

SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DU CREEK BAIE NORD APRES L'ACCIDENT DU 21 AVRIL 2010

Site de VALE INCO Nouvelle-Calédonie

Rapport final



NB : Le présent rapport reprend et complète le rapport terrain n° 2010/IB 08 de juin 2010. Il convient ainsi de ne plus s'y référer.

Ce rapport doit être cité comme suit :

« C. Flouhr (2010). *Suivi de la qualité des eaux du Creek Baie Nord après l'accident du 21 avril 2010 - Site de VALE INCO Nouvelle-Calédonie. Rapport Hytec pour l'Observatoire de l'environnement. Nouméa, 29 pages + Annexes I-XII.* »

Photo en couverture : Creek Baie Nord en aval de la station 6-BNOR1 (Hytec, 23/04/2010)

SOMMAIRE GENERAL

I.	INTRODUCTION	4
II.	PLAN D'ECHANTILLONNAGE	4
1.	CALENDRIER ET PARTICIPANTS.....	4
2.	DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE	5
3.	DESCRIPTION DE LA STATION D'ECHANTILLONNAGE	5
4.	PLUVIOMETRIE DU SITE.....	6
III.	BILAN D'ATTEINTE DU CREEK	7
1.	LE COLMATAGE GENERALISE DES SUBSTRATS PAR DES APPORTS DE FINES LATERITIQUES	7
2.	L'ENRICHISSEMENT EXCESSIF DU COURS D'EAU AU TRAVERS D'APPORTS DE POLLUANTS ORGANIQUES.....	8
3.	LES REJETS DE PRONY ENERGIE	9
4.	L'ACIDIFICATION EXTREME DES EAUX ET LEUR NEUTRALISATION	10
IV.	PRELEVEMENTS D'EAU	11
1.	OBJECTIFS RECHERCHES ET LISTE DES PARAMETRES ANALYSES	11
2.	PROTOCOLE DE PRELEVEMENT	11
V.	INVENTAIRE DE LA FAUNE BENTHIQUE.....	11
1.	OBJECTIFS RECHERCHES ET METRIQUES UTILISEES.....	11
2.	METHODOLOGIE	12
VI.	RESULTATS.....	13
1.	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA STATION 6-BNOR1	13
2.	CARACTERISTIQUES MESOLOGIQUES DE LA STATION 6-BNOR1	14
3.	EVALUATION DE LA QUALITE BIOLOGIQUE DU CREEK BAIE NORD	15
3.1	<i>Historique de la station 6-BNOR1.....</i>	<i>16</i>
3.2	<i>Indices biotiques à la station 6-BNOR1</i>	<i>18</i>
a.	<i>Indice Biotique de Nouvelle Calédonie (indication du niveau d'altération de l'état écologique d'une rivière par les pollutions organiques).....</i>	<i>19</i>
b.	<i>Indice Biosédimentaire de Nouvelle Calédonie (indication du niveau d'altération de l'état écologique des rivières par l'intensification de la dynamique sédimentaire).....</i>	<i>19</i>
c.	<i>Indice Éphéméroptères, (Plécoptères), Trichoptères (indication globale du niveau d'altération de l'état du cours d'eau par des pollutions variées).....</i>	<i>20</i>
3.3	<i>Analyse de la structure des peuplements de macroinvertébrés.....</i>	<i>21</i>
d.	<i>Abondance relative (% relatif de chaque taxon face à l'abondance totale du peuplement).....</i>	<i>22</i>
VII.	RESULTATS (BASE 8 PRELEVEMENTS).....	23
1.	RAPPEL DE LA METHODOLOGIE ET DES OBJECTIFS	23
2.	RESULTATS OBTENUS	24
VIII.	CONCLUSION, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS.....	24
IX.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	25

TABLES DES ANNEXES

ANNEXE 1	RAPPEL DU CONTEXTE DE LA DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU (DCE 2000/60/CE)
ANNEXE 2	PLAN DE SITUATION - CREEK BAIE NORD, COMMUNE DU MONT DORE (ECHELLE : 1/15 000 ^{EME})
ANNEXE 3	PHOTOS DE LA STATION ECHANTILLONNEE PAR HYTEC LE 23 AVRIL 2010
ANNEXE 4	FICHE D'ACCES A LA STATION 6-BNOR1 (HYTEC 2010)
ANNEXE 5	FICHE DES DONNEES MESOLOGIQUES (RELEVES TERRAIN) (HYTEC, 23/04/2010)
ANNEXE 6	FICHE DES RELEVES TERRAIN POUR LE PRELEVEMENT D'EAU POUR ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES (HYTEC, 23/04/2010)
ANNEXE 7	BULLETIN D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET RECEPISSE DE DEPOT DES ECHANTILLONS AU LABORATOIRE (HYTEC, 23/04/2010)
ANNEXE 8	METHODOLOGIE D'ECHANTILLONNAGE DE LA FAUNE BENTHIQUE (HYTEC 2009)
ANNEXE 9	BULLETIN D'ANALYSE BIOLOGIQUE (BASE 5 PRELEVEMENTS) ET LISTE FAUNISTIQUE (HYTEC, 23/04/2010) – résultats validés par N. Mary
ANNEXE 10	ABONDANCE ET ABONDANCE RELATIVE EN INVERTEBRES BENTHIQUES POUR QUELQUES CAMPAGNES DEPUIS 2008 (ETEC ET HYTEC)
ANNEXE 11	BULLETIN D'ANALYSE BIOLOGIQUE (BASE 8 PRELEVEMENTS) (HYTEC, 23/04/2010) – résultats validés par N. Mary
ANNEXE 12	PLUVIOMETRIE JOURNALIERE DE FEVRIER 2008 A AVRIL 2010 (VALE INCO)

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Pluviométrie moyenne mensuelle de février 2008 à avril 2010 (source : Vale Inco).....	7
Figure 2 : Historique des perturbations sédimentaires sur le bassin versant du Creek Baie Nord (source : DENV)8	
Figure 3 : Historique des perturbations organiques sur le bassin versant du creek Baie Nord (source : DENV)....	9
Figure 4 : Historique des accidents rejets chimiques sur le bassin versant du creek Baie Nord (source : DENV)	10
Figure 5 : Évolution des indices biologiques depuis janvier 2008.....	19
Figure 6 : Évolution de la richesse taxonomique et de la densité des invertébrés benthiques depuis janvier 2008	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Relevés limnimétriques à 6BNOR1 (Hytec)	5
Tableau 2 : Coordonnées de la station 6-BNOR1	6
Tableau 3 : Historique des mesures physico-chimiques à la station 6-BNOR1 (en gras celles mesurées par Hytec)	13
Tableau 4 : Historique sur 2009-2010 des paramètres mésologiques à la station 6-BNOR1	15
Tableau 5 : Synthèse des analyses biologiques réalisées par Etec et Hytec entre janvier 2008 et avril 2010 (base 5 prélèvements)	17
Tableau 6 : Abondance relative des taxons représentatifs des peuplements benthiques pour quelques campagnes entre janvier 2008 et avril 2010 (base 5 prélèvements)	22

I. Introduction

Le 1^{er} avril 2009, sur le site industriel de Vale Inco Nouvelle Calédonie, plusieurs milliers de litres d'acide sulfurique se sont déversés dans le creek Baie Nord (commune du Mont Dore) puis dans la baie de Prony. Un an plus tard, le 21 avril, un nouvel accident survient sur le site menaçant à nouveau le bassin versant du creek Baie Nord et son environnement. En effet, une colonne contenant 680 m³ d'acide et de solvants, s'est effondrée. Selon l'industriel, la totalité du contenu de la colonne a été récupérée dans des bassins de rétention présents sur le site sans qu'il y ait eu déversement dans le creek Baie Nord.

L'Observatoire de l'Environnement (Œil) a souhaité réaliser de façon urgente un état des lieux de la qualité des eaux du creek Baie Nord potentiellement impacté par cet accident. Les travaux ont consisté à établir un état des lieux de la faune benthique et de la qualité du creek Baie Nord le vendredi 23 avril 2010, soit 2 jours après l'accident. Ainsi, des prélèvements d'eau et de benthos ont été réalisés sur le creek Baie Nord par nos soins. Le site retenu est la station 6-BNOR1 (voir plan de situation en annexe 2) ayant déjà fait l'objet d'un suivi en 2009 (trois campagnes de prélèvements réalisées pour le compte de la province Sud).

Les prélèvements de benthos ont été réalisés conformément au protocole établi par Mary (1999) et complété en 2007 (Mary N. et Hytec) pour le calcul de l'indice biotique de Nouvelle Calédonie et l'indice biosédimentaire.

Ce rapport analyse l'évolution qualitative et quantitative des peuplements de macroinvertébrés par rapport aux prélèvements réalisés en 2009 et début 2010 ainsi que la structure des peuplements correspondante.

Les fiches des relevés effectués sur le terrain (mesures physico-chimiques *in situ*, et paramètres mésologiques) sont présentées en annexe 5 et le bulletin d'analyse biologique (valeurs d'indice biotique IBNC¹ et IBS²) en annexe 9.

Les résultats d'analyses biologiques feront l'objet d'une validation auprès de Nathalie Mary. Les résultats qui figurent ci-après sont par conséquent présentés sous leur forme provisoire.

II. Plan d'échantillonnage

1. Calendrier et participants

La campagne de prélèvement s'est déroulée le 23 avril 2010, période qui correspond en général aux moyennes eaux. En effet, depuis plusieurs jours avant les prélèvements, des averses importantes nous ont été signalées tous les matins, contribuant au maintien d'un débit moyen dans le cours d'eau au moins égal au débit observé lors de nos interventions en 2009. Une échelle limnimétrique est présente sur le site en aval de la retenue d'eau située au milieu de la station 6-BNOR1. Un relevé limnimétrique a été effectué sur site et les hauteurs d'eau lues à l'échelle lors de nos différentes interventions figurent au tableau ci-dessous. Ces valeurs montrent que le débit de la rivière était plus important que lors de nos précédents

¹ Indice Biotique de Nouvelle Calédonie

² Indice BioSédimentaire de Nouvelle Calédonie

passages. Cette campagne a été réalisée simultanément avec le bureau d'études Etec (Y. Dominique).

L'équipe de terrain d'Hytec comprenait deux personnes : une chargée d'études, C. Duval, et une hydrobiologiste, C. Flouhr.

Tableau 1 : Relevés limnimétriques à 6BNOR1 (Hytec)

Campagnes	Date	Conditions météorologiques et hydrologiques	Hauteur à l'échelle limnimétrique (m)
1	10-avr-09	Moyennes eaux, nuageux	non relevée
2	07-mai-09	Moyennes eaux, soleil	0,86 m
3	10-sept-09	Moyennes eaux, pluie	0,83 m
4	23-avr-10	Moyennes eaux, pluie	0,91 m

2. Description du site d'étude

Le creek Baie Nord se situe sur la commune du Mont Dore, il se rejette dans la baie de Prony au niveau de la Baie Nord. Son bassin versant est de taille limitée (0,4 km²). Il culmine à la cote 367 m (l'Aiguillon). L'intégralité du bassin versant est située sur les formations ultramafiques du Grand Sud et présente un couvert végétal clairsemé majoritairement constitué de maquis minier. La piste d'accès au port de Vale Inco traverse le bassin versant dans son tiers supérieur. Une grande partie des infrastructures industrielles sont présentes dans ce bassin versant et en particulier l'usine pilote (depuis 1999), la centrale de Prony Energies et l'usine de fabrication d'acide sulfurique à l'origine de l'accident survenu le 1^{er} avril 2009.

3. Description de la station d'échantillonnage

Une station ayant déjà fait l'objet de prélèvement par Vale Inco et par nos soins en 2009 a été retenue en accord avec l'Oeil et la DENV : **la station 6-BNOR1**.

La station 6-BNOR1 se situe juste en amont du tuyau de rejet de la station d'épuration sur la branche Nord du creek (voir plan en annexe 2). Il n'y a plus de rejet direct dans le creek depuis janvier 2008, suite à l'arrêté de mise en demeure 1834-2007/PS du 27/11/2007. Cette station de prélèvement se situe à 2,5 km en aval du site industriel. Ainsi localisée, la station reflète l'ensemble des atteintes appliquées au sous-bassin versant Nord du creek de la Baie Nord par les activités et rejets du secteur Nord du complexe industriel (cf. III) sur plus de 2 kilomètres de linéaire de cours d'eau.

Il a été proposé de réaliser un prélèvement sur la branche Sud afin d'avoir une référence de qualité sur un bras a priori moins perturbé du même bassin versant mais cette option n'a pas été retenue.

Les coordonnées de la station échantillonnée sont fournies dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Coordonnées de la station 6-BNOR1

	X (m) Lambert NC	Y (m) Lambert NC	Altitude (m) RGNC
6-BNOR1	492 084	207 594	45

On y accède en marchant environ 20 minutes le long des berges depuis le stationnement situé au pont de la route d'accès à l'ancien wharf Ardimani et à la mise à l'eau. Il est aussi possible de suivre d'anciennes pistes de mine en rive droite depuis ce même stationnement ou d'y accéder en véhicules tout terrain depuis l'intérieur du site industriel.

La pente du cours d'eau est moyenne sur la station avec une zone de cascades en aval (voir photos en annexe 3). Le lit mouillé est large (2 à 20 m) sans ombrage. Le substrat de la station est majoritairement constitué de blocs (60% de recouvrement) et la vitesse de l'eau est rapide. Le substrat est recouvert de latérites au niveau des mouilles et des zones de courant moyen et rapide (80% de recouvrement). La pente des berges, constituées de blocs intercalés dans de la latérite, est moyenne. Les algues observées en avril et septembre 2009 n'étaient pas présentes. Cette station subit l'influence de rejets organiques et sédimentaires dont l'historique est présenté au paragraphe III. L'apparition d'algues est généralement liée à la présence de nutriments (azote, phosphore et composés organiques), phénomène accentué en période d'étiage lorsque les polluants sont plus concentrés du fait des faibles débits.

Plusieurs petites zones d'érosion sont visibles en amont rive droite de la station qui peuvent être à l'origine des apports latéritiques observés au niveau de la station. Le bassin comporte aussi d'anciennes pistes de mine et des anciennes exploitations (coballeurs) qui contribuent à alimenter le cours d'eau en sédiments, principalement sous forme de fines latéritiques.

L'échantillonnage a porté sur deux séquences radier-mouille sur le même bief que celui échantillonné en mai et septembre 2009.

4. Pluviométrie du site

La pluviométrie du site est enregistrée grâce à un pluviographe exploité par Vale Inco et situé au niveau de l'usine pilote, dans le bassin versant du creek Baie Nord.

Le graphe de la Figure 1 présente la pluviométrie moyenne mensuelle depuis février 2008 jusqu'en avril 2010.

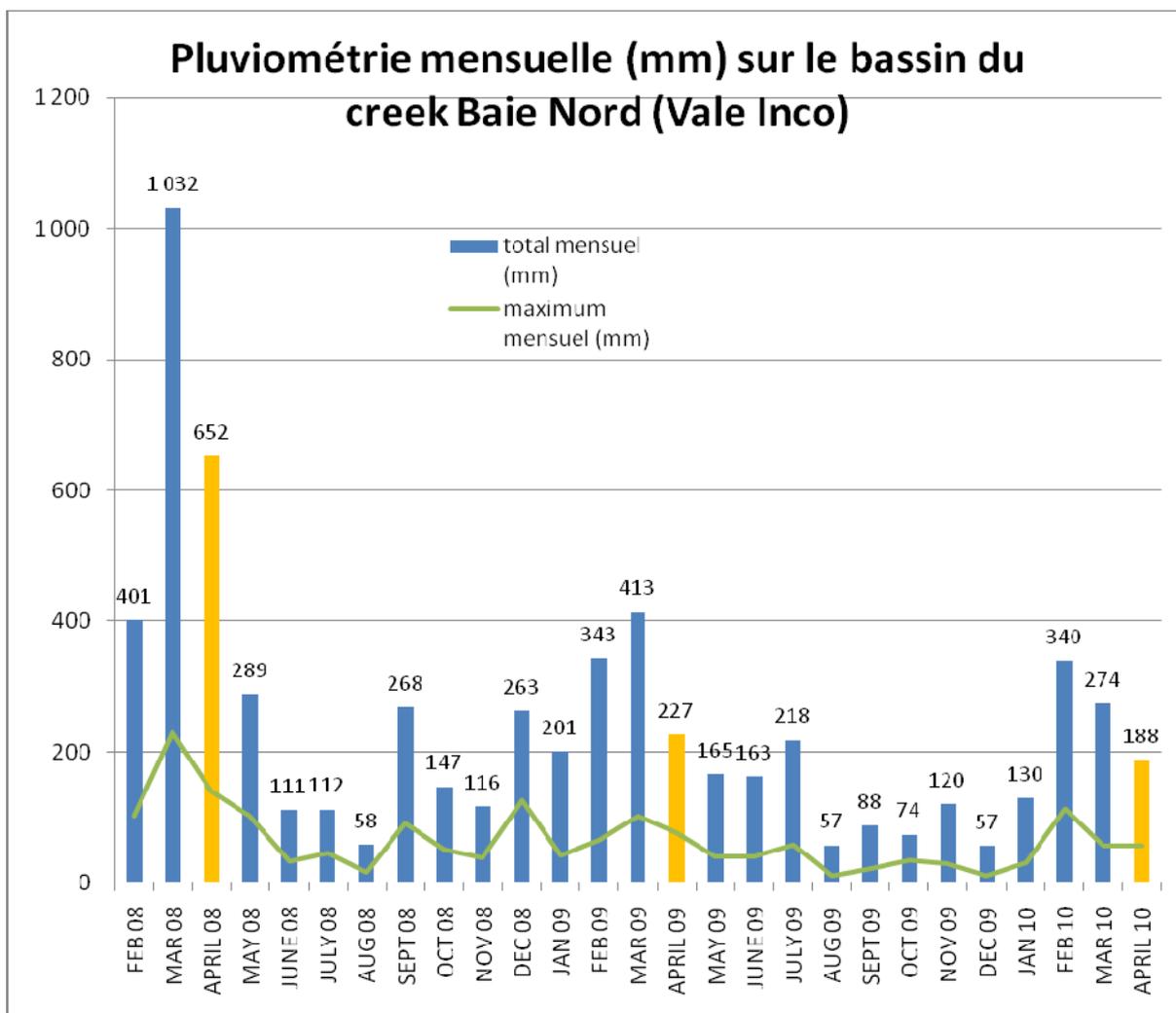


Figure 1 : Pluviométrie moyenne mensuelle de février 2008 à avril 2010 (source : Vale Inco)

III. Bilan d'atteinte du creek

Dans le cas du creek Baie Nord, quatre types d'atteinte sont clairement identifiés au regard des analyses et observations « *in situ* » effectuées antérieurement (Denv, 2009) :

1. Le colmatage généralisé des substrats par des apports de fines latéritiques

Origine : travaux de défrichage et de terrassement sur le site de l'usine et la route d'accès au port.

Historique : se reporter à la figure ci-après :

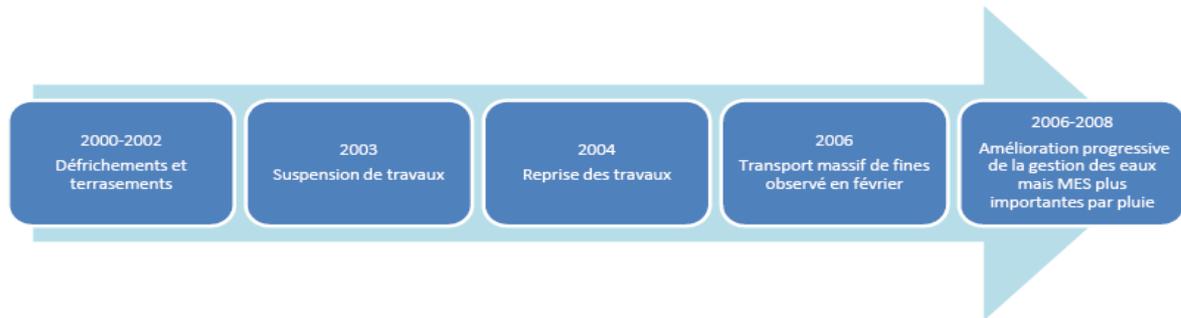


Figure 2 : Historique des perturbations sédimentaires sur le bassin versant du Creek Baie Nord (source : DENV)

La dynamique sédimentaire du bassin versant du Creek Baie Nord a été perturbée dès 1999 pour la construction de l'usine pilote et 2000 pour les travaux de terrassement de l'ensemble du site industriel. Le prélèvement de benthos réalisé à la station BNOR-100 le 02 juillet 2002 ne correspond pas à l'état initial puisque les travaux de terrassement avaient déjà commencé.

Après une suspension de travaux d'un an en 2003, la reprise de ces derniers a entraîné la mobilisation de quantités importantes de fines sur tout le cours du creek Baie Nord (de l'aval du site industriel à l'embouchure située en Baie de Prony).

En février 2006, l'envasement et le colmatage généralisés du lit de la rivière ont été observés suite à la rupture d'un ouvrage de rétention des sédiments. Ce constat a été conforté par l'apparition d'un panache sédimentaire en Baie de Prony (source Denv).

Ces apports sédimentaires devraient diminuer suite à l'arrêt du chantier, le revêtement des pistes, l'aménagement de différentes aires bétonnées, la revégétalisation de talus et surtout avec la mise en place d'un dispositif de gestion des eaux au niveau de la mine.

Trois points de rejet font l'objet de suivi (Médard, 2010) (voir plan en annexe 2):

- Rejet 6-I1 du bassin de premier flot nord de l'usine. Ce bassin de contrôle reçoit les eaux de ruissellement du bassin topographique Nord de l'usine de Goro ;
- Rejet 6-M1 du bassin de premier flot sud de l'usine : Ce bassin de contrôle recueille les eaux de pluies du bassin topographique Sud de l'usine de Goro (zone de lavage et d'entretien des véhicules, zone de stockage des réactifs et hydrocarbures...) ;
- Rejet 6-I3 du débordement du bassin de confinement de la zone de stockage du soufre.

2. L'enrichissement excessif du cours d'eau au travers d'apports de polluants organiques

Origine : mauvaise gestion de la station d'épuration (STEP), du bassin de lagunage associé ainsi que des rejets de la centrale thermique de Prony Energies ;

Historique : se reporter à la figure ci-après ;

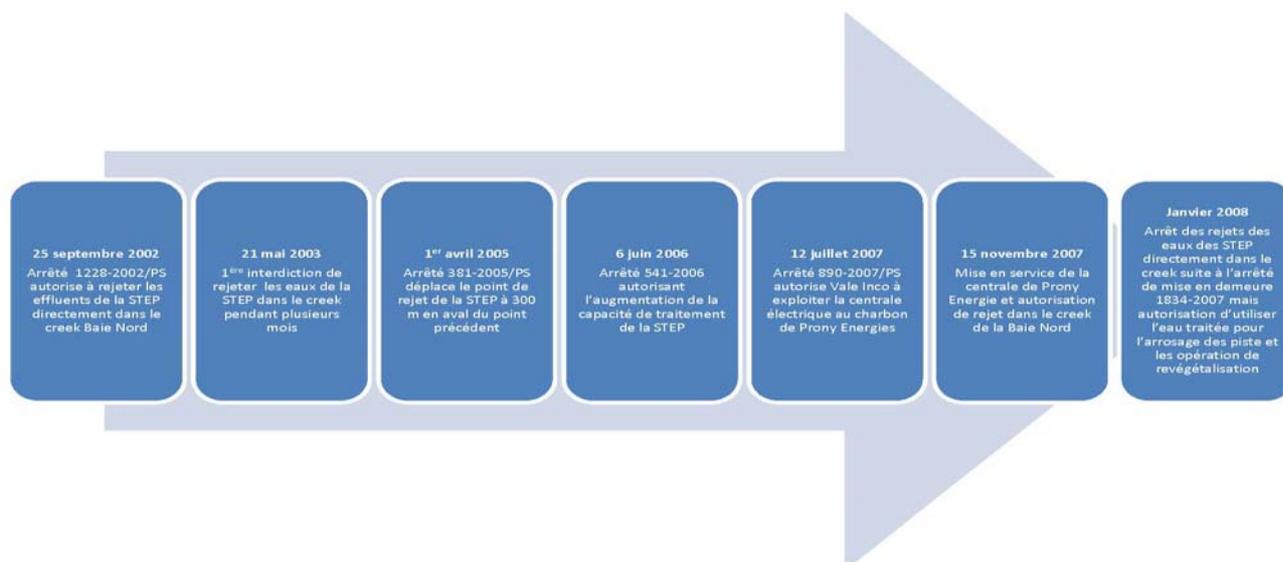


Figure 3 : Historique des perturbations organiques sur le bassin versant du creek Baie Nord (source : DENV)

L'apport de matières organiques a été observé dès 2003 suite à la mauvaise gestion de la station d'épuration en place sur le site industriel depuis 2002. L'augmentation des effectifs sur le chantier de construction depuis 2003 a conduit à accroître la capacité de traitement de la station d'épuration en 2006 de 3150 équivalent-habitants à 4500 EH (arrêté n°541-2006 du 06/06/2006 autorisant l'augmentation de la capacité de traitement).

Le dépassement des valeurs de rejet réglementaires a conduit à une première interdiction de rejet dans le Creek Baie Nord en mai 2003 pour plusieurs mois ; puis à une seconde interdiction en janvier 2008. Depuis cette dernière date, aucun rejet n'est effectué directement dans le creek et les effluents sont utilisés pour l'arrosage des pistes et pour la revégétalisation. Par contre, depuis janvier 2008, des débordements intempestifs et chroniques du bassin de stockage des effluents ont été observés et contribuent à l'enrichissement du cours d'eau en matières organiques. Une pollution diffuse est donc à considérer sur le bassin versant du creek Baie Nord, branche Sud comprise.

La centrale électrique de Prony Energies effectue également des rejets dans le creek Baie Nord depuis novembre 2007, dont certains d'origine organique.

3. Les rejets de Prony Energie

Origine : rejets de la centrale thermique de « Prony Energie »

Conséquences : l'apport de polluants d'origines diverses accompagné d'une perturbation thermique du cours d'eau est probable dès la fin de l'année 2007 après mise en service de la centrale thermique.

Ces deux perturbations combinées sont susceptibles d'atteindre la viabilité des peuplements du Creek Baie Nord (écotoxicité des éléments et modification de régime thermique du cours d'eau).

Il existe trois points de rejet pour la centrale thermique (Médard, 2010). Ces rejets sont tous traités et analysés avant de rejoindre le milieu récepteur (voir plan en annexe 2) :

- Rejet au point 6-IP1 de l'unité de collecte et de traitement PPIE (Power Plant Industrial Effluent) des effluents industriels provenant de la centrale : eaux de purge acides ou basiques chargée ou non d'impuretés, eaux de lavage de certaines installations, eau de ruissellement de certaines zones sensibles.
- Rejets au point 6-IP2 de deux bassins de traitement différents :
 - i. PPSW (Power Plant Storm Water) qui collecte et traite les 25 premiers millimètres de pluie susceptibles d'être pollués,
 - ii. CTB pour l'analyse avant rejet des eaux de purge des tours aéro-réfrigérantes de la centrale.
- Rejet au point 6-IP3 de l'unité de collecte et de traitement CSSW (Coal Stock-pile Storm Water) des eaux de ruissellement de la zone de stockage du charbon et des eaux de lavage de la chargeuse. Les rejets ne sont pas continus et dépendent des précipitations et du niveau d'eau dans les bassins de collecte.

Ces différents rejets constituent des sources potentielles de pollution notamment, le 2 décembre 2009, une mousse blanche provenant des résidus de traitement de la légionellose s'échappait du rejet 6-IP2 (Médard, 2010).

4. L'acidification extrême des eaux et leur neutralisation

Origine : Rejet accidentel de plusieurs milliers de litres d'acide sulfurique sur le site industriel le 1^{er} avril 2009 et rupture d'une colonne contenant de l'acide chlorhydrique et des solvants organiques le 21 avril 2010 (stockés en bassins de rétention a priori sans déversement dans la nature).

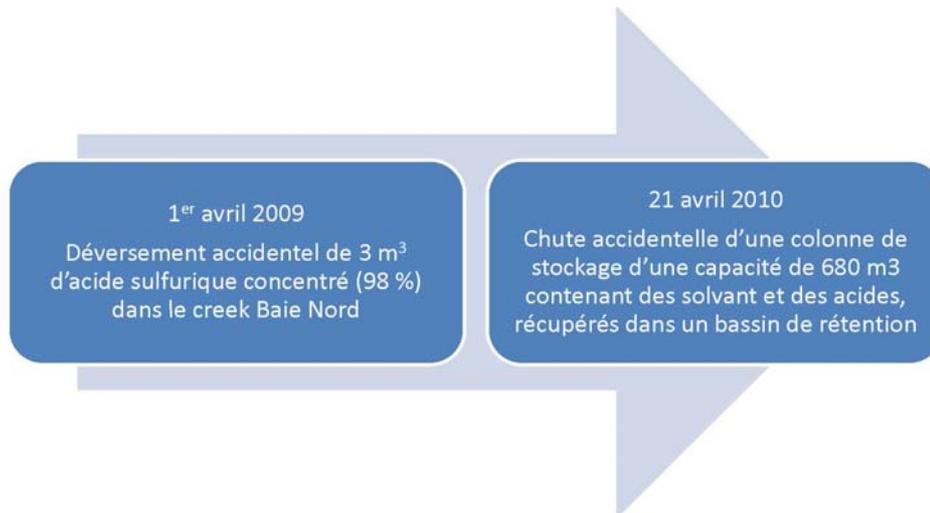


Figure 4 : Historique des accidents rejets chimiques sur le bassin versant du creek Baie Nord (source : DENV)

N.B. : L'atteinte par le premier accident est double. Elle concerne d'une part, le rejet accidentel d'acide sulfurique et d'autre part, la neutralisation de l'acide par l'apport massif

de carbonates. Ces deux atteintes agissant à la même période et de manière combinée, leurs effets sur l'intégrité physico-chimique et biologique du creek Baie Nord sont à considérer simultanément.

IV. Prélèvements d'eau

1. Objectifs recherchés et liste des paramètres analysés

L'Oeil a souhaité réaliser un prélèvement d'eau simultanément aux prélèvements de benthos afin de mettre en évidence une éventuelle contamination du cours d'eau par les produits contenus dans la colonne ayant cédé (acide et solvants). La liste des paramètres analysés a été arrêtée par l'Oeil en partenariat avec la DENV afin de limiter les coûts d'analyse : MES, cuivre, zinc, cobalt, nickel, hydrocarbures totaux et chlorures.

2. Protocole de prélèvement

L'organisation de la campagne de prélèvement, les prélèvements d'eau, le transport des échantillons et leur conservation ont été réalisés conformément aux normes ISO 5667, hormis pour l'ajout des conservateurs réalisé par le laboratoire à la réception des échantillons.

Le laboratoire retenu pour les analyses a fourni le flaconnage. Les flacons ne contenaient aucun conservateur. Ils ont été remplis par immersion par un opérateur équipé de gants. Les flacons remplis à ras bord ont ensuite été stockés dans des glacières remplies de glace puis déposés au laboratoire le jour même. Le temps imparti entre les prélèvements et leur dépôt au laboratoire n'a pas permis de refroidir complètement les flacons (voir température de la glacière à la réception des échantillons par le laboratoire sur le récépissé en annexe 7).

V. Inventaire de la faune benthique

1. Objectifs recherchés et métriques utilisées

La présente évaluation propose d'établir un diagnostic de l'état écologique du Creek Baie Nord au moyen de métriques simples de caractérisation du peuplement benthique et de deux indices biotiques complémentaires existants : l'IBNC et l'IBS.

Face à la diversité des atteintes subies par le creek Baie Nord depuis 1999 (voir § III), l'évaluation des impacts ne peut être menée rigoureusement sans apporter les limites d'application des outils utilisés.

L'indice biotique de Nouvelle Calédonie (IBNC) permet de mettre en évidence une perturbation de la qualité des eaux par des apports organiques (Mary, 1999).

L'indice biosédimentaire (IBS) reflète plus spécifiquement les perturbations liées au transport solide, notamment le colmatage des sédiments par les fines latéritiques issues des massifs miniers (Mary & Hytec, 2007).

L'indice EPT (Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) sera calculé en complément de ces deux indices afin de cibler davantage le niveau d'atteinte général du peuplement

benthique. Les insectes éphéméroptères, plécoptères et trichoptères contiennent en effet de nombreux taxons polluo-sensibles qui constituent la base de méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques (Lang & Reymond, 1995 ; Fore et al., 1996). Leur abondance relative (synthétisé au travers d'un indice EPT) est en lui-même un paramètre couramment utilisé pour estimer la qualité des eaux. Une diminution significative de l'abondance relative de ces taxons indique une perturbation du cours d'eau (Lenat, 1988), pouvant avoir d'autres origines qu'une pollution organique ou sédimentaire. Les plécoptères étant absents de Nouvelle Calédonie, l'indice EPT représente la richesse taxonomique des insectes éphéméroptères et de trichoptères récoltés.

Les méthodologies de calcul de l'IBNC et de l'IBS (Mary, 1999 ; Mary & Hytec, 2007) précisent en effet, qu'il est difficile de distinguer les impacts d'une pollution particulière quand plusieurs types de pollution sont présents sur une même rivière (cas du creek Baie Nord). Pour cette raison, l'interprétation des indices calculés pour le suivi du creek Baie Nord devra être réalisée avec prudence et se limiter au pouvoir indicateur de chacun d'eux c'est-à-dire :

- l'indication d'une pollution organique pour l'IBNC,
- l'indication d'une pollution sédimentaire pour l'IBS.

La présence des deux types de pollution rend l'interprétation des résultats plus complexe.

2. Méthodologie

Dans le cadre d'un atelier initié par l'Observatoire de l'Environnement sur les bioindicateurs et, en particulier, sur l'indice biotique de Nouvelle Calédonie (IBNC) et l'indice biosédimentaire (IBS), le protocole de prélèvement (Mary, 1999) a été complété afin d'avoir des informations sur la richesse taxonomique en invertébrés de la station. Cette métrique apparaît essentielle dans la caractérisation de l'état écologique d'un cours d'eau et l'atelier a montré que la réalisation de 5 prélèvements était insuffisante pour avoir une bonne représentation des taxons présents sur une station.

Dans ce but et afin de tenir compte des recommandations de la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 relative au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons d'invertébrés, trois prélèvements supplémentaires ont donc été réalisés en plus des cinq prévus par la méthodologie IBNC sur chaque station (voir méthodologie en annexe 8). Les huit prélèvements étant répartis en 4 prélèvements sur habitat dominant (plus de 5% de la superficie de la station) et 4 autres prélèvements sur habitat marginal (moins de 5% de la superficie de la station). Ils ont été fixés séparément à l'alcool à 70% sur site après un tri dont le but est d'éliminer les particules minérales (graviers et sable) susceptibles d'endommager les organismes prélevés.

Le calcul des indices a été réalisé comme le prévoit les protocoles établis précédemment sur la base des 5 prélèvements retenus parmi les 8 réalisés en fonction de l'habitabilité du substrat. Les informations obtenues avec les 3 prélèvements supplémentaires sont également présentées dans le présent rapport.

Le protocole utilisé lors de la campagne de terrain et au laboratoire est détaillé en annexe 8.

L'analyse biologique des prélèvements a été effectuée par Hytec (C. FLOUHR) et validée par N. Mary.

VI. Résultats

Les photos de la station sont présentées en annexe 3, et la fiche des relevés effectués sur le terrain en annexe 5. La fiche d'accès aux stations qui figure en annexe 4 indique les routes à emprunter pour se rendre sur le creek Baie Nord et les repères permettant d'accéder facilement à la station.

1. Paramètres physico-chimiques de la station 6-BNOR1

Les paramètres physico-chimiques mesurés à la station 6-BNOR1 le 23 avril 2010 sont présentés dans le Tableau 3 avec l'historique (Médard, 2010).

Tableau 3 : Historique des mesures physico-chimiques à la station 6-BNOR1 (en gras celles mesurées par Hytec)

Date de prélèvement	Cond.	pH	Temp	O2 dissous		Turbidité	Cl	Co	Cu	Ni	Zn	MES	Hydrocarbures dissous
	µS/cm		°C	mg/l	%	NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
01/07/2002							12,1						
21/08/2008	119,8	6,99					16,4					<5	
14/09/2008	138,6	8,45					14,9					<5	
12/10/2008	150	6,85				4,3	15,5					<5	
12/11/2008	131,5	6,98					13,6					<5	
11/12/2008	161	8,17					18,4					<5	
14/01/2009							11,8					<5	
23/02/2009	143	7				2,4	14,8					<5	
06/04/2009	112					5,8	12,7	<0,03	<0,03	<0,03	<0,1	<5	
07/04/2009	131	7,9				14,4	13,4	<0,03	<0,03	<0,03	<0,1		
10/04/2009	152	8,04				1,31							
14/04/2009	127	6,9				6,8	13,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,1		
16/04/2009	125	8,2				4,4	13,4	<0,03	<0,03	<0,03	<0,1		
20/04/2009	134	7,9				4,5	12,5	<0,03	<0,03	<0,03	<0,1		
28/04/2009	218	7,6					12,7	<0,03	<0,03	<0,03	<0,1		
07/05/2009	140	7,97				1,24							
10/09/2009	148	8,41				5,45							
14/10/2009	166	8,4				3,8	17	<0,03	<0,03	0,01	<0,1	<5	<0,5
23/04/2010	136	7,91	23,8	8,37	99,2	9,64	12,1	<0,001	<0,001	0,015	0,01	<1 ?	<0,05

Paramètres in situ (en rose dans le Tableau 3)

Globalement, aucun paramètre n'a varié significativement par rapport à 2009 hormis la turbidité qui n'a cessé d'augmenter depuis 2009 pour passer de 1,2-1,3 NFU en avril/mai 2009 à 5,5 NFU en septembre 2009 puis à 9,6 NFU en avril 2010. Cette dernière valeur (avril 2010) est très élevée pour une eau de rivière. Ce jour, l'eau était trouble mais ne comportait aucune odeur ou couleur particulière. Il est par contre surprenant de constater que les matières en suspension (MES) mesurées ce même jour sont en-dessous des limites de détection (< 1 mg/l), d'autant plus que les mesures effectuées par Vale Inco le même jour à 10h (nos mesures ont été réalisées à 13h) à la station 6-Q située en amont (voir annexe 2) donnent une turbidité de 17,4 NTU pour des MES égales à 5,5 mg/l (Vale Inco, 2010). C'est la raison pour laquelle ce résultat est considéré comme douteux.

Compte tenu de la présence importante de fines latéritiques sur le fond du cours d'eau, ces fines sont remobilisées lorsque le débit augmente suite à de fortes pluies et les valeurs de turbidité et de matières en suspension augmentent. Lors de notre passage en septembre 2009, il pleuvait et les relevés de Vale Inco donnent 20,6 mm pour la journée du 10 (voir annexe 12). En avril 2010, l'enregistrement des précipitations fait par l'industriel sur la journée du 23 avril 2010 donne 10,4 mm de pluie (pluies intenses tous les matins depuis plusieurs jours) (voir annexe 12). Ces pluies peuvent expliquer l'augmentation de turbidité constatée ponctuellement sur le cours d'eau.

La physico-chimie de l'eau se caractérise par une température moyenne oscillant entre 20 et 24°C selon la période de l'année.

L'oxygénation est satisfaisante (> 96% de saturation) aux quatre dates de mesure.

La conductivité est moyenne ($135 \mu\text{S}/\text{cm} < X < 150 \mu\text{S}/\text{cm}$) et stable sur l'ensemble des campagnes de mesure. Les valeurs sont caractéristiques des rivières drainant des substrats péridotitiques.

Paramètres physico-chimiques (en bleu dans le Tableau 3)

Le bulletin des analyses physico-chimiques réalisées sur les prélèvements d'eau du 23 avril 2010 est fourni en annexe 7. La comparaison de ces valeurs aux données historiques récupérées sur la station montre qu'il n'y a aucune modification dans les valeurs des paramètres mesurés qui sont :

- en-dessous des limites de détection pour les micropolluants minéraux (Co, Cu, Ni, Zn), les matières en suspension (MES) et les micropolluants organiques (hydrocarbures dissous) ;
- du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées antérieurement pour les chlorures.

Conclusion sur les paramètres physico-chimiques

Au regard des résultats fournis par les paramètres physico-chimiques, l'accident du 21 avril 2010 n'a eu aucun effet sur la majorité des paramètres analysés que ce soit les paramètres mesurés in situ (pH, conductivité, température, oxygène dissous) ou au laboratoire (chlorures, cobalt, cuivre, nickel, zinc, matières en suspension et hydrocarbures dissous). Seules la turbidité et les matières en suspension ont augmenté. Cette augmentation concorde avec les pluies enregistrées sur le bassin versant et qui ont vraisemblablement remis en suspension les nombreuses fines présentes sur le fond du cours d'eau.

2. Caractéristiques mésologiques de la station 6-BNOR1

Le Tableau 4 reprend les principales caractéristiques mésologiques de la station échantillonnée pour les campagnes que nous avons réalisées depuis 2009.

La longueur du bief échantillonné à la station 6-BNOR1 est de 100 m de long.

La station se caractérise par un lit mouillé de largeur variable (2 m à 20 m) en fonction de la pente, sur pente moyenne à forte (cascade), avec un courant rapide et l'absence d'ombrage.

Les berges, constituées de blocs et de latérites, sont recouvertes de maquis minier avec une pente marquée au contact du cours d'eau.

Le substrat est majoritairement constitué de roche mère et de blocs (80%). Des dépôts latéritiques recouvrent la quasi-totalité du substrat (80 %) sauf en zone de courant fort qui empêche leur dépôt. La matière organique est en faible quantité (quelques feuilles, troncs et branches).

Aucune anomalie n'est signalée sur la station : pas d'algues ou de dépôt blanchâtre.

Tableau 4 : Historique sur 2009-2010 des paramètres mésologiques à la station 6-BNOR1

COMPARATIF DES PARAMETRES MESOLOGIQUES - CAMPAGNES HYTEC 2009 ET 2010				
STATION 6-BNOR1		Prélèvements effectués C. DUVAL / P. AUFRAY / C. FLOUHR		
INFORMATIONS GENERALES				
Environnement global du bassin versant	maquis minier			
Substrat	ultramafique			
Pente	moyenne			
Granulométrie dominante	roche mère			
CAMPAGNES				
Date	10/04/2009	07/05/2009	10/09/2009	23/04/2010
Heure	07:45	10:30	10:00	13:00
CONDITIONS CLIMATIQUES ET HYDROMORPHOLOGIQUES DE PRELEVEMENT				
<i>Campagne</i>	<i>C. 1/3</i>	<i>C. 2/3</i>	<i>C. 3/3</i>	<i>C. 1/1</i>
Date	10/04/2009	07/05/2009	10/09/2009	23/04/2010
Heure	07:45	10:30	10:00	13:00
Condition climatique	nuage	nuage	pluie	pluie
Longueur du bief échantillonné	80	120	120	100
Nombre de séquences radier-mouille	1	2	2	2
Largeur min./max. du lit mouillé <i>en m</i>	6 / 20	2 / 20	2 / 20	2 / 20
Profondeur min./max. <i>en m</i>	0,05 / 0,60	0,05 / 2,00	0,05 / 2,00	0,05 / 2
Distance entre les deux berges <i>en m</i>	12	5	5	5
Vitesse du courant à la station	rapide	rapide	rapide	rapide
Roche mère/Bloc <i>en %</i>	75	70	80	60
Cailloux/Gallets <i>en %</i>	5	15	4	15
Sable/Gravier <i>en %</i>	10	5	8	5
Limon/Argile <i>en %</i>	10	10	4	10
Débris organiques <i>en %</i>	0	0	4	10
Etat du substrat	dépôts latéritiques glissant	dépôts latéritiques glissant	dépôts latéritiques glissant	dépôts latéritiques (100% ds mouilles)
Latérite %	80	80	80	80
Végétaux aquatiques et algues vertes	algues vertes	néant	algues vertes	papyrus, absence d'algues vertes
% recouvrement	20	0	95	1
Matière organique végétale	feuilles + branches	feuilles + branches	feuilles + branches + troncs	feuilles + branches + troncs
Importance	faible	faible	faible	faible

3. Evaluation de la qualité biologique du creek Baie Nord

Au total, huit prélèvements de benthos ont été effectués par station, répartis à raison de 4 sur des habitats dominants (représentant plus de 5% de la surface mouillée de la station) et de 4 sur des habitats marginaux (feuilles, racines et tronc). L'annexe 8 détaille la méthodologie mise en œuvre spécifiquement sur cette campagne.

Le calcul des indices a été effectué sur 5 prélèvements uniquement, sur des substrats sélectionnés en fonction de leur habitabilité, comme le prévoit le protocole de Mary (1999).

Le bulletin d'analyse biologique (base 5 prélèvements) et la liste faunistique complète (base 8 prélèvements) sont présentés en annexe 9.

3.1 Historique de la station 6-BNOR1

➤ Etat de référence

Il n'existe pas à proprement parler d'état de référence de la qualité des eaux pour le Creek Baie Nord. Les premières analyses remontent à 2002 (Hytec) et ont été réalisées alors que les terrassements du site industriel étaient déjà bien avancés. L'analyse biologique la plus récente a été réalisée par le bureau d'études Etec et date du 14/01/2010 pour la station 6-BNOR1.

Face à l'absence de peuplement de référence (avant action anthropique sur le bassin versant, voire avant installation de l'usine), l'évaluation portera sur une analyse comparative des métriques observées depuis 2008 à la station 6-BNOR1.

La comparaison des métriques obtenues par rapport à un état de référence peut être effectuée de trois manières :

1. par référence aux métriques mesurées avant l'accident,
2. par référence aux métriques mesurées 1 an avant l'accident afin de se retrouver dans des conditions hydropluviométriques quasi identiques,
3. par référence aux données historiques, en particulier pour les paramètres qui à pressions constantes n'évoluent pas comme l'IBNC et l'IBS.

Dans le premier cas, ce sont les résultats obtenus le 14 janvier 2010, soit 3 mois avant, qui sont pris en compte. Outre l'impact possible de l'accident survenu le 21 avril 2010, l'observation des données pluviométriques (Figure 1) montrent que les pluies relativement importantes de février-mars (340 mm en février et 274 en mars) peuvent être à l'origine de perturbations sur le cours d'eau (apports de polluants par les eaux de ruissellement et/ou dilution des rejets directs) dont il faudra tenir compte dans l'interprétation des résultats.

Dans le deuxième cas, les résultats des campagnes d'avril et de mai 2009 sont biaisés par l'accident survenu le 1^{er} avril qui a entraîné une modification importante de la structure du peuplement benthique (Hytec, 2010). Ceux d'avril 2008 ne sont pas non plus exploitables compte tenu des pluies exceptionnelles survenues depuis février 2008 : 401 mm en février, 1032 en mars et 652 en avril. Cette comparaison ne pourra par conséquent pas se faire. Elle était pertinente pour les paramètres susceptibles de varier avec la saison tels que la richesse taxonomique, la densité, l'indice EPT.

➤ Synthèse des données collectées depuis 2008

Le Tableau 5 synthétise les résultats d'analyses biologiques obtenus pour ces campagnes.

Tableau 5 : Synthèse des analyses biologiques réalisées par Etec et Hytec entre janvier 2008 et avril 2010 (base 5 prélèvements)

Date prélèvement	BET	Abondance	densité	indice EPT	nb_taxon ibnc	IBNC ¹	nb_taxon ibs	IBS ²	richesse taxonomique	cumul de pluie sur 7 jours
30/01/2008	Etec	2552	10208	5	12	5,92 - bonne	13	5,38 - passable	15	nd
15/04/2008	Etec	221	884	1	6	nbre de taxons bioindicateurs insuffisant (>6)	6	nbre de taxons bioindicateurs insuffisant (>6)	8	146,8
01/07/2008	Etec	616	2464	2	5	nbre de taxons bioindicateurs insuffisant (>6)	5	nbre de taxons bioindicateurs insuffisant (>6)	6	45,8
07/10/2008	Etec	532	2128	5	12	5,17 - passable	12	5,25 - passable	16	8,8
10/04/2009	Hytec	106	424	5	12	5,25 - passable	11	4,64 - mauvaise	15	21,4
07/05/2009	Hytec	695	2780	4	18	5,06 - passable	17	4,76 - mauvaise	24	11,8*
20/06/2009	Etec	704	2816	4	12	5,33 - passable	12	5,25 - passable	15	47
20/07/2009	Etec	2759	11036	3	12	4,83 - passable	12	4,58 - mauvaise	18	107,6
11/08/2009	Etec	2879	11516	6	16	5,50 - passable	16	5,13 - passable	22	7,8*
10/09/2009	Etec	3586	14344	4	14	4,93 - passable	14	5,29 - passable	21	44,8
10/09/2009	Hytec	2043	8172	3	16	5,06 - passable	16	4,63 - mauvaise	22	
17/11/2009	Etec	1996	7984	3	12	4,83 - passable	11	4,73 - mauvaise	18	30,6
15/12/2009	Etec	1206	4824	4	17	5,12 - passable	16	4,88 - mauvaise	24	6,4
14/01/2010	Etec	2620	10480	4	15	5,33 - passable	14	5,07 - passable	22	80,6
23/04/2010	Etec	810	3240	3	10	4,30 - mauvaise	10	4,50 - mauvaise	15	85

* un jour de lacune (pas de donnée de pluie)

SEUILS D'INTERPRETATION DES METRIQUES

	IBNC ¹	IBS ²
Excellente	≥ 6,6	≥ 6,5
Bonne	5,6 ≤ I < 6,5	5,75 ≤ I < 6,5
Passable	4,6 ≤ I < 5,5	5,00 ≤ I < 5,75
Mauvaise	3,6 ≤ I < 4,5	4,25 ≤ I < 5,00
Très mauvaise	≤ 3,6	≤ 4,25

¹ Indice spécifique à l'évaluation des pollutions organiques. [Mary,² Indice spécifique à l'évaluation des pollutions sédimentaires

On note que pour avril et juillet 2008, le nombre de taxons bio-indicateurs ne permet pas de calculer l'IBNC, ni l'IBS. On constate que pour le mois d'avril, des pluies abondantes ont précédé l'échantillonnage : 1032 mm de pluie en mars et 460 mm depuis le début du mois d'avril (voir Figure 1 et annexe 12). Ces pluies exceptionnelles ont vraisemblablement entraîné la faune benthique et peuvent expliquer la faible richesse taxonomique du prélèvement réalisé. **Il n'existe donc pas de référence récente pour le mois d'avril.**

Pour le prélèvement de juillet 2008, il n'y a pas eu de pluie aussi importante, environ 110 mm pour le mois de juin et autant en juillet. La forte baisse de taxons indicateurs et de la richesse taxonomique (minimum de 6 sur la période janvier 2008 – avril 2010) est vraisemblablement liée à une autre source de perturbation (non traitée dans le présent rapport).

Par ailleurs, la campagne trimestrielle de janvier 2009 a été annulée du fait des intempéries (Etec, comm. pers.).

➤ **Contrôle en double aveugle des analyses biologiques**

Le bureau d'études Etec est intervenu à la même date que notre bureau d'étude après l'accident du 21 avril 2010 à la demande de l'Oeil et de la province Sud. Leurs résultats n'étaient toujours pas disponibles à la remise du présent rapport en août 2010. Cette intervention en doublon permet de caler les résultats obtenus historiquement par le bureau d'études Etec qui intervient sur le site à fréquence mensuelle. La station échantillonnée par Etec (40 m de longueur) se situe sur la moitié aval du bief que nous avons échantillonné (100 m de longueur). Une autre intervention en doublon avait été effectuée en septembre 2010, le même jour, sur les stations de 6-BNOR1 et 6-T. Les résultats figurent dans le Tableau 5. Les valeurs des différentes métriques obtenues sont du même ordre de grandeur, hormis pour l'IBS pour lequel on observe un changement de classe de qualité de passable à mauvaise (0,66 point d'indice d'écart). Cet écart est lié au fait que sur une même station, deux intervenants qui échantillonnent les mêmes substrats ne pourront pas le faire au même endroit. Ainsi, il suffit que l'un deux collecte un taxon rare (moins de 3 individus) et qui de plus contribue au calcul des indices pour avoir un écart dans le calcul des indices soit à la hausse si ce taxon est polluo sensible, soit à la baisse s'il est polluo résistant.

3.2 Indices biotiques à la station 6-BNOR1

Le graphe de la Figure 5 représente les valeurs d'indices obtenues depuis janvier 2008 sur la station 6-BNOR1.

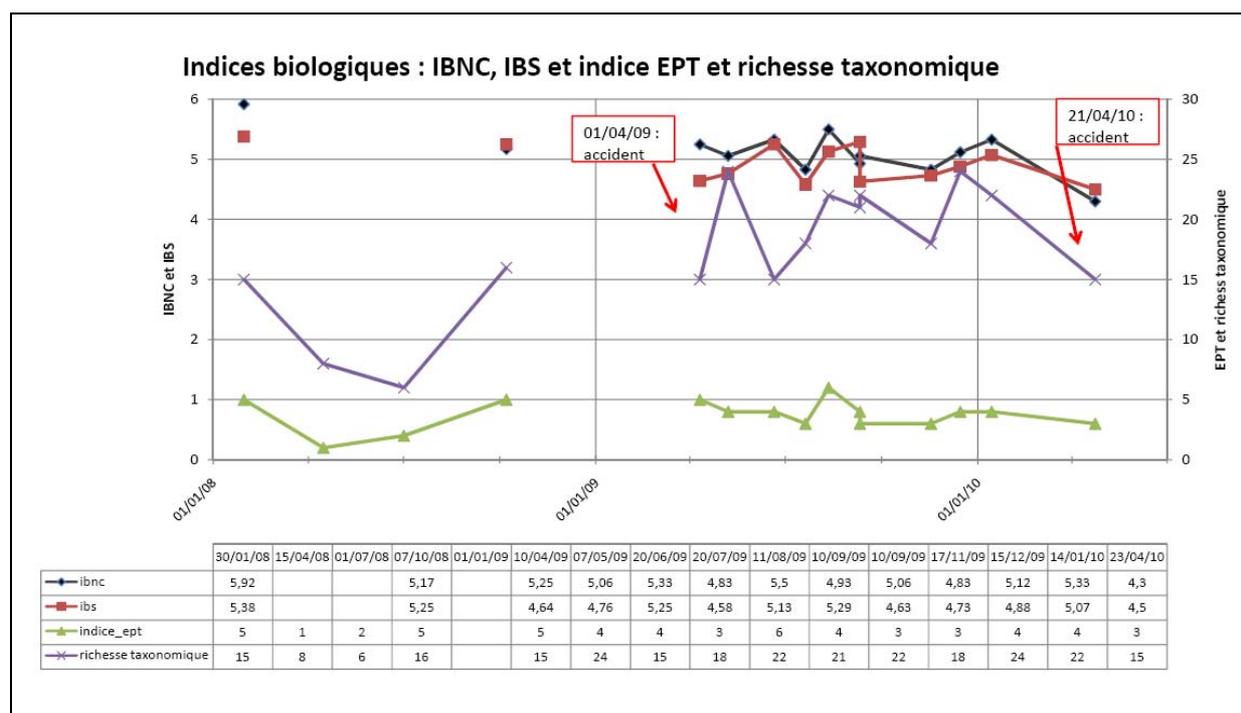


Figure 5 : Évolution des indices biologiques depuis janvier 2008

a. Indice Biotique de Nouvelle Calédonie (indication du niveau d'altération de l'état écologique d'une rivière par les pollutions organiques)

L'indice IBNC est relativement stable depuis janvier 2008, avec une qualité « passable » pour les eaux du Creek Baie Nord au regard des pollutions organiques (Tableau 5) sauf pour la campagne de janvier 2008 : qualité « bonne » avec une valeur d'indice de 5,92. Ces valeurs confirment que le creek Baie Nord est affecté par des perturbations suffisantes pour déclasser sa qualité à l'état « passable » ($4,6 \leq \text{IBNC} < 5,5$). La valeur d'indice IBNC obtenue après l'accident du 21 avril est toutefois la plus faible de la série d'observation : 4,3 – mauvaise qualité biologique.

Les pollutions organiques ont plusieurs origines probables (voir paragraphe III):

- le déversement du bassin de lagunage de la station d'épuration ;
- une pollution diffuse due à l'arrosage des pistes par les effluents de cette station d'épuration ;
- les rejets de Prony Energies.

La chute de l'IBNC constatée en avril 2010 est soit due à l'apport de polluants organiques provenant du lessivage des sols du fait des pluies importantes depuis janvier 2010, soit à un rejet accidentel de polluants organiques dans le cours d'eau. L'accident survenu le 21 avril a pu entraîner le déversement d'acide chlorhydrique et de solvants organiques dans le cours d'eau. L'indice IBNC met uniquement en évidence des pollutions organiques associées à des composants azotés ou phosphorés, facilement biodégradables. Sa réponse à des solvants organiques n'a pas été testée, il est donc difficile de conclure à un impact lié à l'accident.

b. Indice Biosédimentaire de Nouvelle Calédonie (indication du niveau d'altération de l'état écologique des rivières par l'intensification de la dynamique sédimentaire)

En présence d'une pollution organique avérée du cours d'eau, l'interprétation de l'IBS reste complexe et émise sous toute réserve (Mary N. et Hytec, 2007). Ainsi, au regard des valeurs d'indice obtenues pour la série d'observations, l'indice Bio-sédimentaire suit les mêmes évolutions que l'IBNC qui confirme une altération très importante de la qualité des eaux du Creek Baie Nord (Tableau 5 et Figure 5) : qualité « passable » à « mauvaise ». **Les valeurs d'indice IBS passent de 5,07 à 4,50 respectivement pour janvier et avril 2010. Par contre, il est difficile de conclure à une atteinte liée à la dynamique sédimentaire dans la mesure où il y a déjà une pollution organique avérée et malgré les observations de terrain qui confortent cette hypothèse (dépôts latéritiques importants).**

La valeur d'indice IBS obtenue après l'accident du 21 avril est toutefois la plus faible de la série d'observation : 4,5 – mauvaise qualité biologique.

c. Indice Éphéméroptères, (Plécoptères), Trichoptères *(indication globale du niveau d'altération de l'état du cours d'eau par des pollutions variées)*

L'indice EPT est une métrique simple qui considère l'abondance relative totale des larves d'insectes Ephéméroptères, Plécoptères (absents des eaux calédoniennes) et Trichoptères. La représentativité de ces ordres d'insectes polluosensibles fournit une tendance pertinente de l'état écologique d'une rivière. Cet indice apporte une vision plus large et complémentaire des indications fournies par l'IBNC et l'IBS, c'est d'ailleurs le seul indice calculé pour toutes les dates d'observation (Figure 5). Il conforte l'intérêt de son emploi lors des prochaines campagnes de suivi de la qualité des eaux.

A titre de comparaison, pour un cours d'eau d'excellente qualité situé également en terrain minier (NOBO 100/Bourail nord), l'indice EPT atteint au maximum des valeurs comprises entre 17 et 20.

Que ce soit avant ou après l'accident du 21 avril 2010, l'indice EPT confirme l'état de dégradation avancé du creek Baie Nord, avec des valeurs oscillant entre 1 et 5. L'indice EPT en avril 2008 (pluies exceptionnelles depuis février 2008) est égal à 1, c'est la plus petite valeur de la série d'observations. L'indice EPT suit la même tendance à la baisse que l'IBS et l'IBNC entre fin 2009 et avril 2010, mettant en évidence une perturbation du cours d'eau entre ces dates.

Conclusion sur les indices biologiques

Au regard des résultats fournis par les méthodes indiciaires depuis 2008, le creek Baie Nord présente une faible potentialité d'accueil de la faune benthique, tant d'un niveau trophique (charge excessive en matières organiques dissoutes), que de sa dynamique sédimentaire (diminution des habitats refuges disponibles, colmatage des substrats par les sédiments) et de sa qualité globale (faible représentativité de taxons polluosensibles). Dans la mesure où la rupture de la colonne survenue le 21 avril 2010 a libéré des acides et solvants organiques dans les bassins de rétention qui ont possiblement débordés dans le cours d'eau, c'est surtout l'indice EPT qu'il faut utiliser pour mettre en évidence une éventuelle atteinte de la qualité des eaux du creek Baie Nord. Ainsi, les indices IBNC et IBS varient peu après l'accident du 21 avril 2010 ce qui est normal compte tenu des polluants recherchés. On observe une légère tendance à la baisse liée à une pression plus importante des pollutions organiques et sédimentaires, soit sous l'effet du régime hydrologique (concentration des polluants et sédimentation), soit du fait de l'apport plus

important de polluants, soit des deux. Par contre, l'indice EPT ne montre pas de variation significative. Ces indices ne permettent pas de conclure à une atteinte de la qualité des eaux du creek Baie Nord liée à l'accident.

3.3 Analyse de la structure des peuplements de macroinvertébrés

Cette approche se veut complémentaire et plus précise que l'approche indiciaire.

Elle utilise trois métriques simples pour identifier le niveau d'altération des peuplements en place dans le cours d'eau. Face à l'absence de peuplement de référence (avant action anthropique sur le bassin versant), l'évaluation portera sur une analyse comparative des métriques observées en janvier et avril pour l'année 2008 et 2010.

Les métriques calculées sont :

- la richesse taxonomique (nombre de taxons par station) ;
- l'abondance (nombre total d'individus) et la densité (nombre d'individus par m²) ;
- l'abondance relative (représentativité de chaque taxon face au peuplement total de la station considérée ; exprimé en % de l'abondance totale).

Le Tableau 5 donne les valeurs de richesse taxonomique, abondance et densité calculées pour ces campagnes depuis janvier 2008. Le graphe de la Figure 6 montre l'évolution de la densité et de la richesse taxonomique depuis janvier 2008.

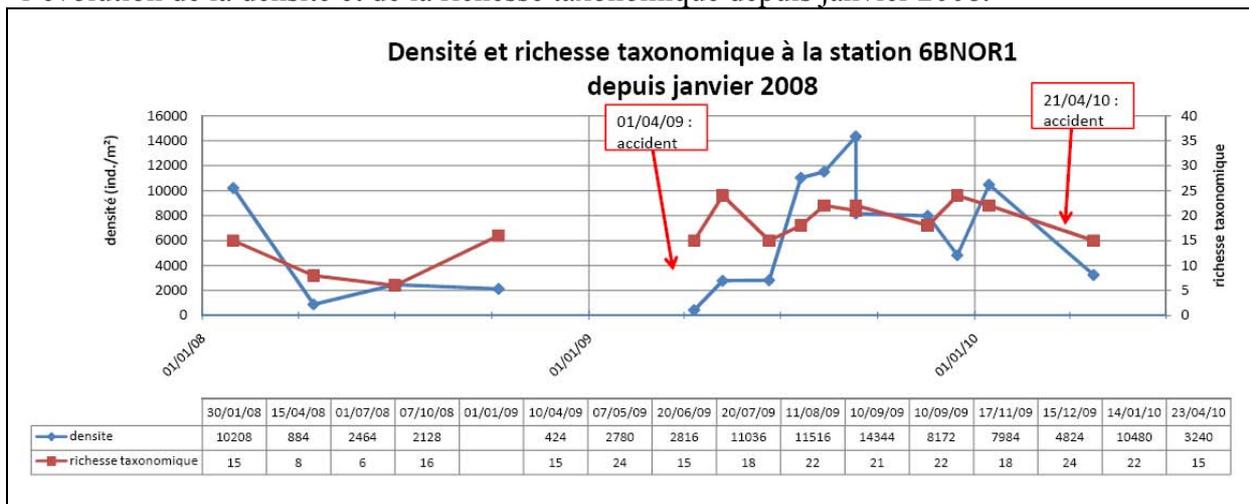


Figure 6 : Évolution de la richesse taxonomique et de la densité des invertébrés benthiques depuis janvier 2008

La richesse taxonomique et la densité suivent les mêmes tendances entre janvier et avril pour les années 2008 et 2010 (Figure 6). On observe une chute brutale suivie d'une explosion de la densité en invertébrés benthiques après l'accident du 1^{er} avril 2009. La baisse de densité observée en avril 2010 après l'accident n'a pas eu les mêmes effets. Il sera intéressant de confirmer cette affirmation en suivant l'évolution de la densité après avril 2010, en particulier toute augmentation brutale peut être le signe d'un déséquilibre que les analyses d'avril n'ont pas permis de mettre en évidence.

En l'absence d'autres indices, on supposera qu'il n'y a pas eu d'atteinte majeure sur la population d'invertébrés benthique après l'accident du 21 avril 2010.

d. **Abondance relative (% relatif de chaque taxon face à l'abondance totale du peuplement)**

On cherche, avec l'abondance relative, à mettre en évidence les modifications temporelles des peuplements présents dans le creek Baie Nord. Seuls les taxons représentant plus de 5% de l'abondance totale du peuplement (cases en rouge) figurent dans le tableau ci-après.

Tableau 6 : Abondance relative des taxons représentatifs des peuplements benthiques pour quelques campagnes entre janvier 2008 et avril 2010 (base 5 prélèvements)

Date prélèvement	30/01/2008	15/04/2008	10/04/2009	07/05/2009	14/01/2010	23/04/2010
Abondance totale	2552	221	106	695	2620	810
A1300-Oli	0,00%	0,45%	22,64%	0,72%	0,00%	0,00%
A2400-Mel	0,04%	9,05%	2,83%	0,00%	0,31%	0,49%
A2800-Os	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,69%	12,10%
A5000-Hyd	0,00%	0,00%	4,72%	0,14%	0,04%	6,17%
I7100-Hep	0,00%	0,00%	7,55%	0,00%	0,04%	0,00%
I7400-Hyp	0,74%	6,79%	0,94%	0,29%	6,18%	5,19%
I7500-Hyt	0,27%	0,00%	3,77%	31,37%	0,80%	2,22%
I8100-Sim	16,73%	0,00%	0,00%	1,15%	37,90%	0,25%
I8420-Tan	2,47%	0,00%	4,72%	10,79%	0,31%	36,05%
I8435-Oto	75,39%	81,45%	33,96%	37,70%	45,31%	25,56%
I8440-Tap	0,00%	0,00%	7,55%	0,29%	0,04%	2,35%
richesse taxonomique	15	8	15	24	22	15

Le détail des calculs est fourni dans l'annexe 10.

Les taxons pour lesquels l'abondance relative entre janvier et avril 2010 a augmenté ou diminué de plus de 5% (par différence) sont notés en gras dans le Tableau 6. Ainsi, 5 taxons sont concernés : les crustacés ostracodes, les hydracariens, les insectes diptères Simuliidae et Chironomidae Tanytarsini et Orthocladiinae. Une revue plus détaillée des données de l'historique permet de tirer les conclusions suivantes :

- On n'observe **pas l'apparition de vers oligochètes comme cela a pu être constaté après l'accident du 1^{er} avril 2009**. Ces vers étaient présents sur 5 prélèvements sur les 8 effectués, correspondants aux classes de vitesse de courant faible et moyenne.
- **Les crustacés ostracodes et les hydracariens** quasiment absents des prélèvements précédents apparaissent avec une abondance respective de 98 et 50 individus. Ils sont observés uniquement sur les prélèvements effectués en courant faible. A titre de comparaison, ces taxons étaient présents sur les prélèvements effectués dans les mêmes conditions (courant faible) en janvier 2010 mais en quantité moindre. **L'augmentation observée entre janvier et avril 2010 est difficile à interpréter en l'état des connaissances des atteintes subies par le creek Baie Nord.**
- **Les insectes diptères Simuliidae majoritairement présents en janvier 2010 ont presque totalement disparus mais ce phénomène semble être saisonnier** (voir en janvier 2008).

- **Les insectes diptères chironomidae Orthoclaadiinae sont omniprésents** et représentent entre 25% et 80% de la population benthique échantillonnée depuis 2008. Lors du prélèvement du 23 avril 2010, la population de ce dernier a baissé notablement au profit d'un nouveau taxon qui a subi **une augmentation significative de son abondance : l'insecte diptère chironomidae Tanytarsini, augmentation difficile à interpréter en l'état des connaissances des atteintes subies par le creek Baie Nord.**

La comparaison de la structure des peuplements d'invertébrés benthiques est toutefois effectuée sous la réserve suivante : tous les échantillons n'ont pas été réalisés selon un protocole identique. En effet, jusqu'en septembre 2009, Etec/Biotop échantillonnait très peu les substrats marginaux pourtant biogènes tels que les feuilles, racines et tronc alors que nous même privilégions ces substrats dans nos prélèvements. Le travail en doublon réalisé en septembre 2009 et l'atelier sur les bioindicateurs d'eau douce d'avril 2010 ont permis de recadrer avec les bureaux d'études concernés le protocole de terrain.

Conclusion sur la structure des peuplements d'invertébrés benthiques

Avant l'accident, le peuplement de macro invertébrés est largement dominé par les diptères Chironomidae Orthoclaadiinae spp. et Simuliidae lesquels représentent en janvier 2010 respectivement 45% et 38% du peuplement de la station 6-BNOR1. Après l'accident, on constate un remaniement profond de la structure des peuplements benthiques et ces mêmes taxons ne représentent plus que 25% et 0,2 % respectivement du peuplement présent. Les données historiques permettent de supposer que la quasi-disparition du diptère Simuliidae est saisonnière. Par contre, l'augmentation significative de l'abondance relative du diptère Chironomidae Tanytarsini indét., qui représente à lui seul 36% du peuplement après l'accident, corrélée à une baisse de l'abondance relative du Chironomidae Orthoclaadiinae ne trouve pas d'explication. De plus, après l'accident survenu en avril 2009, une explosion de vers Oligochètes avait été observée 10 jours après l'accident. Ce phénomène n'a pas été observé après l'accident de cette année.

VII. Résultats (base 8 prélèvements)

1. Rappel de la méthodologie et des objectifs

L'annexe 8 explicite la méthodologie mise en œuvre pour la réalisation des 8 prélèvements. Cette méthodologie établie spécifiquement pour cette mission s'inspire de la directive cadre sur l'eau et prévoit de réaliser 4 prélèvements en habitat dominant (couvrant plus de 5% de la station) et 4 prélèvements en habitat marginal (couvrant moins de 5% de la station). Le protocole DCE prévoit de réaliser 8 prélèvements sur habitats dominants et 4 sur habitat marginal.

Ainsi, les 5 prélèvements préconisés par Mary (1999) ont été complétés pour satisfaire à ces conditions.

L'objectif est de voir dans quelle mesure, le fait de compléter ces prélèvements par des prélèvements en habitat marginal (la méthodologie IBNC privilégie les habitats dominants

tels que les substrats minéraux constitués de blocs, roche mère, galets et graviers) a une incidence sur le calcul des indices et des principales métriques de la station.

Les valeurs d'indice (IBNC, IBS et EPT) ont ainsi été calculées sur la base des 8 prélèvements réalisés en avril 2010. Les bulletins d'analyse correspondant sont présentés en annexe 11.

2. Résultats obtenus

L'expérimentation faite au cours de ces campagnes qui a consisté à réaliser 8 prélèvements de benthos par station (4 en habitat marginal et 4 en habitat dominant) au lieu des 5 prélèvements (majoritairement en habitat dominant) prévus par l'indice biotique (Mary 1999) a permis de faire les mêmes constats que pour 2009 (Hytec, 2010) :

- l'augmentation des prélèvements sur habitat marginal (essentiellement organique sur le creek Baie Nord) entraîne une augmentation du nombre de taxons bioindicateurs pour l'IBNC et pour l'IBS et une meilleure note de qualité, sans toutefois changer de classe de qualité ;
- la densité reste du même ordre de grandeur (sur la base d'une échelle logarithmique).

Ces résultats montrent aussi (voir liste faunistique en annexe 11) que le nombre d'individus collectés sur substrats dominants est beaucoup plus faible que sur substrats marginaux : 326 individus sur substrat dominant et 2043 sur substrat marginal. Ceci confirme l'habitabilité des substrats qui figure dans la méthodologie employée pour l'IBNC (annexe 8) : substrats organiques plus biogènes que les substrats minéraux.

Conclusion

Il n'est pas utile de poursuivre l'échantillonnage à 8 prélèvements lors de campagnes ponctuelles. Seule une expérimentation menée plus largement permettra de conclure sur le nombre de prélèvements à réaliser et l'ordre d'habitabilité des substrats échantillonnés (cf. conclusions de l'atelier mené par l'œil sur les bio-indicateurs en avril 2010).

VIII. Conclusion, perspectives et recommandations

Au regard des observations et mesures effectuées sur le terrain, la seule distinction qui peut être faite sur la station 6-BNOR1 par rapport aux précédentes analyses **est l'augmentation de la turbidité (> 9 NTU) et des matières en suspension a priori due aux pluies** qui ont précédé le prélèvement.

Les autres observations et mesures effectuées *in situ* ne montrent aucune modification par rapport aux données collectées en 2009. Il en est de même pour les analyses physico-chimiques : les micropolluants organiques (hydrocarbures dissous) et minéraux (cobalt, cuivre, nickel et zinc) ne sont pas détectés par les méthodes d'analyse utilisées par le laboratoire, et les chlorures restent à des teneurs comparables aux valeurs antérieures.

Au regard des analyses biologiques sur les prélèvements de benthos effectués dans le Creek Baie Nord après l'accident, les indices biotiques confirment **une baisse de la qualité des eaux causée par des pollutions anthropiques d'origine organique et sédimentaire antérieures et omniprésentes** (très faibles valeurs d'indices IBNC et IBS), mais dont les effets sont plus marqués entre janvier et avril 2010.

La modification de la structure de peuplement observée entre janvier et avril 2010 est pour partie liée à un phénomène saisonnier et pour partie inexplicée. Par contre, on n'observe pas l'explosion de vers Oligochètes observée après l'accident d'avril 2009, ni la chute drastique de la densité en invertébrés.

Un renforcement de la connaissance des perturbations s'appliquant sur le site, en particulier les fluctuations de débit du cours d'eau et des rejets, reste indispensable pour permettre de départager les effets des pollutions diverses de l'usine de ceux provoqués exclusivement par un accident. **Un suivi des pluies/débits est fortement recommandé dans le cas particulier du Creek Baie Nord avec le suivi des autres paramètres de qualité.**

La différenciation des impacts pourrait être établie de façon plus pertinente si cette même analyse était conduite également sur la branche Sud : affluent a priori non impacté par les rejets du site industriel ou sur un autre cours d'eau ne subissant aucune influence de l'usine.

De plus, dans un souci d'un retour plus rapide d'un premier bilan biologique sur le cours d'eau potentiellement impacté, il serait utile de mener une réflexion sur la démarche à mener pour avoir au plus vite un premier aperçu des résultats d'analyse biologique. Les pistes à explorer pourraient, sans être exhaustif, les suivantes par ordre de rapidité :

1/ rechercher sur site un taxon particulier, jugé sensible aux perturbations subies antérieurement par le Creek Baie Nord, facile à observer et à identifier, tout en réalisant le prélèvement selon le protocole habituel,

2/ échantillonner selon le protocole habituel et ne traiter dans un premier temps qu'un type de substrat jugé représentatif (substrat sentinelle), s'il s'agit de substrat minéral tout le prélèvement peut être traité, s'il s'agit de substrat organique, seule une fraction représentative du prélèvement pourrait être traitée.

IX. Références bibliographiques

EMC²I, 2009. Feuille de route - 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. 22p. + 1 tableau.

Hytec, 2010. Suivi de la qualité biologique du creek Baie Nord après l'accident du 1^{er} avril 2009 – site de Vale Inco Nouvelle Calédonie. Province Sud. Rapport 2009/IB 17 de janvier 2010 – version finale A_1. 37 p. + annexes.

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.

Mary N. et Hytec, 2007. Mise en place d'un indice spécifique aux terrains miniers pour la Nouvelle-Calédonie. Nouvelle-Calédonie, provinces Nord et Sud – rapport final. Rapport 2006 IB 25b. Mars 2007. 128 p. + annexes.

Médard C., 2010. Rapport de stage : analyse des perturbations physico-chimiques subies par le Creek de la Baie Nord depuis l'installation du complexe industriel dans le bassin versant. Province Sud et université de Nouvelle Calédonie. Novembre 2009 - Février 2010. 37 p. + annexes.

Vale Inco, 2010. Rapport d'incident – Incident du 21 avril 2010 – Investigation et plan d'échantillonnage environnemental. Avril 2010. 19 p.

Wasson J.-G., Villeneuve B., Mengin N., Pella H., Chandesris A., 2005. Modèle Pressions/Impacts - Approche méthodologique, modèles d'extrapolation spatiale et modèles de diagnostic de l'état écologique basés sur les invertébrés en rivière, Cemagref de Lyon, Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative, 62 p.+ annexes.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1	RAPPEL DU CONTEXTE DE LA DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU (DCE 2000/60/CE)
ANNEXE 2	PLAN DE SITUATION - CREEK BAIE NORD, COMMUNE DU MONT DORE (ECHELLE : 1/15 000 ^{EME})
ANNEXE 3	PHOTOS DE LA STATION ECHANTILLONNEE PAR HYTEC LE 23 AVRIL 2010
ANNEXE 4	FICHE D'ACCES A LA STATION 6-BNOR1 (HYTEC 2010)
ANNEXE 5	FICHE DES DONNEES MESOLOGIQUES (RELEVES TERRAIN) (HYTEC, 23/04/2010)
ANNEXE 6	FICHE DES RELEVES TERRAIN POUR LE PRELEVEMENT D'EAU POUR ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES (HYTEC, 23/04/2010)
ANNEXE 7	BULLETIN D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET RECEPISSE DE DEPOT DES ECHANTILLONS AU LABORATOIRE (HYTEC, 23/04/2010)
ANNEXE 8	METHODOLOGIE D'ECHANTILLONNAGE DE LA FAUNE BENTHIQUE (HYTEC 2009)
ANNEXE 9	BULLETIN D'ANALYSE BIOLOGIQUE (BASE 5 PRELEVEMENTS) ET LISTE FAUNISTIQUE (HYTEC, 23/04/2010) – résultats validés par N. Mary
ANNEXE 10	ABONDANCE ET ABONDANCE RELATIVE EN INVERTEBRES BENTHIQUES POUR QUELQUES CAMPAGNES DEPUIS 2008 (ETEC ET HYTEC)
ANNEXE 11	BULLETIN D'ANALYSE BIOLOGIQUE (BASE 8 PRELEVEMENTS) (HYTEC, 23/04/2010) – résultats validés par N. Mary
ANNEXE 12	PLUVIOMETRIE JOURNALIERE DE FEVRIER 2008 A AVRIL 2010 (VALE INCO)

ANNEXE 1 :

Rappel du contexte de la directive cadre
européenne sur l'Eau

(DCE 2000/60/CE)

Le contexte de la Directive...

Pour les eaux de surface, la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) fixe pour objectif d'atteindre à l'horizon 2015 le « bon état » pour tous les milieux naturels, de préserver ceux qui sont en « très bon état », et d'atteindre le « bon potentiel » dans les milieux fortement modifiés. Il s'y ajoute également un objectif « zéro toxique », non daté mais clairement affiché.

Mais le point essentiel est ici une obligation de résultat dans le délai imparti, et non plus seulement de moyens, la directive fixant seulement un catalogue des mesures possibles qui reste sous la responsabilité des états membres.

Le bon état est défini d'après la situation la plus déclassante entre un état chimique se rapportant à des normes de concentration de certaines substances particulièrement dangereuses (toxiques), et un état écologique qui repose sur une évaluation des « éléments de qualité » physico-chimiques (paramètres généraux et micro-polluants non inclus dans l'état chimique), et biologiques (peuplements végétaux, invertébrés et poissons).

L'objectif de « bon état écologique » est défini comme un écart « léger » à une situation de référence, correspondant à des milieux non ou très faiblement impactés par l'homme. Selon la définition de la DCE, l'état écologique se réfère « à la structure et au fonctionnement des écosystèmes aquatiques » ; mais son évaluation repose principalement sur la bioindication : les peuplements aquatiques sont les juges de paix. En effet, les normes à appliquer pour les paramètres physicochimiques généraux doivent être reliées à l'altération des peuplements, et pour les polluants toxiques, elles sont définies sur la base de tests écotoxicologiques.

L'évaluation des altérations physiques (ou hydromorphologiques) n'est explicitement requise que pour identifier les situations de référence et le « très bon état », mais elle est évidemment essentielle en tant qu'élément de diagnostic des causes d'altération.

Extrait de *Wasson & al., 2005* ; laboratoire d'Hydroécologie Quantitative – Cemagref de Lyon. Laboratoire désigné pour appuyer scientifiquement la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau en France métropolitaine.

ANNEXE 2 :

Plan de situation - Creek Baie Nord, commune du Mont Dore (Echelle : 1/ 15 000ème)

491000 m 492000 m 493000 m 494000 m

Hytec



Plan de situation
Creek Baie Nord, commune du Mont Dore

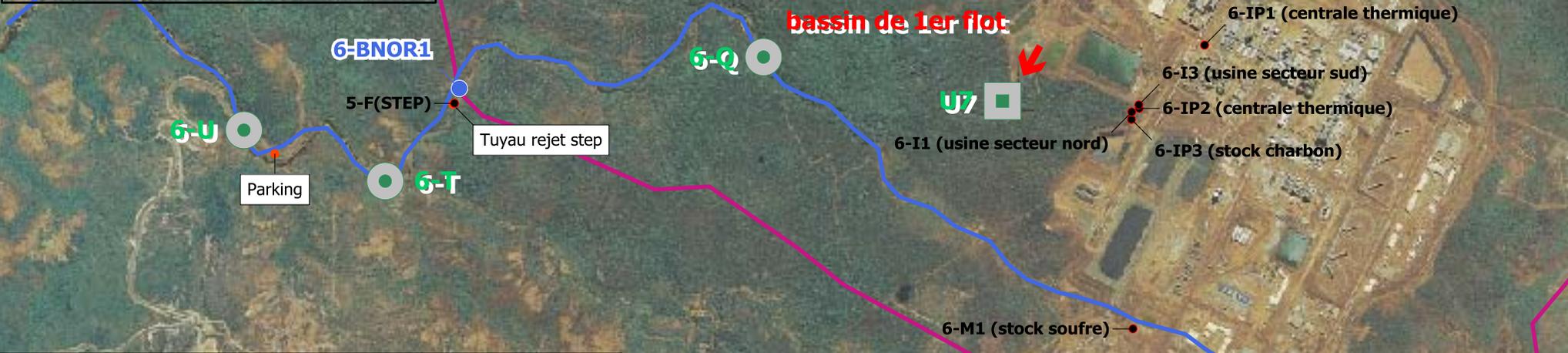
Echelle : 1/15 000ème

CF, le 04/08/2010
Projection: Lambert RGNC91
Source : DITTT



208000 m

1/1



Légende

-  **Limites :**
Bassin versant à la station 6-BNOR1
-  **Points particuliers :**
Station de prélèvement d'eau et de benthos
Creek Baie Nord
-  **Points de suivi de la qualité des eaux de surface par Vale Inco**
suivi physico-chimie
-  U7 préleveur automatique
-  Rejets industriels

491000 m 492000 m 493000 m 494000 m

Annexe 2 - plan de situation

207000 m

206000 m

207000 m

206000 m

ANNEXE 3 :

Photos de la station échantillonnée par
Hytec le 23 avril 2010

Station 6-BNOR1

(23/04/2010)

Vues générales de la station



Aval station vue depuis aval station et tuyau de rejet de la station d'épuration (sec), en rive droite



Aval station vue depuis milieu station, en rive gauche



Trichoptère observé dans le prélèvement 6

Station 6-BNOR1

(23/04/2010)

Vues des prélèvements 1 à 3



Prélèvement n°1 : dalle –
courant rapide



Prélèvement n°2 : pierres et
galet (soulevé) – courant moyen



Prélèvement n°3 : tronc –
courant moyen

Station 6- BNOR1

(23/04/2010)

Vues des prélèvements 4 et 6



Prélèvement n°4 : racine et 3
feuilles – courant faible



Prélèvement n°5 : litière de
feuilles sur substrat vaseux –
courant faible



Prélèvement n°6 : roche
mère – cascade

Station 6- BNOR1

(23/04/2010)

Vues des prélèvements 7 et 8



Prélèvement n°7 : graviers et
sable – courant faible



Prélèvement n°8 : blocs –
courant moyen

Repère du niveau d'eau sur la station 6T



au 7/05/2009



au 10/09/2009



au 23/04/2010

ANNEXE 4 :

Fiche d'accès à la station 6-BNOR1 (Hytec 2010)

Bassin versant	Creek Baie Nord
Rivière	Creek Baie Nord
Commune	Yaté
ID POINT	6-BNOR1
Systeme	Lambert
X	492 084
Y	207 594
Alt	45

Nom Chemin : lac Yaté - creek Baie Nord

Accès par :

km 0 : Quitter la route longeant le lac de Yaté (RP1) en direction des chutes de la Madeleine

km 8,6 : entrée camping de Necha

km 10 : entrée des chutes de la Madeleine

km 15,2 : pont de la Capture, continuer tout droit

km 16,9 : au stop prendre à gauche sur la route du Déversoir

km 22,9 : rester sur l'axe principal (ne pas prendre la piste à gauche qui mène au lieu dit du déversoir)

km 28,5 : tourner à droite sur la route de la Baie Nord juste avant la base vie

km 29,7 : radier

km 29,9 : radier busé sur creek Kadji

km 32,5 : parking à gauche en contrebas de la route au bord du creek

Pour la station 6-T située en aval de la confluence des deux bras principaux du creek Baie Nord, traverser le creek au niveau du parking et suivre en rive gauche une ancienne piste pendant environ 300 m; la station se situe juste en aval de la zone de mélange des deux bras soit environ 20 mètres en aval de la confluence. Pour atteindre la station 6-BNOR1 située en amont du rejet de la station d'épuration, traverser le cours principal pour le remonter en rive droite jusqu'à une grande cascade (environ 250 m). On voit le tuyau de rejet de la station d'épuration (qui ne sert plus) un PVC de diamètre 200 mm sur la rive gauche au niveau d'un limnigraphe, la station 6-BNOR1 débute en amont de la cascade soit 20 m en amont du tuyau.

Temps d'accès : environ 1h45 depuis Nouméa

Personnes à contacter

Téléphone :

Adresse :

Marche à pied

Durée (h) : 10 et 20 min

Difficultés particulières aucune, route goudronnée tout le long

Repères particuliers

ANNEXE 5 :

Fiches des données mésologiques (relevés terrain) (Hytec, 23/04/2010)

Rivière : Creek Baie Nord

Station: 6-BNOR1

Nom station terrain :

Substrat station : 1/ Station sur substrat ultramafique

Commande : creek Baie Nord

Prélèvement effectué par: C. FLOUHR

Date prélèvement: 23/04/2010

Heure: 13:00

X GPS: 492 073

Y GPS: 207 598

Système GPS: Lambert

1 - Environnement général

Conditions climatiques: pluie
Environnement global: maquis minier
Pente: moyenne
Granulométrie dominante: roches mère
Altitude approximative (m): 45
Sources interférences:

Remarques générales :

La station se situe en amont du point de rejet de la station d'épuration et en aval de l'usine pilote de Goro Nickel et de la route d'accès au port. L'accident (rupture d'une colonne contenant de l'acide sulfurique et des solvants) s'est produit en amont, le 21 avril 2010, soit 1 an après l'accident ayant entraîné un déversement d'acide en quantité importante dans le même cours d'eau.

2 - Caractéristiques physico-chimiques

Appareil terrain: Multiparamètre WTW 340i HYTEC

Couleur de l'eau: trouble

pH		Conductivité à 25° C		Oxygène	
Etalon. avant :	168:16/04/10 18:00 +++	Etalon. avant:	168:16/04/10 18:00 +++	Etalon. avant:	168:16/04/10 18:00 +++
Etalon. après :	169:23/04/10 18:00 +++	Etalon. après :	169:23/04/10 18:00 +++	Etalon. après :	169:23/04/10 18:00 +++
N° d'enregistrement PH		N° d'enregistrement X:		N° enregistrement O2:	
pH:	7,91	Conductivité (µS/cm):	136	O2 dissous en mg/l:	8,37
Température indiquée par la sonde pH en °C:	23,7	Température indiquée par la sonde conductivité en °C:	23,9	% Oxygène dissous :	99,2
Symbole sonde pH:	+++	Symbole sonde conductivité:	+++	Température indiquée par la sonde O2 en °C:	23,8
Qualité pH:	+++	Qualité X:	+++	Symbole sonde O2:	+++
Turbidité (NTU) :	9,64			Qualité O2:	+++

Remarques analyses in situ:

Analyses effectuées dans la retenue aval cascade au niveau de la sonde du limnigraphe. Baisse du pH par rapport à septembre 2009 (moins d'algues?). Eau légèrement trouble.

3 - Echantillonnage de la faune benthique

Nombre de flacons prélevés 8

Echantillon fixé dans alcool 70%

Ordre Prél	Filet	Vitesse	% Roche	% Galets	% Gr/Sa	% Lim	% Autre	Détail substrat	Contenu prélèvement
1	filet surber	rapide	100	0	0	0	0	dalle	Hyp
2	filet surber	moyen	0	100	0	0	0	gros galet	Mel
3	filet surber	moyen	0	0	0	0	100	tronc	
4	filet surber	faible	0	0	0	0	100	racine + 3 feuilles	
5	filet surber	faible	0	0	0	0	100	litière feuille + substrat vase	
6	filet surber	cascade	100	0	0	0	0	roche mère	trichoptères + nymphes
7	filet surber	faible	0	0	100	0	0	gravier	
8	filet surber	moyen	100	0	0	0	0	roche mère	

Remarques : prélèvement fait simultanément avec BIOTOP (ETEC, Yannick Dominique)

4 - Description de la station

Longueur approximative du bief échantillonné (m):	100	Distance entre les deux berges m:	5
Largeur minimale du lit mouillé en m:	2,00	Profondeur minimale en m:	0,05
Largeur maximale du lit mouillé en m:	20,00	Profondeur maximale en m:	2,00
Substrat de la partie non mouillée du lit mineur :	roches/blocs		

	Berge droite	Berge gauche	Type de substrat du lit mouillé
Structure de la berge :	naturelle	naturelle	% Roche/Blocs (> 120 mm) : 60
Substrat prédominant:	roche mère / blocs + latérites	roche mère / blocs + latérites	% Galets/Cailloux (25-120 mm) : 15
Végétation berge :	maquis minier	maquis minier	% Gravier/Sable (0,05-25 mm) : 5
% de couverture par la végétation riveraine :	5	5	% Vase/Limon/Argile (<0,05 mm) : 10
Pente berge :	moyenne	moyenne	% débris organique/artificiel : 10
% d'ombrage du cours d'eau:	0		% recouvrement: 1
Vitesse du courant à la station:	rapide		Importance: faible
Etat du substrat:	couvert de dépôts latéritiques (100% ds mouilles)		
% Laterite :	80		
Végétaux aquatiques et algues vertes:	papyrus, absence d'algues vertes		
Matière organique végétale:	feuilles + branches + troncs		
Fréquentation animale ou humaine:	station limnigraphique et canalisation de rejet station d'épuration en aval de la station, usine pilote et route		
Remarques:	La canalisation de rejet de la station d'épuration est sèche. La station correspond à celle échantillonnée en avril, mai et septembre 2009. Valeur lue à l'échelle limnimétrique : 82 cm le 23/04/2010, 83 cm le 10/09/09, 86 cm le 07/05/09, non mesurée le 07/04/09. Alors que le courant a l'air plus fort qu'en 2009 lors de nos passages.		

Prélèvement d'eau :

ANNEXE 6 :

Fiche des relevés terrain pour le
prélèvement d'eau pour analyses physico-
chimiques (Hytec, 23/04/2010)

FICHE TERRAIN PRELEVEMENT EAU

Captage : 2010FW300 (6-BNOR1)

Usage eau captée : rivière

Rivière : 6 BNOR1

Date : 23/04/10

Conditions climatiques : pluie

Heure : 13 h

Coordonnées GPS (*Lambert NC*)

X : 492 073

Prélèvement effectué par : Charlotte Duval

Y : 207 598

Personne rencontrée (nom, tel...) : Yannick Dominique (ETEC)

1 – Environnement général

Environnement global : zone de végétation secondarisé	Maquis minier
Sources d'interférence : traces de feu	RAS Accident Acide et solvant en amont
Phénomène anormal observé : léger trouble de l'eau, mousse en surface	mousse

2 – Paramètres *in situ*

Etalonnage de l'appareil de mesure : 15/12/09 à 11h24

Turbidité (NTU) : 9,64	Conductivité ($\mu\text{S/cm}$) : 136	Oxygène Dissous (mg/l) : 8,37
pH : 7,91	Température ($^{\circ}\text{C}$) : 23,8	Oxygène dissous (%) : 99,2
Couleur de l'eau : trouble		Salinité : /

3 – Description de l'ensemble du captage et position du prélèvement (schéma)

Captage bétonné, captage couvert, environs du captage (clôturé, cadenas, etc.), ...
RAS

Distance à la berge et profondeur prélèvement : 0,10 m

Profondeur au point de prélèvement : 0,40 m

Nature du substrat à l'endroit au point de prélèvement : roche mère

Présence de flottants (préciser) : mousse

FICHE TERRAIN PRELEVEMENT EAU

4 – Prélèvements

N° flacon	Type de flacon (matériau, volume, opaque ou non)	Conser- vateur	Paramètres physico	Paramètres bacterio
2010FW301				
2010FW302				
2010FW303				
2010FW304				
2010FW305				
2010FW306				
2010FW306	250 ml plastique	HNO3 0,5 mL	Physico (métaux)	
2010FW308	250 ml plastique	Pastille de NaOH	Physico (cyanure)	
2010FW309	1 l plastique	RAS	Physico	
2010FW310	1 l plastique	RAS	Physico	
2010FW311	100 ml plastique	0,5 mL de mélange (HNO3 65 % et K2CrO7 5 g/L)	Physico (mercure)	
Total flacons :	11 physico			

5 – Analyse

Liste des paramètres à analyser :

MES, cuivre, zinc, cobalt, nickel, hydrocarbures dissous, HAP, chlorures

N° échantillons	Laboratoire analyse	Date/heure dépôt	Par
2010FW301 à 2010FW3	CDE	24/04/10 à 17h	Charlotte Duval

ANNEXE 7 :

Bulletin d'analyses physico-chimiques et
récepissé de dépôt des échantillons au
laboratoire
(Hytec, 23/04/2010)

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

Certifié ISO 9001-2000 - BV Certification.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur	: OEIL	Echantillon prélevé par	: Duval Charlotte
N° d'enregistrement	: 1001644	Date de prélèvement	: 23/04/10
Nature du prélèvement	: AUTRE	Date d'arrivée au laboratoire	: 23/04/10
Lieu du prélèvement	: 2010FW300	Date début d'analyse	: 26/04/10
		Date fin d'analyse	: 30/04/10

	Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de détection	Référence méthode
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES				
Chlorures.....	12,1	mg/l en Cl	0,1	NFIS103041
Zinc.....	0,01	mg/l en Zn	0,01	FDT90112
PARAMETRES INDÉSIRABLES				
Cuivre.....	<0,001	mg/l en Cu	0,001	NFISO15586
Hydrocarbures dissous.....	<0,05	mg/l	0,05	NFISO93772
PARAMETRES TOXIQUES				
Cobalt.....	<1	µg/l en Co	1	NFISO15586
Nickel.....	15	µg/l en Ni	1	NFISO15586
PARAMETRES CHIMIQUES				
Matières en suspension.....	<1	mg/l	1	NFEN872

COMMENTAIRES :

paramètres mesurés in-situ: T°=23,8°C
 Conductivité=13602=8,37mg/L 99,2%
 Turbidité=9,64 NTUpH=7,91

Nouméa, le 30 Avril 2010



Le Chef de Laboratoire,
Vanessa LAVIGNE



La Direction,
Marc MOCELLIN

EN/CAN/13
 Indice de révision : a

Demandeur (Société / Nom) : HYTEC N° d'enregistrement Laboratoire : _____
 N° de bon de commande : _____
 Lieu de prélèvement : 2010 FW 300 et 2010 FW 400
 Date et heure de prélèvement : 23/04/10 13H N° de Téléphone : _____
 Prélèvement effectué par : Charlotte DUVAL
 Date et heure de dépôt au laboratoire : 23/04/10 à 17h
 Nature du prélèvement : Eau de surface Eau souterraine Eau de distribution
 Eau de process Eau résiduaire Autres (à préciser) _____

- Eaux destinées à la consommation humaine** *voir devis*
- couleur, turbidité, pH, chlore libre, chlore total
 - D1 : aluminium, chlore libre, chlore total, conductivité, couleur, coliformes totaux, dénombrements des bactéries revivifiables à 37 et 22 °C, eschérichia coli, enterocoques fer, hydrocarbures polycycliques aromatiques, ammonium, nitrates, odeur, pH, saveur, spores de bactéries revivifiables, température, turbidité
 - D2 : acrylamide, benzo(a)pyrène, cadmium, chlorure de vinyle, chrome, cuivre, epichlorhydrine, fer, nickel, nitrites, plomb, antimoine, trihalométhanes
 - P1 : calcium, chlorures, chlore libre, chlore total, conductivité, couleur, coliformes totaux, dénombrements des bactéries revivifiables à 37 et 22 °C, eschérichia coli, enterocoques, potassium, oxydabilité au KMnO4, magnésium, manganèse, sodium, ammonium, nitrites, nitrates, odeur, pH, saveur, spores de bactéries revivifiables, sulfates, TAC, température, TH, turbidité
 - P2 : acrylamide, aluminium, arsenic, bore, baryum, benzène, bromates, calcium, chlorure de vinyle, chlorures, cyanures, conductivité, 1,2-dichloroéthane, epichlorhydrine, fluorures, fer, mercure, indicateur alpha, indicateur bêta, potassium, magnésium, microcystine-LR, manganèse, sodium, nitrates, pesticides, sélénium, sulfates, TAC, tétrachloroéthylène, trihalométhanes, trichloroéthylène, tritium
 - RS : aluminium, arsenic, bore, baryum, calcium, cadmium, chlorures, cyanures, conductivité, carbone organique total, couleur, CO3, chrome, cuivre, DBO5, DCO, eschérichia coli, enterocoques, fluorures, fer dissous, HCO3, mercure, hydrocarbures polycycliques aromatiques, hydrocarbures dissous, potassium, MES, magnésium, microcystine-LR, manganèse, sodium, ammonium, nickel, nitrites, nitrates, azote de Kjeldhal, odeur, oxygène dissous, phosphore, plomb, pesticides, pH, phénol, sélénium, silice, sulfates, agents de surface, TAC, température, tétrachloroéthylène, trichloroéthylène, turbidité, zinc
 - RP : arsenic, bore, calcium, cadmium, chlorures, conductivité, carbone organique total, couleur, CO3, eschérichia coli, enterocoques, fluorures, fer dissous, HCO3, hydrocarbures dissous, potassium, magnésium, manganèse, sodium, ammonium, nickel, nitrites, nitrates, odeur, oxygène dissous, phosphore, pesticides, pH, antimoine, sélénium, silice, sulfates, TAC, température, tétrachloroéthylène, trichloroéthylène, turbidité
 - coliformes thermotolérants, streptocoques fécaux
 - coliformes thermotolérants, streptocoques fécaux, dénombrements des bactéries revivifiables à 22 et 37 °C
 - coliformes thermotolérants, streptocoques fécaux, dénombrements des bactéries revivifiables à 22 et 37 °C, coliformes totaux
 - coliformes thermotolérants, streptocoques fécaux, coliformes totaux
 - Désinfection de réseau : turbidité, couleur, pH, conductivité, chlore libre, chlore total, coliformes totaux, coliformes thermotolérants, streptocoques fécaux, dénombrements des bactéries revivifiables à 22 et 37 °C
 - Autres paramètres (à préciser) : _____

EAUX DE BAINADES

- pH, oxydabilité au KMnO4, chlore libre, chlore total, coliformes totaux, coliformes thermotolérants, dénombrements des bactéries revivifiables à 37 °C et 22 °C,
- Autres paramètres (à préciser) : _____

EAUX RESIDUAIRES

- DCO, DBO5, MES, pH
- DCO, DBO5, MES, pH, N-NH4, N-NO2, N-NO3, NTK, NGL, P
- Autres paramètres (à préciser) : _____

BOUES - SOLS - RESIDUS

- Matières sèches
- Matières Organiques
- Matières Minérales
- Indice de Boues
- Cissité
- Autres paramètres (à préciser) : _____

Mesures in situ

	<u>2010 FW 300</u>	<u>2010 FW 400</u>
<u>pH</u>		
<u>°C</u>		
<u>Conducti</u>		
<u>Tsb</u>		

*In situ
voir au dos
de la feuille*

Observations particulières / Objectifs recherchés : _____
 Délai d'expédition des résultats : _____
 Facture à adresser à : Célestine Floutir - Société HYTEC (hytec@caul.nc)
 P.J : _____
température glacière à la réception = 10°C - 9°C

APPROBATION	LE DEMANDEUR	POUR LE LABORATOIRE
	DATE: <u>23/04/10</u> VISA: _____	DATE: <u>23/04/10</u> VISA: _____

n° contrainte CDE = 41 37 43
n° labo 41 37 43
stat CDE 41 37 37

Marc Hocelin
79 27 00

	2010 FW300	2010 FW400
pH	7,91	
T°C	23,8°C	
Conductivité	136	
O ₂	8,37 mg/l 99,2%	
turbidité	9,64	

→ liste de paramètres à analyser:

- MES
- Cuivre
- Zinc
- Cobalt
- Nickel
- hydrocarbure dissous
- HAP (seulement si hydrocarbure sont positif)
- Chlorures

ANNEXE 8 :

Méthodologie d'échantillonnage de la faune benthique (Hytec 2010)

• Pourquoi inventorier les macroinvertébrés benthiques ?

Les macroinvertébrés benthiques représentent un ensemble d'organismes dont la taille en fin de développement larvaire est supérieure au millimètre. Cette faune comprend deux groupes d'organismes : des animaux dont le développement est strictement aquatique tels les oligochètes, les mollusques et les crustacés et des animaux dont le développement larvaire se passe en milieu aquatique et la phase adulte en milieu aérien. Ce groupe concerne la majorité des insectes aquatiques.

Les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau sont reconnus comme étant d'excellents indicateurs biologiques de l'état de santé des milieux aquatiques. Deux indices biotiques seront utilisés pour établir une cartographie de la qualité des eaux sur les principaux cours d'eau qui drainent la zone étudiée : l'indice biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC) et l'Indice Biosédimentaire (IBS). L'indice biotique de Nouvelle Calédonie (IBNC) permet de mettre en évidence une perturbation de la qualité des eaux par des pollutions organiques (Mary, 1999). L'indice biosédimentaire (IBS) reflète l'état des cours d'eau au regard du transport solide et en particulier leur pollution par les fines latéritiques issues des massifs miniers (Mary N. et Hytec, 2007).

Les prélèvements de faune benthique et le calcul des indices biotiques seront effectués conformément au protocole établi par N. Mary en 1999 pour l'IBNC et le protocole établi par N. Mary et Hytec en 2007 pour l'IBS.

Note importante : Cet inventaire ne pourra être réalisé que sur les sites de prélèvement se situant hors zone d'influence des remontées d'eau salée.

• Méthode

Il est prévu :

- d'identifier les stations de prélèvement du benthos par coordonnées GPS,
- de photographier ces stations,
- de décrire les paramètres mésologiques,
- de réaliser des mesures in situ (oxygène dissous, pH, conductivité, température, turbidité),
- d'effectuer des prélèvements de benthos pour la détermination de l'indice biotique de la Nouvelle-Calédonie et de l'indice biosédimentaire de Nouvelle-Calédonie,
- d'effectuer l'analyse biologique de chaque prélèvement de benthos,
- de saisir les résultats sous forme de bulletins d'analyse avec les listes faunistiques, le calcul des indices et des autres paramètres pertinents caractérisant la faune benthique (densité, abondance et richesse taxonomiques).

➤ Echantillonnage des invertébrés benthiques

Le protocole de prélèvement retenu est adapté de celui décrit ci-dessus (Mary, 1999) et des recommandations de la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 relative au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons d'invertébrés pour la mise en œuvre du programme de surveillance sur cours d'eau (Bulletin officiel du ministère de l'Ecologie, du développement et de l'Aménagement durables).

On entend par **station** une portion de cours d'eau représentative de l'hydromorphologie d'un tronçon en termes de diversité des habitats physiques. La longueur d'une station est égale à environ dix fois la largeur moyenne du cours d'eau au site. Pour être représentative de la morphologie d'un tronçon de cours d'eau, la station sera calée préférentiellement sur des séquences de « faciès radier/mouille » et en comprendra au minimum 2.

Un **échantillon** correspond à l'ensemble des n prélèvements unitaires d'invertébrés réalisés sur une station à une date donnée (par exemple, n = 5 pour le protocole de l'indice bio-sédimentaire et de l'IBNC). On entend par **habitat** la combinaison d'un substrat (ou support) et d'une classe de vitesse de courant.

Le protocole de l'Indice Biotique de Nouvelle Calédonie (Mary, 1999) préconise d'effectuer **5 prélèvements** par station à l'aide d'un filet de type Surber (maille de diamètre 250 µm ; surface unitaire d'échantillonnage de 0,05 m²). Ces prélèvements doivent recouvrir au maximum la diversité des habitats présents sur la station. Ils sont réalisés à des endroits présentant des couples "substrat-vitesse de courant" différents, avec au moins un prélèvement dans les zones de dépôt ou de bordure.

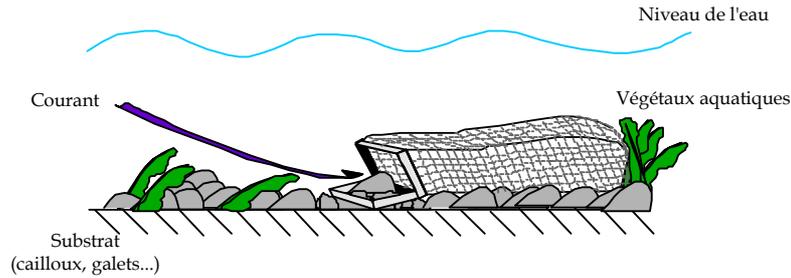
Les différents types de substrat doivent être prospectés selon un ordre de priorité correspondant à une habitabilité décroissante du benthos tel que décrit dans le tableau ci-dessous et repris dans la fiche de terrain.

Ordre de priorité des substrats à échantillonner pour le benthos (les substrats présentant une habitabilité maximale ont l'ordre le plus élevé)

Ordre d'habitabilité	Substrat
9	bryophytes
8	spermaphytes immergés (hydrophytes)
7	éléments organiques grossiers (litières, chevelus racinaires, supports ligneux)
6	sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 25 à 250 mm
5	granulats grossiers (gravier) 2,5 à 25 mm
4	spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)
3	vases, sédiments fins organiques (diamètre < 0,1 mm)
2	sables et limons (< 2,5 mm)
1	surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles), blocs
0	algues

Outre ces 5 prélèvements préconisés par l'IBNC et l'indice bio sédimentaire et afin de respecter les prescriptions de la circulaire de 2007 référencée ci-dessus, il sera également réalisé 3 prélèvements supplémentaires afin d'obtenir, dans la mesure du possible, un total de 4 prélèvements effectués en habitat dominant et 4 autres prélèvements effectués en habitat marginal comme le préconise la DCE. La méthodologie mise en œuvre pour l'IBNC privilégie les habitats dominants (substrat représentant au minimum 5 % de la surface mouillée totale de la station). Or les habitats marginaux abritent une faune spécifique souvent informative sur l'état écologique d'une station, notamment sur les premiers signes d'une altération.

La figure ci-dessous présente le filet qu'il est prévu d'utiliser pour l'échantillonnage des invertébrés benthiques.



Filet de prélèvement Surber utilisé pour l'échantillonnage des milieux lotiques

Ainsi, 8 prélèvements benthiques seront effectués par station. Pour chaque prélèvement réalisé, la profondeur et les composantes du substrat seront notées et la vitesse du courant appréciée.

Chaque prélèvement sera conditionné séparément sur le terrain par addition d'une solution d'éthanol à 70%.

Avant de fixer les échantillons, un pré-tri sera effectué pour enlever les éléments minéraux grossiers (cailloux et graviers) car ceux-ci sont susceptibles d'endommager la faune lors du transport.

➤ **Éléments qui figurent dans le rapport**

- ✓ Carte des stations de prélèvement,
- ✓ Fiches des données mésologiques (données relevées sur le terrain),
- ✓ Photos,
- ✓ Bulletins d'analyses biologiques avec la liste des taxons identifiés et la valeur des indices biotiques.

ANNEXE 9 :

Bulletin d'analyse biologique (base 5
prélèvements) et liste faunistique
(Hytec, 23/04/2010)

Résultats validés par N. Mary

Rivière : Creek Baie Nord

Date prélèvement: 23/04/2010

Station: 6-BNOR1

Heure: 13:00

Nom station terrain :

X GPS 492 073

Substrat station : 1/ Station sur substrat ultramafique

Y GPS 207 598

Commande / client : creek Baie Nord / CEIL

Système GPS Lambert

Prélèvement effectué par: C. FLOUHR

Analyse benthos

Nombre de prélèvements pris en compte dans le calcul 5/8

Abbr. Nom taxon	Score IBNC	Score IBS	1	2	5	6	7	Nb indiv	
Nem Némertien Tetrastemmatidae Prostoma graecense	3	7			4			4	
Mel Mollusque Gastéropode Thiaridae Melanopsis spp.	6	5		4				4	
Os Crustacé Ostracode					23		75	98	
Hyd Hydracarien			1	1	14		34	50	
Lib Ins. Odonate Libellulidae	5	3			12		3	15	
Hyp Ins. Trichoptère Hydropsychidae			25				17	42	
Hyt Ins. Trichoptère Hydroptilidae	5	3		12	4		2	18	
Oec Ins. Trichoptère Leptoceridae Oecetis spp.	6	6		1	9		8	18	
Sim Ins. Diptère Simuliidae Simulium spp.		6		2				2	
Cer Ins. Diptère Ceratopogonidae Ceratopogoninae	6	3		6	1		3	10	
Tap Ins. Diptère Chironomidae Tanypodinae indét.	5				19			19	
Tan Ins. Diptère Chironomidae Tanytarsini indét.					289	1	2	292	
Chi Ins. Diptère Chironomidae Chironomini indét.	4	4			25		1	26	
Chu Ins. Diptère Chironomidae Chironomus spp.	1	4			5			5	
Oto Ins. Diptère Chironomidae Orthocladiinae indét.	2	4	46	82	26	42	11	207	
* 1 : 1 à 3 individus, 2 : 4 à 20 individus, 3 : 21 à 100 individus, 4 : 101 à 500 individus, 5 : > 500 individus	43	45							
Abondance (nb d'individus sur la station) :	810	Richesse taxonomique (nb de taxons) :							15
Densité (nb d'individus par m²) :	3240	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBNC :							10
INDICE EPT* :	3	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBS :							10
* indice éphéméroptères, plécoptères et trichoptères									
INDICE BIOTIQUE DE NC (IBNC) :	4,30	MAUVAISE QUALITE BIOLOGIQUE							
INDICE BIOSÉDIMENTAIRE (IBS) :	4,50	MAUVAISE QUALITE BIOLOGIQUE							

Remarques :

Digitally signed by Nathalie MARY
Reason: Validations réalisées par N. MARY (ETHYC'O)
Location: Moorea, Polynésie Française
Date: 2010.08.04 12:55:21 -10'00'

LISTE FAUNISTIQUE BENTHOS

Rivière : Creek Baie Nord

Date prélèvement: 23/04/2010

Station: 6-BNOR1

Heure: 13:00

Nom station terrain :

X GPS 492 073

Substrat station : 1/ Station sur substrat ultramafique

Y GPS 207 598

Commande / client : creek Baie Nord / CEIL

Système GPS Lambert

Prélèvement effectué par: C. FLOUHR

Abbr.Nom taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Nb Total Total	M	D
	D3*	D1*	M*	M*	M*	D3*	M*	D3*			
Nem Némertien Tetrastemmatidae Prostoma graecense			1	2	4			2	9	7	2
Mel Mollusque Gastéropode Thiaridae Melanopsis spp.		4	1						5	1	4
Os Crustacé Ostracode			1	642	23		75	6	747	741	6
Hyd Hydracarien	1	1	3	171	14		34	4	228	222	6
Col Ins. Collembole				2					2	2	
Coe Ins. Odonate Coenagrionidae				26					26	26	
Lib Ins. Odonate Libellulidae					12		3		15	15	
Mes Ins. Hétéroptère Mesoveliidae Mesovelia spp.								1	1		1
Hyp Ins. Trichoptère Hydropsychidae	25		1			17			43	1	42
Hyt Ins. Trichoptère Hydroptilidae		12	5	64	4		2		87	75	12
Oec Ins. Trichoptère Leptoceridae Oecetis spp.		1		92	9		8	4	114	109	5
Sim Ins. Diptère Simuliidae Simulium spp.	2		1						3	1	2
Cer Ins. Diptère Ceratopogonidae Ceratopogoninae		6	1	2	1		3		13	7	6
Tap Ins. Diptère Chironomidae Tanypodinae indé.				21	19				40	40	
Tan Ins. Diptère Chironomidae Tanytarsini indé.				408	289	1	2	10	710	699	11
Chi Ins. Diptère Chironomidae Chironomini indé.				14	25		1		40	40	
Chu Ins. Diptère Chironomidae Chironomus spp.					5				5	5	
Oto Ins. Diptère Chironomidae Orthocladiinae indé.	46	82	8	6	26	42	11	59	280	51	229
Emp Ins. Diptère Empididae			1						1	1	
	74	106	23	1450	431	60	139	86	2369	2043	326
	4	6	10	12	12	3	9	7			

* 1 : 1 à 3 individus, 2 : 4 à 20 individus, 3 : 21 à 100 individus, 4 : 101 à 500 individus, 5 : > 500 individus

Abondance (nb d'individus sur la station) : 2369

Densité (nb d'individus par m²) : 5922

Richesse taxonomique (nb de taxons) : 19

* Les habitats marginaux (couvrant moins de 5% de la surface du lit mouillé) sont désignés par la lettre M, les habitats dominants sont désignés par la lettre D, D3 s'ils couvrent plus de 50% du lit mouillé, D2 entre 25 et 50% et D1 entre 5 et 25%.

Remarques :

Détermination : tous les hydracariens sont des Oribatidae, Melanopsis mariei partout.

1/8 : latérites 0;

2/8 : latérites 0, divers : œufs;

3/8 : latérites 0, 1 jeune mollusque, 2 adultes chironomidae dont 1 Orthocladiinae, 1 Hyt adulte, 1 petite fourmi rouge,

4/8 : latérites 0, 1 morceau de corps de Hyp, 8 exuvies d'Odonate (Libellulidae), 26 Coenagrionidae ou Isostictidae trop petits pour être identifiables avec précision, plusieurs œufs avec ventouse et œil rouge (insecte?), morceaux d'abdomens nymphes et de larves de Tan, nombreux fourreaux vides d'Oecetis, 1 coléoptère Scolitidae terrestre, 1 tête d'insecte, 2 fourmis, 1 insecte diptère adulte, 2 pucerons, 1 coquille de Mel vide;

5/8 : latérites ++, morceaux de nymphes et de larves de Tan, 1 fourmi noire, 1 coquillage terrestre vide, 2 Mel vides et 2 œufs;

6/8 : latérites 0, 1 adulte chironome;

7/8 : latérites ++, 1 graine, 5 œufs, 1 morceau de Nem et 2 Nem dans fourreau (difficile à confirmer), 2 mollusques (enroulement dextre) petits et très abimés,

1 abdomen de chironome;

8/8 : latérite 0, 1 petit Oecetis non retrouvé.

Digitally signed by Nathalie MARY
Reason: Validations réalisées par N.
MARY (ETHYC'O)
Location: Moorea, Polynésie Française
Date: 2010.08.04 12:54:45 -10'00'

ANNEXE 10 :

Abondance et abondance relative en invertébrés benthiques pour quelques campagnes depuis 2008 (ETEC et HYTEC)

ABONDANCE ET ABONDANCE RELATIVE EN INVERTEBRES BENTHIQUES DEPUIS 2008

Date prélèvement	Abondance						Abondance relative					
	30/01/08	15/04/08	10/04/09	07/05/09	14/01/10	23/04/10	30/01/08	15/04/08	10/04/09	07/05/09	14/01/10	23/04/10
Abondance totale	2552	221	106	695	2620	810	2552	221	106	695	2620	810
A0100-Aty				1	1		0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,04%	0,00%
A0800-Net							0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
A0900-Nem				11	101	4	0,00%	0,00%	0,00%	1,58%	3,85%	0,49%
A1300-Oli		1	24	5			0,00%	0,45%	22,64%	0,72%	0,00%	0,00%
A2200-Hyi			1	5	1		0,00%	0,00%	0,94%	0,72%	0,04%	0,00%
A2400-Mel	1	20	3		8	4	0,04%	9,05%	2,83%	0,00%	0,31%	0,49%
A2800-Os					18	98	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,69%	12,10%
A3200-Cop				2			0,00%	0,00%	0,00%	0,29%	0,00%	0,00%
A5000-Hyd			5	1	1	50	0,00%	0,00%	4,72%	0,14%	0,04%	6,17%
A7000-Ipo							0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
I2000-Col				13	29		0,00%	0,00%	0,00%	1,87%	1,11%	0,00%
I4130-Leo	16		1				0,63%	0,00%	0,94%	0,00%	0,00%	0,00%
I4900-Lib			1	5	11	15	0,00%	0,00%	0,94%	0,72%	0,42%	1,85%
I5600-Mes					2		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	0,00%
I6000-Vel					13		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%	0,00%
I6600-Hyf					2		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	0,00%
I7100-Hep			8		1		0,00%	0,00%	7,55%	0,00%	0,04%	0,00%
I7400-Hyp	19	15	1	2	162	42	0,74%	6,79%	0,94%	0,29%	6,18%	5,19%
I7500-Hyt	7		4	218	21	18	0,27%	0,00%	3,77%	31,37%	0,80%	2,22%
I7705-Tri			1				0,00%	0,00%	0,94%	0,00%	0,00%	0,00%
I7720-Oec	1			32	7	18	0,04%	0,00%	0,00%	4,60%	0,27%	2,22%
I7900-Pol	2			13			0,08%	0,00%	0,00%	1,87%	0,00%	0,00%
I8100-Sim	427			8	993	2	16,73%	0,00%	0,00%	1,15%	37,90%	0,25%
I8317-Cer	16	1	5	17	11	10	0,63%	0,45%	4,72%	2,45%	0,42%	1,23%
I8321-For	1			2			0,04%	0,00%	0,00%	0,29%	0,00%	0,00%
I8401-Chi						26	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,21%
I8410-Chu				5		5	0,00%	0,00%	0,00%	0,72%	0,00%	0,62%
I8420-Tan	63		5	75	8	292	2,47%	0,00%	4,72%	10,79%	0,31%	36,05%
I8425-Har	5		3	7			0,20%	0,00%	2,83%	1,01%	0,00%	0,00%
I8430-Cor	46			2			1,80%	0,00%	0,00%	0,29%	0,00%	0,00%
I8435-Oto	1924	180	36	262	1187	207	75,39%	81,45%	33,96%	37,70%	45,31%	25,56%
I8440-Tap			8	2	1	19	0,00%	0,00%	7,55%	0,29%	0,04%	2,35%
I9100-Tab				1			0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%
I9200-Dol		1					0,00%	0,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
I9300-Emp	23	2		2	2		0,90%	0,90%	0,00%	0,29%	0,08%	0,00%
I9700-Lim	1	1		4	40		0,04%	0,45%	0,00%	0,58%	1,53%	0,00%
richesse taxonomique	15	8	15	24	22	15	15	8	15	24	22	15

ANNEXE 11 :

Bulletin d'analyse biologique (base 8
prélèvements)
(Hytec, 23/04/2010)

Résultats validés par N. Mary

Rivière : Creek Baie Nord

Date prélèvement: 23/04/2010

Station: 6-BNOR1

Heure: 13:00

Nom station terrain :

X GPS 492 073

Substrat station : 1/ Station sur substrat ultramafique

Y GPS 207 598

Commande / client : creek Baie Nord / CEIL

Système GPS Lambert

Prélèvement effectué par: C. FLOUHR

Analyse benthos

Nombre de prélèvements pris en compte dans le calcul 8/8

Abbr. Nom taxon	Score IBNC	Score IBS	1	2	3	4	5	6	7	8	Nb indiv
Nem Némertien Tetrastemmatidae Prostoma graecense	3	7			1	2	4			2	9
Mel Mollusque Gastéropode Thiaridae Melanopsis spp.	6	5		4	1						5
Os Crustacé Ostracode					1	642	23		75	6	747
Hyd Hydracarien			1	1	3	171	14		34	4	228
Col Ins. Collembole						2					2
Coe Ins. Odonate Coenagrionidae						26					26
Lib Ins. Odonate Libellulidae	5	3					12		3		15
Mes Ins. Hétéroptère Mesoveliidae Mesovelia spp.										1	1
Hyp Ins. Trichoptère Hydropsychidae			25		1				17		43
Hyt Ins. Trichoptère Hydroptilidae	5	3		12	5	64	4			2	87
Oec Ins. Trichoptère Leptoceridae Oecetis spp.	6	6		1		92	9		8	4	114
Sim Ins. Diptère Simuliidae Simulium spp.		6	2		1						3
Cer Ins. Diptère Ceratopogonidae Ceratopogoninae	6	3		6	1	2	1			3	13
Tap Ins. Diptère Chironomidae Tanytopodinae indé.	5					21	19				40
Tan Ins. Diptère Chironomidae Tanytarsini indé.						408	289	1	2	10	710
Chi Ins. Diptère Chironomidae Chironomini indé.	4	4				14	25		1		40
Chu Ins. Diptère Chironomidae Chironomus spp.	1	4					5				5
Oto Ins. Diptère Chironomidae Orthocladiinae indé.	2	4	46	82	8	6	26	42	11	59	280
Emp Ins. Diptère Empididae	8	6			1						1
* 1 : 1 à 3 individus, 2 : 4 à 20 individus, 3 : 21 à 100 individus, 4 : 101 à 500 individus, 5 : > 500 individus			51	51							
Abondance (nb d'individus sur la station) :	2369	Richesse taxonomique (nb de taxons) :	19								
Densité (nb d'individus par m²) :	5922	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBNC :	11								
INDICE EPT*	3	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBS :	11								
* indice éphéméroptères, plécoptères et trichoptères											
INDICE BIOTIQUE DE NC (IBNC) :	4,64	QUALITE BIOLOGIQUE PASSABLE									
INDICE BIOSEDIMENTAIRE (IBS) :	4,64	MAUVAISE QUALITE BIOLOGIQUE									

Remarques :

Digitally signed by Nathalie MARY
Reason: Validations réalisées par N. MARY (ETHYC'O)
Location: Moorea, Polynésie Française
Date: 2010.08.05 05:02:34 -10'00'

LISTE FAUNISTIQUE BENTHOS

Rivière : Creek Baie Nord

Date prélèvement: 23/04/2010

Station: 6-BNOR1

Heure: 13:00

Nom station terrain :

X GPS 492 073

Substrat station : 1/ Station sur substrat ultramafique

Y GPS 207 598

Commande / client : creek Baie Nord / CEIL

Système GPS Lambert

Prélèvement effectué par: C. FLOUHR

Abbr. Nom taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Nb Total Total	M	D
	D3*	D1*	M*	M*	M*	D3*	M*	D3*			
Nem Némertien Tetrastemmatidae Prostoma graecense			1	2	4			2	9	7	2
Mel Mollusque Gastéropode Thiaridae Melanopsis spp.		4	1						5	1	4
Os Crustacé Ostracode			1	642	23		75	6	747	741	6
Hyd Hydracarien	1	1	3	171	14		34	4	228	222	6
Col Ins. Collembole				2					2	2	
Coe Ins. Odonate Coenagrionidae				26					26	26	
Lib Ins. Odonate Libellulidae					12		3		15	15	
Mes Ins. Hétéroptère Mesoveliidae Mesovelia spp.								1	1		1
Hyp Ins. Trichoptère Hydropsychidae	25		1			17			43	1	42
Hyt Ins. Trichoptère Hydroptilidae		12	5	64	4		2		87	75	12
Oec Ins. Trichoptère Leptoceridae Oecetis spp.		1		92	9		8	4	114	109	5
Sim Ins. Diptère Simuliidae Simulium spp.	2		1						3	1	2
Cer Ins. Diptère Ceratopogonidae Ceratopogoninae		6	1	2	1		3		13	7	6
Tap Ins. Diptère Chironomidae Tanytopodinae indé.				21	19				40	40	
Tan Ins. Diptère Chironomidae Tanytarsini indé.				408	289	1	2	10	710	699	11
Chi Ins. Diptère Chironomidae Chironomini indé.				14	25		1		40	40	
Chu Ins. Diptère Chironomidae Chironomus spp.					5				5	5	
Oto Ins. Diptère Chironomidae Orthocladiinae indé.	46	82	8	6	26	42	11	59	280	51	229
Emp Ins. Diptère Empididae			1						1	1	
	74	106	23	1450	431	60	139	86	2369	2043	326
	4	6	10	12	12	3	9	7			

* 1 : 1 à 3 individus, 2 : 4 à 20 individus, 3 : 21 à 100 individus, 4 : 101 à 500 individus, 5 : > 500 individus

Abondance (nb d'individus sur la station) : 2369
Densité (nb d'individus par m²) : 5922 **Richesse taxonomique (nb de taxons) : 19**

* Les habitats marginaux (couvrant moins de 5% de la surface du lit mouillé) sont désignés par la lettre M, les habitats dominants sont désignés par la lettre D, D3 s'ils couvrent plus de 50% du lit mouillé, D2 entre 25 et 50% et D1 entre 5 et 25%.

Remarques :

Détermination : tous les hydracariens sont des Oribatidae, Melanopsis mariei partout.

1/8 : latérites 0;

2/8 : latérites 0, divers : œufs;

3/8 : latérites 0, 1 jeune mollusque, 2 adultes chironomidae dont 1 Orthocladiinae, 1 Hyt adulte, 1 petite fourmi rouge,

4/8 : latérites 0, 1 morceau de corps de Hyp, 8 exuvies d'Odonate (Libellulidae), 26 Coenagrionidae ou Isostictidae trop petits pour être identifiables avec précision, plusieurs œufs avec ventouse et œil rouge (insecte?), morceaux d'abdomens nymphes et de larves de Tan, nombreux fourreaux vides d'Oecetis, 1 coléoptère Scolitidae terrestre, 1 tête d'insecte, 2 fourmis, 1 insecte diptère adulte, 2 pucerons, 1 coquille de Mel vide;

5/8 : latérites ++, morceaux de nymphes et de larves de Tan, 1 fourmi noire, 1 coquillage terrestre vide, 2 Mel vides et 2 œufs;

6/8 : latérites 0, 1 adulte chironome;

7/8 : latérites ++, 1 graine, 5 œufs, 1 morceau de Nem et 2 Nem dans fourreau (difficile à confirmer), 2 mollusques (enroulement dextre) petits et très abimés,

1 abdomen de chironome;

8/8 : latérite 0, 1 petit Oecetis non retrouvé.

Digitally signed by Nathalie MARY
Reason: Validations réalisées par N. MARY (ETHYC'O)
Location: Moorea, Polynésie Française
Date: 2010.08.05 05:03:08 -10'00'

ANNEXE 12 :

Pluviométrie journalière de février 2008 à avril 2010 (Vale Inco)

GoroNickel Geology DAILY RAINFALL BY PLUVIOGRAPH AT PRONY PILOT PLANT "STAT_B" (Usine Pilote)

Date	FEB 08	MAR 08	APRIL 08	MAY 08	JUNE 08	JULY 08	AUG 08	SEPT 08	OCT 08	NOV 08	DEC 08	JAN 09	FEB 09	MAR 09	APRIL 09	MAY 09	JUNE 09	JULY 09	AUG 09	SEPT 09	OCT 09	NOV 09	DEC 09	JAN 10	FEB 10	MAR 10	APRIL 10
1		0,0	111,2	0,0	32,2	0,0	0,2	4,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,0	24,0	7,0	0,2	0,4	0,0	2,2	0,0	0,0	30,4	0,2	18,6	0,4	0,8	5,8
2		8,8	23,4	0,0	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	10,4	5,0	6,6	0,0	2,8		11,8	0,0	0,0	20,2	1,4	8,0	0,0	0,0	6,4
3		11,2	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	41,0	6,2	8,0	15,4		6,6	0,0	0,0	13,6	3,4	1,8	0,0	0,0	2,0
4		1,8	0,0	0,0	1,4	24,2	1,4	2,6	4,4	0,0	0,0	0,0	60,6	7,2	6,6	3,6	9,6		0,0	0,2	0,4	3,0	0,2	6,0	3,2	0,2	0,0
5	0,4	12,2	5,4	0,0	5,6	46,8	0,0	2,2	4,0	0,0	0,0	2,0	20,8	0,0	3,2	0,0	0,0		2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	37,8	0,0	0,0
6	0,0	0,2	140,6	0,0	2,6	4,8	0,8	0,0	0,4	0,8	0,0	15,8	38,2	0,0	0,8	0,0	0,0		2,8	1,4	0,4	1,8	0,2	1,4	46,4	0,0	3,8
7	1,4	72,0	31,8	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,2	0,0	42,8	41,8	0,0	4,2	0,0	0,0	1,6	0,0	22,4	24,6	4,4	5,2	0,8	25,8	0,2	6,6
8	0,0	172,6	0,0	5,6	0,0	2,0	17,0	16,4	0,0	0,0	0,0	18,8	5,0	0,0	0	0,0	0,2	5,4	0,2	0,2		1,0	11,6	17,0	2,4	7,8	0,0
9	0,0	2,4	50,8	0,0	2,6	0,2	16,0	0,4		0,2	0,0	2,8	0,2	0,0	0	0,4	0,0	29,0	2,0	0,0		1,2	3,0	23,2	0,6	1,2	1,6
10	0,2	0,0	41,4	2,6	11,6	0,0	0,2	0,0		0,0	0,0	12,2	0,0	5,8	6,6	0,2	0,0	49,6	0,2	20,6		0,0	0,0	2,6	29,0	0,0	0,2
11	0,0	0,0	23,8	1,2	0,0	2,2	0,0	0,0			0,0	2,0	0,0	0,0	77,8	1,6	4,8	8,6		17,6		4,6	0,0	31,8	1,6	11,2	0,0
12	0,0	0,0	9,2	0,0	5,0	2,4	2,0	47,2			0,0	8,8	27,2	0,2	27,8	0,0	9	2,2		12,2		0,6	3,4	0,0	0,0	18,2	0,0
13	0,0	11,8	5,6	0,0	3,2	0,0	5,4	22,6		0,0	0,0	33,6	0,2	0,0	18,4	0,0	0	0,8		0,0		0,2	0,0	0,0	1,4	6,6	0,0
14	36,8	2,0	12,4	0,0	0,0	1,0	0,2	2,6		0,0	0,0	0,4	0,6	0,0	0,4	0,0	0	0,0	0,0	2,0		0,0	0,0	6,0	2,4	13,2	0,0
15	6,0	4,0	3,6	31,8	0,2	1,2	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,2	3,4	0	0,0	6,6	1,6		10,0	0,0	0,2	0,6	8,0	19,2
16	27,4	0,0	6,0	93,8	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	2,8	0,0	0,6	1,6	1,6	3,4	6,6	0	0,0	48,6	0,0	6,0	11,4	0,6	0,0	1,6	12,2	40,2
17	103,2	0,0	15,8	4,2	0,0	0,4	0,0	0,0	32,8	0,2	3,0	0,0	21,6	2,6	52,6	7,0	0,6	58,2	0,0	1,2		3,8	7,6	0,0	0,0	6,0	57,2
18	36,2	6,4	21,0	102,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	2,0	22,2	0,0	23,0	0,0	2,4	4,6	0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,0	2,8	0,0	0,0	0,4	8,0
19	14,2	15,4	37,2	10,0	0,0	0,0	0,0	4,8	8,6	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	7,2	0,0	4,2	0,0	0	0,2	1,0	0,0	0,0	0,0	7,4
20	53,4	29,8	0,2	5,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,6	39,2	125,8	3,6	0,0	0	0	36,4	39,2	0,0	0,2	0,0	1,8	4,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
21	31,2	150,2	3,8	7,2	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	8,2	46,0	0,2	6,2	71,4	0	41,2	4,6	0,0	0,0	0,0	0	2,4	0,0	4,4	3,8	7,4	2,0
22	8,0	230,6	8,0	0,6	0,0	0,0	0,0	3,6	2,2	0,8	0,8	24,4	0,0	4,4	0	23,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0	3,6	0,0	0,0	12,4	0,2	0,0
23	0,6	80,0	37,4	0,4	0,0	0,0	0,0	1,8	51,0	0,0	0,0	1,4	0,0	2,8	0	21,4	10,6	0,2	0,0	0,0	0	0,2	0,0	0,0	24,0	1,6	10,4
24	0,4	68,8	21,2	0,0	0,0	9,6	0,6	36,0	0,4	13,2	0,0	1,6	0,0	103,6	1,8	0,2	3,8	0,6	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,8	11,2
25	0,0	87,0	1,2	0,0	0,0	4,0	0,0	13,8	0,4	31,6	0,0	20,2	0,0	103,2	0	3,8	0	5,8	0,0	2,6	0,8	2,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,8
26	26,0	22,0	27,6	0,0	10,4	0,6	0,0	92,2	1,2	16,4	47,2	1,8	3,8	0,2	0	0,8	0	1,8	0,2	0,0	0,2	0,0	2,2	0,0	0,6	24,8	4,8
27	53,4	0,2	0,2	0,6	33,0	0,0	0,0	8,4	1,6	0,2	9,4	1,2	1,2	0,0	0,2	0,0	0,8	1,2	8,0	0,0	0	0,0	5,2	0,0	113,8	33,6	0,4
28	2,4	5,8	0,0	3,2	0,6	5,2	1,8	9,0	3,8	0,0	6,6	0,4	66,8	15,2	0	0,2	41,2	2,2	8,6	0,0	0	0,0	0,0	0,8	31,0	56,4	0,0
29	0,0	0,0	12,8	0,2	1,8	2,4	0,4	0,0	6,6	0,0	0,2	3,2		5,8	0	0,0	0,4	0,8	0,2	0,0	0,6	0,0	2,4	6,2		23,0	0,0
30		0,2	0,0	14,4	0,0	0,8	1,6	0,0	0,0	0,2	0,0	1,4		6,0	0	0,0	1,4	1,2	0,0	0,0	8,8	0,0	5,4	0,4		32,6	0,0
31		36,6		6,0		3,0	4,4		7,0		0,0	0,2		11,4		0,0		0,0	0,6		34,8		0,6	0,0		7,6	
TOTAL	401,2	1 032,0	652,2	288,8	111,0	112,2	58,4	267,6	146,6	116,0	263,2	201,2	343,2	413,4	226,8	165,4	162,8	217,8	57,0	88,0	73,6	120,2	56,6	129,6	339,6	274,2	188,0
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAX	103,2	230,6	140,6	102,0	33,0	46,8	17,0	92,2	51,0	39,2	125,8	42,8	66,8	103,6	77,8	41,2	41,2	58,2	11,8	22,4	34,8	30,4	11,6	31,8	113,8	56,4	57,2
Readings	25	31	30	31	30	31	31	29	25	28	31	31	28	31	30	30	30	26	28	30	21	30	31	31	28	31	30
Days 0 mm	8	7	4	14	16	11	15	13	7	14	19	6	10	12	11	11	12	9	12	18	11	9	12	13	7	7	12
Lacunes	4	0	0	0	0	0	0	1	6	2	0	0	0	0	0	1	0	5	3	0	10	0	0	0	0	0	0

pluie des 7 jours ayant précédé un accident à l'acide