage, dans toute opération d'acquisition de données et elles soulignent la rigueur et l'objectivité avec lesquelles ces opérations doivent être impérativement conduites pour permettre des interprétations de qualité. Au passage, l'échantillonnage adopté en la circonstance, diffère sensiblement des dispositions de la norme AFNOR relative à l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) appliqué en métropole et conforme

⁴⁵ Cf. à ce sujet les travaux et réflexions menées dans le cadre de l'CEIL (EMC2I- 2008 b – Accompagnement technique à la création de l'observatoire de l'environnement du Grand Sud, rapport final, novembre 2008, 62 p).

⁴⁶ En particulier le matériel de prélèvement des sédiments qui ne doit pas être contaminé par des métaux lourds.

⁴⁷ Biotop/ETEC habituellement sollicité par Valé Inco dans ce champ d'expertise, et HYTEC, sollicité plus tardivement par la Province Sud.

⁴⁸ 6 et 2 stations respectivement (les 2 stations étaient néanmoins communes aux deux opérateurs).

⁴⁹ 04/04 et 10/04 respectivement, en ce qui concerne la première campagne d'échantillonnage.

⁵⁰ 7- 8 et 3 campagnes respectivement, programmées jusqu'en octobre 2009.

⁵¹ Le fait que les deux interventions aient été réalisées à des dates différentes repose sur un choix délibéré des commanditaires et s'explique par le fait que la deuxième intervention devait permettre de compléter les données réunies lors de la première intervention.

⁵² Ex. : les stations 6T, 6U, 6Q et U7 échantillonnées le 21/04/2009 présentent des valeurs d'oxygène dissous identiques ; des erreurs de saisie de données faunistiques ont été constatées sur certaines fiches faunistiques (ex. : relevé sur la station 6T du 20/06/09).

⁵³ Mary, 2002 - Guide méthodologique en vue de la détermination de l'Indice biotique de la Nouvelle Calédonie : l'échantillonnage de la faune benthique. DAVAR, Observatoire de la Ressource en Eau, Nouvelle-Calédonie. 22 p + annexes. Pour mémoire, cette méthode préconise d'effectuer 5 prélèvements par station, au moyen d'un filet « surber » (maille de 250 microns), selon l'ordre de préférence d'habitabilité de la faune benthique et en variant les habitats, de façon à échantillonner à la fois des végétaux aquatiques (mousses et autres végétaux), des substrats de type organique (racines, troncs, litières, branches) et enfin des substrats minéraux présents dans la station (pierres/galets, graviers, blocs, dalles, sable et limon).

⁵⁴ Le nombre de taxa collecté sur la même station et à la même période est parfois 2 à 3 fois supérieur d'un opérateur à l'autre, du fait d'une trop grande homogénéité de type d'habitats prospectés par l'un des intervenants dans le cas le plus défavorable (faible richesse taxonomique).

aux obligations imposées par la Directive cadre sur l'Eau vers lequel il pourrait être utile de faire évoluer les indices employés en Nouvelle Calédonie⁵⁵.

Elles soulignent enfin le fait que le rapprochement des données physico-chimiques et biologiques réunies dans des conditions climatiques et hydrologiques semblables⁵⁶, est toujours un élément précieux de consolidation du diagnostic qui permet une meilleure compréhension des mécanismes d'effets sur les écosystèmes.

Rec. 16 : une formation de mise à niveau des connaissances des opérateurs locaux, y compris les services techniques de Valé Inco, sur l'application des méthodes de caractérisation de la qualité des masses d'eau, serait utile. Cette formation pourrait être organisée sur la base documentaire du guide méthodologique disponible d'application de l'IBNC et de l'Indice bio-sédimentaire (IBS)⁵⁷. Elle permettrait de diffuser à cette occasion les améliorations les plus récentes concernant la validité et les conditions d'application de ces méthodes dont l'utilisation est couramment encouragée par les pouvoirs publics en Nouvelle Calédonie. D'autres outils simples d'évaluation de la qualité des milieux d'eau courante, tels que l'indice EPT⁵⁸ ou des indices de diversité pourraient être traités à cette occasion⁵⁹.

Rec. 17 : à l'avenir, particulièrement à l'occasion des suivis à moyen et long termes de l'accident de pollution, une meilleure synchronisation des travaux devrait être assurée entre les opérateurs intervenant dans les différents compartiments, qui facilite l'interprétation des résultats et en améliore la qualité.

Rec. 18 : chaque intervenant devrait être invité à réaliser un contrôle qualité des informations qu'il transmet, comportant la vérification des données saisies sur fichiers numériques, dans le but de limiter les erreurs de transcription.

o les poissons et les crustacés décapodes

Les prélèvements ont été effectués par les services techniques de Valé Inco et confiés pour analyse à ERBIO⁶⁰.

Les analyses ont été menées par application de la méthode d'indice « d'intégrité biotique » ou indice « poissons », créé et employé par le prestataire auquel celles-ci ont été confiées ; leurs résultats sont détaillés au § 1.1.2.3.

La procédure en double aveugle n'a pas pu être appliquée à ce compartiment, en raison du manque d'opérateurs locaux spécialisés. Cette situation n'est pas saine, ni pour le prestataire en place qui a tout intérêt à faire valider ses méthodes d'investigation et évaluer les résultats de ses travaux, ni pour ses commanditaires qui auraient à gagner d'un renforcement des capacités locales dans ce compartiment où les difficultés de détermination et d'interprétation sont réelles⁶¹.

Rec. 19 : il est fortement recommandé que des personnes ressources, extérieures à la Nouvelle-Calédonie, voire à la France s'il le faut⁶², soient recherchées à l'avenir, qui apportent une validation taxonomique en de telles circonstances, en particulier à l'occasion des opérations de suivi des effets de l'accident à moyen et long termes.

Rec. 20 : le développement de compétences locales devrait aussi être activement encouragé, de telle sorte que les opérateurs de la place disposent rapidement de capacités internes spécifiques à ce domaine d'étude.

⁵⁵ Cf. EMCI, 2008, Rec. 12, p 12.

⁵⁶ Comportant des mesures simultanées des débits.

⁵⁷ Mary, N., 2007 – Guide méthodologique en vue de la détermination de l'Indice biotique de la Nouvelle Calédonie (IBNC) et de l'Indice Bio-sédimentaire (IBS), 30 p.

⁵⁸ Cet indice additionne les taxons d'insectes éphéméroptères, trichoptères et plécoptères, groupes considérés comme les plus polluo-sensibles (Mary, 2009) ; il pourrait être adapté à la Nouvelle Calédonie, en tenant de l'absence de plécoptères.

⁵⁹ Ex. : indice de Margalef, abondance relative en chironomes ou en éphéméroptères et trichoptères.

⁶⁰ ERBIO, 2009 – Etude et identification des espèces de crevettes et de poissons morts lors de l'accident survenu le 1^{er} avril 2009 au Creek de la Baie Nord, rapport final, vers. 1 du 29/05/2009, 28 p.

⁶¹ Elle pose plus généralement la question délicate de la signification même de l'indice qui en l'état ne prend pas en compte les effets de saisonnalité, ni les périodes de reproduction des espèces et mêle à des paramètres taxonomiques, des références à l'intérêt halieutique des espèces et à leur statut menacé (Cf. à ce sujet EMC²I, 2008, Rec. 12, p. 13).

⁶² Le PROE (Programme régional océanien de l'environnement) et le Groupe de spécialistes Poissons d'eau douce d'UICN pourraient être approchés à cette fin.

1-1-2 Les résultats et leur interprétation

Cette analyse sera également effectuée par compartiment d'analyse.

1-1-2-1 La qualité physicochimique des eaux douces et des sédiments

Sans éluder les faiblesses méthodologiques relevées précédemment, les campagnes de prélèvement d'eau et de sédiments ont été réalisées au cours de la même période, ce qui devrait permettre d'interpréter correctement les résultats des analyses.

Les données historiques recueillies en 2008 sur les mêmes stations d'étude offrent en outre un état de référence à même de faciliter les interprétations et de permettre la comparaison avec les résultats des investigations à effectuer ultérieurement.

En revanche, le dispositif en place souffre de plusieurs faiblesses :

- l'absence de station de référence⁶³ ;
- l'absence déjà signalée de mesures *in situ* de paramètres importants, tels que la température, la conductivité, le pH, l'oxygène dissous et la turbidité de l'eau lesquels donnent une bonne indication de la qualité générale du milieu ;
- un recul insuffisant parfois dans l'interprétation des résultats ; ainsi, en dépit du fait que les mesures réalisées le 28 avril montrent une augmentation brutale des concentrations en ions sulfates et sodium dans l'eau du Creek⁶⁴, ces paramètres n'ont pas été suivis jusqu'au 27 mai, date de la campagne suivante de prélèvements⁶⁵ ;
- une relative variabilité du type de paramètres mesurés sur les mêmes stations d'étude, qui limite les possibilités d'analyse historique des évolutions de la qualité physico-chimique des eaux dans le temps ;
- enfin, le faible nombre de stations de mesure de la qualité des eaux souterraines, par ailleurs concentrées sur le site de l'usine⁶⁶ ou à sa proximité immédiate⁶⁷, rendant difficile toute appréciation de la qualité physico-chimique globale du réseau souterrain dans le bassin versant du Creek.

Les remarques qui précèdent, conduisent le groupe d'experts à faire les recommandations suivantes⁶⁸ :

Rec. 21 : réévaluer dans son ensemble le réseau des stations de suivi en vue d'améliorer sa représentativité et y inclure des stations de référence dans un (des) affluent(s) non impacté(s) du Creek ;

Rec. 22 : développer le réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines dans le bassin versant du Creek, de façon à acquérir rapidement des données de référence en la matière ; cette recommandation rejoint l'obligation faite à Valé Inco dans le cadre de la démarche pour la conservation de la biodiversité, annexée à l'arrêté ICPE⁶⁹ ;

Rec. 23 : compléter le dispositif de suivi de la qualité des eaux superficielles et souterraines par l'analyse systématique des paramètres classiques de caractérisation *in situ* et adapter la fréquence

⁶³ La demande avait été faite en son temps par les autorités provinciales, d'ajouter une station située dans l'affluent sud non impacté du Creek, aux huit autres déjà suivies (cf. annexe au courrier de Valé Inco PPS/VINC du 28/04/2009 en réponse à l'arrêté provincial n°175-2009/PS).

⁶⁴ La teneur en ions ce jour là est deux à trois fois plus élevée que lors des campagnes précédentes.

⁶⁵ Une explication sur ces fortes variations aurait été appréciable, les campagnes suivantes montrant un retour à la normale.

⁶⁶ 2 stations.

⁶⁷ 2 stations.

⁶⁸ Ces recommandations rejoignent pour partie les obligations de Valé Inco fixées à l'arrêté d'autorisation d'ICPE, en particulier celles découlant de l'article 8.2 relatif à la sauvegarde de la biodiversité, en ce qui concerne la mise en œuvre de la démarche de conservation de la biodiversité.

⁶⁹ Cf. Démarche pour la conservation de la biodiversité, § « Le suivi est effectué par des analyses régulières permettant d'apprécier les impacts du projet minier sur les eaux souterraines et leurs effets corrélatifs et de synergie sur les eaux superficielles, aux plans physique, chimique et biologique ; une attention particulière est portée aux effets du projet industriel et minier sur les régimes hydrauliques des masses d'eau en général, superficielles et souterraines (saisonnalité, étiages, débits moyens, etc.), et sur leurs conséquences vis à vis de la biodiversité, en particulier sur la Plaine des Lacs ».

d'échantillonnage, conformément aux remarques précédentes⁷⁰ ; cette recommandation rejoint la demande des autorités provinciales à Valé Inco⁷¹ ;

Rec. 24 : raccourcir au mieux les délais d'analyse des prélèvements et adapter la périodicité des campagnes en cas d'apparition de valeurs anormales ;

Rec. 25 : homogénéiser en général les plans d'échantillonnage d'une campagne à l'autre, en recherchant l'établissement de chroniques de données comparables⁷² et en valorisant les données historiques disponibles dans le but de mieux appréhender la variabilité temporelle de la qualité de l'eau, au moyen, par exemple, d'analyses statistiques multi variées.

Ces recommandations à caractère général, s'adressent aussi, pour partie, au suivi du milieu marin qui sera analysé ultérieurement. Elles sont en cohérence avec les priorités retenues dans le cadre du développement de l'CEIL et elles devraient, en règle générale, se faire en synergie avec les autres programmes et travaux en cours, réalisés au sein d'autres organismes intervenant sur ces mêmes problématiques⁷³.

1-1-2-2 La faune benthique

Les remarques porteront sur la composition de l'échantillonnage et sur les méthodes employées ; elles rejoignent pour partie celles formulées précédemment en matière de suivi de la qualité physico chimique des eaux douces et des sédiments :

- le positionnement actuel des stations de suivi de la faune benthique ne permet pas d'avoir un réseau d'échantillonnage représentatif de l'ensemble du Creek⁷⁴ ; en outre, ce réseau ne comporte pas de station de référence localisée sur un affluent non impacté ;
- l'IBNC est une méthode peu adaptée au suivi de la qualité des cours d'eau drainant des substrats péridotitiques et subissant principalement des perturbations d'origine sédimentaire⁷⁵ ; ce point a été évoqué par les intervenants locaux qui ont souligné le manque de cohérence des résultats, du fait de l'utilisation de cette méthode hors son champ d'application⁷⁶. Toutefois, les relevés effectués dans le cadre de l'IBNC permettront toujours d'appréhender la biodiversité benthique en place et ils pourront être exploités ultérieurement pour caractériser la qualité biologique du Creek, dès lors que d'autres indices mieux adaptés auront été construits et validés⁷⁷. C'est le propre de tous les indices de s'appliquer à des contextes plus ou moins précis, en dehors desquels ils se révéleront peu discriminants⁷⁸. D'autres outils d'évaluation ou indices de diversité simples, tels que l'indice EPT, devraient permettre, en l'état actuel, de mieux caractériser les perturbations du Creek⁷⁹ ;
- l'interprétation des résultats par les prestataires locaux aurait été facilitée, si ceux-ci s'étaient appuyés sur l'ensemble des données recueillies dans tous les

⁷⁰ § 1.1.1.1 (note de bas de page n°28).

⁷¹ Cf. note supra n°5 : sont mentionnés dans ce document les paramètres suivants ainsi que leurs fréquence d'échantillonnage : pH, sulfates, calcium, magnésium, alcalinité, sodium, chlorures, nitrates, DCO, DBO5, COT, oxygène dissous, turbidité, conductivité et métaux (nickel, cobalt, chrome, manganèse).

⁷² Ex. : mêmes stations et mêmes paramètres.

⁷³ Ex. : ZONECO, CNRT, Agence des Aires marines protégées.

⁷⁴ Ex. : la proximité des stations 6-T et 6-U ne se justifie pas ; elle alourdit le dispositif sans raison alors que le bassin inférieur du Creek est par ailleurs insuffisamment suivi de ce point de vue.

⁷⁵ L'IBNC a été conçu pour caractériser uniquement les pollutions de type organique ; il n'est donc pas adapté à la mise en évidence de dégradations des cours d'eau d'origine minérale et sédimentaire (sable, limons, argiles), contexte dans lequel l'indice bio-sédimentaire (IBS), en cours de validation, est plus approprié.

⁷⁶ Cette méthode pourra indiquer une bonne qualité biologique d'un milieu dégradé par des apports sédimentaires importants (latérites) mais soumis à de faibles perturbations organiques, par le simple fait qu'un taxon présentera une polluo-sensibilité différentielle selon le type de perturbation rencontrée.

⁷⁷ Cf. EMC²I, 2008, § 3, p 6 : « de la qualité du matériel biologique disponible et de la continuité appliquée à sa récolte, dépendra ensuite la possibilité d'interpréter l'état d'un milieu, quel que soit l'indice employé. A cet égard, l'échantillonnage est l'étape clef où il importe de concentrer prioritairement les moyens, tant que les méthodes ne sont pas stabilisées ».

⁷⁸ Il en est également ainsi de l'indice de Shannon et Weaver peu discriminant dans le cas de milieux déjà perturbés tels que celui du Creek.

⁷⁹ Des recommandations ont déjà été faites aux autorités de la Province Sud en vue de la construction à moyen terme d'un indice diatomique et à plus long terme d'un indice écologique intégré qui comble l'absence actuelle d'instrument adapté au présent contexte notamment ; une réflexion sur le sujet est en cours dans la Province Nord (EMC²I, 2008, Rec. 14 et 19 notamment).

compartiments d'analyse⁸⁰ et avaient pu accéder rapidement à certaines données historiques⁸¹ ;

- l'absence d'état de référence interdit les comparaisons temporelles qui auraient permis de mieux qualifier les impacts, alors même que les données existent mais que leur accessibilité est limitée⁸². En effet, l'impact écologique d'une pollution ne peut être valablement apprécié qu'à partir de la définition d'un tel état permettant de connaître la situation avant l'accident. Un milieu est rarement indemne d'atteintes à caractère chronique, voire de reliquats de pollutions accidentelles antérieures. L'absence d'un tel état de référence des eaux douces est une lacune à combler de façon urgente, particulièrement à proximité d'activités à haut risque telles que celles rencontrées sur le site industriel et minier.

Les remarques qui précèdent, conduisent le groupe d'experts à faire les recommandations suivantes :

Rec. 26 : adapter et compléter le réseau actuel de stations de suivi de la faune benthique ; ce travail doit être fait en cohérence avec l'ajustement du réseau de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments du Creek ; ce réseau devrait inclure une ou deux stations de référence ;

Rec. 27 : faire valider le plus rapidement l'Indice Bio sédimentaire (IBS) par la communauté scientifique, afin de disposer d'une méthode biologique d'évaluation de la qualité des masses d'eau mieux adaptée au contexte du Sud de la Grande Terre ;

Rec. 28 : réactualiser la méthode IBNC à la lumière des recommandations faites au titre de la Directive cadre sur l'eau⁸³ ; pourraient être abordées à cette occasion parmi d'autres sujets, les règles⁸⁴, procédures⁸⁵ et techniques⁸⁶ d'échantillonnage, le traitement des échantillons et les besoins en formation⁸⁷ ;

Rec. 29 : engager sans tarder une réflexion d'ensemble sur la création d'un indice intégré, qui puisse caractériser l'état écologique des masses d'eau de la Nouvelle Calédonie⁸⁸ ;

Rec. 30 : inciter les prestataires locaux à engager une démarche coordonnée qui les conduise vers une interprétation plus intégrée de leurs résultats, sur la base des données réunies dans l'ensemble des compartiments⁸⁹ ;

Rec. 31 : exploiter les séries chronologiques de données historiques disponibles ; l'CEIL pourrait faciliter la collecte, le traitement et la valorisation de ces données, avec l'appui de la communauté scientifique. Cette synthèse permettrait également de définir un état de référence et de comparaison pour les suivis ultérieurs⁹⁰.

1-1-2-3 Les poissons et les crustacés décapodes

⁸⁰ Biotiques (poissons et crustacés décapodes) et abiotiques (caractéristiques physico-chimique des eaux et/ou des sédiments).

⁸¹ Notamment de débits du Creek.

⁸² Il existe une base relativement importante de données d'inventaires faunistiques rassemblées depuis 1999 par la DAVAR et depuis février 2005 par Valé Inco, sur la zone d'étude (Kwé, Kadji, Creek de la Baie Nord).

⁸³ Cf. : notamment la circulaire DE/SDMAGE/BEMA n° 4/2007 du 11 avril 2007 relative au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des invertébrés pour la mise en oeuvre du programme de surveillance sur cours d'eau.

⁸⁴ Ex. : nombre de stations, de prélèvements par station, d'individus et de taxa minima à considérer pour le calcul de l'indice.

⁸⁵ Ex. : échantillonnage des habitats marginaux et dominants, longueur du bief à prospecter.

⁸⁶ Ex. : caractéristiques des engins employés, sous-échantillonnage des tris, comptage précis ou non des individus.

⁸⁷ Ex. : sujets (taxonomie, interprétation des résultats) et matériels (guides, sessions, ...).

⁸⁸ Cette réflexion pourrait être amorcée dans le cadre des activités de l'CEIL et s'inspirer de celle menée en métropole et dans les autres pays membres de l'Union européenne, visant la création du nouvel indice d'évaluation de l'état écologique des milieux d'eaux courantes, adossé sur une combinaison de métriques taxonomiques et fonctionnelles, dont les traits bioécologiques (Cf. EMC²I, 2008, § III.2.3).

⁸⁹ Cette mesure doit être incitée par les commanditaires dès l'élaboration des cahiers des charges des prestations.

⁹⁰ Ce travail serait engagé par Valé Inco.

Du 2 au 6 avril, les équipes techniques de Valé Inco, et accessoirement ceux de la DENV, ont collecté environ 3 000 poissons et crustacés morts sur les bords du Creek et à son embouchure en Baie de Prony. Neuf (9) poissons de 4 espèces protégées au niveau provincial et 70 spécimens de 2 espèces classées à la liste rouge de l'UICN⁹¹, ainsi que plus de 640 spécimens de crustacés décapodes ont été collectés à cette occasion.

Ce matériel a été conservé dans des glacières et remis par la suite à ERBIO pour identification ; il était pour partie en état de décomposition avancée et n'a pas pu être pleinement utilisé⁹².

La première campagne d'échantillonnage par pêche électrique a eu lieu du 08 au 15 juin 2009 sur 5 stations du Creek ; elle a permis d'identifier 340 poissons d'eau douce et de l'ordre de 230 spécimens de crustacés décapodes.

Cette campagne a permis d'observer le retour de l'espèce protégée *Sicyopterus sarasini* dans le milieu naturel ainsi que des deux espèces inscrites à la liste rouge de l'UICN.

Lors de la mission du groupe d'experts, des investigations complémentaires étaient en cours⁹³ ; on peut se demander du reste si, en l'état des informations actuelles et historiques disponibles, l'évaluation de la perte de biomasse et l'inventaire exhaustif de la perte éventuelle d'espèces rares et/ou protégées demandées par les autorités provinciales, seront techniquement possibles⁹⁴. Il est à ce stade trop tôt pour conclure et seuls les résultats finaux de ces investigations apporteront une réponse.

Rec. 32 : les autorités locales devraient soumettre sans plus tarder l'indice « Poissons » à une validation scientifique ; cette question fait débat de longue date en Nouvelle Calédonie et elle apparaît de façon récurrente dans les dossiers ; on ne peut que souhaiter lui voir apporter une réponse adaptée aussi rapidement que possible.

Rec. 33 : des règles et procédures de collecte et de conservation des prélèvements de poissons et crustacés, devraient également être établies. Ces méthodes et protocoles existent en métropole et de par le monde ; ils sont éprouvés et aisément adaptables au contexte néo-calédonien. Ils pourraient être rendus disponibles aux opérateurs locaux ainsi qu'aux services de police spécialisés, sous la forme d'un manuel technique couvrant l'ensemble des vertébrés⁹⁵ et fournissant de préférence des clefs simples d'identification des spécimens⁹⁶.

Ce travail pourrait être réalisé avec l'appui de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), éventuellement le CEMAGREF, ainsi que le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

1-1-2-4 La flore rivulaire et aquatique

Les examens réalisés tendent à montrer que l'accident de pollution a eu peu d'impact immédiat sur la flore rivulaire du Creek. Les spécialistes locaux de l'IRD n'ont constaté aucun signe de brûlure, nécrose ou chlorose sur la végétation rivulaire à l'issue de l'accident et ils ont conclu au faible impact de l'accident sur la végétation, y compris à moyen et long termes⁹⁷ ; seuls quelques

⁹¹ 4 espèces protégées au titre de l'art. 240.1 du Code provincial de l'environnement : *Sicyopterus sarasini* (2 spécimens), *Stenogobius yateiensis* (3 spécimens), *Protogobius attiti* (1 spécimen), *Ophieleotris nsp* (3 spécimens) ; également deux espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN : *Kuhlia marginata* (65 spécimens) et *Eleotris melanosoma* (5 spécimens)

⁹² On pourrait considérer qu'il s'agit là d'un faux problème dès lors que seulement 48 individus n'ont pu être analysés (Erbio, 2009 ; p 6) ; la composition de la faune piscicole des creeks calédoniens révèle cependant un niveau d'endémisme élevé en général et une abondance plutôt faible des populations concernées ; cela conduit à recommander un soin particulier à la conservation des spécimens prélevés quoi que dans le cas présent, aucun cas de micro-endémisme ait été relevé. Il s'agit là d'une simple mesure de précaution, sachant que les techniques de conservation de ce type de prélèvements ne pose pas non plus de problème particulier, en l'état des connaissances.

⁹³ Les investigations se sont concentrées sur l'analyse des spécimens récupérés ; les résultats des inventaires complémentaires *in situ* n'étaient pas disponibles lors de la mission du groupe d'experts (cf. annexe au courrier n°2009-23514 du 28 avril 2009 déjà visé).

⁹⁴ Note supra.

⁹⁵ Oiseaux, poissons, mammifères, ...

⁹⁶ Ce guide apporterait des éléments d'information sur les délais de ramassage permettant d'éviter les phénomènes de décomposition biologique, les précautions à prendre lors de la récolte (ports de gants, ...), les méthodes d'identification des spécimens sur le terrain (marquage par exemple), les modalités de conditionnement (sac plastique ou autre) et de conservation (congélation, formol, ...).

⁹⁷ Cf. : courriel G. Dagostini (IRD) à V. Mary (DENV) du 9 juillet 2008 (mission d'expertise du 11/7 au 17/7).

spécimens de l'espèce *Blechnum obtusatum*, fougère ombrophile localisée sur les rives du Creek, auraient présenté des frondes de coloration grisâtre et quelque peu asséchées.

Un examen des mangroves côtières situées à l'embouchure du Creek a été fait par EMR ; en l'état des connaissances, l'accident semble avoir eu que peu d'effets significatifs sur ces milieux, y compris sur la faune qu'ils accueillent.

Rec. 34 : seul un suivi léger de la végétation du Creek, y compris les formations de mangroves présentes à son embouchure, devrait être effectué sur le moyen et le long termes ; ce suivi devrait inclure une surveillance des modifications possibles de la composition floristique de ces formations, notamment l'apparition éventuelle d'espèces envahissantes qui pourrait résulter des dépôts des résidus de neutralisation encore présents dans le lit du Creek.

Rec. 35 : les formations végétales rivulaire ont un rôle important de corridor écologique favorisant à la fois la dispersion et le déplacement des espèces ; à ce titre, elles devraient faire l'objet d'une attention particulière dans le plan opérationnel de conservation de la diversité biologique de Valé Inco⁹⁸.

CONCLUSION 1-1

La pollution constatée a eu incontestablement des effets immédiats et significatifs sur la biodiversité du Creek. De tous les milieux naturels, aquatique, terrestre et marin, c'est sans doute celui qui a été le premier affecté par l'accident.

Selon les mesures effectuées au radier situé 3 km en aval du point d'impact de l'accident, le pH de l'eau du Creek est demeuré inférieur à 2,5 pendant plusieurs heures ; les poissons d'eau douce et la majorité des invertébrés benthiques exposés à un pH inférieur à 5,5 ne peuvent généralement survivre pendant une telle durée⁹⁹. Les constats de terrain effectués dans les jours qui ont suivi l'accident ont du reste clairement confirmé une mortalité massive de la faune aquatique.

Plus précisément, les investigations des prestataires locaux aboutissent aux constats suivants, présentés par compartiment :

- **les eaux douces et les sédiments :** une légère augmentation des concentrations en ions sulfates et calcium dans les semaines qui ont suivi l'évènement, résultant de la neutralisation de l'acide sulfurique par les ajouts de carbonate de sodium et de l'évolution des dépôts de calcaire employé pour la neutralisation de l'acide dans les bassins de décantation du drain Nord, a été observée dans les eaux de surface ; ces concentrations diminuent ensuite progressivement jusqu'au 20 avril pour rejoindre ensuite dans le bruit de fond naturel. Les mesures réalisées le 28 avril indiquent néanmoins une nouvelle augmentation brutale des concentrations en ions sulfates et sodium demeurée à ce jour sans explication, les campagnes suivantes de mai et juin montrant un retour à la « normale ». Ces évolutions conduisent à recommander un suivi à moyen et long termes de ces molécules en particulier, qui permette une interprétation satisfaisante des évolutions constatées ;

Les teneurs de l'ensemble des paramètres mesurés à partir du mois d'avril dans les eaux souterraines restent comparables à celles connues avant l'accident. Toutefois, le suivi de ces eaux, en l'état des paramètres mesurés et l'échantillonnage appliqué sur un faible nombre de stations, ne permettent pas d'établir un diagnostic pleinement satisfaisant de la qualité de ces systèmes ;

Les teneurs en sulfates des sédiments sont restées élevées jusqu'au 28 avril¹⁰⁰ ; les campagnes du 13 mai et du 9 juin ont montré qu'elles ont ensuite diminué pour atteindre des valeurs inférieures à 0.05%, également indissociables du bruit de fond naturel ; là encore cependant, l'absence de mesures de certains paramètres, métaux lourds en particulier, incite à conclure prudemment sur les effets de la pollution, en particulier au plan de la remise en circulation de métaux lourds présents dans les sédiments, sous l'effet du flux d'acide sulfurique ;

⁹⁸ Cette question est évoquée dans les lignes directrices pour l'établissement de la démarche de conservation de la biodiversité figurant à l'annexe XVI de l'arrêté d'autorisation d'installation classée.

⁹⁹ Cèdre, 2006. Acide sulfurique, guide pratique : information, décision, intervention, 64 p.

¹⁰⁰ De 650 à 750%.

- **la faune benthique** : les résultats des analyses en double aveugle concordent sur le fait que la faune benthique est en voie de reconstitution. Ainsi, une hausse significative de la richesse taxonomique et de la densité a été mise en évidence entre avril et mai 2009 aux Stations 6-T et 6-BNOR¹⁰¹. Les taxons polluo-résistants et ubiquistes dominent néanmoins les communautés benthiques dans ce processus de recolonisation, les taxons polluo-sensibles restant rares ;
- **les poissons et crustacés décapodes** : le nombre de poissons et de crustacés retrouvés morts et collectés sur les bords du Creek et à son embouchure, ne représentent qu'une partie de ceux qui ont été affectés par l'accident, certains ayant probablement dérivé en mer. Quelques espèces endémiques seulement étaient représentées dans les spécimens analysés¹⁰², ce qui peut être interprété comme le fait de la présence d'autres sources éventuelles de perturbation, chroniques, ayant déjà affecté le Creek antérieurement à l'accident¹⁰³. Soixante dix individus de 2 espèces inscrites à la liste rouge de l'IUCN sont toutefois mentionnés dans les premiers résultats d'analyse, en cours de publication. La campagne de pêche de juin 2009, soit 2 mois après l'accident, montrerait une recolonisation progressive du Creek par la faune piscicole ; toutefois, une seule des 4 espèces protégées a été observée à cette occasion. En l'absence des résultats finaux des investigations effectuées à l'issue de l'accident, il importe cependant de demeurer prudent sur les effets de la pollution sur la faune piscicole ;
- **la flore rivulaire et aquatique** : les impacts immédiats de l'accident sur la flore du Creek auraient été faibles et ils devraient être inexistants à moyen et long termes.

Qu'elle soit accidentelle ou chronique, une pollution agit sur les communautés faunistiques en fonction de la résilience des espèces et avec les caractéristiques de l'évènement¹⁰⁴ telles que :

- la durée de la perturbation ;
- la toxicité du produit ;
- l'étendue spatiale de la pollution ;
- la persistance du polluant dans l'environnement ;
- la mobilité des populations animales présentes et la dynamique des peuplements végétaux.

Les analyses qui précèdent permettent de conclure que l'écoulement d'acide sulfurique a eu des effets importants et brutaux, sur les écosystèmes du Creek.

L'acide sulfurique est toutefois une molécule à faible rémanence se décomposant rapidement et intégralement au contact de l'eau. Ses effets ne devraient pas perdurer sur le moyen et le long termes, d'autant que la molécule s'est répandue en quantité relativement faible, dans un milieu en constante agitation.

En revanche, la présence locale de résidus de neutralisation sur le fond et les rives du Creek pourrait contribuer à modifier les teneurs des eaux et des sédiments, en certains ions majeurs, calcium principalement, et induire des effets secondaires sur le milieu naturel.

Les dégâts observés sur la biodiversité immédiatement après l'accident sont réels et les équilibres biologiques devraient mettre un certain temps avant de se rétablir. Les processus de recolonisation de la faune benthique et piscicole se sont amorcés dans les semaines qui ont suivi l'accident ; la vitesse de ces processus varie selon les espèces et ils dépendent de nombreux facteurs :

- la présence de réservoirs faunistiques proches, notamment au niveau des affluents ;
- la qualité des habitats après la perturbation ;
- la présence et l'abondance d'organismes non affectés par l'accident ;
- les traits d'histoire de vie des organismes, la durée de leurs cycles biologiques en particulier ;

¹⁰¹ Respectivement 12 et 15 taxons en avril, 26 et 24 taxons en mai ; 324 et 424 individus par m² en avril, 4 988 et 2 780 individus par m² en mai.

¹⁰² 8 individus au total.

¹⁰³ En l'état des connaissances scientifiques, il semble par ailleurs qu'aucun micro endémisme ait jamais été constaté dans la faune piscicole du Creek (Com. pers. ERBIO).

¹⁰⁴ Wallace J.B., 1990. Recovery of lotic macroinvertebrates communities from disturbance. Environmental management 14 (5), 605-620.

- les mécanismes de dérive ;
- la capacité de colonisation aérienne des insectes aquatiques adultes ;
- l'ampleur des mouvements de remontée vers l'amont ou verticaux des individus¹⁰⁵.

En l'état des informations fournies au groupe d'experts, la diversité biologique des lieux ne semble pas non plus avoir souffert gravement de l'accident. Ainsi, les observations faites laissent espérer que les peuplements piscicoles et benthiques, végétaux également, se régénèreront progressivement malgré l'hostilité particulière des substrats péridotitiques qui caractérisent ces milieux accueillant fréquemment des espèces sténocénes, à basse valence écologique et cantonnées à des habitats très particuliers ; l'endémisme générique et spécifique particulièrement élevé de la biodiversité néocalédonienne inféodée à ces milieux¹⁰⁶, témoigne de cette profonde originalité.

Trois questions essentielles se posent pour l'avenir :

- l'opportunité de mesures de restauration écologique destinées à accompagner les évolutions observées ; les réponses apportées différeront selon les compartiments traités.

Rec. 36 : le réensemencement en espèces piscicoles et/ou benthiques n'est pas justifié, à court et moyen termes. Il semble préférable de laisser le milieu aquatique se reconstituer naturellement mais en revanche nécessaire de suivre son évolution dans le temps en ayant conscience que la reconstitution des cortèges biologiques sera d'autant plus rapide et entière que les habitats, y compris ceux des écosystèmes aquatiques proches, seront favorables.

Rec. 37 : en revanche, une réflexion devrait être menée avec les scientifiques locaux, sur le sujet de la restauration écologique du bassin versant du Creek affecté, semble-t-il de façon chronique, par des apports exogènes de latérite accumulés sur ses fonds. Ces opérations notamment de végétalisation, auraient pour but de réguler les débits hydriques, de limiter au mieux le lessivage et le ravinement des sols et de réhabiliter de manière durable les paysages et les écosystèmes ; elles devraient se fonder sur une analyse historique préalable des lieux et viser une restauration du bassin versant en son état antérieur.

Rec. 38 : le groupe d'experts souhaite rappeler avec insistance l'importance de disposer de réservoirs biologiques écologiquement fonctionnels qui favorisent les phénomènes de recolonisation en cas d'évènement chronique ou fortuit, et contribuent à prévenir toute perte réhabilitaire d'éléments du patrimoine naturel local, aquatique, terrestre et marin. Le besoin de disposer de conservatoires *ex situ* et de créer un réseau écologique fonctionnel *in situ*, composé de zones nodales protégées et de corridors écologiques qui les mettent en relation, trouve là toute sa pertinence ; il s'agit aussi d'une mesure imposée par l'arrêté d'autorisation d'ICPE¹⁰⁷.

- les mesures de suivi nécessaires sur le moyen et long termes.

Même si les premiers résultats montrent une recolonisation des milieux par les faunes benthique et piscicole, et un retour à la normale de la qualité physico-chimique de l'eau et des sédiments, un suivi à moyen et long termes de la qualité et de la biodiversité du Creek restent nécessaires afin de vérifier si les écosystèmes continuent de se restaurer progressivement et pleinement.

Certains groupes faunistiques ont encore faiblement recolonisé les milieux. Ainsi, les espèces présentant une phase marine obligatoire¹⁰⁸ et les taxons polluo-sensibles restent rares ; il est dès lors important de suivre les processus de recolonisation de ces espèces à ces échelles de temps.

Ce suivi permettra également de vérifier à partir des données historiques, si les équilibres biologiques antérieurs à l'accident se sont reconstitués et d'apprécier la résilience du milieu dans un tel cas de pollution.

Rec. 39 : un suivi à moyen et long termes devrait être réalisé dans tous les compartiments étudiés précédemment, sur la base de deux campagnes annuelles au moins d'échantillonnage, réparties entre l'étiage du Creek et la saison des pluies.

Rec. 40 : nonobstant les recommandations précédentes visant à améliorer la qualité d'échantillonnage, ce suivi devrait inclure les stations où des chroniques de données existent et les

¹⁰⁵ Phénomènes de migration des invertébrés des zones hyporhéiques profondes à la surface du cours d'eau.

¹⁰⁶ Chazeau J., 1994. Caractères de la faune de quelques milieux naturels sur sols ultramafiques en Nouvelle-Calédonie. Actes du colloque "Ecologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères". 95-105.

¹⁰⁷ Cf. les lignes directrices pour l'établissement de la démarche de conservation de la biodiversité, en particulier les références au « plan opérationnel de conservation de la diversité biologique » (annexe XVI à l'AP d'autorisation d'installation classée).

¹⁰⁸ Ex. : mollusques Thiaridés affectés par l'accident de pollution et dont on a retrouvé principalement des coquilles vides jusqu'en juin.

paramètres suivis à l'issue de l'accident. Les protocoles d'échantillonnage devraient rester compatibles avec ceux employés à ce jour afin d'acquérir des données comparables dans le temps.

Rec. 41 : les procédures employées devraient favoriser des approches en « double aveugle », dans la mesure du possible, et permettre ainsi de réduire les biais de prélèvement et les erreurs de traitement, voire d'interprétation des données recueillies. Dès lors, les interventions de terrain dans les divers compartiments devraient être simultanées, de telle façon que l'effort de suivi soit optimisé et qu'il conduise à des résultats plus riches et faciles à interpréter¹⁰⁹.

Le groupe d'experts rappelle à cette occasion qu'un tel dispositif de suivi constitue une obligation réglementaire de l'arrêté d'autorisation d'ICPE.

- les mesures de réduction des risques de pollution d'origines connexes.

Rec. 42 : il est fortement recommandé qu'à l'avenir, aucun rejet chronique d'effluents en provenance des installations du complexe industriel, y compris connexes telles que la station d'épuration également à l'origine de faits de pollution¹¹⁰ et la centrale thermique, soit rejeté directement dans le Creek, en raison de la faible capacité biogénique de celui-ci à assimiler de telles perturbations.

Rec. 43 : dans tous les cas, une surveillance fine du bassin tampon de la station d'épuration devrait être assurée, en vue notamment de prévenir tout débordement. Les épandages d'effluents organiques sur les pistes minières devraient aussi être limités au mieux, afin de prévenir l'écoulement d'eaux parasites traitées en partie seulement, dans le Creek ; à cet effet, un suivi de la qualité biologique et physico-chimique de la rivière Kadji qui reçoit une partie importante des écoulements du site de la station d'épuration devrait être effectué¹¹¹.

Rec. 44 : la maintenance et l'entretien des équipements et des ouvrages de gestion des eaux présents sur le site industriel, dans le bassin versant du Creek, sont aussi une obligation réglementaire imposée à Valé Inco ; la bonne application de ces règles participe directement à la réduction des apports minéraux dans le Creek.

L'observation de dépôts sédimentaires anormaux sur le fond du cours d'eau conduit le groupe d'experts à rappeler cette obligation et à recommander que toutes mesures appropriées soient prises pour prévenir cette forme de pollution chronique, préjudiciable à la productivité biologique du Creek et à ses équilibres naturels.

¹⁰⁹ Cf. EMC2I, 2008 : « le rapprochement des résultats physico-chimiques et biologiques de toutes natures, obtenues dans les mêmes conditions climatiques, hydrologiques, est toujours source de consolidation de diagnostic ; de tels rapprochements permettent en effet une meilleure compréhension des mécanismes d'effets sur les écosystèmes ».

¹¹⁰ Cf. lettres n°6034-2-315/2008/DENV/SPPR/BEI/Icc du 18 janvier 2008 et n°452-08 PPS/DRN du 20 février 2008 au Procureur de la République.

¹¹¹ Cf. la note de la Province Sud aux experts, concernant le bilan des impacts des activités industrielles et minières de la société Valé Inco Nouvelle Calédonie sur le Creek de la Baie Nord constatés depuis la mise en route de l'usine pilote en 2000.

1-2 LE MILIEU MARIN

Il est rappelé que l'expert chargé du milieu marin n'a pu participer à la mission sur place du groupe ; son analyse a été effectuée sur une base exclusivement documentaire et après échanges avec le Chef de file.

1-2-1 L'analyse de la méthodologie employée

Ainsi que pour le milieu naturel d'eau douce, les remarques porteront sur la réactivité des acteurs locaux à l'accident et sur les protocoles appliqués en la circonstance.

1-2-1-1 La réactivité des acteurs locaux

Les constats effectués en ce qui concerne le milieu naturel d'eau douce et figurant à la note d'étape du 24 juillet remise par le groupe d'experts sont confirmés pour le milieu marin¹¹².

Plus précisément, les opérateurs locaux sont intervenus selon le calendrier suivant :

- 4 avril : mesures dans la colonne d'eau sur 5 stations proches de l'embouchure du Creek, par l'IRD ;
- 7-9 avril : intervention d'Aqua Terra à la demande de Valé Inco en vue de l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu marin ;
- 10 et 15 avril : nouvelles campagnes de mesures dans la colonne d'eau et prélèvements de sédiments par l'IRD ;
- 20-24 avril : intervention d'EMR à la demande de la Province Sud le 14 avril, pour un diagnostic en « double aveugle » avec Aqua terra, sur proposition de Valé Inco.

Ces données montrent que les opérateurs locaux sont intervenus 3 jours après l'accident sur la colonne d'eau et 6 jours sur les peuplements de la Baie.

Les difficultés de liaison, la nécessité de coordination entre les acteurs, la mobilisation des équipes ainsi que la préparation et l'organisation de missions de terrain ont contribué à retarder les premières observations. Ces délais auraient pu être sensiblement raccourcis, dans l'hypothèse d'une meilleure coordination générale des opérations.

Ainsi, les interventions des opérateurs locaux se sont révélées trop tardives pour apporter une réponse pleinement satisfaisante compte tenu de la nature de l'accident et du produit écoulé.

1-2-1-2 La validité des méthodes employées

Tous les rapports précisent clairement les méthodes et protocoles d'échantillonnage et d'observation ainsi que les méthodes ou techniques de traitement des échantillons et des données, dans tous les compartiments étudiés¹¹³. Ces méthodes se réfèrent à des protocoles validés préalablement par les autorités locales¹¹⁴ ; elles sont communément employées au plan international par les équipes de chercheurs ou de gestionnaires des aires protégées et n'appellent aucun commentaire particulier du groupe d'experts.

Celles-ci étaient pleinement adaptées au suivi de l'état de santé des milieux marins dans le cadre de la surveillance périodique de l'environnement. Les opérateurs locaux ont su les adapter avec clairvoyance au contexte local¹¹⁵.

Le groupe d'experts considère que les méthodes employées par les opérateurs locaux étaient pertinentes et suffisaient à évaluer l'impact de la pollution, sur les peuplements benthiques en particulier ; les compléments de données et d'information recueillis à l'occasion des investigations

¹¹² EMC²I, 2009. « Suivi pollution Valé Inco du 1^{er} avril 2009 », note d'étape du 24 juillet 2009, 7 p.

¹¹³ Physico-chimie des eaux, sédiments, bio-indicateurs et biocénoses.

¹¹⁴ Cf. : AP ICPE n° 1769-2004/PS du 15 octobre 2004 relatif au suivi temporel des communautés coralliennes et faune associée, complétées lors d'un atelier le 3 mars 2006.

¹¹⁵ Ex. : Aqua Terra a établi un relevé précis de l'état de colonies coralliennes individuellement repérées (bonne santé, partiellement blanchies, totalement blanchies, en cours de récupération ...), d'une mission sur l'autre et EMR a complété les relevés par une méthode d'évaluation dite « Coral Watch » accompagnée de clichés photographiques par quadrat.

complémentaires des opérateurs, ont contribué à mieux renseigner sur l'état de santé des colonies coralliennes, et sur leur évolution dans le temps.

1-2-1-3 La cohérence des observations en double aveugle

La décision de procéder en « double-aveugle » se justifiait parfaitement pour l'examen du milieu récifal de la Baie et celui de ses peuplements benthiques et ichtyologiques.

La simple application de protocoles mêmes identiques et la localisation des stations à prospecter, peuvent en effet introduire des biais méthodologiques et conduire à des distorsions de résultats.

Cette procédure était cependant moins justifiée et plus délicate à mettre en œuvre pour les analyses d'eaux et de sédiments, de même que pour les prélèvements des espèces bio-indicatrices bien que l'analyse de celles-ci puisse parfois conduire à des résultats significativement différents selon le lieu de récolte du matériel.

Dans tous les cas, l'interprétation des résultats peut varier avec les opérateurs.

En fait, les deux opérateurs sont intervenus à des dates différentes et n'ont pas non plus porté leurs efforts sur les mêmes stations¹¹⁶.

Leurs analyses ont porté sur les peuplements benthiques et ichtyologiques de la Baie de Prony¹¹⁷, un opérateur ayant également prospecté la mangrove littorale et rivulaire du Creek.

Les prospections des colonies coralliennes et des poissons ont été réalisées à plus de 10 jours d'intervalle par les deux opérateurs ; ce décalage exclut évidemment toute analyse en « double aveugle », s'agissant de surcroît d'un accident aux effets immédiats et brutaux où le produit en cause évolue rapidement au contact de l'eau. Les deux équipes ont analysé en outre des stations ou des zones sensiblement différentes, créant de fait un autre biais d'analyse et d'interprétation des résultats.

Ces décalages proviennent probablement en partie d'une coordination insuffisante entre les commanditaires des opérations.

Dans les faits, le groupe d'experts considère cependant que ces décalages n'ont influé lourdement sur l'analyse comparée des résultats qui converge vers des conclusions communes aux deux opérateurs.

Rec. 45 : la méthode « double aveugle » devrait à l'avenir être généralisée à l'étude et au suivi du milieu marin, sur la base d'un échantillonnage minimal composé de stations communes et des méthodes d'observations identiques, tout en laissant la flexibilité suffisante aux opérateurs de compléter le dispositif par toutes investigations qu'ils jugent utiles, en fonction de leur propre connaissance du contexte.

1-2-1-4 La validité des zones investiguées

Les échantillonnages appliqués par l'un et l'autre opérateurs locaux ont été les suivants :

- Aqua Terra a sélectionné 8 stations au total : 5 stations encadrant l'embouchure du Creek, du Nord au Sud, une station située au large de l'embouchure¹¹⁸ et 2 stations de référence¹¹⁹ non impactées par l'accident en complément de la Station 02 du réseau permanent de surveillance de la Baie de Prony déjà observée en 2007 et 2008. Cette couverture est pleinement satisfaisante et elle permet des analyses historiques ;
- EMR a sélectionné 7 stations au total : une station de fort impact potentiel localisée près de l'embouchure du Creek, 5 stations situées dans une autre zone englobant la Baie nord et limitée à l'ouest par l'îlot Gabriel, enfin une station de référence localisée en Baie de Bonne Anse. L'opérateur n'a pas intégré en revanche la Station 02 du réseau pour laquelle il ne

¹¹⁶ La station St 02 a été étudiée par un seul opérateur.

¹¹⁷ Aqua Terra était intervenu seul lors d'une mission effectuée du 7-9 avril.

¹¹⁸ L'îlot Gabriel.

¹¹⁹ La rade du port et la Baie du carénage.

disposait pas des informations nécessaires à sa localisation lors de l'établissement du protocole ; cet échantillonnage est lui aussi satisfaisant, à la remarque près ci-avant.

Toutes les stations prospectées sont situées en Baie de Prony, à des distances variées de l'embouchure du Creek. Les plus proches de celle-ci sont les Stations 02 et 06 étudiées par Aqua Terra et EMR 1, étudiée par EMR¹²⁰. Les résultats obtenus recueillis pourront donc être comparés et ils viendront compléter les autres données rassemblés sur l'ensemble de la Baie. En revanche, il est regrettable que la Station 02 n'ait été suivie que par un opérateur ; les données recueillies sur cette station pourront cependant être comparées avec celles historiques rassemblées en 2007 et 2008.

Sous réserve des remarques qui précèdent, le groupe d'experts considère que cet échantillonnage était satisfaisant, eu égard à la quantité d'acide écoulee et aux phénomènes de transformation et de dilution du produit dans les milieux aquatique puis marin.

Rec. 46 : le suivi à moyen et long termes du milieu marin imposé par l'arrêté d'ouverture d'installations classées devrait être poursuivi dans l'esprit des programmes actuels et inclus à la démarche de conservation de la biodiversité qui lui est liée ; il devrait être réalisé sur la base d'un échantillonnage compatible avec celui utilisé pour le présent évènement.

Rec. 47 : il est fortement recommandé que la Station 02 de référence soit suivie par l'ensemble des opérateurs et que de nouvelles stations soient ajoutées, le cas échéant en substitution de certaines existantes et de moindre intérêt. Cette mesure devrait être adossée à une réévaluation générale de la localisation des stations de suivi permanent, incluant de nouvelles stations placées depuis l'embouchure du Creek, selon trois radiales orientées vers :

- l'Ouest, en direction de l'îlot Gabriel ;
- le Nord-Ouest ;
- le Sud-Sud Est et passant par la Station 02 de référence.

Rec. 48 : une cartographie précise des zones à risques industriels liés aux activités du projet industriel et minier devrait être établie après inventaire approfondi de ces risques pour le milieu marin, à l'échelle de la Baie de Prony ;

Rec. 49 : ce dispositif d'étude devrait comprendre un réseau de surveillance de la Baie composé de bouées automatiques de mesures équipées de capteurs relevant les paramètres courants de la qualité des eaux, tels que la température, la salinité, le pH, l'oxygène, la turbidité, les hauteurs d'eau et les teneurs en chlorophylles a et b¹²¹.

1-2-2 Les résultats et leur interprétation

Seront abordés successivement la colonne d'eau, les sédiments, les espèces bio-indicatrices et les peuplements benthiques et ichtyologiques.

1-2-2-1 La colonne d'eau

L'arrivée du front acide à l'embouchure s'est faite à 18h25, soit au début de la marée montante, avec un débit du Creek de l'ordre de 3 m³/s. Les caractéristiques de la colonne d'eau dans la Baie n'ont pas été suivies immédiatement après l'accident mais elles l'ont été correctement par la suite, 3, 9 et 14 jours après l'accident.

Pour mémoire, des analyses physico-chimiques des eaux comportant une mesure des concentrations en métaux dans la Baie de Prony ont été faites les 4, 10 et 15 avril ; 6 stations ont été prospectées au total, dont la station de référence. Les données recueillies ont pu être comparées à celles d'une mission de l'IRD réalisée en août 2008¹²², notamment celles de la Station 15.

¹²⁰ Elles se situent à quelques centaines de mètres de celle-ci.

¹²¹ La présence d'une telle bouée à l'embouchure du Creek aurait été riche d'enseignements sur l'origine des anomalies constatées.

¹²² Cf. rapport d'étude IRD du 24 décembre 2008.

Les analyses d'eau révèlent des concentrations élevées en métaux dissous le 4 avril puis un retour progressif à la normale les 10 et 15 avril.

Malheureusement, le pH n'a pas été suivi dans la soirée et le lendemain de l'accident ; il faut attendre le 4 avril pour disposer de premières mesures de pH effectuées par l'IRD, constatant alors une acidité des eaux proches de la normale, à toutes les stations étudiées et à toutes profondeurs. En accord avec les conclusions de l'IRD, la présence d'eaux acidifiées et acides dans la Baie a pu provoquer une mortalité d'organismes planctoniques¹²³ ; il ne sera toutefois plus possible d'évaluer désormais l'ampleur de cette mortalité ponctuelle dans le temps et dans l'espace, en raison de la dilution de l'acide dans des eaux en mouvements continuels et en l'absence de modèles de courantologie étalonné aux échelles de lieux et de temps appropriées renseignant sur les mouvements d'eau.

Les résultats montrent une évolution importante de la température consécutive aux pluies tombées du 04 au 10 avril 2009 dans les 5 stations étudiées. Au cours de la période d'étude, ces précipitations ont été abondantes dans l'ensemble de la zone, y compris à la station de référence St15 ; les analyses montrent qu'elles ont eu pour effet de réduire progressivement la température des eaux profondes de 1°C et celle des eaux de surface de 1,5°C. Ce dernier phénomène s'est accompagné d'une importante dessalure évaluée à 4 à 5 % de concentration, consécutive à l'apport d'eaux douces météoriques. Les données montrent en outre que la turbidité de l'eau est demeurée relativement élevée au droit de la Station 151, pendant toute la période d'étude¹²⁴ ; des couches turbides ont également été observées sur les autres stations, en surface et au fond de la colonne d'eau.

Rec. 50 : le modèle de courantologie mis au point par l'IRD pour le canal de la Havannah, devrait être étalonné à l'échelle de la Baie de Prony et sur des pas de temps appropriés aux risques de pollution.

1-2-2-2 Les sédiments

L'IRD a prélevé des sédiments dans la Baie le 9 avril, pour analyse des teneurs en métaux et matière organique ; ces prélèvements ont été effectués sur 5 stations échelonnées selon un gradient embouchure – large ; des analyses analogues sont prévues dans les eaux interstitielles.

Les résultats de ces travaux n'ont toutefois pas été mis à la disposition du groupe d'experts à la date de rédaction du présent rapport.

Les autorités provinciales ont demandé qu'une seconde mission de prélèvements soit réalisée dans les 15 jours qui ont suivi l'accident¹²⁵ ; le groupe d'experts n'a pas été informé des résultats de cette mission qui n'apporteront probablement que peu d'informations complémentaires utiles au diagnostic.

Le produit écoulé s'est certainement transformé en grande partie au cours de son transit dans le Creek et s'il a pu affecter la composition des eaux marines interstitielles, il est peu probable qu'il ait dégradé la faune endogée vivant dans les sédiments, localement peu représentée selon les observations des opérateurs.

En l'état des informations à sa disposition, le groupe d'experts ne peut s'exprimer plus avant sur le sujet ; il conclut par le fait qu'un examen léger de la microfaune des sédiments aurait pu se révéler utile.

1-2-2-3 Les espèces bio-indicatrices

Dans le contexte de la Baie de Prony, les espèces susceptibles de concentrer des métaux et choisies pour les investigations sont une algue brune et un mollusque. Des spécimens de ces espèces ont été collectés par Aqua Terra sur 5 stations très distantes les unes des autres, les 7 et 8 avril, puis confiés à l'IRD pour analyse.

¹²³ « Dans les eaux de surface impactées de la proche embouchure, le front acide (pH < 8,2 ?) a pu induire une mortalité d'organismes planctoniques qui ont ensuite progressivement sédimenté au vu des fortes valeurs en Zinc et en ammonium analysées dans les couches d'eau intermédiaires à la station de référence St15 ».

¹²⁴ 04-15 avril 2009.

¹²⁵ Cf. annexe au courrier n°2009-23514 du 28 avril 2009 déjà visé, § 2 .3.3.

Seuls les résultats définitifs se rapportant à l'algue ont été mis à la disposition du groupe d'experts qui n'ont disposé par ailleurs que de résultats provisoires pour le mollusque.

Le groupe d'experts prend acte que ces résultats ne révèlent aucun impact de l'accident de pollution sur le matériel analysé.

1-2-2-4 La faune benthique

Les peuplements benthiques sont fixés au substrat ou sédentaires ; ainsi, le fait que les prospections n'ont pas toutes été réalisées aux mêmes dates par les deux opérateurs locaux, ne devrait pas inférer sur l'interprétation des résultats. Au demeurant, ces résultats ne peuvent qu'être provisoires ; ils devaient être affinés ultérieurement à l'issue de nouvelles campagnes de prélèvement.

Les principales observations des opérateurs locaux convergent ; elles se résument comme suit :

- la station de référence ST02, située à 900 m de l'embouchure du Creek, n'a subi aucun impact de l'accident ;
- lors de la première mission d'avril, les colonies coralliennes situées à faible profondeur dans les 6 autres stations, principalement celles proches de l'embouchure, montraient des traces de blanchissement ;
- lors de la mission de juin, la grande majorité de ces mêmes colonies, suivies individuellement pour certaines, avaient retrouvé leurs couleurs, à l'exception de celles localisées dans les stations les plus proches de l'embouchure.

Selon les deux opérateurs locaux, ces évolutions pourraient être naturelles ; elles auraient pu être simplement amplifiées par la présence d'acide.

En l'absence d'information précise sur l'évolution de la masse d'acide à son arrivée dans la Baie, il n'est pas possible de dépasser le stade des présomptions sur l'arrivée d'un front acide ou, tout du moins, la présence d'eaux acidifiées à l'embouchure du Creek. L'acide sulfurique est un acide lourd qui coule et rejoint le fond, en eau douce comme en mer. En l'absence de mesure de pH à l'embouchure du Creek les jours qui ont suivi l'accident, il n'est pas possible de savoir si les eaux acidifiées sont restées en surface comme l'eau douce le fait naturellement à son arrivée en mer, ou si tout ou partie de ces eaux a coulé vers le fond. Cette dernière hypothèse ne peut pas être totalement exclue. Elle n'est pas convaincante cependant, au motif de la présence de poissons sédentaires qui n'auraient pas manqué d'être affectés par des eaux acidifiées, observée par la suite dans leurs terriers benthiques, et de celle de coraux blanchis, relevés dans les transects proches de la surface, en moindre nombre dans les transects profonds des stations proches de l'embouchure.

La question demeure donc entière de savoir l'origine naturelle ou anthropique du stress qui a frappé les colonies coralliennes et la part de chacun au phénomène observé.

Deux remarques seront faites à ce stade d'analyse :

- sur les effets du stress : quelle qu'en soit l'origine, ces effets ont été limités dans l'espace. La Station ST02 en a été préservée, de même que l'îlot Gabriel ; le stress n'a affecté que les stations proches de l'embouchure et les colonies localisées en sub-surface ;
- sur ses conséquences : aucune mortalité de colonie corallienne n'a été observée, y compris lors de la campagne de juin 2009.

En conséquence, si l'accident de pollution a eu un impact sur la faune corallienne, celui-ci est demeuré localisé dans l'espace et limité dans le temps et il a au plus affaibli provisoirement les colonies coralliennes, jamais causé de mortalité.

Trois éléments déjà mentionnés doivent être rappelés :

- l'eau douce d'origine tellurique se disperse en surface avant de se mélanger à l'eau de mer ;
- la période précédant l'accident acide a été très pluvieuse et correspondait à la saison des pluies ;

- une forte arrivée d'eau douce entraîne une baisse de salinité, de température et de luminosité par suite de la turbidité des eaux chargées en particules terrigènes.

Tous ces facteurs peuvent induire un stress des colonies coralliennes et leur blanchissement.

Le groupe d'experts s'est fait confirmer qu'aucun stress n'avait été observé les années antérieures sur les colonies de la Baie¹²⁶, mais que les campagnes précédentes, notamment celle de 2008, s'étaient déroulées en saison sèche, en l'absence d'apport massif d'eau douce. Il est donc fort probable que le blanchissement observé en avril 2009 ait une origine naturelle ; dans cette hypothèse, ce phénomène serait saisonnier et lié à un apport d'eau tellurique dont les effets ont pu être amplifiés par des apports conjoncturellement acidifiés du fait de l'accident, comme le suggèrent les interprétations des opérateurs locaux.

1-2-2-5 Les poissons

S'agissant de peuplements vagiles, les comparaisons sont plus difficiles et les interprétations plus délicates.

Les conclusions des opérateurs locaux concordent sur le fait que rien ne laisse supposer que l'acide sulfurique déversé dans le Creek ait pu perturber la faune ichthyologique marine. En effet, de nombreux poissons nomades ainsi que des poissons adultes sédentaires¹²⁷ ont été observés dans la Baie, au cours de la première campagne et de celle du mois de juin ; cette présence de poissons dans leurs terriers, 6 jours après l'événement, doit être soulignée.

Toutefois, les agents du service de la mer (DENV) rendus à l'embouchure du creek de la Baie Nord le jour de l'évènement, ont constaté la présence « *de nombreux poissons d'eau de mer (picots) morts sur les berges de l'embouchure* »¹²⁸. Aucune autre mortalité de poisson marin n'a été signalée dans les jours qui ont suivi l'accident, en surface de la Baie ni sur le littoral, quand bien même peut-on penser que les poissons pélagiques aient pu fuir devant des eaux acidifiées.

Les opérateurs locaux ont également constaté le bon état des habitats naturels, en particulier les zones de nurseries, présentes classiquement dans les fonds de baie et d'estuaire.

Ceux-ci concluent sur l'existence d'une perturbation vraisemblablement due à une dessalure générale dans la Baie de Prony, plus importante à l'embouchure du Creek¹²⁹, qui a pu être accentuée par l'accident de pollution, indiquant toutefois qu'en l'absence d'état initial des lieux, il n'est pas possible d'approfondir le diagnostic et de préciser la contribution relative de l'accident à cette perturbation.

De l'avis du groupe d'experts, l'écoulement de l'acide a affecté les peuplements piscicoles marins de la Baie et leurs habitats mais les conséquences de l'accident sont demeurées limitées à la fois en volume, dans l'espace et dans le temps.

CONCLUSION 1-2

Les observations faites sur le terrain¹³⁰ révèlent un certain nombre d'anomalies – terme préféré à celui d'effets - corrélatives à l'accident, mais dont il est difficile d'établir les causes ; ces anomalies seront analysées par échelle de temps :

- à court terme

Des anomalies ont été observées sur le terrain au cours des trois semaines qui ont suivi l'accident ; elles ont concerné :

¹²⁶ Cf. l'analyse de l'état de santé des coraux réalisés en octobre 2008 à la station ST02, en saison sèche.

¹²⁷ Ex. : Gobies, Blennies, Pinguipédidés.

¹²⁸ Cf. : « *Fuite d'acide sur l'usine de traitement du minerai de Vale Inco. Chronologie des événements* » (mise à jour du 21 avril) ».

¹²⁹ Les plus faibles valeurs de biomasse (peuplement total, consommable et non consommé) ont été observées sur la station la plus proche du Creek (ERM).

¹³⁰ Ex. : mortalité et stress des peuplements, caractéristiques inhabituelles de la colonne d'eau.

- la colonne d'eau fortement perturbée mais dont la situation est rapidement revenue à la normale ;
- le peuplement benthique corallien et les poissons, faiblement affectés toutefois et sur une période courte.

En l'attente des résultats des analyses sédimentaires d'une part et en l'absence de données sur les populations planctoniques d'autre part, il n'est pas possible de conforter le diagnostic ; en effet, les causes de ces anomalies ne sont pas claires et les investigations menées ne permettent pas de préciser la part qui revient à l'accident de pollution.

Le groupe d'experts est d'avis que cet accident a contribué à provoquer ces anomalies, mais que, dans leur ensemble, celles-ci ont eu pour effet sur le milieu naturel marin une mortalité relativement faible de poissons et un stress sur certaines colonies coralliennes. limité dans le temps et localisé.

- à moyen et long termes

Plus de deux mois après l'accident :

- la colonne d'eau a retrouvé ses caractéristiques normales ;
- si les populations planctoniques ont pu être affectées, les impacts de l'accident de pollution n'ont pu être significatifs qu'à court terme ;
- les colonies coralliennes ont presque totalement récupéré de leur stress et aucune mortalité n'a été constatée ;
- le peuplement ichtyologique peut également être considéré comme normal.

Le groupe d'experts conclut que le phénomène de blanchissement est probablement et principalement saisonnier et lié au régime des pluies. Si cette hypothèse devait se confirmer à l'issue des investigations en cours, cela signifierait que l'accident de pollution n'aurait eu d'effet qu'à court terme sur le milieu marin et l'on pourrait admettre que l'écosystème récifo-lagunaire de la Baie de Prony aurait ainsi conservé toute sa fonctionnalité après l'accident.

Cela implique cependant qu'un suivi allégé à moyen et long termes conforte les données et informations réunies à ce jour.

Rec. 51 : dans le cadre du suivi à moyen et long termes du milieu marin liées aux activités industrielles de Valé Inco, le groupe d'experts recommande l'organisation de deux missions de terrain, l'une à l'automne, l'autre au printemps en saison des pluies, dans des conditions de précipitation aussi proches que possible de celles rencontrées en avril 2009.

Rec. 52 : ces missions devraient avoir pour but de contrôler l'état sanitaire des colonies coralliennes et leurs tendances d'évolution ; elles devraient reposer sur un protocole allégé et se concentrer sur les colonies suivies individuellement par les opérateurs locaux près de l'embouchure du Creek et sur la station de référence ST02. Une prospection réduite de la faune ichtyologique devrait aussi être réalisée à cette occasion, sur ces mêmes stations.

Rec. 53 : les travaux devraient associer de préférence les opérateurs locaux impliqués dans les études de suivi de la pollution.

PARTIE 2 APPRECIATION DES OUTILS-METHODES D'EVALUATION DE L'IMPACT

Conformément au cahier des charges de l'étude, les développements qui suivent reposent sur l'analyse du document intitulé « *Rapport préliminaire d'évaluation de l'impact environnemental de l'émission d'acide dans le creek de la Baie Nord le 1^{er} avril 2009* »¹³¹, confiée expressément à l'expert Chef de file ; ces développements n'engagent que son auteur.

Le document étudié repose sur l'analyse des informations réunies au 8 mai 2009, à l'issue des études et prélèvements effectués dans le cadre du suivi des effets de la pollution du 1^{er} avril sur l'environnement ; il sera complété par la suite en fonction de la disponibilité de données nouvelles.

Son but est de répondre aux obligations de Valé Inco de « *respecter les conditions d'exploitation de ses installations, d'évaluer et de mettre en œuvre les remèdes que rendent nécessaires la protection de l'environnement au sein d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « baie Nord » - commune du MONT-DORE* »¹³².

A *contrario*, ce document n'apporte pas de réponse directe aux obligations réglementaires faites à la société de prendre des mesures d'urgence imposées pour la protection de l'environnement au sein de l'usine de traitement¹³³, ni au programme complémentaire d'évaluation des conséquences de la fuite d'acide sulfurique sur l'environnement à court, moyen et long termes, requis par les autorités provinciales à l'issue de l'accident¹³⁴, tenant compte des remarques formulées par la société sur ces attentes¹³⁵.

2-I LE CONTENU DU RAPPORT

2-I-1 Les données

Le rapport s'organise en une série de paragraphes faisant le point sur l'ampleur de l'écoulement d'acide et ses impacts sur les principaux compartiments analysés à l'issue de l'accident de pollution ; il repose sur des éléments essentiellement factuels, pour la plupart portés à la connaissance du groupe d'experts et relatifs à :

- la qualité physico-chimique des eaux de surface ;
- les invertébrés d'eau douce ;
- les poissons d'eau douce ;
- les sédiments d'eau douce ;
- la qualité physico-chimique du milieu marin ;
- les écosystèmes sous-marins ;
- les sédiments marins ;
- les bio-indicateurs marins.

Des développements complémentaires sont fournis sur :

- la dispersion possible du panache ;
- les eaux souterraines ;
- la flore rivulaire.

Le rapport préliminaire comporte aussi une étude globale de l'impact de l'accident, incluant une appréciation sommaire des effets résiduels de la pollution.

¹³¹ Version révisée du 8 mai 2009.

¹³² Arrêté n° 175-2009/PS du 3 avril 2009.

¹³³ Arrêté n°268-2009/PS du 28 avril 2009.

¹³⁴ Lettre Province Sud n°2009-23514/DENV du 28 avril 2009.

¹³⁵ Lettre Valé Inco G-DG-EN 074 JFD DG 2009 04 30 du 30 avril 2009.

Lui sont annexés un ensemble de pièces d'information sur la base desquelles l'analyse a été réalisée.

S'agissant d'un document préliminaire, il ne sera pas fait de remarque particulière sur l'organisation du rapport et la nature des données qu'il contient ; celles-ci sont issues généralement des prélèvements et des analyses de terrain opérés à l'issue de l'accident.

2-I-2 Les interprétations

Les interprétations sont fondées pour l'essentiel sur les mêmes données de base que celles mises à disposition du groupe d'experts ; elles sont provisoires et doivent être complétées par la suite, à la lumière des résultats finaux d'analyse à fournir par les opérateurs locaux intervenus sur le dossier.

Lors de l'intervention du groupe d'experts, les méthodes de travail, de prélèvement et d'analyses employées par les opérateurs locaux, y compris le Service Environnement de Valé Inco, faisaient l'objet d'un audit externe¹³⁶ ; cet audit devait aboutir à des recommandations d'amélioration en la matière. Il est supposé que ces recommandations contribuent à faciliter à l'avenir l'interprétation de faits semblables observés.

D'une façon générale, le document se borne à évaluer superficiellement les effets de la pollution. Il révèle des hésitations sur la façon de répondre à de tels événements, ainsi que des difficultés à le faire à partir des données environnementales existantes, pas toujours connues, mobilisables ni utilisables en la forme, pour permettre de disposer d'un état initial facilitant l'interprétation des faits observés.

Ces points ont été traités dans la première partie du rapport du groupe d'experts ; ils sont évoqués de nouveau, dans le seul but de rappeler l'importance de constituer rapidement une base de données qui rassemble tout le matériel disponible et contribue à identifier les champs et compartiments à mieux couvrir à l'avenir.

Cet objectif passe par l'aboutissement préalable de l'effort engagé au niveau provincial, visant à définir une batterie d'indicateurs environnementaux et à faire valider les protocoles de suivi du milieu naturel.

Contrairement à son but initial, le rapport préliminaire est en revanche quasiment muet sur les « remèdes » qui permettraient à l'avenir, de prévenir et de limiter au mieux les effets environnementaux de tels accidents.

Rec. 54 : le groupe d'experts recommande que la question des indicateurs et celle des protocoles de suivi des écosystèmes terrestre, aquatique et marin, dans la zone d'influence du projet industriel et minier, soit traitée en priorité au sein de l'Observatoire de l'Environnement du Grand Sud (CEIL), les difficultés d'interprétation des faits telles qu'elles apparaissent dans le rapport préliminaire d'évaluation reposant en grande partie sur l'absence d'état et de valeurs de référence à la disposition des opérateurs locaux.

Rec. 55 : le rapport final d'évaluation devrait également comporter des pistes précises d'amélioration du dispositif de suivi et d'action, qui permettent de nourrir les réflexions à mener dans le cadre de la démarche de conservation de la biodiversité imposée à Valé Inco au titre de la réglementation des ICPE.

2-2 LA METHODOLOGIE D'EVALUATION DE L'IMPACT GLOBAL

Conformément à la commande, l'analyse sera centrée sur l'outil-méthode proprement dit, et elle portera principalement sur la partie consacrée à « l'étude d'impact global de l'incident » (§ 13) qui en fait le principal intérêt.

Cette analyse suppose qu'un rappel soit préalablement fait des obligations de Valé Inco au titre de la réglementation des ICPE.

2-2-1 Le cadre réglementaire

¹³⁶ Un audit externe des laboratoires et bureaux d'étude était en cours lors de la présente expertise ; cet audit avait été confié au bureau VERITAS (Com. Pers Valé Inco).

Les activités en cause de Valé Inco relèvent de la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement et à ce titre, elles ont été autorisées dans des conditions de prise en compte de l'environnement réglées par l'autorité provinciale¹³⁷.

L'exploitant est tenu de mettre en œuvre des dispositions visant à éviter, limiter et compenser les impacts de son installation sur la biodiversité¹³⁸ ; ces dispositions sont contenues dans un document d'orientation imposé par l'arrêté d'autorisation d'ICPE, appelé « démarche », que la société doit élaborer sur la base de lignes directrices annexées à cet arrêté¹³⁹.

Ces lignes directrices incluent la mise en œuvre d'un « *plan de suivi* »¹⁴⁰ permettant d'apprécier l'impact environnemental de l'installation autorisée et des activités industrielles et minières qui lui sont connexes. Ce suivi doit faciliter le choix des mesures adaptées et proportionnées en vue d'assurer la conservation de la biodiversité ; les mesures en question figurent dans un « *plan d'action* », adapté régulièrement en fonction des événements et des évolutions constatés et composé de plusieurs volets¹⁴¹, précisant les moyens d'intervention prévus ainsi que les mesures et les protocoles employés.

Pour mémoire, le titulaire de l'autorisation adresse l'ensemble des informations relevant de la démarche au service compétent, le 15 février au plus tard de chaque année et les plans de suivi et d'actions sont préalablement validés par l'inspection des installations classées. Un Comité de pilotage est chargé du suivi de la bonne exécution de la démarche ; ce suivi est effectué sur la base d'indicateurs d'exécution établis préalablement pour chacun des plans, selon un cadre logique type.

On se réfèrera directement à l'arrêté et à son annexe pour plus ample information.

Tel que conçu et s'il est appliqué convenablement, ce dispositif doit permettre de prévenir au mieux tous impacts environnementaux d'origine chronique ou accidentel et de réagir dans les meilleures conditions, y compris en cas d'urgence, de façon coordonnée, pour limiter les effets de tels événements sur l'environnement.

Toutefois, il n'était pas encore pleinement opérationnel lors de la pollution. A aucun moment des interventions, les acteurs n'y ont non plus fait référence ; les opérateurs locaux questionnés lors de la mission de terrain, ne semblaient pas même en connaître souvent l'existence.

A supposer qu'il fût pleinement opérationnel, ce dispositif n'eût pas suffi vraisemblablement à éviter l'accident ; il aurait probablement permis d'en faciliter cependant le suivi et de mieux coordonner les opérations dans leur ensemble.

Les développements figurant dans le rapport préliminaire d'évaluation montrent de façon évidente l'existence de faiblesses dans le choix des méthodes et leur application, la définition de l'échantillonnage, les protocoles et les procédures d'intervention, les paramètres et les indicateurs également, tous sujets que doit précisément traiter la démarche de conservation de la biodiversité.

Rec. 56 : le groupe d'experts recommande avec insistance que le dispositif réglementaire de suivi et d'action qui accompagne l'autorisation d'ICPE devienne rapidement et pleinement opérationnel et, qu'à cette fin, les mesures de gouvernance qui lui sont associées, soient mises en œuvre dans les meilleurs délais.

2-2-2 L'appréciation de l'impact global

Cette question est traitée au paragraphe 13 du rapport préliminaire d'évaluation.

¹³⁷ Cf. AP n°1467-2008/PS du 9 octobre 2008.

¹³⁸ Art. 8.2 de l'arrêté susvisé.

¹³⁹ Cf. : annexe XVI.

¹⁴⁰ A *minima*, suivi des émissions atmosphériques, de la qualité de l'air, des eaux de pluie, superficielles et souterraines, du milieu marin et de la faune et de la flore.

¹⁴¹ A *minima*, plans opérationnels de gestion des eaux superficielles, de conservation de la diversité biologique, de conservation de la diversité paysagère, de restauration écologique, de maîtrise des espèces exogènes, de lutte contre le feu, de prise en compte des effets résiduels, et de formation, d'information et de sensibilisation sur la biodiversité.

La méthode employée a déjà fait l'objet d'une analyse sommaire en octobre 2007, qui a conduit à un certain nombre de remarques auxquelles on se reportera si besoin¹⁴².

Elle repose sur la définition d'éléments de l'environnement (EIE) dont l'importance est établie sur la base de quatre critères cumulatifs :

- « *l'existence d'une valeur patrimoniale ou culturelle, en corrélation ou non avec une valeur écologique* » ; la valeur en question n'est toutefois pas fondée sur une approche objective, avérée par des mesures ou des données précises telles que l'abondance, la rareté, la diversité, l'aire de distribution, le statut et les tendances d'évolution de l'élément environnemental considéré, parmi d'autres critères et/ou indicateurs possibles ;
- « *un paramètre environnemental imposé par les réglementations applicables ou recommandées sur lequel porte l'évaluation des effets* » ; il importe d'abord de savoir ce que l'on entend par « *réglementation recommandée* » ; par ailleurs, les éléments environnementaux considérés comme importants dans cette approche réunissent des ensembles extrêmement généraux et diversifiés, difficiles à rattacher en l'état à des normes particulières (cf. : § 13.1.3) ; si tel est le cas, il importe alors de préciser quelles sont ces normes et de les hiérarchiser afin d'évaluer l'importance du paramètre en question ;
- « *une préoccupation des populations locales et/ou une dimension internationale* » : là encore, en l'absence de référentiel sur lequel fonder cette préoccupation, il est difficile d'admettre ce critère et d'attribuer une importance objective et relative à un élément particulier ;
- « *la mise en place possible d'un plan de gestion et de surveillance* » ; sans autre précision, il semble bien que tout élément environnemental, au sens de la méthode, peut faire l'objet d'un tel plan et que dès lors ce critère n'est pas véritablement discriminant au plan de l'importance particulière de l'élément considéré.

Elle fait appel en outre à la notion « *d'effets* » sur l'environnement, qu'elle associe directement à la notion « *d'impact* », en se référant à la norme ISO 14001. Pour mémoire, la norme ISO 14001 est une norme de management environnemental permettant à un organisme désireux d'améliorer sa performance environnementale de définir une organisation interne adaptée ; elle ne constitue pas un système d'évaluation des effets d'une activité sur l'environnement et ne peut fournir les données scientifiques permettant d'objectiver les impacts environnementaux de cette activité, ni leurs effets sur l'environnement.

Elle se réfère au concept « *d'effets résiduels totaux* » qu'elle assimile à la somme des effets directs, indirects et induits de l'activité considérée ; or il est communément admis que les effets résiduels réunissent les seuls effets qui demeurent à l'issue des mesures d'atténuation prises pour la circonstance ; ces effets résiduels peuvent justifier des mesures d'adaptation complémentaires visant à réduire l'impact environnemental observé et/ou des mesures destinées à les compenser. C'est entre autre considération, tout le débat des mesures compensatoires qui se dessine derrière cette problématique.

La mesure de l'effet repose ensuite sur un gradient de valeur grande, moyenne ou faible, attribuée à celui-ci ; cette valeur tient compte des « *caractères écosystémique et socioéconomique* » de l'élément affecté. Au-delà des difficultés à apprécier objectivement cette valeur, les caractères sur la base desquels elle serait établie, mériteraient d'être précisés et il est probable qu'ils devront l'être en recourant aux approches scientifiques traditionnelles en la matière, visant à matérialiser au moins une partie marchande de cette valeur. C'est toute la question complexe des méthodes d'évaluation des actifs naturels et des services écologiques qui est posée, sans toutefois que la méthodologie employée dans le rapport préliminaire d'évaluation fournisse des éléments de réponse satisfaisants.

Elle intègre enfin des critères « *d'étendue* », régional, local ou ponctuelle des effets, de « *durée* » également, longue, moyenne ou courte, de ces effets. Ces critères sont appréciés

¹⁴² EMC²I, 2007. Plan de sauvegarde de la biodiversité terrestre de la société Goro Nickel, rapport final, octobre 2007, 40 p.

par référence à la durée de vie du projet industriel et minier et à sa zone d'influence, et non pas en rapport à la résilience du milieu naturel, sur laquelle repose en définitive la capacité de celui-ci à évoluer pour que les équilibres naturels soient préservés et les processus écologiques qui les assurent maintenus.

Au demeurant, l'évaluation présentée en fin du rapport préliminaire est assortie de précautions soulignant que « *l'estimation* » - laquelle n'est jamais qu'une évaluation approximative - n'est pas définitive quoique « *les évaluations* » finales seront inchangées « *avec de fortes probabilités* ».

Il est dans ces conditions extrêmement difficile de conclure définitivement sur la méthodologie employée dans le rapport préliminaire d'évaluation. Celle-ci marque un effort louable de réflexion sur un sujet particulièrement complexe. En l'état, cette méthodologie suscite cependant un certain nombre d'interrogations plus qu'elle n'apporte de réponses pleinement satisfaisantes à la question de l'évaluation de l'effet global de l'accident sur le milieu naturel ; elle crée aussi des confusions portant sur les termes et concepts employés.

L'accident de pollution fournit une bonne opportunité d'approfondir ce débat capital.

Rec. 57 : les acteurs du dossier devraient approfondir la réflexion engagée sur les méthodes d'évaluation des effets environnementaux, y compris résiduels, de tels évènements, chronique et accidentels, sur le milieu naturel, à la lumière des travaux réalisés ou en cours sur le sujet. Cette réflexion devrait être facilitée par un état des lieux préalable de ces travaux.

Rec. 58 : cette réflexion devrait être conduite en relation avec le plan opérationnel de compensation des effets résiduels des activités industrielles et minières et connexes de Valé Inco, annexé à la Convention fixant les modalités techniques et financières de mise en œuvre de la démarche pour la conservation de la biodiversité récemment signée entre la Province Sud et Valé Inco¹⁴³.

CONCLUSION 2

Le rapport préliminaire d'évaluation analysé ne peut conduire en l'état qu'à une analyse elle-même provisoire.

A ce stade, ce rapport fait apparaître cependant un certain nombre de biais méthodologiques liés à la nature des critères retenus et au choix des concepts employés.

L'importance du sujet force à poursuivre et approfondir la réflexion engagée dans un cadre scientifique mieux calé et à la lumière des travaux existants sur le sujet.

¹⁴³ Cf. Convention n°C.238-09.

CONCLUSION GENERALE

Les activités industrielles mises en cause dans l'accident de pollution relèvent de la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement.

Elles reposent en l'état sur un arrêté d'autorisation d'exploiter imposant à Valé Inco de prendre toute disposition destinées à prévenir de tels accidents et à réduire au mieux les effets de ses activités, y compris connexes, sur le milieu naturel.

En ce sens, Valé Inco doit prendre toutes mesures utiles de préservation de la biodiversité, sur la base d'orientations consignées dans un document d'orientation appelé « démarche de conservation de la biodiversité », annexée à l'arrêté d'autorisation, et soumettre chaque année à l'autorité administrative les actions et moyens mobilisés pour répondre aux orientations définies dans cette démarche.

Les recommandations formulées dans le présent rapport sont autant de pistes d'action, prioritaires pour la plupart, qui trouvent rang dans le plan de suivi et le plan d'action composant le cœur de la démarche.

Au cours de sa mission sur place, le groupe d'experts a accueilli avec satisfaction la signature de la convention engageant la Société Valé Inco et la Province Sud dans la définition de moyens adaptés à la mise en œuvre de la démarche. Cet instrument vient parachever le dispositif sur lequel Valé Inco peut asseoir désormais ses activités, en relation avec l'obligation qui lui est faite d'assurer la conservation de la biodiversité et en coopération avec les autorités provinciales.

C'est en recommandant l'élaboration d'un plan directeur accompagné d'un tableau de bord détaillé de ces actions, à mener en synergie avec les autres acteurs locaux intervenant sur ces sujets¹⁴⁴, que le groupe d'experts souhaite conclure.

St Cergue, le 17 septembre 2009.

¹⁴⁴ Ex. : Œil, CNRT, ZONECO, Conservatoire des espaces naturels, Agence des aires marines protégées.

PRINCIPAUX DOCUMENTS CONSULTES PAR LE GROUPE D'EXPERTS

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Arrêté 1834-2007/PS du 27 novembre 2007 mettant en demeure la société Goro Nickel S.A.S. de respecter les prescriptions d'un arrêté autorisant l'exploitation d'une installation de traitement et d'épuration des eaux usées issues d'effluents domestiques sur le site de Prony Est, sur le territoire de la commune du Mont-Dore.

Arrêté 268-2009/PS du 28 avril 2009 mettant en demeure la société Valé Inco Nouvelle Calédonie SAS de prendre des mesures d'urgence que rendent nécessaires la protection de l'environnement au sein d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « Baie Nord » - commune du MONT-DORE.

Arrêté 629-2003/PS du 21 mai 2003 mettant en demeure les sociétés Goro Nickel S.A. et Sodexho Nouvelle-Calédonie de respecter les prescriptions d'un arrêté autorisant l'exploitation d'une installation de traitement et d'épuration des eaux usées issues d'effluents domestiques sur le site de Prony Est, sur le territoire de la commune du Mont-Dore.

Arrêté n° 175-2009/PS du 3 avril 2009 mettant en demeure la société Valé Inco NC SAS de respecter les conditions d'exploitation de ses installations, d'évaluer et de mettre en œuvre les remèdes que rendent nécessaire la protection de l'environnement au sein d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « Baie Nord » - commune du Mont Dore.

Arrêté n° 339-2009/PS du 8 mai 2009 complétant l'arrêté n°10327-2009/PS du 8 avril 2009 suspendant partiellement l'activité et obligeant la société VALE INCO NOUVELLE-CALEDONIE à consigner entre les mains d'un comptable public une somme répondant au montant de la mise en conformité du bassin de contrôle Nord au sein d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « Baie Nord » - commune du MONT-DORE

Arrêté n° 575-2008/PS du 6 mai 2008 autorisant la société Goro Nickel SA à exploiter temporairement une installation de traitement et d'épuration des eaux résiduaires domestiques ou assimilées sur le site de Prony Est, sur le territoire de la commune du Mont-Dore.

Arrêté n°10327-2009/PS du 8 avril 2009 suspendant partiellement l'activité et obligeant la société VALE INCO NOUVELLE-CALEDONIE à consigner entre les mains d'un comptable public une somme répondant au montant de la mise en conformité du bassin de contrôle Nord au sein d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « Baie Nord » - commune du MONT-DORE

Arrêté n°1467-2008/PS autorisant la société GORO NICKEL SAS à l'exploitation d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « Baie Nord » - commune du Mont Dore, d'une usine de préparation du minerai et d'un centre de maintenance de la mine sis « Kwé Nord » - commune de Yaté.

Arrêté n°373-2009/PS du 26 mai 2009 levant la consignation financière réalisée et la suspension de l'exploitation des installations de la société Valé Inco Nouvelle-Calédonie SAS au sein d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « Baie Nord » - commune du MONT-DORE.

Arrêté n°87/09 du 7 avril 2009 interdisant temporairement toute baignade dans le creek de la Baie Nord - Mont-Dore

DENV, 2009. L'ŒIL, association pour l'observation et l'information sur l'environnement. Présentation power point.

DENV, 2009. La création de l'ŒIL, association pour l'observation et l'information sur l'environnement. Présentation power point.

DIMENC. Courrier du 26 mai 2009 n°CS 09-3160-SI-911 DIMENC et compte rendu d'inspection d'installations classées.

DIMENC. Courrier du 6 avril 2009 n°CS 09-3160-SI-581 DIMENC et compte rendu d'inspection d'installations classées.

Parquet du tribunal de 1ere instance de Nouméa. Avis de classement. N° RP A0800658.

Province Sud. Communiqué de presse du 6 avril 2009.

Province Sud. Communiqué de presse du 8 avril 2009 concernant la « Fuite d'acide sur l'usine de traitement du minerai de Valé Inco, Chronologie des événements ».

Province Sud. Compte rendu de visite d'installations classées du 17 janvier 2008, n°6023-300-2008/DENV/SE/Icc. 5 pp.

Province Sud. Convention n°C.239-09 fixant les modalités techniques et financières de mise en œuvre de la démarche pour la conservation de la biodiversité. 7 pp. + annexes.

Province Sud. Courrier à Mr le procureur de la République auprès de la cour d'appel (non daté).

Province Sud. Courrier du 20 février 2008 n°442.08/PPS/DRN.

Province Sud. Courrier du 28/04/2009. Annexe concernant les compléments à apporter au programme d'évaluation des conséquences sur l'environnement à court, moyen et long terme de la fuite d'acide sulfurique intervenue le premier avril 2009 sur l'usine de traitement du minerai exploitée par la société Valé Inco.

Province Sud. Courrier du 7 janvier 2008 n°6034-2-97-2008/DENV/SPPR/Icc.

Province Sud. Courrier n°2009-23514 DENV en réponse à la note de Valé Inco reçue le 8 avril 2009 intitulée « Réponse de Valé Inco à l'arrêté n°175-2009/PS du 3 avril 2009, article 3 point n°2 ».

Province Sud. Courrier n°2009-26352 du 7 mai 2009.

Province Sud. Fuite d'acide sur l'usine de traitement du minerai de Valé Inco. Chronologie des événements. Mise à jour du 21 avril.

Province Sud. Lettre de transmission n°6034-2-315-2008/DENV/SPPR/BEI/Icc. Installations classées pour la protection de l'environnement – SAS Goro Nickel. Procès verbal de constatations d'infractions.

Province Sud. Procès verbal de constatations dressé à l'encontre de la S.A.S. Goro Nickel n°6034-2-301-2008/DENV/SPPR/BEI/Icc. 3 pp.

Province sud. Relevés de conclusions du 15 mai 2009 n° 6024-2 /2009/DENV/SPPR/VM Evaluation des conséquences environnementales de la fuite d'acide du 1er avril 2009 dans le creek de la Baie Nord. Réunion de concertation DENV –Valé Inco NC.

Valé Inco. Courrier du 9 avril 2009, en réponse à l'arrêté n°10327-2009/PS du 8 avril 2009.

Valé Inco. Réponse à l'arrêté n°175-2009/PS du 3 avril 2009, article 3 point n°2.

Valé Inco. Réponse du 30 avril 2009 à la lettre n°2009-23541/DENV.

DOCUMENTS D'ÉVALUATION DE L'IMPACT

Valé Inco, 2009. Rapport préliminaire d'évaluation de l'impact environnemental de l'émission d'acide dans le >creek de la Baie Nord le 1^{er} avril 2009. Rapport préliminaire d'évaluation, dernière révision le 08/05/09, 146 p.

Milieu aquatique et terrestre

ERBIO, 2005. Projet Goro Nickel. Ecosystèmes d'eau douce, Part 1 : Caractérisation de l'état initial. 67 pp. + annexes.

ERBIO, 2007. Inventaires piscicoles du Creek de la Baie Nord, des rivières Kwé (principale), Wajana et Trou Bleu. 67 pp. + annexes. 62 pp. + annexes.

ERBIO, 2008. Synthèse des inventaires faunistiques 1995 à 2008. Rapport final, 63 pp.

ERBIO, 2009 (a). Etude et identification des espèces de crevettes et de poissons morts lors de l'accident survenu le 1er avril 2009 au Creek de la Baie Nord. Rapport final, version du 29/05/2009. 30 pp.

ERBIO, 2009 (b). Fichier Excel concernant les résultats faunistiques de la campagne d'échantillonnage réalisée en juin 2009 dans le Creek de la Baie Nord.

ERBIO, 2009 (c). Fichier Excel concernant les observations en apnée dans le Creek de la Baie Nord le 23/04/2009 et le 7 mai 2009.

ERBIO, 2009 (d). Etude et identification des espèces de crevettes et de poissons morts lors de l'accident survenu le 1er avril 2009 au Creek de la Baie Nord. Rapport intermédiaire. 10 pp.

ERBIO, 2009 (e). Inventaires piscicoles du Creek de la Baie Nord en 2008. 48 pp. + annexes.

ETEC, 2007. Suivi de la qualité biologique des cours d'eau (IBNC). Creek de la Baie Nord, Kwé Principal aval, Kadji aval. Goro Nickel, Nouvelle-Calédonie. Fiches de terrain et faunistiques de l'année 2007. 118 pp.

ETEC, 2008 (a). Fiches de terrain et IBNC : station 6-T (30/01/2008 ; 15/04/2008 ; 05/06/2008 ; 01/07/2008 ; 07/08/2008 ; 09/09/2008 ; 07/10/2008 ; 13/11/2008 ; 09/12/2008), station 6BNOR-1 (30/01/2008 ; 15/04/2008 ; 01/07/2008 ; 07/10/2008), station 6BNOR-2 (30/01/2008 ; 15/04/2008 ; 01/07/2008 ; 07/10/2008).

ETEC, 2008 (b). Suivi de la qualité biologique des cours d'eau (IBNC). Creek de la Baie Nord ; Kwe : bras Nord, Ouest, Est ; Kadji aval. Goro Nickel, Nouvelle-Calédonie. 21 pp.

ETEC, 2009 (a). Fiches de terrain et IBNC : station 6-T (10/02/2009 ; 04/04/2009 ; 05/05/2009 ; 21/04/2009 ; 20/06/2009), station 6BNOR-1 (04/04/2009 ; 05/05/2009 ; 21/04/2009), station 6U (04/04/2009 ; 05/05/2009 ; 21/04/2009 ; 20/06/2009) ; station 6Q (04/04/2009 ; 05/05/2009 ; 21/04/2009 ; 20/06/2009) ; station U7 (04/04/2009 ; 05/05/2009 ; 21/04/2009 ; 20/06/2009) ; station 6Deb11 (04/04/2009 ; 05/05/2009 ; 21/04/2009 ; 20/06/2009) ; Doline (10/02/2009).

ETEC, 2009 (b). Etude des communautés benthiques du Creek de la Baie Nord, 4 avril 2009. Valé Inco. 18 pp.

ETEC, 2009 (c). Etude des communautés benthiques du Creek de la Baie Nord, 21 avril 2009. Valé Inco. 14 pp.

ETEC, 2009 (d). Etude des communautés benthiques du Creek de la Baie Nord, 5 mai 2009. Valé Inco. 15 pp.

ETEC, 2009 (e). Etude des communautés benthiques du Creek de la Baie Nord, 20 juin 2009. Valé Inco. 15 pp.

Fernandez J.M., Breau L., Dolbecq M, Moreton B., 2009. Impact de la fuite de H₂SO₄ : étude des sédiments du Creek de la Rade du Nord (Baie du Prony). Rapport provisoire, IRD-Nouméa, 20/07/2009, 12 pp.

Goro Nickel, 2007 (a). Etude d'impact. Section A. Caractérisation de l'environnement, chapitre 4. Hydrologie. 44 pp.

Goro Nickel, 2007 (b). Etude d'impact. Section A. Caractérisation de l'environnement, chapitre 6. Le milieu écologique terrestre. 79 pp.

Hytec, 2009. Suivi de la qualité biologique du Creek de la Baie Nord après l'accident du 1er avril 2009. Site de Valé Inco Nouvelle-Calédonie. Campagnes de prélèvement n°1 et 2/3. Rapport 2009/IB11. Province Sud. 29 pp. + annexes.

Le Borgne F., 2009. Bilan des impacts des activités industrielles et minières de la société Valé Inco Nouvelle Calédonie sur le creek de la Baie Nord constatés depuis la mise en route de l'usine pilote en 2000. Note à l'attention des experts N. Mary, B.Salvat et Hervé Léthier. Province Sud, Direction de l'environnement, Service de la prévention des pollutions et des risques, 5 pages + annexes.

Lloyd's Register, 2009. Investigation into the sulphuric acid leak to the environment, Valé Inco Goro Site. Pour la Direction de l'Industrie des Mines et de l'Energie Nouvelle-Calédonie. 19 pp. + annexes.

Rescan, 2000. Supplemental baseline technical report : Freshwater environment. 365 pp.

Valé Inco, 2009 (a). Rapport relatif à l'accident du 1^{er} avril 2009 établi conformément aux dispositions de l'article 12 de l'arrêté n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008.

Valé Inco, 2009 (b). Rapport préliminaire d'évaluation de l'impact environnemental de l'émission d'acide dans le Creek de la Baie Nord le 1^{er} avril 2009. 100 pp. + annexes.

Valé Inco, 2009 (c). Compléments au rapport préliminaire d'évaluation d'impact de mai 2009. 85 pp.

Valé Inco, 2009 (d). Surveillance du pH suite à la fuite d'acide sulfurique. 12 pp.

Valé Inco. Fichier Excel BILANPH2 : Résultats physico-chimiques de la qualité des eaux douces suite à l'accident de pollution (2009)

Valé Inco. Fichier Excel BILANPHY 2008 : Résultats physico-chimiques de la qualité des eaux douces en 2008 et 2009.

Valé Inco. Fichier Excel SEDIMEN2 : Résultats physico-chimiques de la qualité sédiments suite à l'accident de pollution (2009).

Valé Inco. Fichier Excel SEDIMENT : Résultats physico-chimiques de la qualité sédiments (2009).

Milieu marin

AQUA TERRA, 2008. suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en Baie de Prony et canal de la Havannah. Mission octobre 2008, 222 pages

AQUA TERRA, 2009 (a). Evaluation de l'impact sur le milieu marin. Pollution à l'acide sulfurique dans le Creek Baie Nord, 2^{ème} mission/juin 2009, version préliminaire, 51 pages

AQUA TERRA, 2009 (b). Evaluation de l'impact sur le milieu marin. Pollution à l'acide sulfurique dans le Creek Baie Nord, mission avril 2009, 175 pages

CHAUVET C., 2009. Réflexions sur les méthodes in situ d'évaluations visuelles des milieux coralliens. 2 pages

EMR, 2009 (a) Etat des communautés récifo-lagonaires et de la mangrove de la Baie Nord (Baie de Prony) suite à un déversement accidentel d'acide sulfurique. Rapport final (mission 1), 124 pages

EMR, 2009 (b). Protocole d'échantillonnage et d'analyse temporelle des communautés coralliennes pour le suivi des impacts de l'usine Goro Nickel, 8 pages

EMR, 2009 © Fiches stations prospectées en avril 2009, 7 pages

GORO NICKEL PROJECT, 2000 (a). Supplemental Baseline technical Report : Physical Oceanography, October 2000, 5A

GORO NICKEL PROJECT, 2000 (b). Supplemental Baseline technical Report : Marine Environment, November 2000, 5B

IRD, 2009 (a). Etude de l'impact de la fuite de H₂SO₄ à l'embouchure du Creek de la Baie Nord (Baie de Prony). Rapport provisoire 15/05.09, 47 pages

IRD, 2009 (b). Suivi environnemental. Qualité physico-chimique des eaux et concentrations en métaux dissous (4-8 août 2008). Rapport final, 65 pages

IRD, 2009 (c). Etude de l'impact de la fuite de H₂SO₄ : étude à l'embouchure du Creek de la Baie Nord et dans sa zone d'expansion (Baie de Prony). Rapport final 20/07/09, 61 pages

IRD, 2009 (d). Impact de la fuite de H₂SO₄ dans le Creek de la Rade Nord (Baie de Prony) : Analyses des concentrations en métaux dans les chairs de l'huître de roche (*Saccostraea cucullata*). Rapport 20/07/09, 9 pages

IRD, 2009 (e). Etude de l'impact de la fuite de H₂SO₄ à l'embouchure du Creek de la Baie Nord (Baie de Prony). Rapport provisoire 21/04/09, 36 pages

LE BORGNE F., 2009. Bilan des impacts des activités industrielles et minières de la société Vale Inco Nouvelle Calédonie sur le creek de la Baie Nord constatés depuis la mise en route de l'usine pilote en 2000. Note à l'attention des experts N. Mary, B.Salvat et Hervé Léthier. Province Sud, Direction de l'environnement, Service de la prévention des pollutions et des risques, 5 pages + annexes.

PROVINCE SUD, Convention N° C.238-09. Fixant les modalités techniques et financières de mise en œuvre de la démarche pour la conservation de la biodiversité. 25 pages et annexes.

PROVINCE SUD, 2009. Fuite d'acide sur l'usine de traitement du minerai de Vale Inco. Chronologie des événements. Mise à jour du 21 avril, 12 pages.

VALE INCO, 2009 (a). Rapport relatif à l'accident du 1^{er} avril 2009 établi conformément aux dispositions de l'article 12 de l'arrêté n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008.

VALE INCO, 2009 (c). Compléments au rapport préliminaire d'évaluation d'impact de mai 2009. 85 pp.

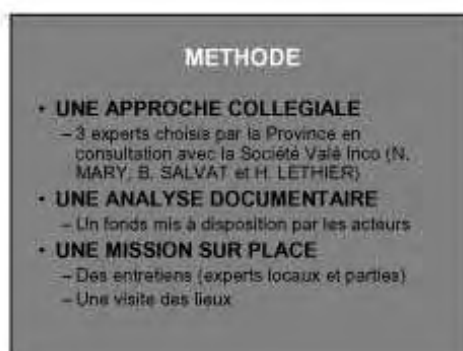
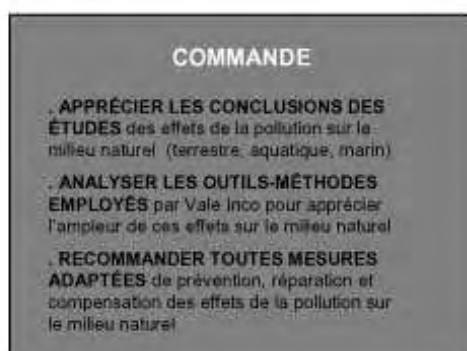
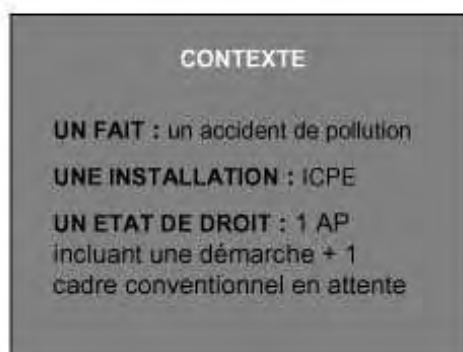
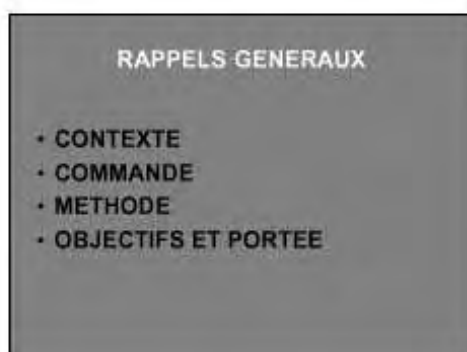
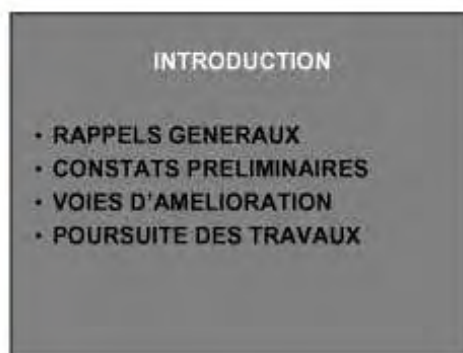
VALE INCO, 2009 (d). Surveillance du pH suite à la fuite d'acide sulfurique. 12 pp.

VALE INCO, 2009 (e). Données pluviométriques de l'usine pilote 2008-2009

VALE INCO, 2009 (f). Données de débit CBN 2008-2009-09-09

VALE INCO, 2009 (g). La dépression forte Jasper 25 et 25 mars 2009 (météo France NC)

WANTIEZ L., 2009. Document d'expertise N°1. Bilan préliminaire des actions engagées. 4 pages





DES RECOMMANDATIONS PRELIMINAIRES SPECIFIQUES

- MILIEU MARIN
- MILIEUX TERRESTRE ET AQUATIQUE

MILIEUX TERRESTRE ET AQUATIQUE



- Améliorer la synchronisation des actions (ex : difficultés à appliquer la méthode en double aveugle)
- Repositionner et compléter l'assiette d'échantillonnage (ex : proximité des stations de mesur 6-U / 6-T)
- Faire évoluer l'IBNC et valider l'IBS
- Progresser vers la création d'un indice écologique intégré qui prenne en compte les fonctionnalités écologiques
- Publier un guide pratique actualisé d'utilisation de l'IBNC ?
- Procéder à l'actualisation des compétences locales en relation avec l'amélioration des indices et de leur utilisation (ex : indice Poissons)
- Améliorer les mesures de caractérisation d'impact (méthodes univariées)
- Valoriser les données historiques
- Envisager des opérations de restauration des habitats

MILIEU MARIN



- Réévaluer les types et niveaux de risques technologiques (cartes des risques)
- Revisiter le dispositif de monitoring de la Baie Nord (assiette et localisation des stations de suivi notamment biologique)
- Rechercher et valoriser les données historiques (en cours)
- Etalonner les modèles (courantologie, échelles de lieu et de temps)
- Conforter la batterie d'indicateurs et standardiser les protocoles qu'y s'y rapportent (ex : indicateurs d'effets précoces)
- Créer une base de références (disposer d'un état «0»)
- Adapter l'effort de suivi aux objectifs à atteindre
- Rechercher les synergies avec les autres projets en cours (ZONECO, CNRT, ...)
- Affiner et vulgariser les méthodes (manuel/guide, formations, ...)

CONCLUSION

- L'UTILITE EVIDENTE DE L'ŒIL ET LE BESOIN D'ACTIVER SON DEVELOPPEMENT
- LA NECESSITE DE DISPOSER D'UN TABLEAU DE BORD GENERAL
- ... VERS UN MASTERPLAN pour la gestion du vivant en Province Sud



BILAN DE L'ÉVOLUTION DE LA QUALITÉ BIOLOGIQUE DU CREEK DE LA BAIE NORD EN LIEN AVEC LES DIVERSES PRESSIONS SUBIES PAR LE CREEK DEPUIS LE DÉBUT DU CHANTIER DE CONSTRUCTION DU COMPLEXE INDUSTRIEL

Dr. Nathalie MARY-SASAL, ETHYCO

Une synthèse a récemment été établie par la Province Sud en ce qui concerne les impacts causés par les activités industrielles et minières de la société Valé Inco Nouvelle Calédonie sur le creek de la Baie Nord, depuis la mise en route de l'usine pilote en 2000 (Le Borgne, 2009). Ce bilan identifie l'ensemble des atteintes ayant affecté le creek, aussi bien de type sédimentaire qu'organique. En se basant sur ce bilan, nous allons tenter de caractériser l'évolution de la qualité biologique du Creek de la Baie Nord depuis 2000 jusqu'à aujourd'hui.

Les principales données dont nous disposons à ce jour et qui ont l'antériorité la plus importante sont les listes faunistiques établies par le bureau d'étude ETEC/Biotop depuis février 2005, en vue de détermination d'IBNC. Des rapports de synthèse réalisés par ERBIO décrivent également les peuplements de poissons et crustacés décapodes collectés dans la zone de Goro.

5.1 Macrofaune benthique

Matériel et méthodes

Le tableau 1 reprend les données existantes en ce qui concerne les IBNC réalisés dans le Creek de la Baie Nord depuis 2002. Huit stations ont été prospectées sur cette rivière, dont BNOR100 à l'initiative de la DAVAR en juillet 2002, ainsi que les 7 stations suivantes : Confluence 6-T, 6-BNOR1 (amont rejet STEP), 6-BNOR2 (aval rejet STEP), 6Deb11, 6Q, 6U et 7U.

Les stations qui ont été les plus régulièrement suivies depuis février 2005 sont :

- Confluence 6-T, échantillonnée à 35 reprises (jusqu'en juin 2009);
- 6-BNOR1 échantillonnée à 12 reprises (jusqu'en juin 2009);
- 6-BNOR2 échantillonnée à 8 reprises (jusqu'à fin 2008).

On considèrera ici que les stations « amont futur rejet de la STEP » et « aval futur rejet de la STEP » prospectées le 15 février 2005 par ETEC correspondent respectivement à 6-BNOR1 et 6-BNOR2, du fait qu'elles présentent des coordonnées GPS comparables. Les 4 stations 6Deb11, 6Q, 6U et 7U sont suivies uniquement depuis l'accident de pollution à l'acide sulfurique du 1^{er} avril dernier.

Pour étudier l'évolution de la qualité biologique du Creek de la Baie Nord, nous fonderons notre analyse sur les données collectées uniquement par ETEC de 2005 à aujourd'hui, dans un souci d'homogénéité de la méthode d'échantillonnage utilisée, et donc de comparaison des résultats faunistiques qui en résultent.

Nous avons choisi de fonder notre analyse sur les 3 stations qui ont été le plus prospectées sur le creek, et pour lesquelles nous avons calculé plusieurs indices de caractérisation de la qualité des milieux d'eaux courantes :

- La richesse taxonomique totale à la station ;
- La densité faunistique totale à la station ;
- L'indice biotique de Nouvelle Calédonie (IBNC) qui permet de mettre en évidence une perturbation organique en milieu courant (Mary, 1999) ;
- L'indice biosédimentaire (IBS) qui reflète plus spécifiquement les perturbations liées au transport solide des fines latéritiques issues des massifs miniers, dont le colmatage du substrat (Mary & Hytec, 2007) ;
- L'indice EPT (Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) qui correspond à la somme des taxa en insectes éphéméroptères, plécoptères et trichoptères, groupes connus pour contenir de nombreux taxons polluo-sensibles et qui constituent la base des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques. Les plécoptères étant absents de Nouvelle Calédonie, l'indice EPT représente la richesse taxonomique en insectes éphéméroptères et trichoptères récoltés.

- L'abondance relative en insectes diptères Chironomidae, ces derniers étant reconnus comme tolérants à une large gamme de perturbations, et en particulier aux pollutions de type sédimentaire ;
- L'abondance relative en insectes éphéméroptères et trichoptères (%EPT);
- L'indice de diversité de Margalef D fondé sur le nombre d'espèces et le nombre total d'individus de la population considérée. $D = S-1/\ln N$ (où N représente l'effectif total de l'échantillon considéré et S le nombre d'espèces de l'échantillon).

Remarque : Dans des milieux de bonne ou d'excellente qualité biologique, la richesse taxonomique est généralement supérieure à 30, l'abondance relative en diptères Chironomidae inférieure à 5%, l'indice de Margalef compris entre 5 et 7, l'EPT entre 15 et 20 et l'abondance relative en EPT supérieure à 30% ¹⁴⁵.

Des tests non paramétriques de corrélation de rang de Spearman ont été utilisés pour mesurer l'effet temporel sur les tendances d'évolution de ces indices.

Tableau 1 : Récapitulatif des données collectées sur le Creek de la Baie Nord par ETEC (faune benthique, IBNC)

Stations	Bnor100	Confluence 6-T	6-BNOR1 (amont rejet STEP)	6-BNOR2 (aval rejet STEP)	6Deb11	6Q	6U	7U
X IGN 72	693 358	694 534	694 688	694 688	696 738	695 487	694 144	696 427
Y IGN 72	7 529 069	7 528 593	7 528 808	7 528 808	7 529 126	7 528 921	7 528 743	7 528 760
2002	02/07/2002							
2005		15/02/2005	15/02/2005	15/02/2005				
2006		22/03/2006						
		22/06/2006						
		03/08/2006						
		20/09/2006						
		25/10/2006						
		22/11/2006						
		20/12/2006						
2007		07/02/2007						
		21/02/2007						
		28/03/2007						
		27/04/2007						
		23/05/2007						
		20/06/2007						
		25/07/2007						
		15/08/2007						
		03/10/2007						
		09/10/2007	09/10/2007	09/10/2007				
		14/11/2007	14/11/2007	14/11/2007				
		19/12/2007	19/12/2007	19/12/2007				
2008		30/01/2008	30/01/2008	30/01/2008				
		15/04/2008	15/04/2008	15/04/2008				
		08/05/2008						
		05/06/2008						
		01/07/2008	01/07/2008	01/07/2008				
		07/08/2008						
		09/09/2009						
		07/10/2008	07/10/2008	07/10/2008				
		13/11/2008						
2009		09/12/2008						
		10/02/2009						
		04/04/2009	04/04/2009		04/04/2009	04/04/2009	04/04/2009	04/04/2009
		21/04/2009	21/04/2009		21/04/2009	21/04/2009	21/04/2009	21/04/2009
		05/05/2009	05/05/2009		05/05/2009	05/05/2009	05/05/2009	05/05/2009
		20/06/2009	20/06/2009		20/06/2009	20/06/2009	20/06/2009	20/06/2009

¹⁴⁵ Ces valeurs de référence concernent des milieux d'eau courante exempts de perturbation, localisés dans des rivières drainant des substrats péridotitiques et étudiés lors de la mise au point de l'IBS.

Résultats

En annexes 1 et 2, figurent les valeurs des indices calculés sur les stations 6-T, 6-BNOR1 et 6-BNOR2. Il est à noter que, pour certaines campagnes, les notes d'IBNC ou d'IBS n'ont pas pu être calculées en raison d'un nombre insuffisant de taxa bioindicateurs présents (le calcul de ces indices est réalisable à partir de 7 taxa indicateurs présents). Des graphes ont été réalisés pour représenter les tendances d'évolution des indices sur les stations, nous présenterons ici les plus pertinents.

*Station 6-T

- o A chaque campagne, les valeurs d'IBNC indiquent une meilleure qualité biologique (bonne ou passable) que l'IBS (passable à mauvaise), certainement parce que les perturbations organiques sont faibles à modérées dans le bassin versant (figure 1). En revanche, l'IBS montre un milieu déjà altéré en février 2005 en ce qui concerne les perturbations de type sédimentaire (qualité passable) et les indices calculés restent dans le même intervalle de valeurs jusqu'à début 2009 (entre 4,5 et 5,5). Le test de corrélation de rang de Spearman confirme qu'il n'existe pas de tendance d'évolution des indices IBNC et IBS en fonction du temps (pour l'IBNC, $z = -1.111$, $p = 0.2667$; pour l'IBS, $z = 0.112$, $p = 0.519$).

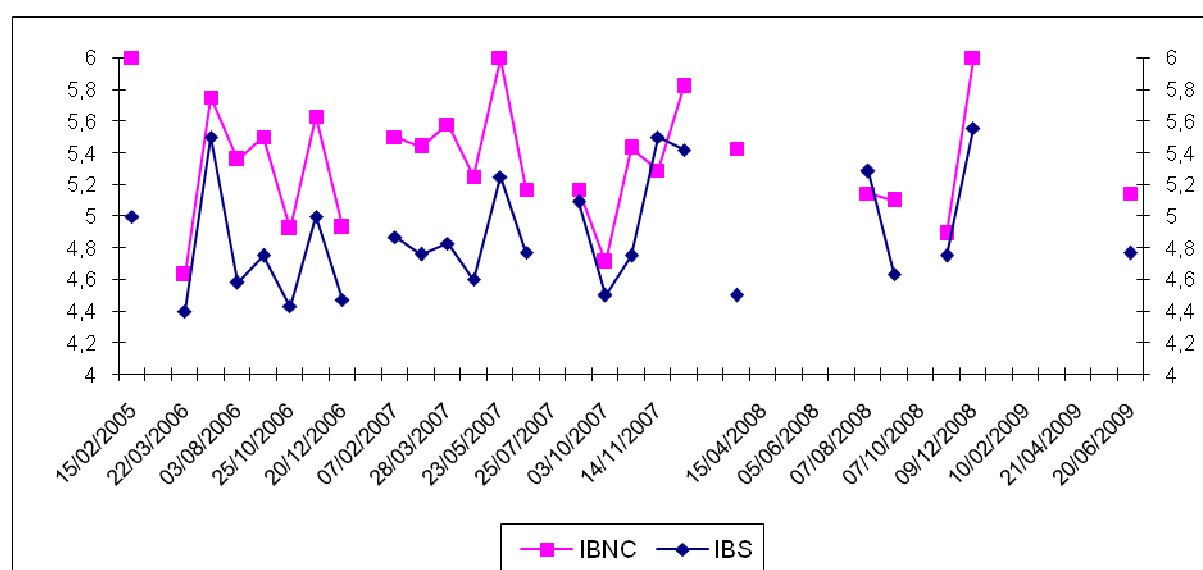


Figure 1 : Evolution des valeurs d'IBNC et d'IBS sur la station 6-T de février 2005 à juin 2009 (classes de qualité : Bonne : $5,50 < IBNC \leq 6,50$ et $5,75 \leq IBS < 6,50$; Passable : $4,50 < IBNC \leq 5,50$ et $5 \leq IBS < 5,75$; Mauvaise : $3,50 < IBNC \leq 4,50$ et $4,25 \leq IBS < 5$; Très mauvaise : $IBNC \leq 3,50$ et $IBNC < 4,25$)

- o En ce qui concerne la densité (figure 2), les valeurs les plus importantes sont généralement relevées à l'étiage (septembre à décembre 2006 ; janvier 2008 ; octobre à décembre 2008). En effet, les conditions hydrologiques stables de cette période, ainsi que les températures élevées sont favorables à l'installation et au développement des populations benthiques comme l'a montré Mary (1999)¹⁴⁶.
- o Pour les paramètres suivants : richesse taxonomique, indice de diversité de Margalef, EPT et abondance relative en éphéméroptères et trichoptères (% EPT), le test de corrélation de rang de Spearman indique une baisse significative des valeurs depuis début 2006 ($z = -2.88$, $p < 0,05$; $z = -2.87$, $p < 0,05$; $z = -3.09$, $p < 0,05$; $z = -2.23$, $p < 0,05$ respectivement). Les figures 2, 3 et 4 illustrent cette évolution. Cette tendance n'a pas été confirmé pour l'abondance relative en diptères Chironomidae ($z = 1,74$, $p = 0,141$).

¹⁴⁶ Mary N., 1999. Caractérisations physico-chimique et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macroinvertébrés benthiques. Thèse de doctorat, Nouméa, Nouvelle-Calédonie: Université Française du Pacifique. 181 p.

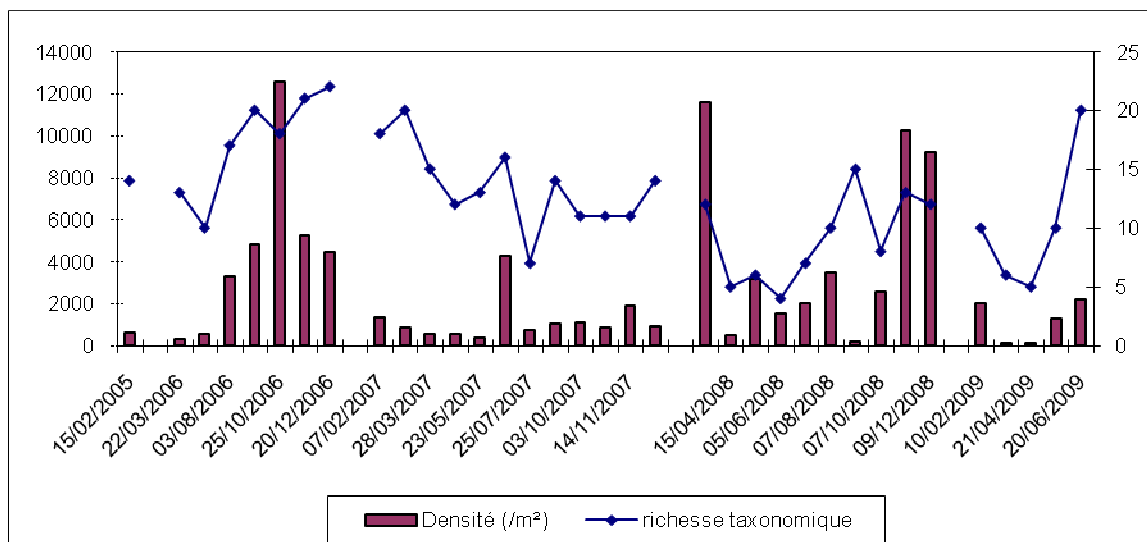


Figure 2 : Evolution de la densité (nombre d'individus / m²) et de la richesse taxonomique sur la station 6-T de février 2005 à juin 2009

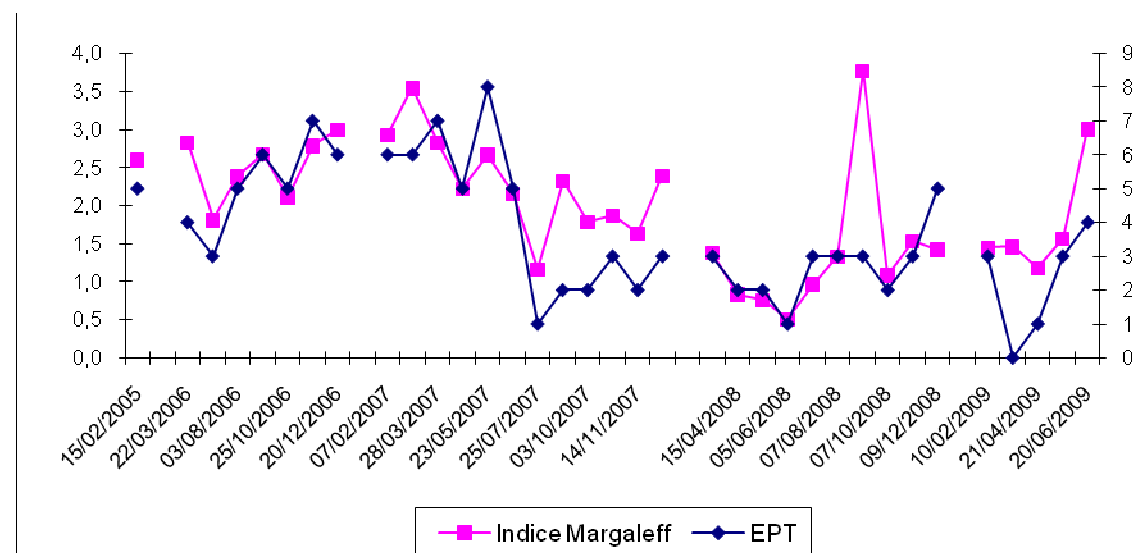


Figure 3 : Evolution des valeurs des indices EPT et Margalef sur la station 6-T de février 2005 à juin 2009

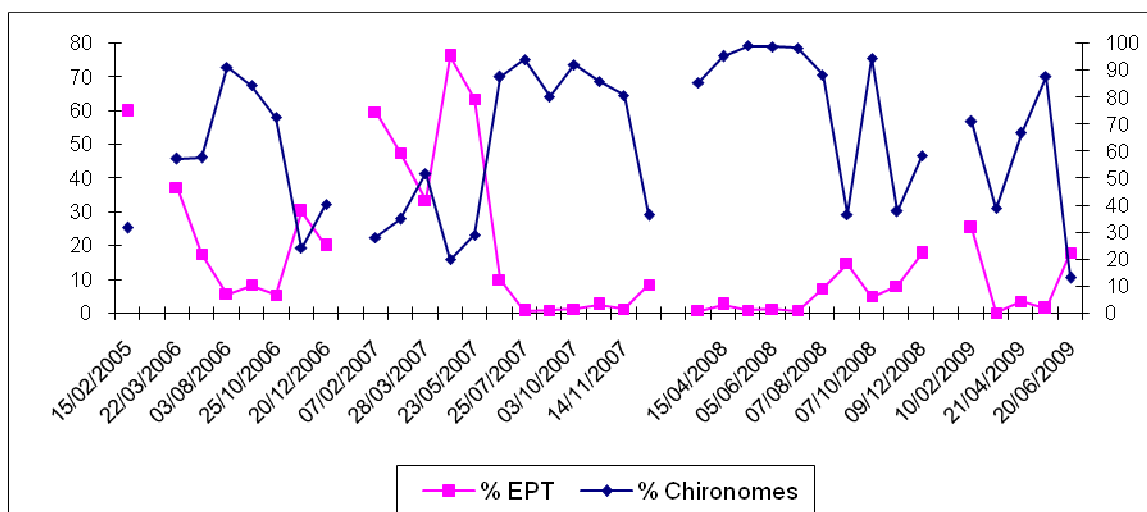


Figure 4 : Evolution de l'abondance relative en Ephéméroptères et Trichoptères (%EPT) et en diptères Chironomidae (% chironomes) sur la station 6-T de février 2005 à juin 2009

- o Suite à l'accident de pollution du 1^{er} avril 2009, en avril et mai, les richesses taxonomiques et les densités ont été faibles à la station 6-T, l'EPT et le % d'EPT présentant même une valeur nulle le 4 avril. En juin, la station retrouvait une richesse taxonomique correcte (20 taxa) mais l'IBS, l'EPT et l'indice de Margalef restent faibles, indiquant un milieu de mauvaise qualité biologique.

Conclusions :

Sur la station 6-T, l'Indice Biosédimentaire (IBS) indique que la qualité biologique du milieu se maintient de février 2005 à nos jours, fluctuant d'un état médiocre à mauvais selon la période d'échantillonnage. Cette qualité est confirmée par les fortes abondances relatives en diptères Chironomidae et les faibles valeurs obtenues pour l'indice de Margalef, l'EPT, ainsi que l'abondance relative en EPT (%EPT). En effet, l'abondance relative en diptères Chironomidae a souvent été supérieure à 30% (50% dans les deux tiers des campagnes réalisées), alors que l'abondance relative en EPT était inférieure à 15%. De même, les valeurs maximales observées pour l'indice de Margalef et pour l'EPT ont été 3,77 et de 8 respectivement¹⁴⁷.

La majorité des indices utilisés confirment une dégradation progressive de la qualité du milieu dulçaquicole depuis les premières mesures réalisées début 2005 jusqu'en 2009. D'après les données (annexe 2), cette tendance s'est accentuée à partir de juin 2007. Si on se réfère au bilan réalisé par la Province Sud (Le Borgne, 2009), cette dégradation s'expliquerait essentiellement par les apports sédimentaires dans le creek générés par le chantier de construction de l'usine, qui auraient colmaté les habitats de la faune benthique. Ces apports sédimentaires résultent en grande partie de la rupture accidentelle d'une digue d'un bassin de sédimentation en février 2006, ainsi que des conséquences d'une mauvaise gestion des eaux de ruissellement sur le site industriel qui entraîne, pendant les périodes pluvieuses, une augmentation des teneurs en MES dans le creek.

*** Stations 6BNOR-1 et 6BNOR-2**

Pour environ 50% des campagnes, les notes d'IBNC ou d'IBS n'ont pas pu être calculées en raison d'un nombre insuffisant de taxa bioindicateurs présents. Les figures 5, 6, 7 et 8 présentent l'évolution temporelle des valeurs des indices de Margalef, EPT, abondance relative en diptères Chironomidae et richesse taxonomique pour les 2 stations.

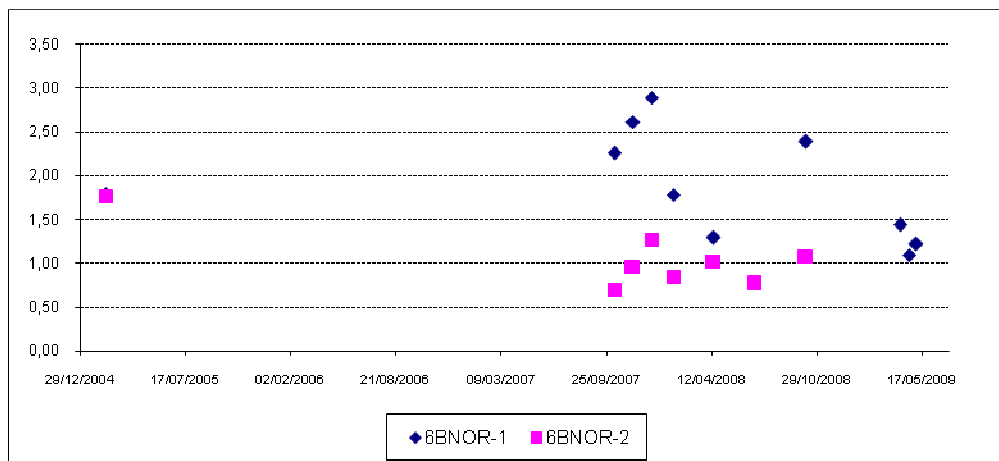


Figure 5 : Evolution des valeurs de l'indice de Margalef sur les stations 6BNOR-1 et 6-BNOR2 de février 2005 à juin 2009

¹⁴⁷ Rappelons que dans des milieux de bonne ou d'excellente qualité biologique, la richesse taxonomique est généralement supérieure à 30, l'abondance relative en diptères Chironomidae inférieure à 5%, l'indice de Margalef compris entre 5 et 7, l'EPT entre 15 et 20 et l'abondance relative en EPT supérieure à 30%.

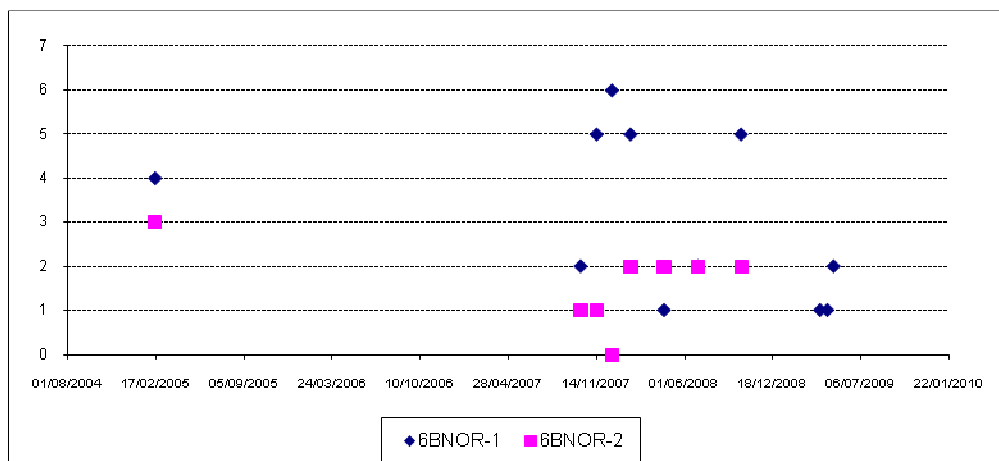


Figure 6 : Evolution des valeurs de l'EPT sur les stations 6BNOR-1 et 6-BNOR2 de février 2005 à juin 2009

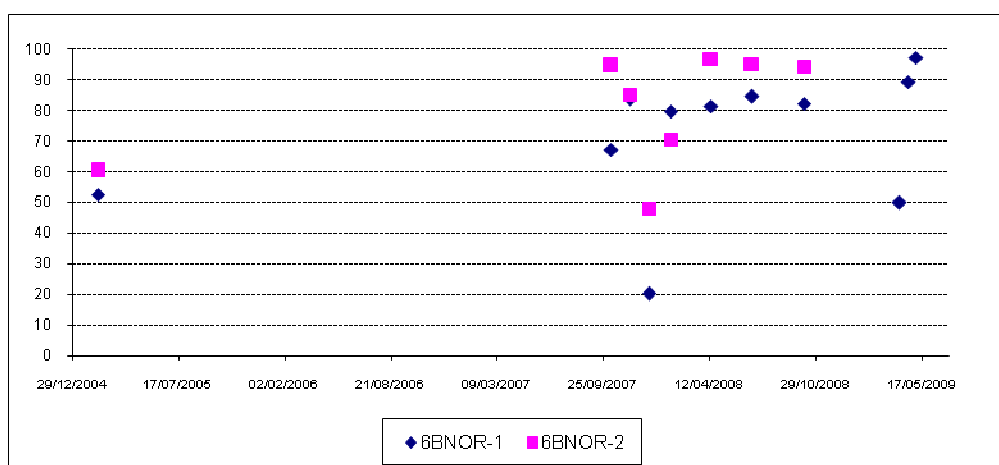


Figure 7 : Evolution de l'abondance relative en Chironomidae sur les stations 6BNOR-1 et 6-BNOR2 de février 2005 à juin 2009

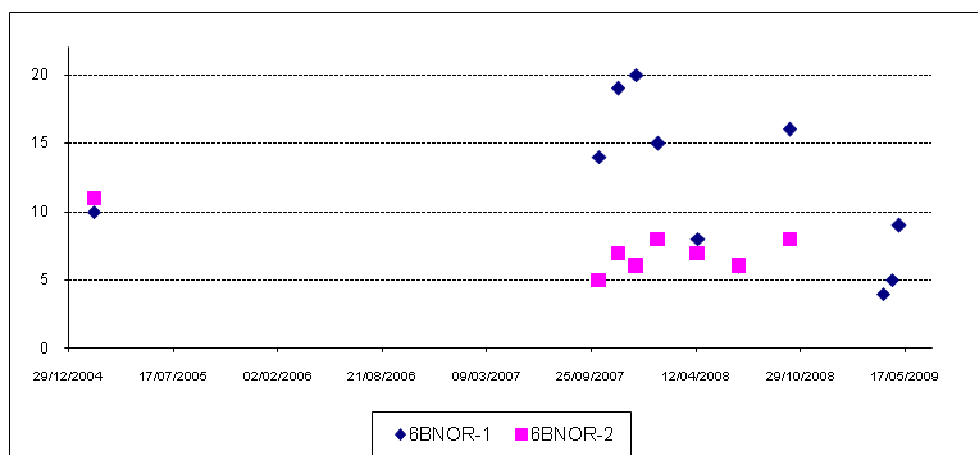


Figure 8 : Evolution la richesse taxonomique sur les stations 6BNOR-1 et 6-BNOR2 de février 2005 à juin 2009

L'IBS indiquait en février 2005 une très mauvaise qualité biologique pour les 2 stations (4,13 et 4,14, cf annexe 3), certainement en raison de la faible richesse taxonomique qu'elles abritaient (une dizaine de taxa). Cette qualité était confirmée par les faibles valeurs des indices de Margalef et EPT (respectivement 1,80 et 4 sur 6BNOR-1 et 1,77 et 3 sur 6BNOR-2). Elle pourrait éventuellement s'expliquer par des effets de saisonnalité, les rivières présentant généralement de plus faibles densités et richesses taxonomiques durant la saison des pluies (Mary, 1999).

Entre octobre 2007 et octobre 2008 (7 campagnes réalisées), les données et figures associées montrent que la station 6BNOR-1 est de meilleure qualité que la station 6BNOR-2 quelque soit la saison d'échantillonnage. En effet, les indices de Margalef sont inférieurs à 1,50 sur 6BNOR-2 et généralement compris entre 1 et 2,60 pour 6BNOR-1. De même, les indices ETP ne dépassent pas 2 sur 6BNOR-2 [avec une abondance relative particulièrement faible en ETP : inférieure à 5%], alors qu'ils sont compris entre 2 et 6 pour 6BNOR-1 [abondance relative en ETP généralement comprise entre 5 et 20%]. Les abondances relatives en diptères Chironomidae restent fortes sur les 2 stations (supérieures à 70% dans la plupart des cas). Enfin, les richesses taxonomiques sont faibles, et particulièrement sur la station 6BNOR-2 (inférieures ou égales à 8 sur la période d'étude).

Suite à l'accident de pollution du 1^{er} avril 2009, en avril et mai, les richesses taxonomiques ont été particulièrement faibles à la station 6BNOR-1, l'ETP et l'indice de Margalef présentant des valeurs inférieures à 2 et 1,5 respectivement, indiquant un milieu fortement perturbé.

Conclusions :

En ce qui concerne les stations 6BNOR-1 et 6BNOR-2, entre octobre 2007 et octobre 2008, les données témoignent d'une meilleure qualité biologique à la station 6BNOR-1 située en amont du rejet de la station d'épuration de l'usine, quelque soit la période d'échantillonnage. A la vue des valeurs de l'ensemble des indices calculés (ETP, richesse taxonomique, % d'ETP, % de diptères Chironomidae, indice de Margalef), les 2 stations présentent néanmoins une qualité biologique médiocre à mauvaise en général.

Entre octobre 2007 et octobre 2008, la station 6BNOR-2 présente une qualité particulièrement mauvaise et difficilement explicable. En effet, d'après Le Borgne (2009), aucun rejet en provenance de la station d'épuration n'aurait eu lieu, en principe, directement dans le creek de la Baie Nord depuis fin 2007. Cette mauvaise qualité pourrait s'expliquer par une différence d'effort d'échantillonnage sur chaque station. En effet, sur la station 6BNOR-2, la roche-mère constitue le seul support prospecté lors de chaque campagne par ETEC. Or, ce substrat présente une habitabilité peu favorable à la faune benthique¹⁴⁸, ce qui signifie qu'on y trouvera peu de taxa et en faible densité. En revanche, sur 6BNOR-1, d'autres types de substrat ont été habituellement échantillonnés, en particulier des substrats de type organique (litières) ; ce type de substrat reste parmi ceux qui présentent la plus forte habitabilité pour la faune. Cette différence de protocole d'échantillonnage pourrait expliquer les différences faunistiques observées entre ces 2 stations, espacées de quelques dizaines de mètres seulement.

5.2 Poissons et crustacés décapodes

Plusieurs études réalisées par ERBIO (2005 ; 2007 ; 2008 ; 2009(a) ; 2009(e)) permettent d'apprécier l'évolution des peuplements de poissons et de crustacés décapodes d'eau douce dans le Creek Baie Nord depuis 1998. L'annexe 3 présente la liste faunistique complète des espèces de poissons répertoriées, les tableaux 2 et 3 une synthèse du nombre d'espèces de poissons et crustacés décapodes inventoriés au cours des campagnes réalisées par ERBIO entre 1998 et 2009.

D'après les conclusions de ces rapports, plusieurs points importants sont à souligner :

- Au fil des études réalisées depuis 1998, un total de 32 espèces de poissons (se rapportant à 12 familles) a été recensé dans le creek de la Baie Nord. Quatre d'entre elles sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN et 5 sont endémiques. Selon Erbio (2009(a)), en comparaison avec d'autres cours d'eau, le Creek de la Baie Nord se classe parmi ceux ayant la plus forte richesse spécifique piscicole inventoriée en Province sud. Cela pourrait s'expliquer néanmoins par le fait que le Creek de la Baie Nord a fait l'objet de nombreux inventaires au cours de ces dix dernières années. D'autres cours d'eau pourraient présenter une telle richesse taxonomique avec un effort d'échantillonnage plus important.

¹⁴⁸ Se reporter à la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 relative au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des invertébrés pour la mise en oeuvre du programme de surveillance sur cours d'eau.

Tableau 2 : Nombre d'espèces de poissons d'eau douce recensé dans le Creek de la Baie Nord de 2001 à 2009 (d'après ERBIO (2007 ; 2008 ; 2009(e) et 2009(a)).

Année	2001	2002	2004	2007	2008	2009
Nombre d'espèces recensées	12	16	13	22	9	19
Effectif total	24	27	89	307	122	2063
Densité (nombre d'individus par ha)			207	1167	636	
Nombre d'espèces endémiques		1	2	3	1	4
Nombre d'espèces inscrites sur la liste rouge	1		1	3		2
Nombre d'espèces introduites	0	0	0	0	0	1 (<i>Sarotherodon</i> <i>occidentalis</i> ?)
IIB (Indice d'intégrité biotique)				71 (bon état)	45 (état pauvre)	
Remarques				2 stations d'étude	1 station d'étude	Poissons morts collectés suite à l'accident de pollution du 1 ^{er} avril

- Aucune espèce introduite n'a été répertoriée dans le creek jusqu'à l'accident du 1^{er} avril, où un spécimen de tilapia aurait été identifié (*Sarotherodon occidentalis* ?). On peut noter que cette espèce, bien représentée sur l'ensemble de la Grande Terre, a été recensée par Marquet *et al.* (2003)¹⁴⁹ dans plusieurs rivières du Grand Sud.

- En ce qui concerne l'évolution de la biodiversité du creek, d'après ERBIO (2007 ; 2008 ; 2009(e) et 2009(a)) :

- o en 2001, une diminution sensible de la biodiversité et de l'abondance a été observée par rapport aux inventaires réalisés précédemment. En effet, les effectifs ont été particulièrement faibles en 2001, ainsi qu'en 2002 (respectivement 24 et 27 poissons pêchés au total, cf tableau 2) du fait que le Creek de la Baie Nord recevait des effluents des bassins de sédimentation de l'usine pilote mise en service en 2000.
- o A la suite de l'arrêt des travaux sur le site industriel (2003), l'inventaire piscicole réalisé en 2004 montre une recolonisation du milieu : 89 poissons ont été pêchés, appartenant à 13 espèces (dont 2 espèces endémiques et une inscrite sur la liste rouge de l'UICN).
- o En 2007, le Creek de la Baie Nord hébergeait 22 espèces de poissons, dont 6 endémiques ou inscrites sur la liste rouge de l'UICN, et apparaissait comme la rivière présentant la plus forte biodiversité dans le secteur de Goro (les autres cours d'eau échantillonnés durant la même campagne furent la rivière Wajana, la rivière du Trou Bleu et la rivière Kwé). La densité observée en poissons était également élevée : 1 167 poissons/ha du fait de la présence de nombreux juvéniles (abondance totale récoltée : 307 poissons). L'indice d'intégrité biotique (IIB) témoignait d'un milieu en bon état.
- o En 2008, seulement 9 espèces ont été recensées dans le Creek de la Baie Nord (pour un effectif total de 122 poissons), dont une seule espèce endémique. Cependant, une seule station d'étude, en cours moyen du creek, fut prospectée cette année contre deux en 2007 (stations localisées en cours moyen et inférieur). Cette différence en terme d'effort d'échantillonnage pourrait expliquer la faible richesse spécifique obtenue en 2008. Selon ERBIO (2009(e)), les habitats étaient néanmoins fortement dégradés¹⁵⁰, « ce qui a favorisé le développement d'espèces polluo-tolérantes comme *Kuhlia rupestris* et *Awaous guamensis* et pourrait expliquer un appauvrissement de la biodiversité ». L'indice d'intégrité biotique (IIB) témoignait d'un milieu en pauvre état.

¹⁴⁹ Marquet G., Keith P. & E. Vigneux, 2003. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Nouvelle-Calédonie. Patrimoines naturels, MNHN, 58. 282 pp.

¹⁵⁰ « Le tronçon prospecté présentait des dépôts sédimentaires rouges colmatants et la vase omniprésente. Ces dépôts sédimentaires provenant de l'érosion des sols nus induisent des altérations physico-chimiques non favorables aux espèces sensibles. De plus lors de la prospection l'importance des algues vertes filamenteuses, encroûtantes et des mousses vertes colmatantes sur les roches mettent en évidence un enrichissement en éléments nutritifs probablement lié à une pollution organique (effluents de la station d'épuration STEP) » (ERBIO, 2009(e)).

- o En avril 2009, suite à l'accident de pollution, environ 2000 poissons d'eau douce ont été récupérés se rapportant à 19 espèces, dont 4 endémiques et 2 inscrites sur la liste rouge de l'UICN.
- o En ce qui concerne les crustacés décapodes (tableau 3), 9 espèces ont été répertoriées dans le creek de la Baie Nord depuis 1998 dont 2 crabes, 2 Atyidae et 5 Palaemonidae. Trois d'entre elles seraient endémiques à la Nouvelle-Calédonie et l'espèce *Macrobrachium gracilirostre* extrêmement rare. Les espèces les mieux représentées sont généralement *Macrobrachium aemulum*, *M. caledonicum* et *M. lar*. Les données ne permettent pas de mettre en évidence une tendance d'évolution des peuplements de macrocrustacés en fonction du temps.

Tableau 3 : Crustacés décapodes recensés dans le Creek de la Baie Nord entre 1998 et 2009 (d'après ERBIO (2007 ; 2008 ; 2009(e) et 2009(a))

Famille	Espèce	Années			
		1998 à 2004	2007	2008	2009
Atyidae	<i>Paratya bouvieri</i>	*			
	<i>Caridina sp.</i>			*	
Grapsidae	<i>Varuna litterata</i>	*			
Hymenosomatidae	<i>Odiomaris pilosus</i>		*		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	*	*	*	*
	<i>Macrobrachium caledonicum</i>	*	*	*	*
	<i>Macrobrachium lar</i>		*	*	*
	<i>Macrobrachium australe</i>			*	
	<i>Macrobrachium gracilirostre</i>			*	*
Nombre total d'espèces recensées		4	4	6	4 (collectés morts suite à l'accident du 1 ^{er} avril)

Conclusions :

Il reste difficile d'interpréter les changements observés au niveau de l'abondance et de la richesse taxonomique des populations piscicoles du creek de la Baie Nord entre 2001 et 2008, en raison de phénomènes de variabilité saisonnière ou d'un effort de pêche différent d'une année sur l'autre (nombre et emplacement des stations). Cependant, plusieurs types de pollutions d'ordre chronique ou accidentel, ponctuel ou diffus, ont affecté la rivière durant cette période, tel que le débordement des bassins de sédimentation de l'usine pilote mise en service en 2000, des apports sédimentaires plus ou moins importants dans le creek pendant le chantier de construction de l'usine (à partir de 2006), ou encore les rejets des effluents de la station d'épuration de la base-vie de Valé Inco. L'ensemble de ces perturbations a sans aucun doute altéré le biotope des poissons et crustacés décapodes d'eau douce, comme le précise Erbio (2009(e)) qui constate des phénomènes d'eutrophisation dues aux rejets directs des effluents de la STEP et un colmatage des substrats par des fines latéritiques. Ces phénomènes peuvent contribuer à expliquer la diminution de la biodiversité constatée dans le creek entre 2007 et 2008.

5.3 Conclusion générale

L'ensemble de ces résultats indique une influence certaine des activités de l'usine sur les milieux dulçaquicoles du Creek de la Baie Nord, par la présence de phénomènes visibles d'eutrophisation ou de colmatage des habitats, de plus en plus prononcé au cours du temps. L'appréciation de la qualité biologique des milieux au moyen de la faune benthique permet de confirmer ces aspects. En effet, la qualité biologique du Creek de la Baie Nord, bien que médiocre en février 2005, s'est progressivement détériorée jusqu'à la fin 2008.

L'accident du 1^{er} avril dernier a eu des impacts immédiats et importants sur la faune détruisant une grande partie des populations en place. Cependant, on constate en juin 2009, une recolonisation des habitats et un retour à des densités benthiques habituelles dans la station 6-T. Le milieu reste néanmoins de mauvaise qualité biologique si on tient compte des valeurs des différents indices biotiques et de diversité.

Annexe 1 : Indices biotiques et de diversité calculées pour la station 6-T (IBNC : Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie, IBS : Indice Biosédimentaire, ETP se rapporte aux insectes éphéméroptères, trichoptères et plécoptères ; les cases en grisé indiquent que les indices n'ont pas pu être calculés en raison d'un nombre insuffisant de taxa indicateurs)

	IBNC		IBS		Richesse taxonomique	Densité (/m²)	Indice de Margalef	indice EPT	Abondance relative en EPT	Abondance relative en Chironomes	Ab EPT/Ab (EPT+Chironomes)
15/02/2005	6	BONNE	5	PASSABLE	14	596	2,60	5	59,73	31,54	0,65
22/03/2006	4,63	PASSABLE	4,4	MAUVAISE	13	280	2,82	4	37,14	57,14	0,39
22/06/2006	5,75	PASSABLE	5,5	PASSABLE	10	576	1,81	3	17,36	57,64	0,23
03/08/2006	5,36	PASSABLE	4,58	MAUVAISE	17	3300	2,38	5	5,58	91,15	0,06
20/09/2006	5,5	PASSABLE	4,75	MAUVAISE	20	4860	2,68	6	8,23	84,28	0,09
25/10/2006	4,92	PASSABLE	4,43	MAUVAISE	18	12576	2,11	5	5,25	72,42	0,07
22/11/2006	5,63	BONNE	5	PASSABLE	21	5244	2,79	7	30,13	24,03	0,56
20/12/2006	4,93	PASSABLE	4,47	MAUVAISE	22	4436	3,00	6	19,84	40,31	0,33
07/02/2007	5,5	PASSABLE	4,87	MAUVAISE	18	1316	2,93	6	59,57	27,96	0,68
21/02/2007	5,44	PASSABLE	4,76	MAUVAISE	20	852	3,54	6	47,42	34,74	0,58
28/03/2007	5,58	BONNE	4,83	MAUVAISE	15	564	2,83	7	33,33	51,77	0,39
27/04/2007	5,25	PASSABLE	4,6	MAUVAISE	12	568	2,22	5	76,06	19,72	0,79
23/05/2007	6	BONNE	5,25	PASSABLE	13	360	2,67	8	63,33	28,89	0,69
20/06/2007	5,17	PASSABLE	4,77	MAUVAISE	16	4296	2,15	5	9,78	87,43	0,10
25/07/2007					7	720	1,16	1	0,56	93,89	0,01
15/08/2007	5,17	PASSABLE	5,09	PASSABLE	14	1068	2,33	2	0,75	80,15	0,01
03/10/2007	4,71	PASSABLE	4,5	MAUVAISE	11	1100	1,78	2	1,09	92,00	0,01
09/10/2007	5,43	PASSABLE	4,75	MAUVAISE	11	848	1,87	3	2,36	85,85	0,03
14/11/2007	5,29	PASSABLE	5,5	PASSABLE	11	1872	1,63	2	1,07	80,56	0,01
19/12/2007	5,82	BONNE	5,42	PASSABLE	14	916	2,39	3	8,30	36,24	0,19
30/01/2008	5,43	PASSABLE	4,50	MAUVAISE	12	11604	1,38	3	0,59	85,45	0,01
15/04/2008					5	496	0,83	2	2,42	95,16	0,02
08/05/2008					6	3152	0,75	2	0,76	98,98	0,01
05/06/2008					4	1540	0,50	1	1,04	98,70	0,01
01/07/2008					7	2024	0,96	3	0,59	98,22	0,01
07/08/2008	5,14	PASSABLE	5,29	PASSABLE	10	3472	1,33	3	7,26	88,13	0,08
09/09/2008	5,10	PASSABLE	4,64	MAUVAISE	15	164	3,77	3	14,63	36,59	0,29
07/10/2008					8	2588	1,08	2	4,79	94,44	0,05
13/11/2008	4,89	PASSABLE	4,75	MAUVAISE	13	10268	1,53	3	7,91	37,63	0,17
09/12/2008	6,00	BONNE	5,56	PASSABLE	12	9224	1,42	5	17,56	58,15	0,23
10/02/2009					10	2016	1,45	3	25,20	70,83	0,26
04/04/2009					6	124	1,46	0	0,00	38,71	0,00
21/04/2009					5	120	1,18	1	3,33	66,67	0,05
05/05/2009					10	1264	1,56	3	1,27	87,66	0,01
20/06/2009	5,14	PASSABLE	4,77	MAUVAISE	20	2224	3,01	4	17,81	12,95	0,58

Annexe 2 : Indices biotiques et de diversité calculées pour les stations 6BNOR-1 et 6BNOR-2 (IBNC : Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie, IBS : Indice Biosédimentaire, ETP se rapporte aux insectes éphéméroptères, trichoptères et plécoptères ; les cases en grisé indiquent que les indices n'ont pas pu être calculés en raison d'un nombre insuffisant de taxa indicateurs)

	IBNC		IBS		Richesse taxonomique	Densité (/m²)	Indice de Margalef	indice EPT	Abondance relative en EPT	Abondance relative en Chironomes	Ab EPT/Ab (EPT+Chironomes)
6BNOR-1											
15/02/2005	5,5	PASSABLE	4,13	TRES MAUVAISE	10	592	1,80	4	26,35	52,70	0,33
09/10/2007	5,7	BONNE	4,9	MAUVAISE	14	1268	2,26	2	13,25	67,19	0,16
14/11/2007	5,33	PASSABLE	5	PASSABLE	19	3864	2,62	5	5,07	83,75	0,06
19/12/2007	5,81	BONNE	5,24	PASSABLE	20	2808	2,90	6	29,49	20,37	0,59
30/01/2008	5,92	BONNE	5,38	PASSABLE	15	10208	1,78	5	1,76	79,86	0,02
15/04/2008					8	884	1,30	1	6,79	81,45	0,08
01/07/2008					6	2464	0,78	2	12,18	84,58	0,13
07/10/2008	5,17	PASSABLE	5,25	PASSABLE	16	2128	2,39	5	11,47	82,33	0,12
04/04/2009					4	32	1,44	1	12,50	50,00	0,20
21/04/2009					5	152	1,10	1	5,26	89,47	0,06
05/05/2009					9	2748	1,22	2	0,44	97,23	0,00
6BNOR-2											
15/02/2005	5	PASSABLE	4,14	TRES MAUVAISE	11	1140	1,77	3	28,77	60,35	0,32
09/10/2007					5	1188	0,70	1	0,34	94,61	0,00
14/11/2007					7	2028	0,96	1	0,20	85,21	0,00
19/12/2007					6	200	1,28	0	0,00	48,00	0,00
30/01/2008					8	14628	0,85	2	0,11	70,55	0,00
15/04/2008					7	1404	1,02	2	1,71	96,87	0,02
01/07/2008					6	2676	0,77	2	2,69	95,22	0,03
07/10/2008					8	2588	1,08	2	4,79	94,44	0,05

Annexe 3 : Liste des espèces piscicoles prélevées dans le Creek de la Baie Nord entre 1996 et 2008 (Erbio, 2009 (a))

Famille	Espèces	Statut	Protection	1996-2004	2007		2008
					CBN-100	CBN-200	CNB-200 (=CBN30)
1. Acanthuriidae	<i>Acanthurus blochii</i>						
	<i>Anguilla australis</i>	Autochtone			1		
	<i>Anguilla marmorata</i>	Autochtone			7	3	3
	<i>Anguilla megastoma</i>	Autochtone				1	5
	<i>Anguilla obscura</i>	Autochtone			1		
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	Autochtone			7	3	1
2. Anguillidae	<i>Anguilla sp.</i>	Autochtone				1	
3. Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>	Autochtone			3		10
	<i>Eleotris melanosoma</i>	Autochtone	Liste rouge		15		
	<i>Eleotris sp.</i>	Autochtone			24	15	
	<i>Ophieleotris aporos</i>	Autochtone					
	<i>Ophieleotris sp.</i>	Endémique	Délib.09				
4. Gerreidae	<i>Gerres sp. (filamentosus)</i>	Autochtone					
5. Gobiidae	<i>Awaous guamensis</i>	Autochtone			17	26	19
	<i>Awaous ocellaris</i>	Autochtone					3
	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>	Autochtone			2		
	<i>Redigobius bilkolanus</i>	Autochtone	Liste rouge		3		
	<i>Schismatogobius fuligineus</i>	Endémique	Délib.09		1		
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Autochtone			1		39
	<i>Sicyopterus sarasini</i>	Endémique	Délib.09		2		
	<i>Sicyopterus sp.</i>	n.d.					
	<i>Stenogobius yateiensis</i>	Endémique	Délib.09				
	<i>Glossogobius biocellatus</i>	Autochtone	Liste rouge		1		
	<i>Glossogobius celebius</i>	Autochtone					
6. Kuhlidae	<i>Kuhlia marginata</i>	Autochtone	Liste rouge		16	1	
	<i>Kuhlia munda</i>	Autochtone			19		
	<i>Kuhlia rupestris</i>	Autochtone			38	26	37
7. Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Autochtone			2		
8. Mugilidae	<i>Cestraeus oxyrinchus</i>	Autochtone			16		
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	Autochtone			16		
	<i>Cestraeus sp.</i>	Autochtone			32		
	<i>Crenimugil crenilabis</i>	Autochtone			13		
9. Rhyacichthyidae	<i>Protogobius attiti</i>	Endémique	Délib.09			26	5
10. Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	Autochtone					
11. Sphyraeidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	Autochtone					
12. Teraponidae	<i>Terapon jarbua</i>	Autochtone					
				237	102	122	

Nombre d'espèces			31	22	9	9
Nombre d'espèces endémiques			5	2	1	1
Nombre d'espèces protégées	depuis 2009		5	2	1	1
Nombre inscrites sur la liste rouge			3	4	1	0

	présente
	endémique
	Inscrite sur la liste rouge