

Suivi environnemental Rapport annuel 2008 Eaux douces de surface



SOMMAIRE

Introduction	1
1 Acquisition des données	1
1.1 Localisation	1
1.1.1 Suivi qualitatif des eaux de surface	3
1.1.2 Suivi de la nature et quantité des sédiments	4
1.1.3 Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie	4
1.1.4 Suivi de l'indice Poisson	4
1.1.5 Suivi de la faune dulcicole des dolines	5
1.2 Méthode	8
1.2.1 Suivi qualitatif des eaux de surface	8
1.2.1.1 Mesures In situ	8
1.2.1.2 Mesure des hydrocarbures	8
1.2.1.3 Mesure des paramètres physico-chimiques en solution	8
1.2.1.4 Mesure des métaux	9
1.2.2 Suivi de la nature et quantité des sédiments	10
1.2.2.1 Prélèvements	10
1.2.2.2 Nature granulométrique des sédiments prélevés	10
1.2.2.3 Mesures des paramètres chimiques des sédiments	10
1.2.3 Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie	10
1.2.4 Suivi de l'indice poisson	10
1.2.5 Suivi de la faune dulcicole des dolines	11
1.3 Données disponibles	11
1.3.1 Suivi qualitatif des eaux de surface	11
1.3.1.1 Bilan	11
1.3.1.2 Commentaires sur la qualité des données	11
1.3.2 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments	11
1.3.2.1 Bilan	12
1.3.2.2 Commentaires sur la qualité des données	12
1.3.3 Suivi des IBNC	12
1.3.3.1 Bilan	12
1.3.3.2 Commentaires sur la qualité des données	12
1.3.4 Suivi de l'indice poisson	13
1.3.4.1 Bilan	13
1.3.4.2 Commentaires sur la qualité des données	13
1.3.5 Suivi faune dulcicole des dolines	13
2 Résultats	14
2.1 Valeurs réglementaires	14
2.2 Valeurs obtenues	14
2.2.1 Suivi de la qualité des eaux de surface	14
2.2.1.1 Campagnes de mesures mensuelles	14
2.2.1.2 Campagnes de mesures trimestrielles (Etat initial)	14
2.2.1.3 Campagnes de mesures semestrielles	15
2.2.2 Suivi de la nature des sédiments	15
2.2.2.1 La granulométrie	15
2.2.2.2 Composition minérale des sédiments	16
2.2.2.3 Teneurs en matière organique	17
2.2.3 Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie	17
2.2.3.1 Les résultats par stations	17
2.2.4 Suivi de l'indice Poisson	17
2.2.5 Suivi de la faune dulcicole des dolines	17
3 Interprétations	18
3.1 Suivi de la qualité des eaux de surface	18
3.2 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments	18
3.3 Suivi des IBNC	18

3.4	Le suivi de l'indice poisson	19
3.5	Le suivi de la faune dulcicole des dolines	19
4	Bilan des non conformités.....	20
4.1	Description des non conformités et analyse des causes	20
4.2	Mesures correctives immédiates	20
4.3	Plan d'action des mesures correctives.....	20
4.4	Suivi des actions correctives	20
	Conclusion	20

Annexe I : Tableau statistique par station de la campagne mensuelle d'échantillonnage des Eaux de Surface 2008

Annexe II : Tableau statistique par station des campagnes trimestrielles d'échantillonnage des Eaux de Surface 2008

Annexe III : Résultats des suivis IBNC effectué pour le creek de la Baie Nord, la Kwé Principale, la Kwé Ouest et la Kwé Nord

Annexe IV : Rapport annuel des suivis IBNC pour l'année 2008

Annexe V : Inventaire faunistique d'une station du creek de la Baie Nord en novembre 2008

Annexe VI : Etude de dolines du Grand Sud dans le cadre du projet Vale Inco Nouvelle-Calédonie du 1er au 8 août 2008

Tableaux

Tableau 1 : Localisation et description des points de suivi qualitatif des eaux de surface	3
Tableau 2 : Localisation et description des points de suivi de la nature et de la quantité des sédiments	4
Tableau 3 : Localisation et description des points de suivi pour l'IBNC.....	4
Tableau 4: Localisation des points de suivis pour le suivi de l'indice poisson	5
Tableau 5 : Localisation des points de suivis pour le suivi.....	6
Tableau 6 : Méthode d'analyses pour les paramètres physico-chimiques.....	8
Tableau 7 : Méthodes d'analyse pour les métaux.....	9
Tableau 8 : Maille des tamis pour l'analyse granulométrique des sédiments	10
Tableau 9 : Données disponibles pour le suivi des eaux de surface pour l'année 2008	11
Tableau 10 : résultats moyen de la composition en aluminium, chrome et fer des échantillons de sédiments	17

Figures

Figure 1 : Carte de localisation des stations de suivi des eaux de surface.....	2
Figure 2 : Carte de localisation des points de suivi de la faune dulcicole	5
Figure 3 : Carte de localisation du suivi de la faune dulcicole des dolines	7
Figure 4 : Résultats des analyses granulométriques 2008	16

Abréviations, acronymes et sigles

Lieux

Anc M	Bassin Versant de l'ancienne mine
BPE	Baie de Prony Est
CBN	Creek Baie Nord
dol XW	Doline Xéré Wapo
KB	Kuébini
KJ	Kadji
KO	Kwé Ouest
KP	Kwé Principale
SrK	Source Kwé
TB	Trou Bleu
UPM	Unité de Préparation du Minerai

Organismes

CDE Calédonienne des Eaux

Paramètres

Ag	Argent
Al	Aluminium
As	Arsenic
B	Bore
Ba	Baryum
Be	Béryllium
Bi	Bismuth
Ca	Calcium
CaCO3	Carbonates de Calcium
Cd	Cadmium
Cl	Chlore
Co	Cobalt
COT	Carbone Organique Total
Cr	Chrome
CrVI	Chrome VI
Cu	Cuivre
DBO5	Demande Biologique en oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
F	Fluor
Fe	Fer
FelI	Fer II
HT	Hydrocarbures Totaux
K	Potassium
Li	Lithium
MES	Matières en suspension
Mg	Magnésium
Mn	Manganèse
Mo	Molybdène
Na	Sodium
NB	<i>Nota bene</i>
NH3	Ammonium
Ni	Nickel
NO2	Nitrites
NO3	Nitrates
NT	Azote Total
P	Phosphore
Pb	Plomb
pH	Potentiel Hydrogène
PO4	Phosphates
S	Soufre
Sb	Antimoine
Se	Sélénium
Si	Silice
SiO2	Oxyde de Silicium
Sn	Etain
SO4	Sulfates
Sr	Strontium
T°	Température
TA	Titre alcalimétrique
TAC	Titre alcalimétrique complet
Te	Tellure
Th	Thorium

Ti	Titane
Tl	Thallium
U	Uranium
V	Vanadium
WJ	Wadjana
Zn	Zinc
Autre	
IBNC	Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie
IIB	Indice d'Intégrité Biotique
N°	Numéro

INTRODUCTION

Implanté dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie, aux lieux-dits « Goro » et « Prony-Est » sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, le complexe industriel (usine, mine, port) détenu par Vale Inco Nouvelle-Calédonie, en cours de construction durant l'année civile 2008 à pour objet d'extraire du minerai latéritique et de le traiter par un procédé hydrométallurgique, visant à produire 60 000 t/an de nickel et 5400 t/an de cobalt.

Les activités liées au projet Vale Inco Nouvelle-Calédonie se répartissent sur plusieurs bassins versants : la Baie de Prony, le creek de la Baie Nord et trois des bras amont de la Kwé (Kwé Ouest, Nord et Est).

Afin de minimiser les impacts potentiels des activités liées au projet, des suivis sont mis en place ou sont en cours de mise en place. Ces suivis seront effectués notamment conformément aux arrêtés N°1228-2002/PS du 25 septembre 2002 modifié par l'arrêté 541-2006/PS du 6 juin 2006, N°890-2007/PS du 12 juillet 2007, N°575-2008/PS du 6 mai 2008, N° 1466-2008/PS du 9 octobre 2008 et N°1467-2008/PS du 9 octobre 2008 correspondant respectivement aux prescriptions des ICPE des stations d'épuration 1 et 4, des Utilités, de la station d'épuration n°5, du Parc à résidus et de l'Usine, de l'Unité de Préparation du minerai et du centre de maintenance de la mine.

Ce document présente les données et analyses collectées sur le site du projet de Vale Inco Nouvelle-Calédonie dans le cadre des suivis effectués sur les eaux de surface des bassins versant cités ci-dessus.

1. Acquisition des données

1.1 Localisation

La figure 1 présente l'ensemble des points de suivi cités dans les paragraphes concernant le suivi de la qualité physico-chimique des eaux de surface, le suivi de la nature et de la quantité de sédiments et le suivi de l'IBNC.

1.1.1 Suivi qualitatif des eaux de surface

Au total, 20 stations ont été choisies pour le suivi physico-chimique des eaux de surface des bassins versants du Creek de la Baie Nord, de la Kwé Ouest, de la Kwé Principale, de la Kadji et du Trou bleu. Les différents points de suivis sont présentés dans le tableau 1 et la figure 1.

Tableau 1 : Localisation et description des points de suivi qualitatif des eaux de surface

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	IGN 72 Est	IGN 72 Nord	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
6-bnor1	CBN	Physico-chimique	Arrêté n°575-2008/PS	694712	7528842	492084,5	207594,3
6-bnor2	CBN	Physico-chimique	Arrêté n°575-2008/PS	694677	7528771	492050	207523
6-T	CBN	Physico-chimique	Arrêté n°890-2008/PS Arrêté n°1467-2008/PS	694508	7528610	491882,1	207360,9
6-U	CBN	Physico-chimique	Arrêté n°890-2008/PS Arrêté n°1467-2008/PS	694144	7528743	491517,2	207491,4
6-R	CBN	Physico-chimique	Arrêté n°1467-2008/PS	695838	7528292	696178	7528627
6-S	CBN	Physico-chimique	Arrêté n°1467-2008/PS	695433	7528335	492808,9	207092,2
6-Q	CBN	Physico-chimique	Arrêté n°890-2008/PS Arrêté n°1467-2008/PS	695487	7528921	492858,9	207678,4
4-M	KN	Physico-chimique	Arrêté n°1467-2008/PS	701545	7532834	498889,4	211632,5
4-N	KO	Physico-chimique	Arrêté n°1467-2008/PS	700066	7532103	497415,6	210891,5
1-E	KP	Physico-chimique	Arrêté n°1467-2008/PS	702675	7529508	500042,1	208314,8
1-A	KP	Physico-chimique	Arrêté n°1467-2008/PS	701789	7531647	499142	210447
5-dol1	KJ	Physico-chimique	Arrêté N°575-2008/PS	696373	7530403	493734,7	209166,3
3-A	KO	Physico-chimique	Arrêté n°1466-2008/PS	698229	7532703	495575	211479
3-C	TB	Physico-chimique	Arrêté n°1466-2008/PS	701748	7528171	499124	206972
3-B	KO	Physico-chimique	Arrêté n°1466-2008/PS	698131	7532043	496478,1	210820,1
3-D	KO	Physico-chimique	Arrêté n°1466-2008/PS	698520	7532164	495869	210942
3-E	KO	Physico-chimique	Arrêté n°1466-2008/PS	699043	7531993	496393	210775
WK 17	KO	Physico-chimique	Arrêté n°1466-2008/PS	698266	7531837	495617,6	210613,3
WK 20	KO	Physico-chimique	Arrêté n°1466-2008/PS	698322	7531887	495673,3	210663,6
WK 17-20	KO	Physico-chimique	Arrêté n°1466-2008/PS	698389	7531889	495740,2	210666,1

1.1.2 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments

Au total, 10 stations sont été choisies pour le suivi de la nature et de la quantité des sédiments des bassins versants du Creek de la Baie Nord et de la Kwé Ouest. Les différents points de suivi sont présentés dans le tableau 2 et la figure 1.

Tableau 2 : Localisation et description des points de suivi de la nature et de la quantité des sédiments

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	IGN 72 Est	IGN 72 Nord	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
6-T	CBN	Sédiments	Arrêté n°890-2008/PS	694508	7528610	491882,1	207360,9
6-U	CBN	Sédiments	Arrêté n°890-2008/PS	694144	7528743	491517,2	207491,4
6-Q	CBN	Sédiments	Arrêté n°890-2008/PS Arrêté n°1467-2008/PS	695487	7528921	492859	207678,4
6-S	CBN	Sédiments	Arrêté n°1467-2008/PS	695433	7528335	492808,9	207092,2
4-M	KN	Sédiments	Arrêté n°1467-2008/PS	701545	7532834	498889,4	211632,5
4-N	KO	Sédiments	Arrêté n°1467-2008/PS	700066	7532103	497415,6	210891,5
1-A	KP	Sédiments	Arrêté n°1467-2008/PS	701789	7531647	499142	210447
1-E	KP	Sédiments	Arrêté n°1467-2008/PS	702675	7529508	500042,1	208314,8
3-A	KO	Sédiments	Arrêté n°1466-2008/PS	698229	7532703	495575	211479
3-B	KO	Sédiments	Arrêté n°1466-2008/PS	698131	7532043	496478,1	210820,1

1.1.3 Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie

Au total, 9 stations sont été choisies pour le suivi IBNC des bassins versants du Creek de la Baie Nord, de la Kwé Ouest, de la Kwé Principale et de la Kadji. Les différents points de suivi sont présentés dans le tableau 3 et la figure 1.

Tableau 3 : Localisation et description des points de suivi pour l'IBNC

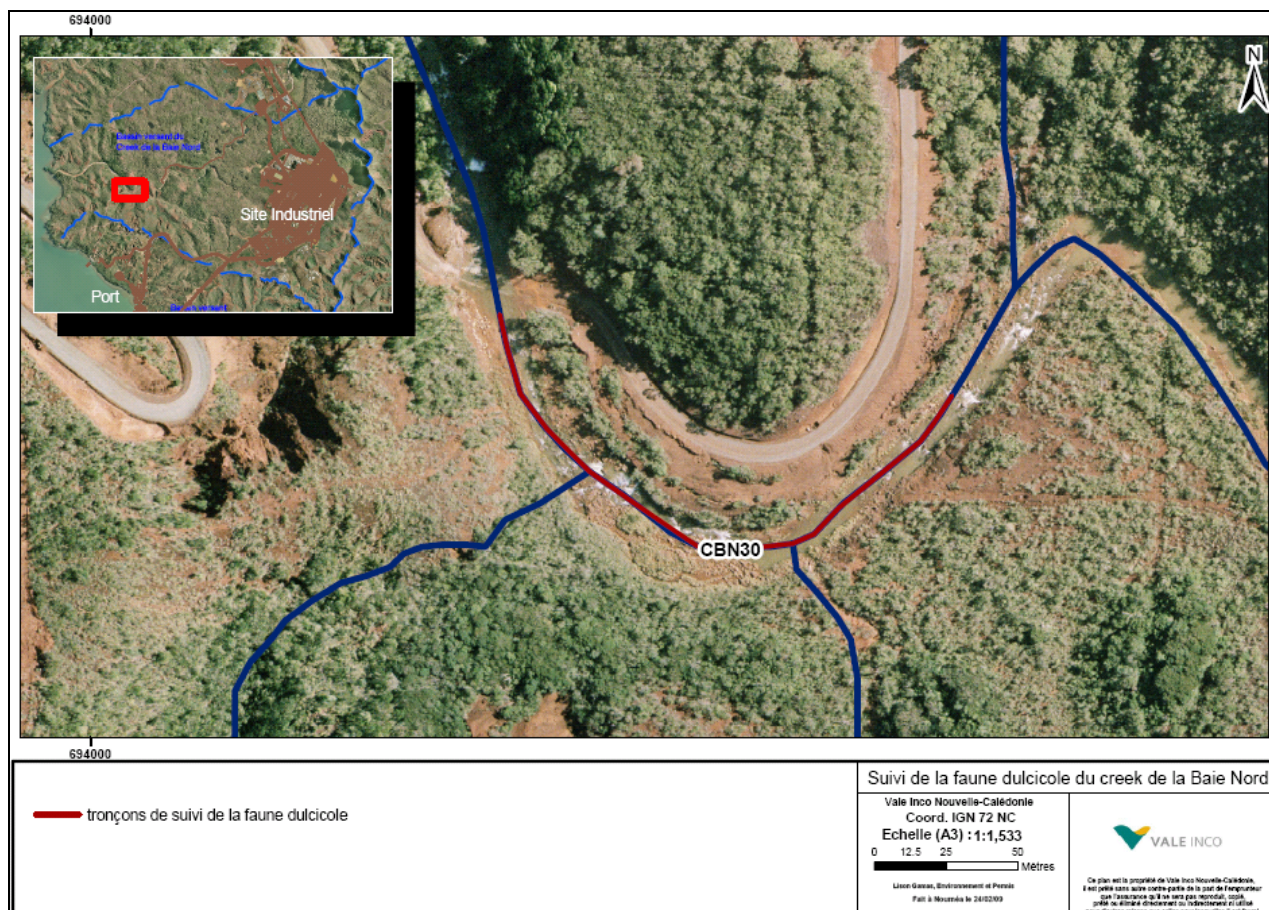
Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	IGN 72 Est	IGN 72 Nord	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
6-bnor1	CBN	IBNC	Arrêté n°575-2008/PS Arrêté n°1228-2002/PS	694712	7528842	492084,5	207594,3
6-bnor2	CBN	IBNC	Arrêté n°575-2008/PS Arrêté n°1228-2002/PS	694677	7528771	492050	207523
6-T	CBN	IBNC	Arrêté n°1467-2008/PS	694508	7528610	491882,1	207360,9
6-U	CBN	IBNC	Arrêté n°575-2008/PS	694144	7528743	491517,2	207491,4
4-M	KN	IBNC	Arrêté n°1467-2008/PS	701545	7532834	498889,4	211632,5
4-N	KO	IBNC	Arrêté n°1467-2008/PS	700066	7532103	497415,6	210891,5
1-E	KP	IBNC	Arrêté n°1467-2008/PS	702675	7529508	500042,1	208314,8
5-dol1	KJ	IBNC	Arrêté n°575-2008/PS	696373	7530403	493734,7	209166,3
3-B	KO	IBNC	Arrêté n°1467-2008/PS	698131	7532043	496478,1	210820,1

1.1.4 Suivi de l'indice Poisson

Les lieux d'échantillonnage pour la pêche électrique sont indiqués dans le tableau 4. La figure 2 localise le tronçon de suivi.

Tableau 4 : Localisation des points de suivi pour l'indice poisson

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	IGN 72 Est	IGN 72 Nord	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
CBN-30	CBN	Suivi poisson	Amont radier	694553	7528995	491924.5	207746

Figure 2 : Carte de localisation des points de suivi de la faune dulcicole


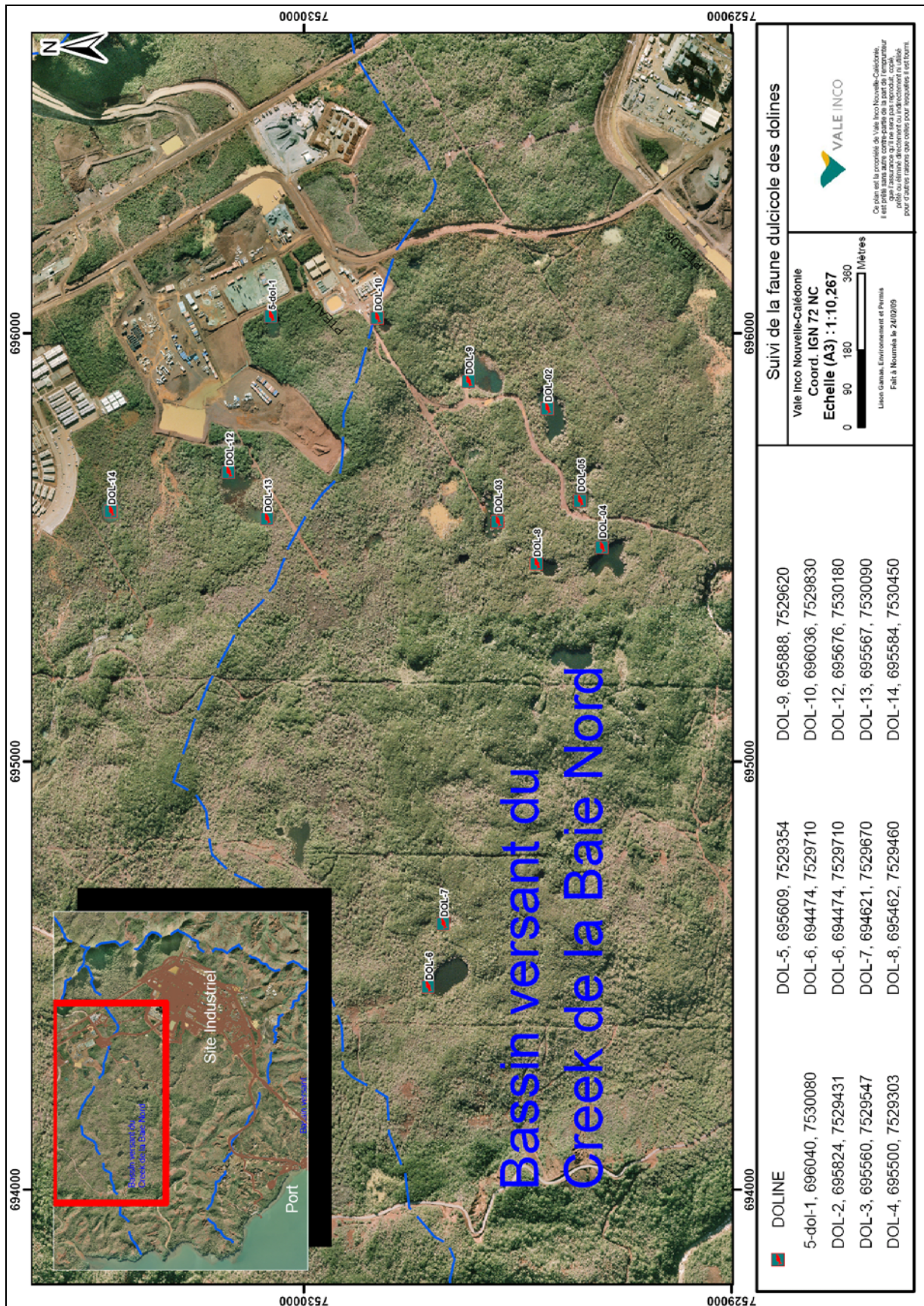
1.1.5 Suivi de la faune dulcicole des dolines

Les lieux pour le suivi de la faune dulcicole des dolines sont indiqués dans le tableau 5. La figure 3 localise ces points de suivi.

Tableau 5 : Localisation des points de suivi pour la faune dulcicole

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	IGN 72 Est	IGN 72 Nord	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
DOL-2	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695824	7529431	493192.3	208190.8
DOL-3	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695560	7529547	492927.5	208304.9
DOL-4	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695500	7529303	492869.2	208060.6
DOL-5	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695609	7529354	492977.8	208112.3
DOL-6	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	694475	7529354	491843.9	208104.5
DOL-7	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	694621	7529675	491987.7	208426.5
DOL-8	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695464	7529456	492832.2	208213.3
DOL-9	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695889	7529615	493256.	208375.2
DOL-10	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	696015	7529822	493380.6	208583.1
DOL-11	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	696039	7530082	493402.8	208843.2
DOL-12	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695677	7530176	493040.2	208934.7
DOL-13	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695568	7530086	492931.8	208843.9
DOL-14	CBN	Suivi poisson	Suivi doline	695584	7530450	492945.3	209208.1

Figure 3 : Carte de localisation du suivi de la faune dulcicole des dolines



1.2 Méthode

1.2.1 Suivi qualitatif des eaux de surface

1.2.1.1 Mesures in situ

Les mesures *in situ* sont réalisées à l'aide du multi-paramètre portable *Multi 340i* composé d'une sonde de pH, d'une sonde pour la température et d'une sonde pour mesurer la conductivité.

Le pH est mesuré *in situ* selon la norme NF T90 008 et selon les recommandations précisées dans le mode d'emploi de l'appareil de mesure utilisé.

La conductivité est également mesurée *in situ* selon la procédure décrite dans le mode d'emploi de l'appareil de mesure utilisé.

1.2.1.2 Mesure des hydrocarbures

Les hydrocarbures sont mesurés par le laboratoire de Vale Inco Nouvelle-Calédonie selon la norme NF T 90 114.

1.2.1.3 Mesure des paramètres physico-chimiques en solution

Les méthodes d'analyse pour les paramètres physico-chimiques réalisés sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Méthodes d'analyse pour les paramètres physico-chimiques

Labo	Analyse	Unité	LD	Méthode	Intitulé de la méthode	Norme
Interne	MES	mg/L	5	GRV02	Dosage des matières en suspension (MES)	NF EN 872 Juin 2005
Interne	pH		-	PH01	Mesure du pH	NF T90-008
Interne	Conductivité	μS/cm	10	CDT01	Mesure de la conductivité	
Interne	Cl	mg/L	0.1	ICS01	Analyse de 4 ou 6 anions par chromatographie ionique (chlorure, nitrate, phosphates, sulfate, fluorure et nitrate en plus si demandé)	NF EN ISO 10304-1
Interne	NO3	mg/L	0.2	ICS01		
Interne	SO4	mg/L	0.2	ICS01		
Interne	PO4	mg/L	0.2	ICS01		
Interne	F	mg/L	0.1	ICS01		
Interne	NO2	mg/L	0.1	ICS01		
Interne	DCO	mg/L	10	SPE03	Analyse de la DCO - Méthode HACH 8000	
Interne	TAC as CaCO3	mg/L	50	TIT11	Titration de l'alcalinité (TA et TAC)	
Interne	TA as CaCO3	mg/L	50	TIT11		
Interne	CrVI	mg/L	0.01	SPE01	Analyse du chrome VI dissous dans les eaux naturelles et usées	NF T 90-043 Octobre 1988
Interne	Turbidité	NTU	0.1	TUR01	Mesure de la turbidité	
Interne	NH3	mg/L	0.5	SPE05	Dosage de l'ammonium dans les eaux	Méthode HACH 10205
Interne	COT	mg/L	0.3	SPE09	Dosage du Carbone Organique Total (COT) dans les eaux	Méthode HACH 10129
Interne	SiO2	mg/L	1	CAL02	Calcul de SiO2 à partir de Si mesuré par ICP02	
Interne	FeII	mg/L	0.02	SPE07	Dosage du Fe II dans les eaux	Méthode HACH 8146
Interne	NT	mg/L	0.5	SPE08	Dosage de l'azote total dans les eaux	Méthode HACH 10071
Lab'Eau	DBO5	mg/L	2			NF EN 1899-2

1.2.1.4 Mesure des métaux

Les méthodes d'analyse des métaux dans les eaux douces sont indiquées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Méthode d'analyse pour les métaux

Labo	Analyse	Unité	LD	Méthode	Intitulé de la méthode	Norme
Interne	Al	mg/L	0.1	ICP06	Analyse d'une cinquantaine d'éléments dissous ou totaux (si demandé) dans les solutions aqueuses faiblement concentrées par ICP-AES	
Interne	Ca	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	Co	mg/L	0.03	ICP06		
Interne	Cr	mg/L	0.01	ICP06		
Interne	Cu	mg/L	0.03	ICP06		
Interne	Fe	mg/L	0.2	ICP06		
Interne	K	mg/L	0.3	ICP06		
Interne	Mg	mg/L	0.2	ICP06		
Interne	Mn	mg/L	0.004	ICP06		
Interne	Na	mg/L	0.5	ICP06		
Interne	Ni	mg/L	0.03	ICP06		
Interne	Zn	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	Pb	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	Se	mg/L	0.2	ICP06		
Interne	V	mg/L	0.02	ICP06		
Interne	As	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	B	mg/L	0.05	ICP06		
Interne	Ba	mg/L	0.01	ICP06		
Interne	Ag	mg/L	0.05	ICP06		
Interne	Cd	mg/L	0.01	ICP06		
Interne	Mo	mg/L	0.03	ICP06		
Interne	Sb	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	Be	mg/L	0.0001	ICP06		
Interne	Bi	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	Li	mg/L	0.2	ICP06		
Interne	P	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	S	mg/L	1	ICP06		
Interne	Si	mg/L	0.4	ICP06		
Interne	Sn	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	Sr	mg/L	0.01	ICP06		
Interne	Te	mg/L	0.1	ICP06		
Interne	Th	mg/L	0.03	ICP06		
Interne	Ti	mg/L	0.005	ICP06		
Interne	Tl	mg/L	0.5	ICP06		
Interne	U	mg/L	0.2	ICP06		
Lab'Eau	Mercure	µg/L	0.1			NF EN ISO 17294-2

1.2.2 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments

1.2.2.1 Prélèvements

Les prélèvements des sédiments des cours d'eau pour le suivi de leur nature sont effectués à l'aide d'une pelle de prélèvement. Selon la largeur du lit du cours d'eau plusieurs prélèvements sont effectués en vue de réaliser un échantillon composite. Cet échantillonnage a été choisi dans l'optique d'obtenir un profil complet du transect étudié. Cette technique d'échantillonnage permet de connaître la nature des sédiments déposés en surface.

1.2.2.2 Nature granulométrique des sédiments prélevés

L'analyse granulométrique permet de connaître la répartition selon leur taille des éléments transportés par les cours d'eau. L'analyse granulométrique est réalisée par le laboratoire de Vale Inco Nouvelle-Calédonie selon la méthode par tamis. Les tamis disponibles sont les suivants :

Tableau 8 : Maille des tamis pour l'analyse granulométrique des sédiments

Taille (μ)	Eléments
>1700	Graviers et
1700-220	Sables grossiers
220-45	Sables fins
45-20	Sables
<20	Limons, argiles

1.2.2.3 Mesures des paramètres chimiques des sédiments

Les principaux paramètres analysés sur les échantillons de sédiments composites sont :

- Les métaux (argent, aluminium, arsenic, calcium, cadmium, cobalt, chrome, cuivre, fer, mercure, potassium, magnésium, manganèse, molybdène, nickel, plomb, antimoine, sélénium, étain, tellure, titane, thallium, vanadium, zinc).
- Azote global, azote kjeldahl, nitrites, nitrates, phosphore, phosphates, sulfates, humidité relative, carbone organique total.
- Hydrocarbures totaux.
- pH, conductivité.

1.2.3 Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie

La méthode de détermination a été mise en place dans le cadre d'une thèse : « Caractéristiques physico-chimiques et biologiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macroinvertébrés benthiques » soutenue par Nathalie Mary en 1999. Cette thèse décrit la méthode d'échantillonnage à mettre en place pour recourir au suivi des IBNC.

1.2.4 Suivi de l'indice poisson

La méthode d'échantillonnage des poissons est la pêche électrique, elle est réalisée conformément à la norme NF EN 14011 de juillet 2003. La méthode d'interprétation des populations de poissons

est basée sur différents indicateurs. Les caractéristiques mésologiques (type de milieu et physico-chimie) sont retranscrites lors de chaque campagne. Ensuite, un inventaire faunistique est réalisé, il porte sur les poissons et macro-invertébrés.

1.2.5 Suivi de la faune dulcicole des dolines

Le suivi faunistique des dolines est basé sur un inventaire destiné à repérer la présence ou non du Conchostracé « *Lynceus sp* ». La méthode de recherche est basée sur la recherche de Conchostracé et d'indices attestant leur présence.

1.3 Données disponibles

Le tableau ci-dessous synthétise les données disponibles pour les suivis réalisés sur les eaux de surface pendant l'année 2008. Les suivis correspondent à une station, les paramètres demandés dans chaque arrêté étant réalisés si la station est suivie.

Tableau 9 : Données disponibles pour le suivi des eaux de surface pour l'année 2008

Suivi	Qualité des eaux de surface			Nature et quantité des sédiments	IBNC	Suivi de l'indice poisson	Suivi de la faune dulcicole des dolines
	M	T	S				
Nombre de suivis préconisés dans les arrêtés	9	1	9	13	5	1	0
Nombre de suivis effectués	6	14	0	3	5	1	13
% de suivis disponibles	66,6	-	0	23	100	100	-

Après analyse du tableau 9 les données disponibles sont celles qui sont préconisées dans les différents arrêtés. Seules les fréquences ne sont pas toujours respectées mais des données sont acquises.

1.3.1 Suivi qualitatif des eaux de surface

1.3.1.1 Bilan

Les données concernant les paramètres physico-chimiques font l'objet de différentes initiatives. Les réglementations en vigueur sur toute l'année 2008 sont un des éléments déclencheurs des suivis. L'arrêté pour l'usine n'étant entré en vigueur qu'en octobre 2008, les suivis sont essentiellement basés sur une initiative interne. Les données acquises dans le cadre de l'initiative interne ne sont pas toujours en accord avec les paramètres réglementaires demandés.

1.3.1.2 Commentaires sur la qualité des données

Les résultats des analyses sont donnés d'une part par notre laboratoire interne qui s'est vu décerner l'accréditation Cofrac le 2 octobre 2008, et d'autre part par des laboratoires externes, le laboratoire de la CDE ou Lab'Eau.

1.3.2 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments

1.3.2.1 Bilan

Le suivi imposé des sédiments des cours d'eau du projet porte sur la nature et la quantité des sédiments. Le suivi qui est actuellement mis en place sur le site du projet porte sur la nature des sédiments. La nature des sédiments est essentiellement définie par l'analyse granulométrique. Les analyses chimiques viennent en complément.

Les analyses granulométriques ont été réalisées à chaque échantillonnage.

Les paramètres répertoriés pour la caractérisation chimique des sédiments n'ont pas été analysés à chaque campagne d'échantillonnage mensuelle. En revanche, les métaux ont été analysés à chaque campagne d'échantillonnage.

Deux échantillonnages de l'année 2008 ont été soumis à des analyses supplémentaires, les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire australien pour que soient pratiquées des analyses non disponibles sur le Territoire.

1.3.2.2 Commentaires sur la qualité des données

Les paramètres présentés ci-dessus n'ont pas tous été analysés en Nouvelle-Calédonie ; en effet, les laboratoires contactés ne possédaient pas le matériel nécessaire pour certaines analyses. D'après le bordereau de réception du laboratoire les récipients n'étaient pas conservés. La raison principale est un contrôle draconien des échantillons, qui ont été conservés en douane plus de 7 jours et les conditions de conservation n'ont pas été respectées.

1.3.3 Suivi des IBNC

1.3.3.1 Bilan

Pour l'année 2008, seul le mois de février n'a pu être échantillonné, de fortes pluies ayant empêché l'accès au site de prélèvement. En effet, en période de fortes pluies de nombreuses crues sont possibles et par sécurité il a été demandé de repousser les échantillonnages. De plus, selon la méthode développée par Nathalie Mary, il faut attendre au minimum deux semaines après de fortes pluies pour procéder à l'échantillonnage en vue de déterminer les IBNC.

Au cours de l'année 2008, la doline qui se trouve à proximité des stations d'épuration n'a pu être échantillonnée du fait d'un assèchement naturel de la doline. L'échantillonnage de l'IBNC de cette doline sera donc réalisé pendant l'année 2009. Nous tenons tout de même à rappeler ici que selon la méthode développée par Nathalie Mary, les échantillonnages doivent se faire en milieu d'eau courante et non en milieu stagnant. Dans cette méthode, il n'est pas prévu de pouvoir déterminer les IBNC sur des milieux particuliers tels que les dolines.

1.3.3.2 Commentaires sur la qualité des données

Les données analysées dans le cadre des suivis IBNC sont influencées par les variations climatiques ; les résultats obtenus en saison humide sont dépendants des conditions climatiques et ont pu être faussés étant donné que les conditions idéales d'échantillonnage n'étaient pas toutes réunies.

De plus, l'IBNC est un indice élaboré pour déterminer une pollution d'origine organique, or seul le bassin versant du creek de la baie Nord a pu être soumis à une pollution de cette nature (lors des rejets des stations d'épuration dans le creek de la baie Nord). Les autres cours d'eau soumis à l'IBNC sont essentiellement touchés par des particules en suspension. Une pollution sédimentaire

ne peut aujourd'hui être révélée par cet indice et les résultats du suivi des IBNC sont des indicateurs d'état du milieu uniquement pour le bassin versant du creek de la Baie Nord.

1.3.4 Suivi de l'indice poisson

1.3.4.1 Bilan

Les suivis réalisés au cours de l'année 2008 ont été effectués essentiellement dans le bassin versant du creek de la Baie Nord.

Le cours d'eau du creek de la baie Nord a fait l'objet d'un suivi sur un tronçon. Les prélèvements ont été effectués sur deux tronçons jointifs de 100m chacun entourant le point d'échantillonnage nommé 6-U. Le suivi a donc été effectué en deux temps, soit le 13/11/2008 et le 20/11/2008.

1.3.4.2 Commentaires sur la qualité des données

La présence en plus ou moins grand nombre de spécimens est facteur des conditions naturelles du milieu. Par exemple, la température de l'eau influence le comportement des espèces, en période d'étiage et de saison chaude la présence de spécimens est réduite. La période propice à cet échantillonnage est, selon C. Pöllabauer, le mois de mai.

Les campagnes réalisées en 2008 ont eu lieu en novembre (période d'étiage) ; les conditions du milieu d'échantillonnage n'ont pas été excellentes pour l'échantillonnage et les résultats obtenus ne sont pas ceux qui étaient escomptés.

1.3.5 Suivi de la faune dulcicole des dolines

Les suivis réalisés au cours de l'année 2008 ont été effectués essentiellement dans le bassin versant du creek de la Baie Nord.

Les dolines du bassin versant du creek de la baie Nord ont fait l'objet d'un suivi des macro-invertébrés et plus particulièrement des *Conchostracés*. Cependant, les prélèvements ont été effectués en période d'étiage et certaines dolines étaient à sec (dol-03, dol-09, dol-10, dol-11, dol-12, dol-13) et n'ont pu être échantillonnées.

2. Résultats

2.1 Valeurs réglementaires

Aucune valeur réglementaire n'est préconisée dans les arrêtés d'autorisation d'exploitation où figurent les différents suivis à effectuer sur le milieu eaux de surface, sauf par l'arrêté du Parc à résidus qui impose une valeur limite de 50µg/L pour le manganèse dans les eaux de la Kwé Ouest. Les préconisations des arrêtés portent sur des stations où des suivis doivent être réalisés.

Le suivi de la qualité des cours d'eau est imposé sur 19 stations par 4 arrêtés. Des paramètres de suivi sont imposés dans ces arrêtés, ils ont été déterminés et adaptés selon les activités exercées en amont de chaque station de suivi.

Le suivi de la nature et de la qualité des sédiments des cours d'eau est imposé sur 10 stations par 3 arrêtés.

Le suivi des IBNC est imposé sur 9 stations de suivi et par 3 arrêtés.

Le suivi de l'indice poisson est imposé sur une section de cours et par 1 arrêté.

Le suivi de la faune dulcicole des dolines n'est imposé par aucun arrêté.

2.2 Valeurs obtenues

2.2.1 Suivi de la qualité des eaux de surface

2.2.1.1 Campagnes de mesures mensuelles

La campagne 2008 de mesures mensuelles des eaux de surface comprend 6 stations. L'annexe I présente les statistiques réalisées par station d'échantillonnage.

Les éléments Cl, SO₄, et les paramètres physiques de Conductivité, pH, température ont été quantifiés dans plus de 75 % des mesures effectuées.

Les valeurs maximum en Conductivité, Cl et SO₄ sont mesurées au niveau de la station 5-dol-01.

Le taux de pH le plus élevé, 9,16, a été relevé au niveau de la station 6-U.

La DCO n'a été quantifiée qu'au niveau de la station 5-dol-01 avec 10 mg/L, soit le seuil de détection du laboratoire.

La mesure des MES est la plus élevée au niveau de la station 6-U avec 990 mg/L.

2.2.1.2 Campagnes de mesures trimestrielles (état initial)

La campagne 2008 de mesures trimestrielles des eaux de surface comprend 15 stations. L'annexe II présente les statistiques réalisées par station d'échantillonnage.

La limite de quantification du laboratoire de la CDE et du laboratoire de Vale Inco Nouvelle-Calédonie n'a jamais été atteinte sur l'ensemble des stations pour les paramètres suivant : Al, Cd, Co, Cu, Fe, Pb, Sn.

Les éléments Ca, Mg, Na, Cl, SO₄, Si, NO₃, Mn ainsi que les paramètres Conductivité, Ph, Turbidité, Température ont été quantifiés dans plus de 60 % des mesures effectuées. Les résultats pour ces paramètres sont étudiés de façon statistique par station dans l'annexe II.

Au niveau de 4-N, les résultats en turbidité sont les plus élevés.

Les taux maximum mesurés en Mn par station sont inférieurs à 50 µg/L, hormis à la station 6-R avec un maximum de 63 µg/L.

Pour les éléments suivants, les limites de quantification du laboratoire de la CDE sont atteintes dans moins de 50% des mesures :

- pour HT, le taux maximum observé est de 15 mg/L à la station 3-A ;
- pour K, les valeurs mesurées sont comprises entre 0,3 et 1,2 mg/L au point d'échantillonnage 6-U ;
- le COT a été quantifié sur toutes les stations mesurées, hormis WK 17, WK17-20, 3-C ;
- le Cr est quantifié au niveau des stations, 1-E, WK17, WK17-20, 3-B, 3-C, 3-D, 3-E et le maximum observé est de 0,08 mg/L au niveau de 3-D ;
- pour les NO₂, le taux maximum observé est de 1,3 mg/L au niveau de WK17 ;
- pour le Ni, les valeurs mesurées sont comprises entre 0,3 et 2,2 mg/L à la station 6-R ;
- pour le CrVI et les MES, sur 53 analyses, seuls 8 résultats dépassent la limite de détection du laboratoire. Le maximum en CrVI est de 0,08 mg/L au point 3-D et celui des MES est de 540 mg/L à la station 4-N.

La limite de quantification est atteinte dans moins de 10 % des analyses réalisées pour cette campagne trimestrielle, pour les paramètres suivants : DBO, DCO, Phosphates, Phosphores, As, Hg, Zn.

Pour l'As, Zn, Phosphore et phosphates, moins de 5 % des valeurs mesurées sont exploitables. Sur les 53 résultats obtenus pour l'As, Zn et phosphates, 51 sont inférieurs au seuil de détection du laboratoire. De plus, le maximum en Zn et As correspond au seuil de détection du laboratoire, soit 0,1 mg/L.

2.2.1.3 Campagnes de mesures semestrielles

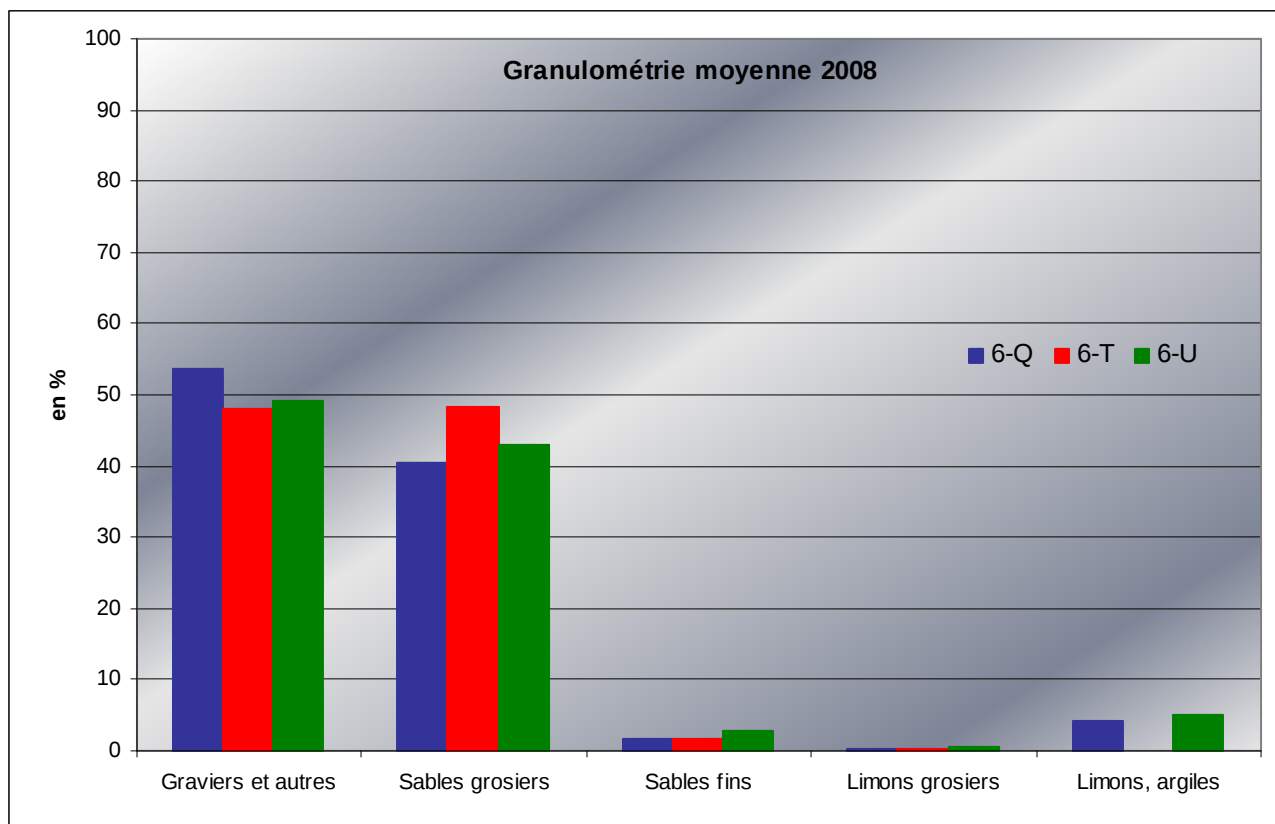
Aucun suivi de fréquence semestriel n'a été réalisé puisqu'en 2008 la majorité des suivis ont été effectués à une fréquence trimestrielle.

2.2.2 Suivi de la nature des sédiments

Les résultats des analyses effectuées sur les sédiments des trois stations de suivi du creek de la Baie Nord sont présentés en annexe III.

2.2.2.1 La granulométrie

La nature des sédiments est déterminée essentiellement par la granulométrie des sédiments échantillonnés. La figure ci-dessous présente les résultats moyens obtenus lors des 11 campagnes d'échantillonnage des sédiments sur le creek de la Baie Nord.

Figure 4 : Résultats des analyses granulométriques 2008


Pour une meilleure représentation des données, les stations de suivi sont présentées en fonction de leur position sur le cours d'eau, soit de l'amont vers l'aval.

La granulométrie des sédiments est dominée par des sédiments grossiers (sables grossiers, graviers et blocs de tailles plus importantes) pour toutes les stations de suivi. Ces éléments ont donc essentiellement une origine terrigène et leur nature est influencée par la nature chimique des sols environnants.

Peu de particules fines sont présentes sur la station 6-T, cette particularité peut être expliquée par la configuration du point d'échantillonnage. En effet, à cet endroit le lit mineur se rétrécit, ce qui peut avoir pour effet d'augmenter ponctuellement le débit et le milieu est donc moins favorable à un dépôt de particules fines.

2.2.2.2 Composition minérale des sédiments

La composition minérale des sédiments est basée sur un ensemble d'éléments permettant de déterminer la nature chimique des sédiments.

Les résultats sont présentés par station dans les tableaux situés en annexe III.

Les premiers éléments qui peuvent être présentés sont qu'aucune trace de molybdène, de sodium, de plomb, de sélénium, d'antimoine, de thallium, et de vanadium n'a été détectée dans les prélèvements réalisés pour chacune des trois stations.

Les éléments qui composent les sédiments en grande majorité sont, le fer, le chrome et l'aluminium. Les résultats du suivi de ces métaux sont indiqués dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10 : Résultats moyens de la composition en aluminium, chrome et fer des échantillons de sédiments

	6-Q	6-T	6-U
Aluminium	43000	84144	79200
Chrome	42778	37122	42644
Fer	601375	444222	454556

Les concentrations moyennes des métaux tels que le magnésium, le manganèse, le nickel, le silicium et le titane sont également élevées.

2.2.2.3 Teneurs en matière organique

Les teneurs en carbone organique total varient entre 0,25 et 0,31 % pour l'ensemble des stations. Les concentrations en azote global varient entre 40 et 190 mg/kg. Les concentrations en phosphore varient entre 49 et 290 mg/kg pour une même station de suivi.

Ces concentrations sont le reflet de la composition des sols du sud de la Nouvelle-Calédonie. Des écarts existent entre les valeurs minimum et maximum, ils sont probablement liés à un apport nutritif dû aux rejets anciens des stations d'épuration ou aux rejets de Prony Energies. En effet, un apport minime de matières nutritives peut être responsable des variations des concentrations enregistrées. Toutefois, les teneurs en matières organiques sont faibles.

2.2.3 Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie

2.2.3.1 Les résultats par station

Les résultats des campagnes de suivi pour la détermination de l'IBNC des cours d'eau du projet sont transmis en annexe IV.

2.2.4 Suivi de l'indice Poisson

Les résultats du suivi sur la faune aquatique du creek de la Baie Nord sont transmis en Annexe VI.

2.2.5 Suivi de la faune dulcicole des dolines

Les résultats du suivi sur la faune aquatique des dolines sont transmis en Annexe VII.

3. Interprétation

3.1 Suivi de la qualité des eaux de surface

Les résultats d'analyses du suivi mensuel ne présentent pas de valeurs anormales. Seule la station 5-dol-1 présente des teneurs maximum en chlorures de 188 mg/L. Il peut s'agir d'une influence due au débordement de la lagune située à proximité, mais ces concentrations sont largement inférieures au seuil réglementaire pour les eaux destinées à la consommation humaine, qui est de 200 mg/L.

Les analyses pour le suivi trimestriel de la qualité des eaux de surface révèlent des résultats en relation avec le milieu environnant. En effet, les teneurs enregistrées pour les métaux sont indicatrices des sols traversés.

Les concentrations en hydrocarbures totaux indiquent pour les stations 3-A, 3-B et 4-N des valeurs supérieures à 10 mg/L. Ces 3 stations sont situées dans le bassin versant de la Kwé Ouest et se trouvent à proximité de routes fréquentées par des engins de construction, ce qui peut être la cause de ces valeurs. Il est important de noter que ces résultats ont été observés uniquement lors de la campagne de janvier 2008, aucune valeur supérieure à 10 mg/L n'a été enregistrée par la suite.

3.2 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments

Les analyses effectuées au cours de l'année 2008 sur la nature des sédiments pour trois stations de suivi du creek de la Baie Nord présentent des résultats similaires. Ces résultats sont corrélés à l'origine des sédiments. En effet, ce sont principalement des sédiments terrigènes retrouvés dans ce cours d'eau. L'analyse de la composition minérale des sédiments confirme ce propos, la présence en grande quantité de métaux dans les sédiments est évocatrice du bruit de fond des sols latéritiques de la Nouvelle-Calédonie.

Les teneurs en matière organiques ont décelé une perturbation ponctuelle anthropique. Les concentrations ne sont pas élevées et les analyses physico-chimiques indiquent une diminution de ce phénomène dans le creek de la Baie Nord.

3.3 Suivi des IBNC

Les IBNC étant valables essentiellement pour une pollution de type organique, il est préférable de ne commenter que les données du creek de la Baie Nord qui reçoit des rejets pouvant entraîner ce type de pollution.

Le point 6-BNOR1 est le point de suivi situé en amont du point de rejet des stations d'épuration. Les indices biotiques décrivent l'état biologique du milieu au moment de l'échantillonnage comme « passable », sauf en janvier où la qualité de l'eau est considérée de « bonne qualité biologique ». Les échantillonnages ont couvert les différentes saisons climatiques de Nouvelle-Calédonie.

Le point 6-BNOR2 est situé en aval du rejet des stations d'épuration. Les échantillonnages de janvier et d'avril indiquent une mauvaise qualité biologique. Cette situation semble s'améliorer pour les échantillonnages suivants.

D'après les résultats obtenus sur ces stations, il est probable que le rejet des stations d'épuration ait pu avoir un impact sur le milieu récepteur. En plus d'une influence probable des rejets, un développement d'algues en amont et en aval du rejet des stations d'épuration a été observé ; ce phénomène a pu être à l'origine des classes de qualités relatives aux IBNC et a pu ponctuellement accentuer la dégradation du milieu.

La station 6-T se situe sur le cours principal du creek de la Baie Nord, en aval de la station 6-BNOR2 et de plusieurs affluents. Les indices de qualité biologique du milieu sont qualifiés de passable pour les mois de janvier et avril. Ces résultats corrélés aux mêmes dates au point 6-BNOR2 indiquent une amélioration de la qualité des eaux.

En avril, un indice de « très mauvaise qualité » est donné ; toutefois, conformément aux recommandations indiquées par la société étec (sous-traitant pour les IBNC 2008), il faut considérer cet indice avec précaution car le nombre de taxons échantillonnés est faible.

Une étude basée sur des analyses statistiques comparatives a été proposée par la société étec chargée des suivis IBNC. Cette étude est présentée en Annexe V. Elle met en relation des paramètres physico-chimiques pour expliquer les résultats obtenus.

3.4 Le suivi de l'indice poisson

Les interprétations relatives au suivi sur la faune aquatique du creek de la Baie Nord sont transmises en Annexe VI.

3.5 Le suivi de la faune dulcicole des dolines

Les interprétations relatives au suivi de la faune aquatique des dolines sont transmises en Annexe VII.

4. Bilan des non conformités

- Description des non-conformités et analyse des causes : **aucune non-conformité n'est à reporter.**
- Mesures correctives immédiates : **aucune mesure corrective n'est à reporter.**
- Plan d'action des mesures correctives : **aucun plan d'action des mesures correctives n'est à reporter.**
- Suivi des actions correctives : **aucun suivi des actions correctives n'est à reporter.**

CONCLUSION

Le suivi 2008 des eaux de surface et de l'état des cours d'eau du projet de Vale Inco Nouvelle-Calédonie a porté sur différents domaines, la physico-chimie des eaux, le suivi de la faune dulcicole (poissons, macroinvertébrés...) et le suivi de la nature des sédiments.

Le suivi physico-chimique des eaux de surface est règlementé tant en terme de point de suivi, c'est-à-dire de lieu d'échantillonnage, en terme de paramètre d'analyse et de fréquence de suivi. L'année 2008 a été une année de mise en place des suivis réglementaires des eaux de surface mais tous les points de suivi et les paramètres préconisés ont été réalisés.

Un suivi des sédiments présents dans les lits des cours d'eau est demandé dans divers arrêtés, les préconisations portent sur un suivi de la nature et de la quantité des sédiments. La campagne de 2008 a porté essentiellement sur la nature des sédiments du creek de la Baie Nord. Les résultats indiquent que l'origine des sédiments présents dans les cours d'eau est terrigène. En 2009, il est prévu d'élargir ce suivi aux autres cours d'eau du projet.

Les suivis relatifs à la faune dulcicole sont basés sur un inventaire des poissons et des macroinvertébrés. Le creek de la Baie Nord a fait l'objet de nombreux suivis dont un inventaire des poissons sur un tronçon et un inventaire des macroinvertébrés des dolines du bassin versant. Les suivis des macroinvertébrés pour la détermination des IBNC ont été réalisés sur l'ensemble du projet. Les résultats ont montré que la qualité biologique des cours d'eau échantillonnés est dans la majorité des cas bonne, voire passable.

Le bilan des suivis de l'année 2008 est bon, les suivis ont été réalisés et les résultats sont satisfaisants. En effet, aucune non-conformité n'est à reporter. Les exigences réglementaires ne sont pas encore toutes mises en place du fait d'un calendrier de suivi à adapter aux nouvelles préconisations des arrêtés d'autorisation d'exploiter, toutefois tous seront mis en place pour 2009.

ANNEXE I

Qualité physico-chimique des eaux et concentrations en métaux dissous
(Campagne août 2008)

Statistiques par station de la campagne mensuelle d'échantillonnage des eaux de surface 2008

Station			5-dol-01								6-U							
Analyse	Unité	LD	Total analyses	Nb analyses < LD	Date première mesure	Date dernière mesure	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Date première mesure	Date dernière mesure	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane
Cond	µS/cm	-	4	0	21/04/2008	09/07/2008	431,6	924	334,2	310,0	7	0	26/02/2008	11/12/2008	140,8	195,9	40,0	147,3
pH	mg/l	-	4	0	21/04/2008	09/07/2008	5,9	6,3	0,3	5,9	7	0	26/02/2008	11/12/2008	7,7	9,2	0,9	7,2
Température	C°	-	3	0	08/05/2008	09/07/2008	22,8	23,5	1,1	23,3	5	0	03/06/2008	11/12/2008	24,9	30	3,8	23,9
Cl	mg/l	-	2	0	08/05/2008	09/07/2008	120,5	188	95,5	120,5	8	0	26/02/2008	11/12/2008	15,8	18	1,10	15,4
SO4	mg/l	0,2	2	0	08/05/2008	09/07/2008	36,1	44,9	12,5	36,1	8	0	26/02/2008	11/12/2008	6,7	10,1	2,7	7,1
MES	mg/l	5	4	3	21/04/2008	09/07/2008	1,6	6,3	3,1	0,003	8	7	26/02/2008	11/12/2008	123,8	990	350	0,003
DCO	mg/l	10	3	2	21/04/2008	09/07/2008	3,3	10	5,8	0,003								

Station			6-Q								6-T							
Analyse	Unité	LD	Total analyses	Nb analyses < LD	Date première mesure	Date dernière mesure	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Date première mesure	Date dernière mesure	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane
Cond	µS/cm	-	12	0	30/01/2008	11/12/2008	142,5	223	57,5	141,1	11	0	30/01/2008	11/12/2008	138,2	163,6	15,8	135
pH	mg/l	-	12	0	30/01/2008	11/12/2008	7,0	8,2	0,6	6,9	11	0	30/01/2008	11/12/2008	7,3	8,5	0,9	7,1
Température	C°	-	9	0	30/01/2008	11/12/2008	23,9	31,1	3,6	22,3	7	0	30/01/2008	11/12/2008	22,3	23,1	0,9	22,2
Cl	mg/l	-	13	0	30/01/2008	11/12/2008	17,7	24,9	3,2	16,3	12	0	30/01/2008	11/12/2008	15,6	18,2	1,48	15,85
SO4	mg/l	0,2	13	0	30/01/2008	11/12/2008	8,9	14,3	4,2	8,5	12	0	30/01/2008	11/12/2008	10,4	16,8	3,47	9,4
MES	mg/l	5	13	12	30/01/2008	11/12/2008	0,5	6	1,7	0,003	12	12	30/01/2008	11/12/2008				
DCO	mg/l	10	4	4	30/01/2008	15/10/2008					4	4	30/01/2008	15/10/2008				

Station			6-BNOR-1								6-BNOR-2							
Analyte	Unite	LD	Total Analyses	Nb Analyses < LD	Date première mesure	Date dernière mesure	Moyenne	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	Date première mesure	Date dernière mesure	Moyenne	Max	Ecart-type	Mediane
Cond	µS/cm	-	5	0	21/08/2008	11/12/2008	140,2	161	16,0	138,6	5	0	03/08/2008	11/12/2008	126,1	162,2	38,7	132,3
pH	mg/l	-	5	0	21/08/2008	11/12/2008	7,5	8,5	0,8	7,0	5	0	03/08/2008	11/12/2008	8,0	9,1	0,8	8,2
Température	C°	-	5	0	21/08/2008	11/12/2008	24,3	25,9	1,2	24,3	5	0	03/08/2008	11/12/2008	24,5	26	1,3	24,5
Cl	mg/l	-	5	0	21/08/2008	11/12/2008	15,8	18,4	1,8	15,5	5	0	03/08/2008	11/12/2008	14,5	18,9	4,99	14,9
SO4	mg/l	0,2	5	0	21/08/2008	11/12/2008	6,5	7,8	1,3	6,7	5	0	03/08/2008	11/12/2008	6,1	8,8	2,83	6,8
MES	mg/l	5	5	5	21/08/2008	11/12/2008					5	5	03/08/2008	11/12/2008				
DCO	mg/l	10	5	5	21/08/2008	11/12/2008					5	5	03/08/2008	11/12/2008				

ANNEXE II

Statistiques par station des campagnes trimestrielles d'échantillonnage des eaux de surface 2008

Statistiques par station des campagnes trimestrielles d'échantillonnage des eaux de surface 2008

Station			1-A						1-E						WK 17					
Analyse	Unité	LD	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane
Cond	µS/cm		4	0	89,3	111	24,4	93,6	4	0	70,7	78,9	8,5	71,2	3	0	152,1	164,3	13,9	155,0
pH	mg/l		4	0	7,3	7,9	0,5	7,1	4	0	7,3	7,9	0,6	7,4	3	0	6,9	6,9	0,0	6,9
Turbidité	NTU		4	0	5,8	10,9	4,4	3,4	4	0	7,9	14,6	5,9	5	3	0	36,9	92,5	48,2	11,9
Température	C°		3	0	23,2	26,3	4,4	23,2	3	0	22,9	24,4	2,1	22,9	2	0	21,9	23,5	2,3	21,9
Ca	mg/l	0,1	4	0	0,3	0,4	0,1	0,3	4	0	0,4	0,5	0,10	0,35	3	0	0,6	0,7	0,1	0,6
Mg	mg/l	0,2	4	0	6,8	8,6	1,7	7,0	4	0	6,7	8,71	1,82	6,8	3	0	13,3	14,1	0,7	13,0
Na	mg/l	0,5	4	0	4,8	5,6	0,8	4,9	4	0	5,0	6,1	0,9	4,95	3	0	5,5	5,7	0,3	5,5
Cl	mg/l		4	0	9,6	10,5	1,1	9,9	4	0	9,8	10,5	1,04	10,1	3	0	12,2	12,9	0,6	12,0
SO4	mg/l	0,2	4	0	3,8	5,3	1,2	3,6	4	0	4,0	5,7	1,59	3,9	3	0	10,9	12,3	1,3	10,7
S	mg/l	1	4	1	1,1	1,6	0,7	1,3	4	0	1,5	1,8	0,3	1,4	3	0	3,8	4,2	0,5	3,9
Si	mg/l	0,4	4	0	3,9	5,3	1,2	3,9	4	0	3,7	5,2	1,1	3,6	3	0	6,2	6,4	0,2	6,1
NO3	mg/l	0,1	4	0	0,4	0,7	0,3	0,4	4	0	0,4	0,7	0,3	0,4	3	0	1,6	3,9	2,0	1,0
Mn	mg/l	0,004	4	2	0,005	0,007	0,002	0,004	4	2	0,005	0,007	0,002	0,004	3	3				
HT	mg/kg	0,5	2	1	2,4	4,7	3,3	2,4	4	4					2	2				
K	mg/l	0,3	4	4					4	3	0,202	0,8	0,40	0,003	3	3				
COT	mg/l	0,1	4	3	0,18	0,7	0,35	0,003	4	3	0,23	0,9	0,45	0,003	3	2	0,6	1,7	1,0	0,003
Cr	mg/l	0,01	4	4					4	2	0,007	0,01	0,004	0,007	3	1	0,011	0,02	0,01	0,01
NO2	mg/l	0,01	4	4					4	3	0,032	0,12	0,06	0,003	3	1	0,4	1,3	0,7	0,01
Ni	mg/l	0,03	4	3	0,01	0,03	0,01	0,003	4	3	0,010	0,03	0,01	0,003	3	3				
N gl	mg/l	0,5	4	4					4	4					3	1	0,7	1,0	0,6	1,0
CrVI	mg/l	0,01	4	4					4	4					3	3				
MES	mg/l	5	4	4					4	3	1,53	6,1	3,05	0,003	3	2	12,3	37,0	21,4	0,003
DBO	mg/l	1	4	3	0,75	3	1,50	0,003	4	4					3	1	1,3	2,0	1,2	2,0
DCO	mg/l	10	4	4					4	4					3	2	3,3	10,0	5,8	0,003
Hg	mg/l		3	3					3	2	0,17	0,49	0,28	0,003	3	2	0,049	0,1	0,1	0,003
As	mg/l	0,1	4	4					4	4					3	3				
PO4	mg/l		4	4					4	4					3	3				
Zn	mg/l	0,1	4	4					4	3	0,03	0,1	0,05	0,003	3	3				
P	mg/l	0,1	4	4					4	4					3	3				

Station			WK 17-20						3-A						3-B					
Analyse	Unité	LD	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane
Cond	µS/cm		3	0	115,4	124,0	9,0	116,1	4	0	71,1	80	8,2	68,5	4	0	82,7	89,2	5,0	82,3
pH	mg/l		3	0	7,7	8,0	0,3	7,7	4	0,0	7,4	7,8	0,3	7,2	4	0	7,6	7,8	0,2	7,6
Turbidité	NTU		3	0	2,5	4,2	1,5	1,9	4	0	1,1	1,6	0,5	1,1	4	0	128,6	380	217,7	3,8
Température	C°		2	0	22,2	23,3	1,6	22,2	3	0	20,3	22,3	2,8	20,3	3	0	21,2	23,3	3,0	21,2
Ca	mg/l	0,1	3	0	0,4	0,5	0,1	0,4	4	0	0,3	0,3	0,1	0,25	4	0	0,4	0,5	0,1	0,4
Mg	mg/l	0,2	3	0	10,3	11,2	0,9	10,3	4	0	5,3	5,65	0,3	5,2	4	0	6,1	6,4	0,4	6,2
Na	mg/l	0,5	3	0	5,6	6,1	0,6	5,7	4	0	4,7	5,3	0,5	4,7	4	0	4,8	5,6	0,6	4,6
Cl	mg/l		3	0	12,1	14,9	2,4	10,9	4	0	9,0	10	0,7	8,8	4	0	10,0	10,6	0,7	10,1
SO4	mg/l	0,2	3	0	3,7	5,6	1,8	3,3	4	0	2,1	2,3	0,2	2	4	0	6,3	8,6	2,1	6,5
S	mg/l	1	3	1	1,101	2,2	1,1	1,1	4	3	0,3	1	0,5	0,003	4	0	2,2	2,7	0,7	2,4
Si	mg/l	0,4	3	0	6,03	6,5	0,5	6,0	4	0	2,9	3,3	0,4	2,9	4	0	2,5	2,7	0,3	2,6
NO3	mg/l	0,1	3	1	0,67	1,6	0,8	0,4	4	4					4	1	0,4	0,9	0,4	0,4
Mn	mg/l	0,004	3	2	0,01	0,03	0,01	0,003	4	4					4	1	0,006	0,009	0,003	0,006

Station			WK 17-20						3-A						3-B					
HT	mg/kg	0,5	3	2	0,27	0,8	0,5	0,003	3	2	5,0	15	8,7	0,003	2	1	5,3	10,5	7,42	5,25
K	mg/l	0,3	3	3					4	4	0,003	0,003	0	0,003	4	4				
COT	mg/l	0,1	3	2	0,27	0,8	0,5	0,003	4	3	0,6	2,4	1,2	0,003	4	3	0,3	1,1	0,55	0,003
Cr	mg/l	0,01	3	1	0,008	0,01	0,004	0,01	4	4					4	1	0,01	0,02	0,01	0,02
NO2	mg/l	0,01	3	2	0,33	1,0	0,6	0,0	4	4					4	3	0,1	0,2	0,10	0,003
Ni	mg/l	0,03	3	3					4	2	0,02	0,04	0,0	0,02	4	3	0,01	0,03	0,01	0,003
N gl	mg/l	0,5	3	3					4	4					4	4				
CrVI	mg/l	0,01	3	3					4	4					4	1	0,01	0,01	0,004	0,01
MES	mg/l	5	3	2	1,802	5,4	3,1	0,003	4	4					4	3	30,0	120	60,00	0,003
DBO	mg/l	1	3	3					4	3	0,5	2	1,0	0,003	4	4				
DCO	mg/l	10	3	3					4	4					4	4				
Hg	mg/l		3	2	0,132	0,4	0,2	0,003	3	3					3	3				
As	mg/l	0,1	3	3					4	3	0,027	0,1	0,0	0,003	4	4				
PO4	mg/l		3	3					4	4					4	4				
Zn	mg/l	0,1	3	3					4	4					4	4				
P	mg/l	0,1	3	3					4	4					4	4				

Station			3-C						3-D						3-E					
Analyse	Unité	LD	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane
Cond	µS/cm		4	0	76,6	93,6	18,6	79,4	3	0	137,2	184,5	41,0	116,1	3	0	129,7	152,6	19,9	120,0
pH	mg/l		4	0	7,5	7,7	0,2	7,4	3	0	7,4	7,7	0,3	7,5	3	0	7,3	7,8	0,4	7,1
Turbidité	NTU		4	0	2,6	6,4	3,3	0,8	3	0	34,9	83,3	42,0	13,5	3	0	591,1	1770,0	1021,0	1,7
Température	C°		3	0	22,8	24,1	1,9	22,8	2	0	20,7	23,6	4,1	20,7	2	0	23,3	26,0	3,8	23,3
Ca	mg/l	0,1	4	0	0,3	0,4	0,1	0,3	3	0	1,0	1,1	0,2	1,1	3	0	0,6	0,9	0,3	0,6
Mg	mg/l	0,2	4	0	4,7	7,4	2,7	5,0	3	0	10,9	12,4	1,7	11,2	3	0	10,6	10,8	0,3	10,8
Na	mg/l	0,5	4	0	6,6	8,0	1,7	7,0	3	0	4,9	5,1	0,2	4,9	3	0	5,3	5,5	0,3	5,5
Cl	mg/l		4	0	12,4	15,2	2,6	12,7	3	0	11,2	12,5	1,2	10,6	3	0	11,8	13,0	1,1	11,5
SO4	mg/l	0,2	4	0	2,3	2,3	0,1	2,3	3	0	22,0	25,8	5,8	24,8	3	0	8,7	12,6	3,5	7,7
S	mg/l	1	4	3	0,3	1,2	0,6	0,003	3	0	7,4	9,2	2,0	7,7	3	0	3,1	4,3	1,1	2,5
Si	mg/l	0,4	4	1	2,7	4,5	2,0	3,1	3	0	2,2	2,5	0,4	2,4	3	0	4,9	5,8	1,2	5,3
NO3	mg/l	0,1	4	3	0,01	0,03	0,01	0,003	3	0	0,9	1,8	0,9	0,9	3	1	1,1	2,8	1,5	0,6
Mn	mg/l	0,004	4	3	0,004	0,007	0,002	0,003	3	0	0,009	0,017	0,007	0,006	3	0	0,011	0,012	0,002	0,011
HT	mg/kg	0,5	2	1	0,8	1,6	1,1	0,8	1	1					1	1				
K	mg/l	0,3	4	3					3	3					3	3				
COT	mg/l	0,1	4	3					3	2	0,27	0,80	0,46	0,003	3	2	0,40	1,20	0,69	0,003
Cr	mg/l	0,01	4	4					3	0	0,06	0,08	0,02	0,06	3	2	0,02	0,04	0,02	0,003
NO2	mg/l	0,01	4	4					3	1	0,26	0,75	0,43	0,02	3	2	0,26	0,76	0,44	0,003
Ni	mg/l	0,03	4	3	0,01	0,03	0,014	0,003	3	3					3	3				
N gl	mg/l	0,5	4	4					3	2	0,34	1,0	0,58	0,003	3	1	0,33	0,50	0,29	0,50
CrVI	mg/l	0,01	4	4					3	0	0,06	0,08	0,02	0,05	3	2	0,01	0,03	0,02	0,003
MES	mg/l	5	4	4					3	2	9	27	15,6	0,00	3	2	163,3	490	282,9	0,003
DBO	mg/l	1	4	4					3	2	1,0	3,0	1,7	0,003	3	3				
DCO	mg/l	10	4	4					3	3					3	3				
Hg	mg/l		3	3					3	3					3	3				
As	mg/l	0,1	4	4					3	3					3	2	0,04	0,10	0,06	0,00
PO4	mg/l		4	4					3	3					3	3				
Zn	mg/l	0,1	4	3	0,03	0,10	0,05	0,003	3	3					3	3				
P	mg/l	0,1	4	4					3	3					3	3				

Station			4-M						4-N						6-R					
Analyse	Unité	LD	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane
Cond	µS/cm		4	0	73,7	57,2	14,4	50,6	4	0	98,1	102,0	3,4	96,4	4	0	41,9	61,9	21,8	99,7
pH	mg/l		4	0	8,5	7,1	1,8	7,7	4	0	7,1	7,6	0,5	7,0	4	0	7,0	8,3	1,2	6,9
Turbidité	NTU		4	0	14,9	12,3	2,4	11,9	4	0	750,4	2240	1290	5,9	4	0	1,8	2,7	0,8	1,0
Température	C°		3	0	23,5	22,1	2,1	22,1	3	0	22,1	23,5	2,1	22,1	2	0	23,3	23,3	0,0	21,9
Ca	mg/l	0,1	4	1	0,3	0,2	0,1	0,3	4	0	1,3	2,5	0,9	1,0	4	0	3,5	6,5	2,5	1,5
Mg	mg/l	0,2	4	0	2,3	1,7	0,5	1,8	4	0	4,8	5,8	1,3	5,3	4	0	2,0	2,7	0,7	2,7
Na	mg/l	0,5	4	0	5,8	4,6	1,0	4,5	4	0	5,9	6,6	0,9	6,3	4	0	6,2	7,9	1,7	7,8
Cl	mg/l		4	0	11,1	9,5	1,4	9,5	4	0	12,9	14,1	1,6	13,5	4	0	12,3	15,0	2,7	15,8
SO4	mg/l	0,2	4	0	6,3	4,2	1,6	4,1	4	0	13,0	18,2	4,7	13,4	4	0	10,2	18,0	7,4	5,1
S	mg/l	1	4	0	2,2	1,5	0,5	1,5	4	0	4,6	6,2	1,5	4,7	4	0	3,63	6,3	2,5	2,5
Si	mg/l	0,4	4	4	0,0	0,003	0,0	0,0	4	1	0,4	0,6	0,3	0,5	4	4				
NO3	mg/l	0,1	4	0	0,7	0,4	0,3	0,4	4	0	0,8	1,3	0,7	0,9	4	2	0,43	1,3	0,6	0,3
Mn	mg/l	0,004	4	0	0,0	0,02	0,0	0,0	4	0	0,009	0,020	0,007	0,006	4	0	0,04	0,063	0,018	0,005
HT	mg/kg	0,5	3	2	6,9	2,30	4,0	0,0	4	3	3,6	14,2	7,1	0,003	3	2	0,54	1,6	0,9	0,4
K	mg/l	0,3	4	4					4	1	0,4	0,7	0,3	0,4	4	3	0,08	0,3	0,1	0,0030
COT	mg/l	0,1	4	4					4	3	0,4	1,5	0,7	0,0	3	2	0,54	1,6	0,9	1,0
Cr	mg/l	0,01	4	4					4	4					4	4				
NO2	mg/l	0,01	4	4					4	3	0,11	0,4	0,2	0,003	3	2	0,252	0,8	0,4	0,003
Ni	mg/l	0,03	4	4					4	3	0,01	0,03	0,014	0,003	4	3	0,015	0,1	0,02	0,003
N gl	mg/l	0,5	4	3	2,2	0,6	1,1	0,003	4	3	0,53	2,1	1,1	0,003	3	3				
CrVI	mg/l	0,01	4	4					4	4					3	3				
MES	mg/l	5	4	3	5,2	1,3	2,6	0,003	4	3	135	540	270	0,003	4	4				
DBO	mg/l	1	4	4					4	4					3	2	0,335	1,0	0,6	0,003
DCO	mg/l	10	4	3	42,0	10,5	21	0,003	4	4					4	4				
Hg	mg/l		3	3					3	3					3	3				
As	mg/l	0,1	4	4					4	4					4	4				
PO4	mg/l		4	4					4	4					4	4				
Zn	mg/l	0,1	4	4					4	4					4	4				
P	mg/l	0,1	4	4					4	4					4	4				

Station			6-S						6-U					
Analytse	Unité	LD	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane	Total analyses	Nb analyses < LD	Moyenne	Max	Ecart-type	Médiane
Cond	µS/cm		4	0	126,3	217,0	80,7	99,7	4	0	150,2	203,0	47,0	134,7
pH	mg/l		4	0	6,9	7,2	0,3	6,9	4	0	7,4	8,3	0,8	7,2
Turbidité	NTU		4	0	1,0	1,1	0,2	1,0	4	0	5,4	7,0	2,1	6,1
Température	C°		2	0	21,9	21,9	0,0	21,9	2	0	22,6	22,6	0,0	22,6
Ca	mg/l	0,1	4	0	1,5	2,7	1,1	1,5	4	0	1,4	1,7	0,3	1,4
Mg	mg/l	0,2	4	0	2,7	3,6	0,8	2,7	4	0	10,1	11,4	1,9	10,9
Na	mg/l	0,5	4	0	7,5	8,9	1,5	7,8	4	0	10,6	17,1	4,4	8,6
Cl	mg/l		4	0	15,8	17,6	1,9	15,8	4	0	18,1	24,5	4,4	16,5
SO4	mg/l	0,2	4	0	6,0	9,7	2,5	5,1	4	0	7,9	9,2	1,3	8,1
S	mg/l	1	3	0	2,23	3	1	1,9	3	0	2,9	3	0,3	3,0
Si	mg/l	0,4	4	1	0,80	1,2	0,5	1,0	4	0	5,4	6,4	1,2	5,8
NO3	mg/l	0,1	4	0	0,30	0,7	0,3	0,3	4	0	0,5	0,8	0,4	0,7
Mn	mg/l	0,004	4	2	0,01	0,018	0,007	0,005	4	0	0,0	0,0	0,0	0,0

Station			6-S						6-U					
HT	mg/kg	0,5	4	2	0,43	1,0	0,5	0,4	3	3	0,0	0,0	0,0	0,0
K	mg/l	0,3	4	3	0,08	0,3	0,1	0,0	4	1	0,5	1,2	0,5	0,4
COT	mg/l	0,1	3	1	0,95	1,9	1,3	1,0	3	1	0,8	1,5	1,1	0,8
Cr	mg/l	0,01	4	4					4	4				
NO2	mg/l	0,01	3	3					3	2	0,015	0,0	0,0	0,0
Ni	mg/l	0,03	4	4					4	3	0,012	0,0	0,0	0,0
N gl	mg/l	0,5	3	3					3	2	0,169	0,5	0,3	0,0
CrVI	mg/l	0,01	4	4					4	4				
MES	mg/l	5	4	4					4	4				
DBO	mg/l	1	3	3					3	2	0,669	2,0	1,2	0,0
DCO	mg/l	10	4	3	3,752	15,0	7,5	0,0	4	3	3,252	13,0	6,5	0,0
Hg	mg/l		3	3					3	3				
As	mg/l	0,1	4	4					4	4				
PO4	mg/l		4	4					4	2	0,327	0,7	0,4	0,3
Zn	mg/l	0,1	4	4					4	4				
P	mg/l	0,1	4	4					4	3	0,052	0,2	0,1	0,0

ANNEXE III

Résultats des suivis de la nature des sédiments du creek de la Baie Nord

Résultats des suivis de la nature des sédiments du creek de la Baie Nord

Paramètre	unité	6-U				6-Q				6-T			
		Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Moyenne	Min	Max	Ecart-type
Aluminium	mg/kg	79200	28600	100000	17758,14179	43000	28700	49400	5556	84144	33500	121000	28756,77485
Antimoine	mg/kg	152	194	261	34	350	329	370	21	187	173	200	14
Argent	mg/kg	-	0	0	-	0,2	0,2	0,2	0	-	0	0	-
Arsenic	mg/kg	14	11	19	3	18	14	23	3	19	17	21	2
Azote global	mg/kg	160,0	130,0	190,0	30	160	150	170	10	95	40	150	55
Azote Kjeldahl	mg/kg	160,0	130,0	190,0	30	160	150	170	10	95	40	150	55
Cadmium	mg/kg	6	5	8	1	13	7	30	10	7	7	7	0
Calcium	mg/kg	170	111	241	50	141	95	206	43	163	102	257	62
Carbone Organique total	%	0,30	0,29	0,31	0,01	0,33	0,28	0,37	0,045	0,28	0,25	0,31	0,03
Chlorure	mg/kg	92,9	5,8	180,0	87,1	19,0	8,0	30,0	11	7	7	7	0
Chrome	mg/kg	42644	14100	50400	14908,4	42778	17200	52300	13680	37122	14500	49900	11206,55612
Cobalt	mg/kg	358	260	480	55,6	388	206	600	126	307	164	460	104
Conductivité	µS/cm	132,4	91,4	188,3	29,2	146,6	71,7	219,0	38,3	148	103	229	34
Cuivre	mg/kg	27	14	70	15,6	33	13	80	19	29	13	70	16
Etain	mg/kg	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
Fer	mg/kg	454556	338000	472000	41481,2	601375	417000	509000	30071	444222	339000	462000	34922,19924
Humidité relative	%	20,3	14,6	26,0	5,7	21,0	17,2	24,8	3,8	20	18	22	2
Hydrocarbures Totaux	mg/kg	-	0,0	0,0	-	174	174	174	0	-	0	0	-
Magnésium	mg/kg	7506	688	10900	3495,9	5224	572	8100	2433	8651	1060	15800	4015,052179
Manganèse	mg/kg	2 898	2 260	3 450	358	3 419	2 180	5 220	883	2 772	1 820	3 660	642
Mercure	mg/kg	0	0,1	0,12	0,01	0	0,05	0,09	0,02	0	0,14	0,16	0,01
Molybdène	mg/kg	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
Nickel	mg/kg	2 763	2 490	3 110	230	3 062	2 450	3 530	352	2 827	2 110	3 670	497
Nitrates	mg/kg	2,5	0,1	5,0	2,44	-	0,0	0,0	-	1	0	1	0
Nitrites	mg/kg	-	0,0	0,0	-	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0
pH		7,4	6,6	8,6	0,6	5,7	6,6	8,0	0,4	7	7	8	0
Phosphore	mg/kg	92,0	86,0	99,0	5,6	102,3	82,0	117,0	12,7	129	49	290	83
Plomb	mg/kg	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
Potassium	mg/kg	30,3	25,0	43,0	7,4	33,5	28,0	39,0	5,5	45	34	55	11
Sélénium	mg/kg	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
Silicium	mg/kg	12200	5200	15800	2902,0	7144	4400	8600	1402	11756	6100	15300	2400,33331
Sodium	mg/kg	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
Soufre	mg/kg	629	553	733	67	681	598	750	57	697	606	776	69
Sulfates	mg/kg	510,0	290,0	730,0	220	540,0	380,0	700,0	160	395	370	420	25
Tellure	mg/kg	47	42	57	5	57	53	62	3	49	38	56	6
Thallium	mg/kg	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
Titane	mg/kg	1 005	890	1 160	69	1 131	1 030	1 250	57	1 017	840	1 250	121
Vanadium	mg/kg	-	0	0	-	-	0	0	-	253	211	275	26
Zinc	mg/kg	140	60	200	50	168	91	240	55	145	93	200	42

ANNEXE IV

Résultats des suivis IBNC effectués pour le creek de la Baie Nord, la Kwé
Principale, la Kwé Ouest et la Kwé Nord

Résultats des suivis IBNC effectués pour le creek de la Baie Nord, la Kwé Principale, la Kwé Ouest et la Kwé Nord

	6-BNOR1			6-BNOR2			6-T			1-E			4-M			4-N		
	Score IBNC	Taxon	Qualité	Score IBNC	Taxon	Qualité	Score IBNC	Taxon	Qualité	Score IBNC	Taxon	Qualité	Score IBNC	Taxon	Qualité	Score IBNC	Taxon	Qualité
30/01/08	5,92	15	bonne qualité biologique	4,33	8	mauvaise qualité biologique	5,43	12	qualité biologique passable	6,17	9	Bonne qualité Biologique	7	6	Excellente qualité biologique	6	12	Bonne qualité biologique
février																		
mars																		
15/04/08	4,83	8	qualité biologique passable	4,5	7	mauvaise qualité biologique	5	5	qualité biologique passable	3	3	Très mauvaise qualité biologique	5,33	5	Qualité biologique passable	5,67	3	Bonne qualité biologique
08/05/08							6	6	bonne qualité biologique									
05/06/08							2	4	très mauvaise qualité biologique									
01/07/08	5,2	6	qualité biologique passable	6	6	Bonne qualité biologique	5	7	Qualité biologique passable	6,17	8	Bonne qualité biologique	7	8	Excellente qualité biologique	5,33	7	Qualité biologique passable
07/08/08							6,17	10	bonne qualité biologique									
09/09/08							5,1	15	qualité biologique passable									
07/10/08	5,17	16	Qualité biologique passable	5	8	Qualité biologique passable	5,14	10	qualité biologique passable	5,3	12	Qualité biologique passable	6	12	Bonne qualité biologique	5,63	10	Bonne qualité biologique
13/11/08							4,89	13	qualité biologique passable									
09/12/08							6	12	bonne qualité biologique									

ANNEXE V

Rapport annuel des suivis IBNC pour 2008



SUIVI DE LA QUALITE BIOLOGIQUE DES COURS D' EAU (IBNC)

- CREEK DE LA BAIE NORD
- KWE : Bras Nord, Ouest, Est
 - KADJI AVAL

Année 2008: Synthèse



BUREAU D'ETUDES EN
AMENAGEMENT URBAIN

7 bis, rue Suffren
Immeuble Le Kariba
BP 76 - 98845 NOUMEA CEDEX
NOUVELLE-CALÉDONIE
TEL (687) 25 19 70
FAX (687) 25 04 85
etec@etec.nc

AVANT-PROPOS

Suite à l'arrêté n°1769-2004/PS du 15 octobre 2004 qui autorisait la société GORO NICKEL, dans le cadre de la Délibération 14 du 21 juin 1985 relatives aux ICPE, à exploiter une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt aux lieux-dits « Goro » et « Prony-est » sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, un plan de surveillance des eaux de surface a été mis en place par l'industriel.

Ce plan de surveillance prévoyait le suivi de trois stations à la fréquence suivantes :

- Creek de la Baie Nord confluence, station 6T : suivi semestriel en phase d'exploitation ;
- Rivière Kwé principale aval, station 1E : suivi semestriel en phase d'exploitation ;
- Rivière Kadji aval base vie, station 5E : suivi annuel en phase d'exploitation.

A ce plan de surveillance s'ajoute les prescriptions de l'arrêté n°1228-2002/PS du 25 septembre 2002 relatif à l'autorisation d'exploitation de la Station d'épuration du site, ainsi que celles de l'arrêté n°890-2007/PS du 12 juillet 2007 relatif aux utilités, imposant la mise en place d'un suivi IBNC sur le creek de la Baie Nord.

Fin 2007 et pour l'année 2008, la S.A.S. Goro-Nickel a décidé d'augmenter le nombre de station de suivi sur son site, afin que le plan de surveillance englobe la majorité des cours d'eau du site qui seront à l'avenir potentiellement soumis aux impacts de l'exploitation.

Pour l'année 2008 ce sont donc 9 stations qui ont été suivies sur l'ensemble du site. Ces stations sont les suivantes :

Station		Coordonnées GPS	
		IGN72	RGNC91
6-T	Creek Baie Nord confluence	Est 694508 Nord 7528610	Est 491882 Nord 207361
6-BNOR1	Bras Nord du creek de la Baie Nord, en amont proche rejet STEP	Est 694712 Nord 7528842	Est 492084 Nord 207594
6-BNOR2	Bras Nord du creek de la Baie Nord, en aval proche rejet STEP	Est 694677 Nord 7528771	Est 492049 Nord 207523
5-E	Rivière Kadji aval	Est 694536 Nord 7530746	Est 491895 Nord 209497
3-B	Rivière Kwé Ouest, en aval du stockage des résidus	Est 699189 Nord 7532021	Est 496539 Nord 210804
4-M	Rivière Kwé Nord bras n°1 (Ouest), en aval rejet de la préparation de minerai et du centre de maintenance de la mine	Est 701545 Nord 7532834	Est 498889 Nord 211632
4-N	Rivière Kwé Ouest, en aval rejet de la préparation de minerai et du centre de maintenance de la mine	Est 700066 Nord 7532103	Est 497416 Nord 210892
PAKE-01	Rivière Kwé Est, en aval de la carrière	Est 701695	Est 499043

		Nord 7532214	Nord 211014
1-E	Kwé principale aval	Est 702675 Nord 7529508	Est 500042 Nord 208315

La fréquence de suivi adoptée a été calquée sur celle du suivi physico-chimique du réseau, à savoir :

- Mensuelle pour la station 6 T ;
- Trimestrielle pour l'ensemble des autres stations.

Le présent rapport constitue la synthèse des résultats obtenus sur la qualité biologique des cours d'eau susmentionnés pour l'année 2008. Une analyse des résultats y est menée afin d'interpréter l'évolution des notes obtenues.

SOMMAIRE

1	<u>L'EVALUATION BIOLOGIQUE DE LA QUALITE DES EAUX</u>	4
1.1	LE BUT DE LA METHODE DE L'IBNC	4
1.2	DOMAINE D'APPLICATION	5
1.3	LES PRINCIPAUX POINTS DE LA METHODE	6
2	<u>CAMPAGNES IBNC ANTERIEURES</u>	8
2.1	EN 2002	8
2.2	EN 2005	8
2.3	EN 2006	9
2.4	EN 2007	9
3	<u>LA CAMPAGNE 2008</u>	10
3.1	CONDITIONS DE REALISATION	10
4	<u>4 REMARQUES SUR L'INTERPRETATION DES RESULTATS</u>	13
4.1	RICHESSSE SPECIFIQUE ET DENSITE DE LA FAUNE	13
4.2	LES POLLUTIONS MINERALES	13
4.3	LE CREEK DE LA BAIE NORD : (STATION 6BNOR1, 6BNOR2 ET 6T) :	14
4.4	LA RIVIERE KWE :	18
4.5	LE CREEK KADJI :	20

1 L'EVALUATION BIOLOGIQUE DE LA QUALITE DES EAUX

Nota Bene : La méthode présentée ici et utilisée pour la réalisation des campagnes IBNC par ETEC est celle mise au point par Nathalie Mary pour le compte de la DAVAR : « Guide méthodologique en vue de la détermination de l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie – L'échantillonnage de faune benthique », DAVAR-ORE, juillet 2002, faisant suite à la thèse de Nathalie Mary « Caractérisations physico-chimiques et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macroinvertébrés benthiques », de 1999.

1.1 LE BUT DE LA METHODE DE L'IBNC

Les indices biotiques sont des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières. Ces méthodes se basent sur l'étude des organismes vivants inféodés aux milieux aquatiques. Elles sont fondées sur le fait que des formes animales ou végétales de sensibilités différentes vis-à-vis de facteurs environnementaux, coexistent dans les eaux courantes. Si la pollution fait varier ces paramètres, les organismes les plus sensibles ou **bioindicateurs** régressent au profit des plus résistants. Ces méthodes s'appuient généralement sur l'organisation des communautés de macroinvertébrés (mollusques, oligochètes, larves d'insectes, crustacés...) qui colonisent le substrat des rivières.

Dans les milieux aquatiques, les observations biologiques sont considérées comme complémentaires des analyses chimiques d'échantillons d'eau. En effet, elles intègrent et mémorisent, sur des périodes plus ou moins longues, l'impact des variations passées et présentes du milieu sur les espèces vivantes. En revanche, les données chimiques sont ponctuelles et susceptibles de variations rapides au cours du temps. Les résultats des analyses physico-chimiques témoignent donc de la composition de l'eau au moment de l'échantillonnage.

En Nouvelle-Calédonie, un indice biotique, fondé sur la même approche que les méthodes existant en Australie et en Nouvelle -Zélande, a été proposé par MARY N. (1999). L'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) permet de détecter des **pollutions organiques en milieu courant** et se réfère à une soixantaine de *taxa* auxquels il a été attribué un score en fonction de leur sensibilité aux teneurs en matières organiques dans les eaux et à différents paramètres indicateurs de pollution organique (chlorures, sulfates, sodium, potassium, ammonium, phosphates, MES).

1.2 DOMAINE D'APPLICATION

1.2.1 MILIEUX POUVANT ETRE ECHANTILLONNES

La méthode est applicable dans les sites d'**eau courante** à l'exception des zones de sources et des zones saumâtres. Dans les cours d'eau, plusieurs facteurs peuvent limiter la récolte des échantillons faunistiques :

- la profondeur si elle excède un mètre ;
- la vitesse du courant qui, si elle est excessive, ne permet pas d'échantillonner l'ensemble de la mosaïque d'habitats ;
- la turbidité de l'eau qui, si elle est trop élevée, peut empêcher de visualiser le lit du cours d'eau.

1.2.2 FINALITE DE LA MESURE

L'emploi de l'IBNC est particulièrement indiqué pour les perturbations qui induisent une modification de la qualité organique de l'eau : rejets domestiques à dominance organique, contaminations d'origine agricole ou effets liés à l'eutrophisation par dénaturation des fonds. Appliquée comparativement (par exemple en amont et en aval d'un rejet), la méthode permet d'évaluer, dans les limites de sa sensibilité, l'effet d'une perturbation sur le milieu récepteur. Par ailleurs, l'indice biotique témoigne de la structure d'une biocénose constituée d'organismes intégrateurs sur le long terme et reste sensible à des perturbations de type chronique ou bien à des perturbations de type intermittent mais suffisamment intenses pour entraîner une mortalité immédiate.

1.2.3 PERIODE D'ECHANTILLONNAGE

Les prélèvements ne peuvent être réalisés qu'en période de débit stabilisé depuis au moins 15 jours. Il est donc recommandé d'attendre au minimum 2 semaines après une crue cyclonique ou à la suite du tarissement d'un cours d'eau. La période de prélèvement conseillée est généralement celle des basses eaux (étiage) durant laquelle la concentration des pollutions est maximale, les températures élevées, les perturbations hydrauliques faibles, les conditions de prélèvement bonnes. Cependant la période de prélèvement peut être choisie en fonction de l'objectif de l'étude. Un minimum de deux périodes d'échantillonnage par an est nécessaire pour effectuer la caractérisation initiale d'un milieu.

1.3 LES PRINCIPAUX POINTS DE LA METHODE

Les principales étapes méthodologiques sont présentées ci-dessous dans l'ordre chronologique :

- 1 Relever les coordonnées GPS de la station¹, noter son nom sur la fiche de terrain, la date, l'heure, etc. ;
- 2 Décrire l'environnement de la station d'échantillonnage et prendre des photographies illustrant la station d'échantillonnage et les alentours. Noter tout phénomène anormal observé (mortalité de poissons, ...) ou toute source potentielle d'interférence (bétail, ...) ;
- 3 Procéder à la mesure des paramètres physico-chimiques *in situ* suivants : conductivité, température, oxygène dissous, pH ;
- 4 Déterminer la station d'échantillonnage et procéder au prélèvement du benthos. A chaque station, 5 prélèvements sont réalisés au filet « Surber » en milieu courant (il s'agit d'un filet dont la cadre d'échantillonnage et les mailles du filet sont normalisées). Les 5 prélèvements sont effectués dans des types de microhabitats distincts, définis par les combinaisons « support - vitesses de courant ». Les catégories de support sont recherchées dans l'ordre des habitats des plus hospitaliers pour la faune aux moins hospitaliers. Les échantillons collectés sont fixés sur site par une solution d'alcool ou de formol ;



Echantillonnage au filet « Surber »

- 5 Procéder à l'enregistrement des données mésologiques : largeur et profondeur du cours d'eau, structure des berges, ombrage, vitesse du courant, substrat, matière organique grossière, végétaux aquatiques... , et de toute autre information non encore relevée ;

¹ La station est un tronçon de cours d'eau de longueur égale à environ 10 fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement. La longueur d'une station est généralement comprise entre 50 et 100 m.

6 Analyse des échantillons et détermination de l'IBNC : observation des individus collectés, puis attribution, en fonction des *taxa* présents, d'une note rendant compte de la qualité biologique de l'eau :

- Les notes de l'IBNC peuvent s'échelonner théoriquement de 0 (aucun individu recueilli) à 10 (tous les taxons recueillis ont une polluosensibilité maximale). Les classes de qualité définies sont :

IBNC	Qualité
$IBNC \leq 3,50$	Très mauvaise
$3,51 \leq IBNC \leq 4,50$	Mauvaise
$4,51 \leq IBNC \leq 5,50$	Passable
$5,51 \leq IBNC \leq 6,50$	Bonne
$IBNC \geq 6,51$	Excellente

- Dans la réalité, les notes maximales obtenues sont en général de l'ordre de 7 et les notes minimales de l'ordre de 2-3.

2 CAMPAGNES IBNC ANTERIEURES

2.1 EN 2002

Dans le cadre du suivi mis en place par Goro Nickel, une détermination de l'IBNC avait été réalisée sur le Creek de la Baie Nord par Bio Impact (Valérie VAILLET), le 28 août 2002, au niveau des points :

- station BNOR25, coordonnées 695 454, 7 528 998,
- station BNOR50, coordonnées 695 433, 7 529 052 (*cf. carte de localisation, page 10*).

Les notes IBNC obtenues sont :

- station BNOR25 : **IBNC=5,625** : eaux de bonne qualité,
- station BNOR50 : **IBNC=5,875** : eaux de bonne qualité.

Notons qu'il est difficile d'établir une réelle comparaison entre la campagne du 28 août 2002 et les campagnes de suivi de 2005 et 2006 étant donné que :

- les stations échantillonnées en 2002 et 2005-2006 sur le Creek de la Baie Nord ne sont pas les mêmes et sont relativement éloignées (*cf. carte de localisation, page 10*),
- la saison d'échantillonnage est différente pour certaines mesures.

Ces données IBNC mesurées en 2002 sont donc données ici à titre indicatif.

2.2 EN 2005

Dans le cadre de la campagne de suivi « état de référence », la société GORO NICKEL a fait réaliser les 15 et 16 février 2005 par éTEC², la détermination des indices biotiques sur les stations suivantes :

- Creek de la Baie Nord, station 6T : confluence,
- Kwé principale aval : station 1E,
- Kadji aval : station 5E,
- Creek de la Baie Nord, en amont du futur point de rejet de la station d'épuration,
- Creek de la Baie Nord, en aval du futur point de rejet de la station d'épuration,

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Station 6T : 6,00 bonne qualité biologique ;
- Station 1E : 5,80 bonne qualité biologique ;
- Station 5E : 6,25 bonne qualité biologique ;
- Creek de la Baie nord, amont point de rejet : 5,50 qualité biologique passable ;
- Creek de la Baie nord, aval point de rejet : 5,00 qualité biologique passable.

² cf. rapport éTEC 992-env-v2 de février-mars 2005

2.3 EN 2006

La société GORO NICKEL a effectuée la réalisation du suivi annuel 2006 des Indices Biotiques de Nouvelle-Calédonie sur les stations 6T, 1E et 5E selon le calendrier prévisionnel suivant :

CAMPAGNE	STATION CONCERNEE	DATES PREVISIONNELLES
« Suivi des impacts de la construction » suivi pendant 4 mois	6T	mars 2006 avril 2006 mai 2006 juin 2006
« Etat de référence » suivi trimestriel	6T, 1E et 5E	avril 2006 juin 2006 septembre 2006 décembre 2006

Notons qu'en ce qui concerne la station 6T, les IBNC prévus en avril et juin sont les mêmes pour les deux campagnes (une seule détermination de l'IBNC en avril et une seule en juin pour cette station).

2.4 EN 2007

La société GORO NICKEL a effectuée la réalisation du suivi annuel 2007 des Indices Biotiques de Nouvelle-Calédonie sur les stations 6T, 1E et 5E selon le calendrier prévisionnel suivant :

- Suivi mensuel au niveau de la station 6 T ;
- Suivi trimestriel au niveau des stations 5E, 1E.

En octobre 2007, les stations 6BNOR1, 6BNOR2, 4M et 4N ont été ajoutées aux points de suivis.

3 LA CAMPAGNE 2008

3.1 CONDITIONS DE REALISATION

3.1.1 CHOIX DE LA DATE

3.1.1.1 Suivi simultané des paramètres physico-chimiques et biologiques

Afin de réaliser l'ensemble des mesures et relevés de la campagne d'état de référence menée par GORO NICKEL durant la même période, les échantillonnages d'indices biotiques sont réalisés simultanément aux campagnes de mesures physico-chimiques réalisées par ailleurs par GORO NICKEL afin de pouvoir analyser et comparer les résultats physico-chimiques et biologiques.

3.1.1.2 Météorologie.

Comme évoqué précédemment, les échantillonnages de faune pour la détermination de l'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie doivent être réalisés en période de débit stabilisé depuis au moins 15 jours. Les échantillons sont donc réalisés au minimum 2 semaines après une crue importante ou à la suite d'un tarissement du cours d'eau. Le calendrier prévisionnel annuel des échantillonnages peut donc être adapté pour tenir compte des conditions météorologiques.

3.1.2 INTERVENANTS ET MATERIEL UTILISE

3.1.2.1 Intervenants

Les prélèvements de faune benthique sur les stations sont réalisés par le bureau d'études éTEC. Conformément au protocole défini par Nathalie MARY, les échantillons sont conservés dans de l'alcool à 95° avant d'être envoyés par avion en France, à Nathalie MARY. Les analyses des échantillons prélevés et la détermination des indices biotiques pour chaque station sont assurées par Nathalie MARY, docteur en hydrobiologie. Pour l'année 2008, une partie des échantillons a été déterminée en Nouvelle-Calédonie par éTEC en la personne du Docteur en Hydrobiologie et écotoxicologie Yannick DOMINIQUE. Ces déterminations ont été envoyées au docteur N. Mary pour validation.

3.1.2.2 Matériel utilisé

Les principaux éléments du matériel utilisé lors des campagnes de terrain sont les suivants :

- Pour les mesures *in situ* des paramètres physico-chimiques :
 - Conductimètre : Cond 315i de la marque WTW,
 - pHmètre : pH 315i de la marque WTW,
 - Oxymètre : Oxi 315i de la marque WTW,

- Pour le prélèvement et le conditionnement des échantillons de faune benthique :
 - Filet de type « Surber »,
 - Petit filet à main,
 - Bassine, entonnoir,
 - Flacons en PEHD avec bouchon à vis,
 - Solution d'alcool à 95 °.

3.1.3 ENVIRONNEMENT GENERAL DES STATIONS

Comme cela apparaît dans les fiches de description des stations, on peut noter que d'une manière générale, les stations présentent des caractéristiques similaires, typiques des cours d'eau sur roches ultramafiques du Sud et notamment :

- station présentant des zones de courant rapide (voire chutes d'eau) à moyen,
- eau limpide,
- cours non ombragé,
- pas de végétaux dans le lit,
- substrat composé généralement soit de roche-mère, soit de graviers,
- dépôts latéritiques importants dans le lit,
- berges naturelles et végétalisées (arbres),
- zones d'érosion à proximité (berges) ou dans le bassin versant.

On peut remarquer dès à présent que ces caractéristiques ne sont pas les plus favorables au développement de la faune benthique, qui préfère les substrats de plantes aquatiques ou de débris végétaux et les cours d'eau ombragés.

3.1.4 RESULTATS

Les fiches de résultats, présentées en parallèle au présent rapport, pour chaque station et chaque journée d'échantillonnage comprennent l'ensemble des informations recueillies sur le terrain qui permettent d'analyser, d'interpréter et si besoin de valider les résultats d'indices biotiques obtenus par l'examen de la faune recueillie sur chaque station. En effet, les indices biotiques obtenus peuvent être commentés et nuancés en fonction des caractéristiques de la station et des conditions d'échantillonnage. Ces indications sont :

- données d'identification de la station,
- informations sur l'environnement général de la station,
- relevés des mesures physico-chimiques *in situ*,
- indications sur les points d'échantillonnage de la station,
- données mésologiques de la station (description du lit, du substrat, des berges, ...),
- photographies.

Sont également présentés, pour chaque station, les résultats de l'examen des échantillons et la note IBNC permettant d'évaluer la qualité biologique de l'eau.

Remarque : Lorsque les prélèvements présentent peu d'individus, Nathalie MARY, qui réalise l'examen de la faune collectée, comptabilise également les individus (alors que la méthode de l'IBNC repose sur la présence ou l'absence des *taxa*, le nombre d'individus n'intervenant pas). Cela constitue une information supplémentaire, qui peut éventuellement servir ultérieurement à comparer les peuplements

faunistiques dans le temps ou faire des analyses statistiques. Les individus ont continué à être comptabilisés par éTEC.

4 4 REMARQUES SUR L'INTERPRETATION DES RESULTATS

4.1 RICHESSE SPECIFIQUE ET DENSITE DE LA FAUNE

Sur certaines stations, il est possible que les richesses spécifique et densité animale soient très faibles. Toutefois cela n'est pas nécessairement dû à un effet de pluies, par exemple, qui aurait emporté les individus. En effet, il arrive de trouver ces caractéristiques dans des stations sur péridotites, sans que cela soit anormal. Cela peut d'ailleurs être expliqué par les caractéristiques mésologiques des stations, qui, comme nous l'avons évoqué, sont défavorables au développement de la faune benthique (dépôts latéritiques, matières organiques végétales en faible quantité, cours d'eau non ombragé).

4.2 LES POLLUTIONS MINERALES

Rappelons que la méthode de l'IBNC permet principalement de caractériser des pollutions de type organique, mais ne permet pas réellement de caractériser les pollutions minérales sur péridotites. Comme les pollutions organiques peuvent être peu importantes à l'heure actuelle dans la zone prospectée, les indices obtenus peuvent être parfois élevés (tendant à montrer une bonne qualité) alors que le milieu peut être dégradé et présenter des pollutions par érosion. Il convient donc de nuancer le résultat en ce sens. Les campagnes de relevés physico-chimiques effectuées aux mêmes périodes doivent permettre de préciser ce point et compléter les résultats obtenus par la campagne de détermination de l'IBNC.

Notons à ce sujet qu'une nouvelle méthode, également basée sur l'étude des invertébrés benthiques, est actuellement en cours d'étude et sera d'ailleurs adaptée aux zones ultramafiques. Il pourrait être intéressant alors de recalculer les indices biologiques avec cette nouvelle méthode une fois qu'elle sera mise au point (à partir des résultats obtenus avec la méthode actuelle).

4.3 LE CREEK DE LA BAIE NORD : (STATION 6BNOR1, 6BNOR2 ET 6T) :

Le creek de la Baie Nord fait l'objet d'un suivi particulier, du fait de la présence du point de rejet de la station d'épuration de la base vie. Afin de suivre l'impact des effluents traités sur la qualité biologique du cours d'eau, la S.A. GORO-NICKEL a décidé depuis fin 2007 de suivre 3 stations :

- 6BNOR1 : station de référence localisée en amont du point de rejet ;
- 6BNOR2 : localisée à l'aval immédiat du point de rejet des effluents de la STEP ;
- 6 T : localisée en aval du point de rejet, à une distance de 2 km.

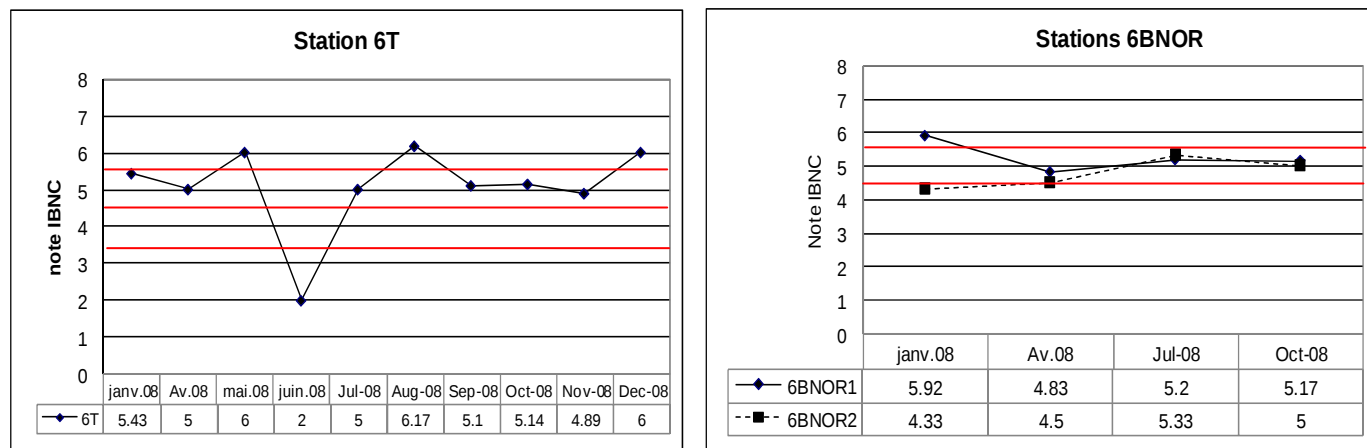
Le suivi effectué au niveau de ces trois stations durant l'année 2008 semble montrer une influence des rejets en provenance de la station d'épuration en début d'année. En effet, seule la station 6 BNOR2 localisée directement en aval du point de rejet de la STEP montre une mauvaise qualité biologique au regard de la note IBNC (note inférieure à 4,5). Or si nous nous référons à la qualité biologique du creek en amont du point d'injection des eaux traitées de la STEP, nous pouvons constater que celle-ci est bonne (5,92). Si nous regardons maintenant pour cette même période la qualité biologique de la station 6 T, localisée environ 2 km en aval du point de rejet, nous pouvons constater que cette dernière est passable (5,43). Notons que la note obtenue est proche de la classe « Bonne qualité », le seuil séparant la classe « qualité passable » et « bonne qualité » étant fixé à 5,50. L'impact de l'effluent sur la qualité du creek semble donc s'estomper avec la distance, indiquant une bonne dilution du rejet.

Par la suite, l'évolution de la qualité biologique du creek ne semble plus uniquement dépendante de la qualité du rejet de la STEP. En effet, comme nous pouvons le constater sur le graphique ci-dessous, nous pouvons observer au mois d'Avril une chute de la note IBNC au niveau de la station 6BNOR1 localisée en amont de rejet. L'eau de la station présente dès lors une qualité biologique « passable », qualité qui se maintiendra jusqu'en fin d'année. Si nous intéressons maintenant à l'évolution de la qualité biologique de la station 6BNOR2 localisée en aval immédiat du rejet, nous pouvons constater que cette dernière remonte progressivement de janvier à juillet, mois pour lequel la station présente une eau de « bonne » qualité. Cette qualité se maintient à un niveau « passable » en fin d'année. A partir du mois de juillet 2008, la qualité de l'eau du creek de la Baie Nord montre une qualité similaire en amont et en aval du point de rejet de la STEP.

Au niveau de la station 6 T localisée à 2 km à l'aval du point de rejet de la STEP, nous pouvons observer un maintien de la qualité biologique à un niveau passable, voir bon (mois de mai, août et décembre). Par contre, le mois de juin fût marqué par un événement ponctuel qui entraîna une forte chute de la qualité biologique. En effet, pour ce mois là, la note IBNC obtenue à la station 6T chuta à 2 (eau de mauvaise qualité). Les larves de diptères des sous famille des *Orthocladiinae* et *Tanitarsini* dominent dans les prélèvements de juin. La domination de ces larves de la famille des *Chironomidae* au sein d'une communauté indique généralement la présence d'une pollution du milieu. En effet, ces dernières de par leur capacité à évoluer dans des milieux déficitaires en

oxygène (présence de pigment d'hémoglobine dans leur hémolymphe), sont les derniers représentants des communautés benthiques lorsque le milieu devient défavorable.

Il faut toutefois noter que cet événement fût ponctuel, dès le mois suivant la qualité biologique de la station est revenue à un niveau « passable » et s'est maintenue entre passable et bonne jusqu'en fin d'année.



Le nombre important de données acquises sur la station 6T en 2007 et 2008 (relevé mensuel) a permis de suivre l'évolution des communautés benthique sur deux cycles saisonniers complets. Rappelons que les paramètres saisonniers ont une forte influence sur l'évolution des communautés benthiques des cours d'eau tempérés. En région tropicale, il semblerait que cette influence soit moindre. Toutefois notons que certains changements saisonniers dans les conditions mésologiques des cours d'eau tropicaux peuvent avoir une influence sur la communauté d'invertébrés en place. Les saisons des pluies sont par exemple le siège de changements hydrologiques importants susceptibles d'avoir un effet délétère sur les communautés (accentuation du phénomène naturel de dérive).

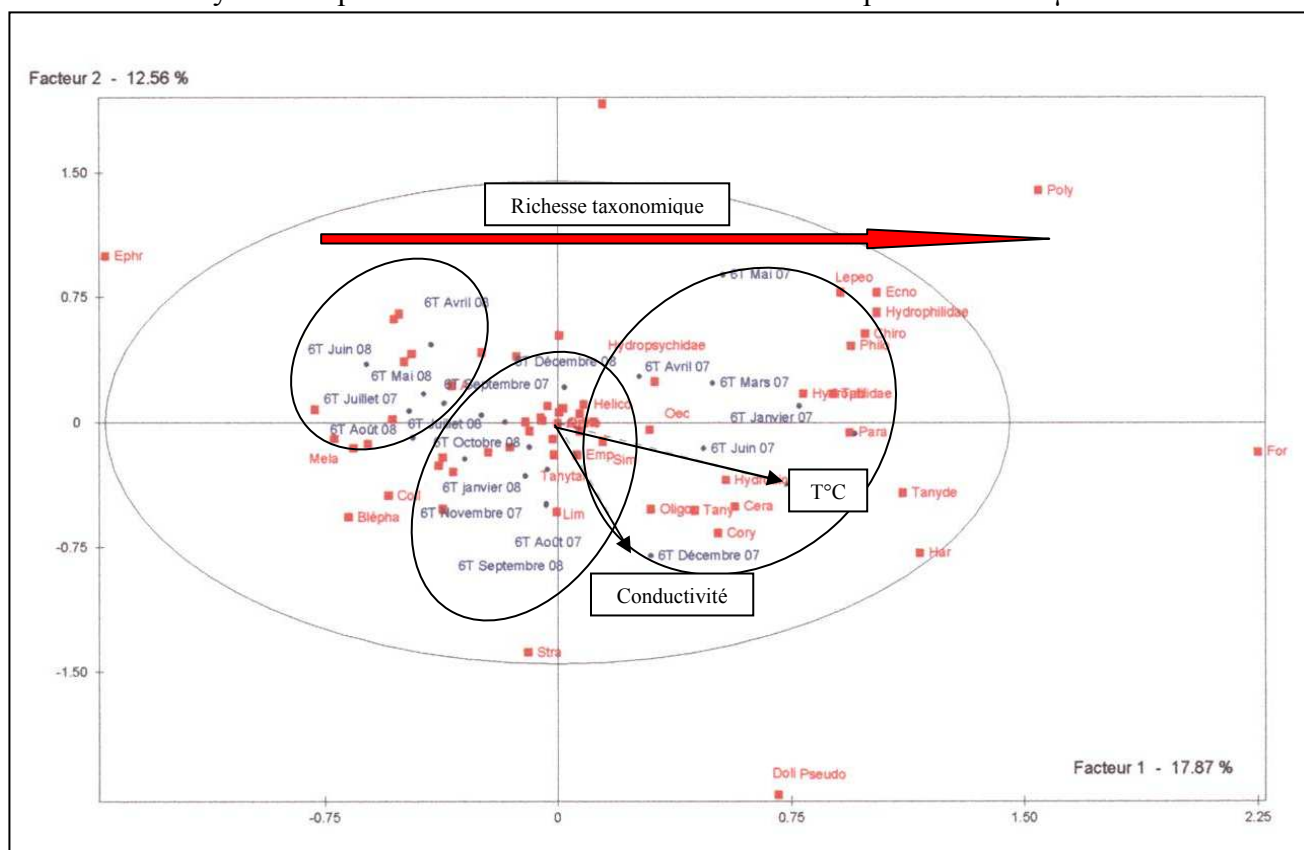
L'analyse comparative des différentes communautés benthiques collectées lors des différents mois de l'année 2007 et 2008, couplée à une analyse multivariée (AM) prenant en compte les deux principales composantes physico-chimiques dépendantes naturellement de la saison (conductivité (indicateur de la vitesse de transit des masse d'eau) et température), suivi d'une classification hiérarchique de Ward menée sur les deux premiers axes factoriel, nous ont permis de suivre l'évolution des communauté en fonction du rythme saisonnier calédonien.

La projection de l'ensemble des points sur le plan engendré par les deux premiers axes (expliquant plus de 30 % de la variabilité des données), discrimine graphiquement 3 groupes. De gauche à droite du plan, nous pouvons apercevoir un premier groupe composé des mois de Juin 08, Avril 08, Juillet 07, Mai 08 et Juillet 08. Ce groupe est marqué soit par de faibles températures, soit par une faible conductivité. Il est caractérisé par une faible richesse taxonomique (communauté composée de 4 à 11 *taxa*). Un second groupe composé des mois de Janvier 2008 et des mois d'Août à Décembre 2008, est caractérisé par des températures moyennes oscillant autour de 24.1°C et une conductivité allant de 125.1 à 144 µS/cm. Ce groupe est caractérisé par une richesse taxonomique

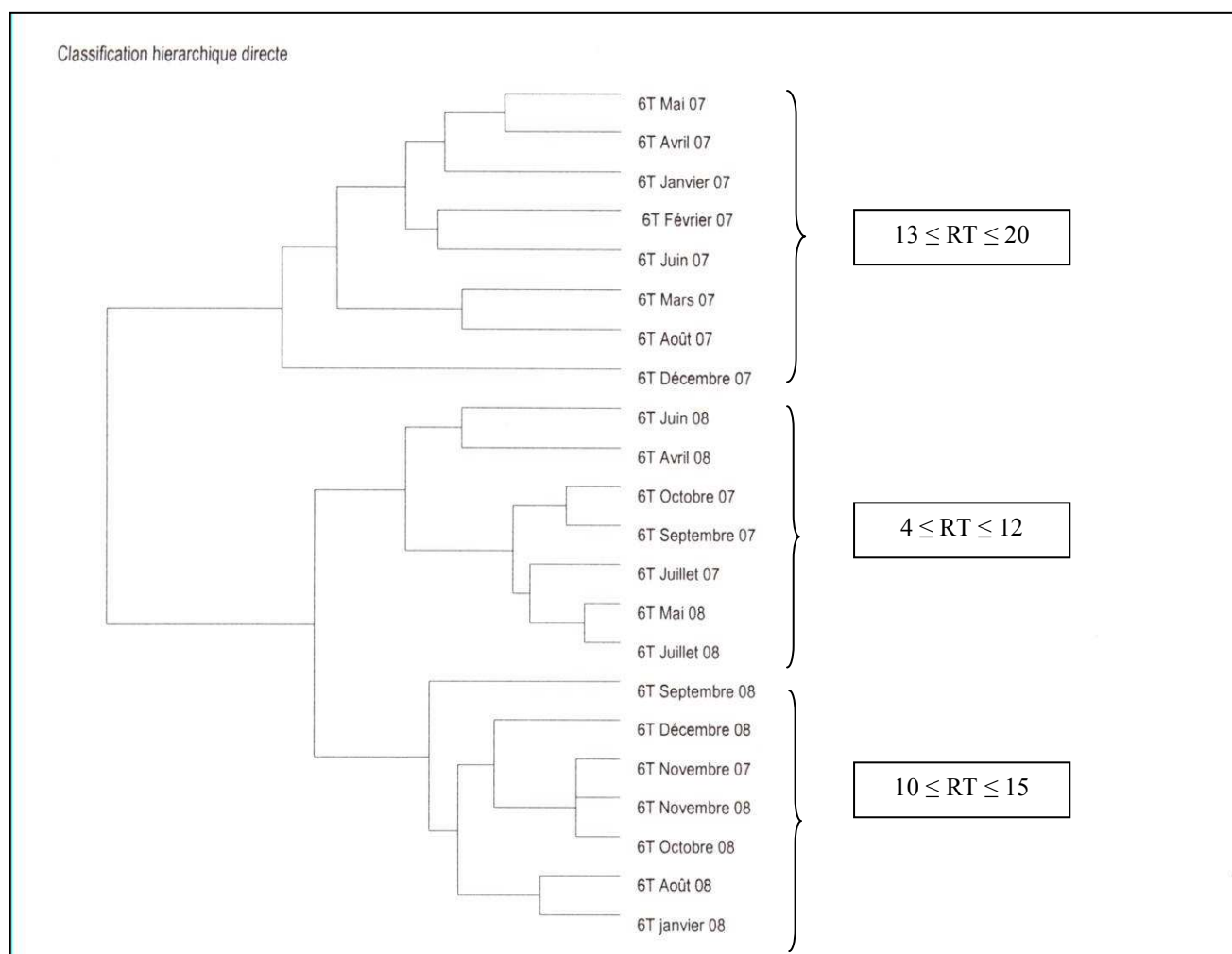
moyenne (communauté composée de 10 à 15 taxa). Enfin un troisième groupe se discrimine à droite du plan. Ce groupe est composé de la totalité des mois de l'année 2007 à l'exception des mois de juillet, septembre et octobre. Il est également caractérisé par des températures moyennes de l'ordre de 24.7°C et une conductivité oscillant entre 132 et 177.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ce groupe contrairement au groupe 2 est caractérisé par une richesse taxonomique élevée (communauté composée de 13 à 20 taxa).

La classification hiérarchique de Ward menée sur les deux premiers axes factoriel de l'analyse confirme les groupes discriminés graphiquement par l'AM. Les différentes classes issues de la classification hiérarchique sont les suivantes :

- Classe 1 : composée par les mois de Juin 08, Avril 08, Juillet 07, Mai 08, Juillet 08. Les mois regroupés au sein de cette classe sont caractérisés soit par une baisse de la température, soit une baisse de la conductivité.
- Classe 2 : composé par le mois de Janvier 2008, et les mois d'Août à Décembre 2008, ainsi que le mois de Novembre 2007. Cette classe est caractérisée par des températures moyennes comprises entre 21.3 et 26.4°C, la conductivité oscille entre 125.1 et 144 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Classe 3 : regroupant la totalité des mois de l'année 2007 à l'exception des mois de juillet, septembre et octobre. Cette classe est caractérisée par des températures moyennes supérieures à 23.3°C et une conductivité supérieure à 132 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Résultats de l'ACM projetés sur les deux premiers axes, menée à partir des variables taxonomiques relatives aux différents mois de l'année 2007 et 2008.



Classification hiérarchique de Ward menée sur les deux premiers axes de l'ACM.

Ces analyses nous permettent de constater que la richesse taxonomique du creek de la Baie Nord est influencée par les fluctuations saisonnières des paramètres physiques du creek. En effet, nous pouvons constater que les mois présentant les températures les plus fraîches (juillet 07 et mai à juillet 08), où les mois marqués par une chute de la conductivité liée à une augmentation des débits du creek (Avril 08 et septembre 07), ou les mois suivants cette augmentation (octobre 07), sont regroupés au sein de la même classe, classe présentant la diversité taxonomique la plus faibles (classe 1). Au contraire, les mois plus chauds et plus secs, présentent une diversité plus élevée.

Cette classification permet d'autre part de discriminer parmi les mois où les conditions météo apparaissent plus favorables, les premiers mois de l'année 2007 et les mois de la fin d'année 2008. Les premiers, regroupés au sein de la classe 3, présente une forte diversité taxonomique, les deuxième présentent quant à eux une diversité plus faibles. Rappelons que l'année 2007 n'a pas été au regard des précipitations tombées, très humides. Les conditions hydrologiques du creek sont donc restaient favorables aux communautés, même en saison humide (février à Avril), seule la chute des températures en saison fraîche à influencée cette dernière. En fin d'année l'apparition de

précipitations plus intense, amorçant le phénomène « el niña » qui démarra pleinement en février 2008.

En fin d'année 2008, même si les conditions hydrologiques redeviennent favorables, il faut garder à l'esprit que la communauté a été fortement amoindrie par l'épisode pluvieux de début d'année. Elle apparaît en phase de reconstruction.

D'autre part, même si les conditions hydrologiques du creek semblent influencer la composition de la communauté, nous pouvons constater que cela n'a pas d'influence sur la note IBNC obtenue. En effet, nous pouvons constater que l'indice fluctue indépendamment des trois classes obtenues à partir de la composition faunistique des stations. Les classes 2 et 3 regroupent des mois où l'eau de la station présente une qualité biologique « passable » ou « bonne » et la classe 1 regroupe des mois où l'eau présente une qualité « mauvaise », « passable » et « bonne ».

En conclusion de cette première approche globale des données obtenues sur les creeks de la Baie Nord durant ces deux dernières années, nous pouvons constater une fluctuation de la qualité de l'eau indépendante des conditions hydrologiques des creeks. Notons toutefois que l'effet conjugué d'aléas hydrologiques ou thermiques et d'une pollution, peuvent être susceptible d'accentuer l'effet de cette dernière sur la communauté.

4.4 LA RIVIERE KWE :

Trois stations de suivi ont été disposées sur le bassin versant de la rivière Kwé :

- La station 3B localisée sur le Kwé Ouest en aval immédiat de la zone de construction du parc de stockage des résidus solides, ainsi qu'en aval de la carrière en roche massive du Mamelon ;
- La station PAKE, localisée sur le Kwé Est en aval de la carrière de la Kwé Est ;
- La station 1E localisée sur le bras principal de la Kwé, plus de 2 km en aval de la confluence entre la Kwé Ouest et la Kwé Est.

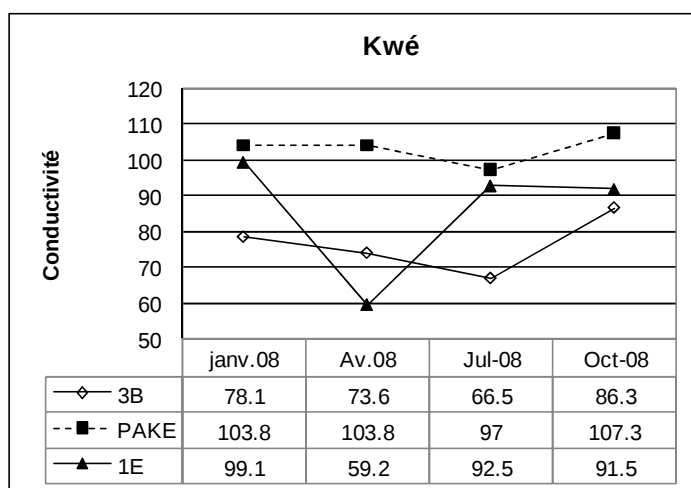
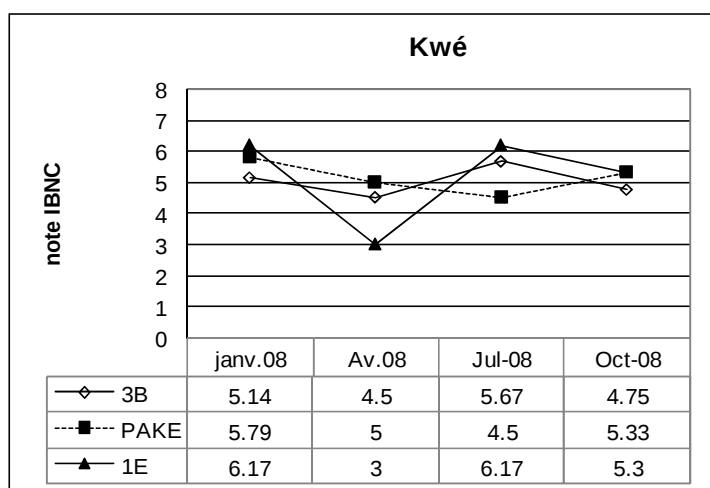
Le suivi effectué au niveau des stations 3B et PAKE localisées en aval immédiat des zones de travaux de la Kwé Ouest et de la Kwé Est, montre :

- Pour la station 3B la qualité oscille entre un niveau passable (janvier et octobre) et bon (juillet) tout au long de l'année 2008. Nous noterons toutefois une légère baisse de la note au mois d'avril où la qualité biologique se situe alors à la limite des classes de qualité « passable » et « mauvaise ».
- Pour la station PAKE, une baisse de la qualité biologique est observée durant les premiers mois de l'année. De la classe de « bonne qualité » en janvier la station passe en classe de qualité passable en avril, pour atteindre la valeur limite de 4,50 en juillet, marquant le passage à une eau de mauvaise qualité biologique. En fin d'année une amélioration est observée.

Au niveau de la station 1E localisée sur le bras principal de la kwé, à plus de 2 km, des zones de travaux, l'eau présente globalement une qualité bonne à passable. Nous noterons également pour cette station une chute de la note IBNC en Avril, mois pour lequel une note de 3 a été obtenue, semblant indiquer une eau de mauvaise qualité biologique.

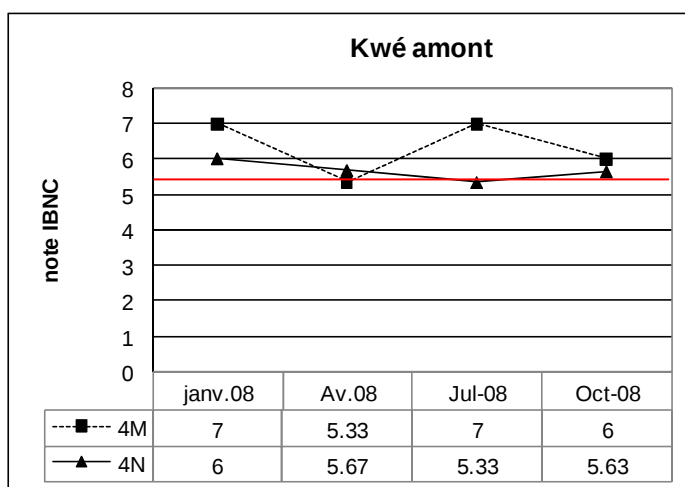
Ce dernier résultat est toutefois à nuancer. En effet, il est important de rappeler que le début d'année 2008 (février à fin avril) a été marqué par une saison des pluies particulièrement intense, engendrant une augmentation des débits au niveau des creeks. Cette augmentation du débit est visible au niveau du profil temporel de conductivité effectué à la station 1E. En effet, au niveau de ce dernier, la forte chute de conductivité observée en avril (cf. [graphe ci-dessous](#)), indique l'arrivée massive d'eau de pluie faiblement minéralisée.

Cette augmentation de débit a entraîné une augmentation du phénomène de dérive des invertébrés. En effet, si nous regardons l'évolution de la richesse spécifique en fonction du temps, nous pouvons constater que le mois d'avril présente la plus faible valeur, avec la présence de seulement 3 taxa dans les prélèvements. Il semble donc que les fortes pluies du début d'année est fortement influencé la richesse spécifique de la station et par conséquent la note IBNC obtenue. Une fois les conditions hydrologiques revenues à la normale, nous pouvons constater une ré augmentation de la note IBNC



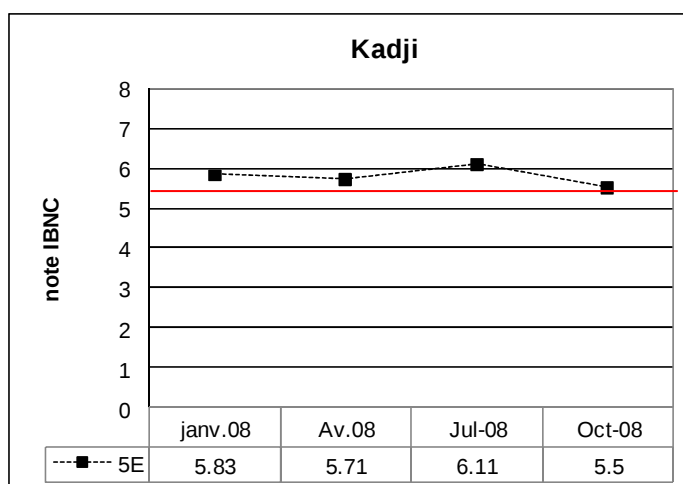
Outre ces trois stations, deux autres stations ont été suivies au niveau du bassin versant de la Kwé, les stations 4M et 4N. Ces deux stations se situent toutes deux dans la partie amont d'affluents de la Kwé Ouest. Elles sont également toutes deux localisées en aval hydraulique de l'usine de préparation de minerai, usine en cours de construction. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau au niveau de ces deux stations (faible conductivité, faible pH), nous indiquent que ces creeks sont alimenté par l'eau d'infiltration superficielle s'écoulant sous la cuirasse avant de ressortir en surface. Cette eau présente un profil proche de celui de l'eau de pluie.

Le suivi IBNC effectué au niveau de ces deux stations montre globalement une eau de bonne qualité biologique. Seule une chute de la qualité à un niveau passable est observée au mois d'avril pour la station 4M et au mois de juillet pour la station 4N. Notons que cette chute n'est à chaque fois que temporaire, puisque le mois suivant la station présente à nouveau une eau de bonne qualité. En ce qui concerne la chute observée pour le mois d'avril au niveau de la station 4M, comme pour la station 1E, il faut tenir compte dans l'interprétation de la chute de la note du fait que l'augmentation du débit observé à cette période a pu influencer la composition faunistique de la communauté en place (accentuation de la dérive des animaux).



4.5 LE CREEK KADJI :

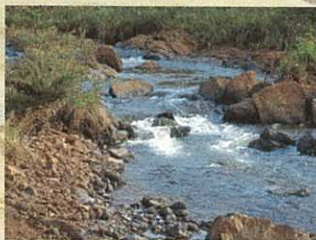
La station 5E localisée sur la rivière Kadji, est située en aval hydraulique de la zone d'implantation de la base vie du projet. Le suivi IBNC effectué en 2008 montre une eau de bonne qualité pour cette station quelle que soit la période de l'année. A noter toutefois en fin d'année une légère diminution de la note, qui atteint la valeur seuil séparant la classe de « bonne qualité » de la classe de « qualité passable ».



ANNEXE VI

Inventaire faunistique d'une station du creek de la Baie Nord en novembre 2008

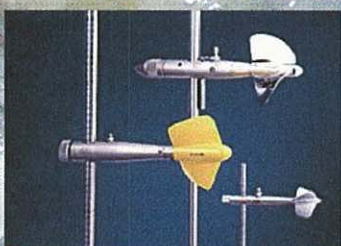
Nos Domaines d'intervention



**Diagnostic, aménagement et gestion
des rivières**



- Inventaires faunistiques des cours d'eau par pêche électrique
- Indice d'intégrité biotique de poissons, IBNC



• Hydraulique fluviale



- Inventaire de la ripisylve
- Amélioration et diversification de l'habitat



**ETUDES ET RECHERCHES
BIOLOGIQUES**

TEL/FAX : 27 50 07
erbio-pm@lagoon.nc
20, RUE DU GENERAL MANGIN
98800 NOUMEA

Inventaire faunistique d'une station du Creek de la Baie Nord

Rapport final

Nouméa, le 09/02/2009

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	5
1.1	Historique	5
1.2	Bassins versants touchés par le projet	5
1.3	Etudes Impacts et ICPE	5
2	MATERIEL ET METHODE	6
2.1	Date	6
2.2	Equipe	6
2.3	Echantillonnage des poissons à l'aide de la pêche électrique	6
2.3.1	Principe	7
2.3.2	Plan et effort d'échantillonnage	7
	<u>Échantillonnage de l'ichtyofaune selon les recommandations de la norme AFNOR NF EN14011</u>	7
2.3.3	Matériel utilisé	8
2.4	Zone d'étude	9
2.5	Période d'échantillonnage	11
2.6	Mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau et caractéristiques mésologiques	12
2.6.1	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau	12
2.6.1.1	Instrument portatif	13
2.6.1.2	Mallette de tests	13
2.6.2	Caractéristiques mésologiques de la station	15
2.7	Identification, phase de laboratoire	16
2.7.1	Traitements des espèces capturées	16
2.7.2	Biométrie	17
2.7.2.1	Longueur totale	17
2.7.2.2	Poids	17
2.7.2.3	Sexe	17
2.7.3	Identification	18
2.8	Traitements statistiques et interprétations des données sur les populations	18
2.8.1	Composition	18
2.8.2	Abondance	19
3	RESULTATS	21
3.1	Caractéristiques mésologiques de CBN-30	21
3.1.1	Description de la station	22
3.1.2	Ripisylve	23
3.2	Inventaire faunistique	23
3.2.1	Communautés ichtyologiques	23

3.2.1.1	Effectifs, densité et richesse spécifique	23
3.2.1.2	Diversité spécifique	26
3.2.1.3	Biomasse	27
3.3	Indice d'intégrité biotique	29
3.3.1	La faune carcinologique	32
3.3.1.1	Effectifs, densité et richesse spécifique des macro-invertébrés	32
3.3.1.2	Biomasse	35
3.3.1.3	Structure des populations	37
3.3.1.4	Anomalies	37
4	RESUME	39
4.1	Communautés ichthyologiques	39
4.1.1	Effectifs densité et richesse spécifique	39
4.1.2	Espèces sensibles	39
4.1.2.1	Awaous ocellaris	39
4.1.2.2	Protogobius attiti	40
4.1.3	Absence d'espèces introduites	40
4.1.4	Diversité spécifique	41
4.1.5	Biomasse	41
4.1.6	IIB	41
4.2	Communautés carcinologiques	41
4.2.1	Effectif, densité, et richesse spécifique	41
4.2.2	Biomasse	42
4.3	Evolution depuis 2007	42
5	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	45
6	BIBLIOGRAPHIE	47
7	ANNEXES	49
7.1	Annexe I : Fiche Terrain	49
7.2	Annexe II : Explications et codifications pour la fiche de terrain	53
7.3	Annexe III : Liste faunistique détaillée des captures réalisées le 13 et le 20 novembre 2008	55

TABLEAUX

Tableau 1: Nombre de tronçons requis selon les normes européennes EN 14011, en fonction du coefficient de variation. _____	8
Tableau 2 : Toxines développées par les cyanobactéries en eau douce et leurs effets _____	15
Tableau 3: Liste des ouvrages utilisés pour la détermination des poissons _____	18
Tableau 4: Caractérisation mésologiques et physico-chimiques du tronçon CBN-30 prospecté le 13/11/2008. _____	21
Tableau 5: Effectifs, abondances et densité totale des poissons capturés par pêche électrique au cours des prospections du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans la station CBN-30 du Creek de la Baie Nord. _____	24
Tableau 6: fréquences cumulés des espèces capturées dans CBN-30. _____	24
Tableau 7: Indices de diversité (Shannon et Equitabilité) obtenues pour la station CBN-30 (SR= Richesse Spécifique; S= Indice de Shannon et E= Indice d'Equitabilité). _____	26
Tableau 8: Biomasse et abondance des biomasses des espèces capturées dans CBN-30. _____	27
Tableau 9: Biomasse, abondance des biomasses et fréquence cumulée des espèces capturées dans la station CBN-30 _____	28
Tableau 10: Indice d'intégrité biotique obtenu pour le Creek de la Baie Nord lors de la campagne de novembre 2008. _____	31
Tableau 11 : Effectifs, abondances, fréquence cumulée et densité totale des crustacés capturés par pêche électrique au cours des prospections du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans la station CBN-30 du Creek de la Baie Nord. _____	32
Tableau 12: Biomasse des crustacés capturés par pêche électrique dans CBN-30. _____	35
Tableau 13 : Biodiversité du Creek de la Baie Nord par station (campagne 2007) _____	46

FIGURES

Figure 1 : Sonde Consort 535	13
Figure 2 : Mallette de tests Test Lab de chez JBL	13
Figure 3 : Lit mineur et lit majeur d'une rivière	15
Figure 4: Produit anesthésiant : l'Eugénol.....	16
Figure 5 : Biométrie : mesure de la longueur	17
Figure 6 : Mesure de longueur d'une	17
Figure 7 : Tronçon CBN-30 /6U (13/11/2008)	22
Figure 8 : Berges du Creek de la Baie Nord avec ripisylve clairsemée	23
Figure 9 : <i>Sicyopterus lagocephalus</i> (♂, 8,9cm de long)	25
Figure 10 : <i>Kuhlia rupestris</i> (♀ 11,6cm de long).....	25
Figure 11: Effectif des différentes espèces de poissons capturées lors des pêches électriques du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans le tronçon CBN-30 du Creek de la Baie Nord.	25
Figure 12: Abondance des différentes espèces de poissons capturées lors des pêches électriques du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans le tronçon CBN-30 du Creek de la Baie Nord.	26

<i>Figure 13: Biomasse (en g) des différentes espèces de poissons capturées lors de la pêche électrique du 22/08/2008 dans la station CBN-30.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 14: Abondance des biomasses des différentes espèces de poissons capturées lors de la pêche électrique du 22/08/2008 dans la station CBN-30.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 15: Effectif des différentes espèces de crevettes capturées lors des pêches électriques du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans le tronçon CBN-30 du Creek de la Baie Nord.</i>	<i>33</i>
<i>Figure 16: Abondance des effectifs en % des différentes espèces de crevettes capturées lors des pêches électriques du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans le Creek de la Baie Nord.</i>	<i>33</i>
<i>Figure 17 : Macrobrachium gracilirostre</i>	<i>34</i>
<i>Figure 18: Biomasse (en g) des différentes espèces de crevettes capturées lors de la pêche électrique du 22/08/2008 dans la station CBN-30.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 19: Abondance des biomasses en % des différentes espèces de crevettes capturées lors de la pêche électrique dans la station CBN-30.</i>	<i>36</i>
<i>Figure 20: Distribution des classes de tailles de M. aemulum capturée sur l'ensemble de l'étude.</i>	<i>37</i>
<i>Figure 21 : Awaous ocellaris</i>	<i>40</i>

CARTES

<i>Carte 1 : Zone d'étude et des tronçons prospectés.</i>	<i>10</i>
--	-----------

1 Introduction

1.1 Historique

Une exploitation minière de nickel à large échelle est en phase de construction dans la plaine et sur le plateau de Goro du Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Son procédé d'extraction est celui de la lixiviation acide¹. L'usine pilote de Goro-Nickel a été construite à partir de 1998, puis mise en fonctionnement fin 1999. La construction de l'usine commerciale, amorcée en 2002 puis suspendue, a redémarré en 2005. La fin du chantier ainsi que l'entrée en production sont prévues pour 2009. Le début de la production à pleine capacité de nickel et cobalt est planifié pour 2013 (<http://www.valeinco.nc/pages/propos/historique.htm>).

1.2 Bassins versants touchés par le projet

L'usine et le centre industriel de la mine sont situés sur des bassins versants différents, respectivement celui du Creek de la Baie Nord et ceux de la Kwé et de ses affluents (Kwé Ouest et Kwé Nord). Les conditions d'écoulement des eaux dans les bassins versants, sur lesquels se trouvent les installations industrielles sont modifiées durant toute la vie du projet en raison de la mise à nu des sols, de leur imperméabilisation et de la mise en œuvre d'un système de drainage des eaux de ruissellement.

Le **débit** du Creek de la Baie Nord est perturbé par le rejet des eaux traitées de la station d'épuration de la base vie. L'altération potentielle de la **qualité de l'eau**, des **sédiments** du Creek de la Baie Nord et de l'écosystème résulte essentiellement des rejets d'eaux, des ruissellements (eaux de drainage) de l'usine, des effluents générés par la centrale de Prony Energies et du rejet des eaux traitées de la station d'épuration de la base vie. Ces rejets peuvent engendrer un apport supplémentaire de particules solides lié à l'érosion des sols défrichés, ou aux poussières émises lors des travaux de défrichement et de terrassement et un apport de polluants potentiels (issus des effluents de la centrale de Prony Energies et du rejet de la station d'épuration de la base vie)¹.

1.3 Etudes Impacts et ICPE

Les principales études d'impact étant achevées en 2005, Goro Nickel (qui devient VALE INCO le 19/12/2008) obtient l'autorisation d'exploiter son usine le 9 octobre 2008 (Obtention

¹ Opération qui consiste à lixivier de la pulpe de minerai avec de l'acide sulfurique à haute pression et température, pour en extraire un ou plusieurs constituants solubles comme le nickel.

des deux arrêtés d'autorisation d'exploitation : ICPE usine/CPM et ICPE parc des résidus du Grand Sud). Dans le permis d'exploitation ICPE, les prescriptions de fonctionnement qui fixent des valeurs limites en termes de rejets atmosphériques et aqueux, imposent des règles relatives à l'aménagement, la sécurité, des mesures de surveillance et de contrôle, sont définies.

Dans sa démarche pour la conservation de la biodiversité, VALE INCO réalise un suivi annuel de la faune du Creek de la Baie Nord afin d'évaluer l'impact sur les communautés de poissons.

2 Matériel et méthode

2.1 Date

L'inventaire faunistique de la station d'intérêt a été réalisé en deux temps soit le 13/11/2008 et le 20/11/2008.

2.2 Equipe

Trois personnes du bureau d'étude *ERBIO* ont été sollicitées pour cette étude: Christine Poellabauer, Gemma Ouaka et Romain Alliod.

2.3 Echantillonnage des poissons à l'aide de la pêche électrique

Les poissons ne sont pas répartis de manière aléatoire dans une rivière ou un cours d'eau. Dans le plan d'échantillonnage, il faut donc prendre en compte l'hétérogénéité des répartitions verticales et horizontales liée aux espèces, l'ontogénie des poissons et l'habitat comme la barrière géographique.

Pour faire face à cette répartition irrégulière, notre stratégie d'échantillonnage a suivi la méthode d'échantillonnage proposée par l'Association Française de Normalisation spécifique à la pêche électrique (Norme AFNOR NF EN 14011 de juillet 2003).

Cette norme européenne fournit des procédures d'échantillonnage pour l'évaluation des communautés de poisson dans des cours d'eau, des rivières et des secteurs littoraux. Elle décrit la méthode de pêche électrique qui est utilisée pour attraper les poissons dans le but de caractériser la composition, l'abondance et la structure en âge d'une communauté de poisson donnée.

L'utilisation de méthodes standardisées est une exigence pour la comparabilité des résultats. Ces procédures permettent ainsi la standardisation des méthodes d'échantillonnage.

2.3.1 Principe

Ce moyen de pêche est adapté aux eaux peu profondes et claires (inférieures à 1,20 m). On estime qu'il s'agit d'une méthode qui permet de capturer 20-30% des espèces présentes sur un seul tronçon de 50m d'un petit cours d'eau (Hortle & Pearson, 1990).

Notre propre retour d'expérience sur le territoire permet d'obtenir des valeurs plus proches de 50% sur un premier passage d'un tronçon d'une longueur moyenne de 20 fois sa largeur moyenne. Il s'agit de la méthode la plus efficace si l'on excepte l'utilisation de la roténone, une méthode d'empoisonnement qui risque de déséquilibrer le stock total de poissons et cause ainsi des dégâts importants (CATALA, 1950 ; PORCHER, 1998). La pêche électrique n'est pas adaptée aux très petits spécimens (de taille inférieure à 5 mm environ).

L'électricité est fournie par un appareil portable du type *HT-2000 Battery Backpack Electrofisher Halltech* qui émet de 50 à 950 volts à 30 ampères pour une puissance de 2 kilowatts. Le courant est réglé en fonction de la conductivité de l'eau. L'anode est plongée vers l'avant, puis ramenée progressivement vers la surface. Dans un rayon d'environ de 2 à 5 mètres (selon la conductivité de l'eau), le poisson est pris dans un champ électrique, subit une nage inhibée, puis une nage forcée vers l'anode jusqu'au moment où une brève tétanie l'immobilise. Le poisson est alors pris à l'épuisette et déposé dans une bassine. Il s'agit d'un moyen de pêche non polluant pour lequel le poisson n'est aucunement blessé.

Ce type d'appareil de pêche électrique est adapté au cours d'eau que l'on peut entièrement prospecter à pied, d'une faible profondeur (moins d'un mètre de hauteur d'eau), à faible turbidité et à tout type de courant. Il nécessite l'aide de deux personnes par appareil de pêche munies d'épuisettes pour attraper la macrofaune attirée dans le champ électrique.

La pêche électrique atteint cependant ses limites si la conductivité de l'eau est supérieure à 700 μ Siemens ou si la turbidité de l'eau est élevée (visibilité réduite).

- **Avantages** : efficace pour les poissons benthiques, adaptée aux petites rivières à courants variables, et de tout type de granulométrie ; les poissons capturés sont en bon état.
- **Inconvénients** : peu adaptée aux poissons pélagiques, aux nageurs rapides (mugilidés, kuhlidés, cichlidés,...) qui s'enfuient à l'approche des pêcheurs.

2.3.2 Plan et effort d'échantillonnage

Échantillonnage de l'ichtyofaune selon les recommandations de la norme AFNOR NF EN14011

Pour assurer des conclusions valides concernant l'abondance, la composition et la structure d'âge des espèces cibles, un nombre suffisant de tronçons par stations doit être effectué.

Ce nombre dépend des variations spatiales des espèces. Il est exprimé comme coefficient de la variation CV (= écart type moyen / moyenne de captures par tronçon d'un cours d'eau des campagnes précédentes).

Pour un CV de 0,2 le nombre minimal de tronçons doit être 3, pour un CV de 0,4 / 4 tronçons, pour 0,6/9 et pour 0,8 il faut 16 tronçons (Tableau 1).

Tableau 1: Nombre de tronçons requis selon les normes européennes EN 14011, en fonction du coefficient de variation.

Écart moyen /moyenne par tronçon Coefficient CV	Nombre de tronçons requis NF EN 14011
0,2	3
0,4	4
0,6	9
0,8	16

La longueur minimale du tronçon à échantillonner doit être 20 fois la largeur moyenne du cours d'eau –pour une largeur inférieure à 30m, et 10 fois la largeur pour une largeur du cours d'eau supérieure à 30m. (NF EN14011 : 2003, Angermeier & Karr, 1986 ; Angermeier & Smogor, 1995 ; Simonson & Lyons, 1995 ; Yoder & Smith, 1998) pour un nombre minimal de poissons de 200 spécimens.

Pour ce suivi du Creek de La Baie Nord, un seul tronçon d'une longueur de 100 m a été retenu par le client.

Ce tronçon a été réalisé le 13/11/08. Il a débuté juste en amont du radier. Après réflexions et constatations, les données GPS fournies par le client étaient une erreur de leur part et correspondaient en réalité au point de suivi des eaux de surface (6U). La fin de la station 6U correspondait au départ du point de suivi piscicole d'intérêt (CBN-30). Nous avons donc proposé au client de prolonger ce premier tronçon afin de couvrir également CBN-30. Nous avons ainsi prospecté une longueur correspondant à 20 fois la largeur moyenne de la rivière (comme le stipule la norme) à la date du 20/11/08. **Pour l'étude, ces deux tronçons de 100m ont été combinés en un seul tronçon nommé CBN-30.**

2.3.3 Matériel utilisé

Un appareil de pêche électrique du type HT-2000 Battery Backpack Electrofisher Halltech qui émet de 50 à 950 volts à 30 ampères pour une puissance de 2 kilowatts a été utilisé pour l'inventaire. Il a été utilisé par des personnes expérimentées en respectant scrupuleusement les normes de sécurité (porteurs d'une attestation de formation aux premiers secours AFPS, équipés de cuissards isolants, de lunettes polarisantes, etc.).

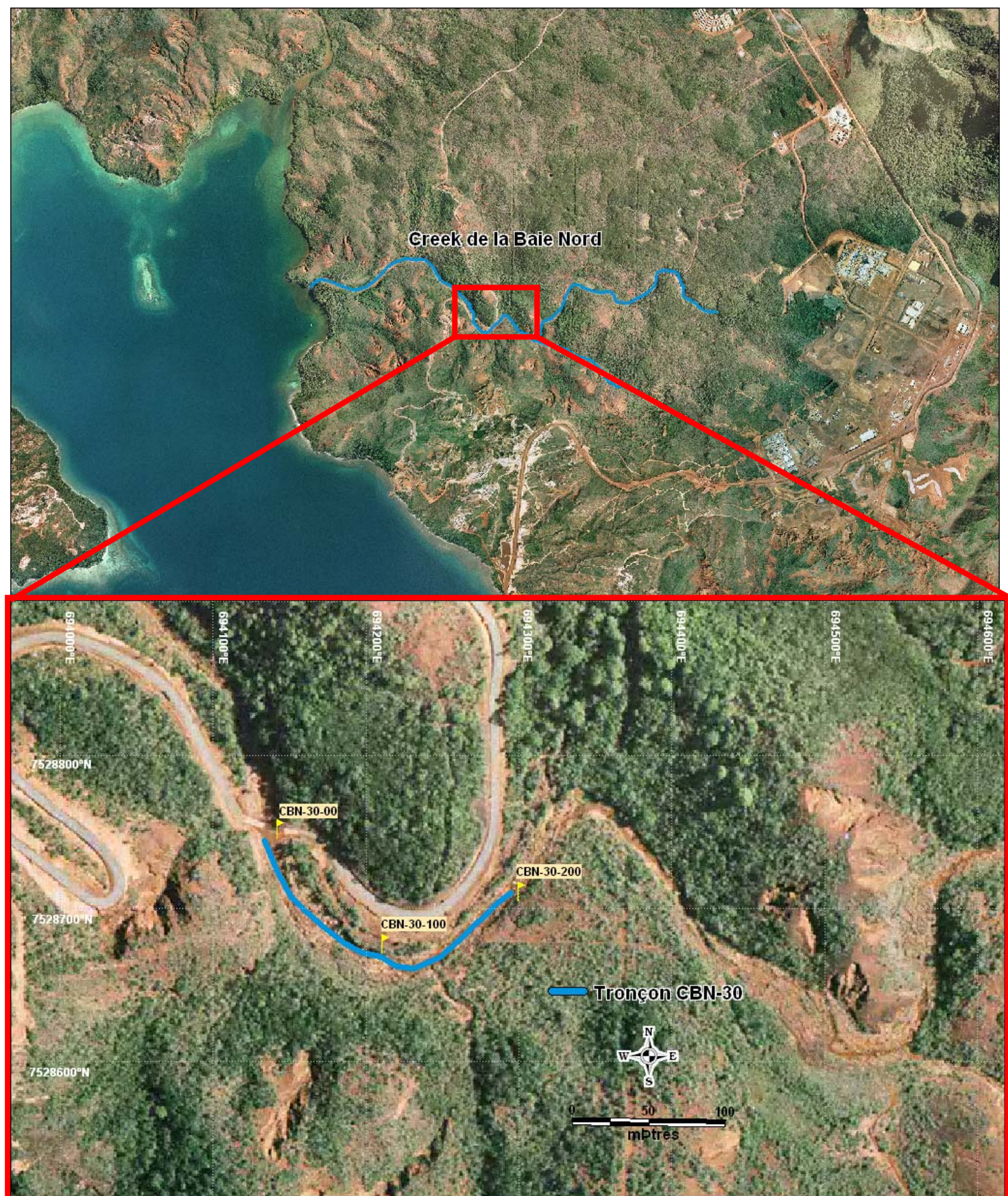
Les appareils répondent aux normes de sécurité. En effet, ils possèdent:

- Un interrupteur sur l'anode qui coupe automatiquement le courant quand on relâche la pression,
- un voyant lumineux qui signale le champ électrique,
- des dispositions pour défaire rapidement les bretelles en cas de chute ou d'accident.

2.4 Zone d'étude

Les 200 m linéaires prospectés de la station CBN-30 sont représentés sur la carte 1 ci-dessous, soit:

- CBN-30-00 : Départ
- CBN-30-100 : point de 100m
- CBN-30-200 : point de 200m et fin du tronçon.



Carte 1 : Zone d'étude et des tronçons prospectés (le 13/11/2008 et le 20/11/2008)

2.5 Période d'échantillonnage

Dans la perspective d'établir un diagnostic général de la santé écologique des cours d'eau, et pour réduire les variabilités spatio-temporelles, il est recommandé de prendre en compte l'influence de la saisonnalité (K.JOY & R.G.DEATH, 2004¹). En effet, selon les espèces migratrices, les périodes de reproduction sont différentes. Elles peuvent se situer en saison fraîche, en saison chaude ou s'étaler durant toute l'année et engendrent des migrations en masse vers l'embouchure.

Le résultat de l'échantillonnage des poissons à l'aide d'engins passifs est fortement influencé par la température de l'eau, le cycle biologique et la période de frai des différentes espèces. La période d'échantillonnage doit donc être choisie de telle façon que chaque espèce ne soit pas surreprésentée ou sous-représentée lors de la pêche.

Ceci signifie que la période de prélèvement optimale peut différer selon les pays et les régions. Afin de réduire les variations d'une année sur l'autre du fait des différences d'activité des espèces, la période d'échantillonnage devrait être définie pour chaque cours d'eau de façon à obtenir des données comparables d'une année à l'autre ou d'un cours d'eau à l'autre. Selon les normes européennes, la période d'échantillonnage la plus favorable pour la pêche électrique se trouve à la fin de la période de croissance de la nouvelle recrue, quand les juvéniles sont suffisamment grands pour être capturés par électricité. Le Guide sur la Prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact (DIREN, Direction régionale de l'environnement de Midi-Pyrénées, 2002) et la norme NF EN14011 stipulent une période favorable de printemps en automne.

Les variations annuelles de la ceinture anticyclonique subtropicale au Sud et de la zone de Convergence Intertropicale (ZCIT) au Nord déterminent 4 saisons en Nouvelle-Calédonie (Atlas de Nouvelle-Calédonie, 1992):

De mi-novembre à mi-avril, c'est la **saison chaude**, l'époque des dépressions tropicales et cyclones (l'été austral).

La période de mi-avril à mi-mai, est **une saison de transition**, pluviosité et température décroissent progressivement (automne austral).

De la mi-mai à la mi-septembre, c'est la **saison fraîche**. La ZCIT est dans l'hémisphère nord. Des perturbations d'origine polaire traversent la Mer de Tasman et atteignent souvent le Territoire, y provoquant des précipitations parfois importantes. A cette même époque, la température passe par son minimum annuel (hiver austral).

¹ Michael K. Joy & Russel G. Death (2004) : Application of the Index of Biotic Integrity Methodology to New Zealand Freshwater Fish Communities. Env. Managment, Vol. 34, N°3, pp 415-428.

De la mi-septembre à mi-novembre, c'est le **printemps austral**. La température augmente sensiblement, c'est aussi l'époque la moins pluvieuse de l'année (période d'étiage).

Dans les rivières chaudes comme celles de Nouvelle-Calédonie, les campagnes de pêche sont généralement réalisées en période d'étiage de mi-septembre à mi-novembre (printemps austral). C'est également la période stipulée dans le permis de l'ICPE.

Or, de nombreuses espèces de poissons n'ont pas de période de reproduction limitée mais peuvent se reproduire tout au long de l'année suivant les crues et les phases de lunes (<http://www.arda-aqua.com/ced/hydro/cadre/ctexterd.htm>). De plus, cette période d'étiage peut être la période la plus défavorable pour les communautés piscicoles (températures très élevées dépassant 33°, niveau d'eau très bas, pollutions aiguës, courant et oxygénation faible, etc.). Les campagnes de pêche durant la période d'étiage donnent donc souvent des résultats incomplets (espèces absentes) et des rendements faibles.

Les campagnes de mi-avril à mi-mai (automne austral) présentent souvent un rendement supérieur, cependant quelques espèces migratrices peuvent être absentes.

Dix années d'expérience de pêche électrique dans les cours d'eau calédoniens ont montré que lors d'une seule campagne de pêche en période d'étiage, 30 à 60% des poissons réellement présents dans un cours d'eau sont capturés.

Réaliser, au cours d'une année, deux campagnes à deux saisons différentes permet de capturer 75 à 90% des espèces présentes, de lisser les aléas environnementaux et d'obtenir une image plus précise des communautés piscicoles.

Les échantillonnages, réalisés le 13 et le 20 novembre 2008, ont été opérés lors de la période d'étiage (printemps austral).

2.6 Mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau et caractéristiques mésologiques

Ces paramètres ont une grande influence sur l'écosystème. La connaissance de ces paramètres au sein de la zone d'étude permet de donner un état actuel plus général de l'état de santé de l'écosystème et d'être prise en compte dans l'interprétation des inventaires faunistiques.

2.6.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Les composantes physico-chimiques de l'eau ont été mesurées in situ à l'aide d'un instrument portatif [mallette de terrain Consort C535 (Figure 1), norme ISO 9001/2000] et d'une mallette de Test Nitrate, Nitrite, Phosphate, Fer...

2.6.1.1 Instrument portatif

Les sondes ont été calibrées avant son utilisation dans une solution standard. Avec cet appareil, généralement, cinq paramètres de qualité d'eau sont mesurés sur un échantillon d'eau prélevé en surface :

- La conductivité, précision à 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour des valeurs de conductivité de 0 à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Le pH, précision à 0,01 unités de pH (plage de mesure allant de 0 à 14).
- Le taux d'oxygène dissous, précision à 0,05 mg/l, pour des concentrations variant de 0 à 20 mg/l.



Figure 1 : Sonde Consort 535

- La température, précision de 0,1 $^{\circ}\text{C}$ pour des valeurs comprises entre 0 et 100 $^{\circ}\text{C}$.

2.6.1.2 Mallette de tests

Cette batterie de tests permet une analyse sûre de tous les sels importants en milieu d'eau douce (Figure 2). Les tests sont destinés aux aquariums d'eau douce, d'eau de mer et aux bassins.



Figure 2 : Mallette de tests Test Lab de chez JBL

Les réactifs, les éprouvettes et les échelles de couleurs permettent d'obtenir des résultats précis sur les valeurs suivantes : pH de 3 à 10 et de 6 à 7,6, dureté totale, dureté carbonatée, ammonium/ammoniaque, nitrite, nitrate, fer, phosphate et CO_2 . Les phosphates sont le principal facteur d'eutrophisation des eaux douces à long termes. Les nitrates sont la seconde cause importante, et elles interviennent souvent ensemble ; dans les eaux douces, mais aussi dans les eaux saumâtres et salées fermées ou peu renouvelées.

a) Les sources de nitrates dans les rivières

Les nitrates dans les rivières ont deux origines principales : les apports par les nappes souterraines pour l'essentiel d'origine agricole. La deuxième source de nitrates est les rejets d'eaux usées urbaines, qui contiennent des nitrates, mais aussi de l'ammonium, s'il n'a pas été détruit (c'est-à-dire transformé en nitrates) par une station d'épuration. L'ammonium, aux pH >9 couramment rencontrés dans les cours d'eau très eutrophes, se transforme en ammoniac, gaz dissous, très toxique pour les poissons. L'ammonium s'oxyde lentement en nitrates dans la rivière (bactéries

nitrifiantes), et consomme de l'oxygène. Certaines industries peuvent aussi rejeter des eaux usées chargées en nitrates (par exemple l'agro-alimentaire). L'apport de nitrates peut enfin aussi résulter du lessivage par la pluie des nitrates agricoles, à la suite d'orages importants peu après les épandages d'engrais, si le ruissellement (ou l'évacuation par les drains) apporte directement aux ruisseaux et rivières les eaux chargées en nitrates sans passer par les nappes. Beaucoup de cours d'eau présentent une forte saisonnalité des nitrates.

La décomposition aérobie de la matière organique morte au sein de la rivière (ou plus exactement dans les sédiments accumulés et déposés au fond de la rivière, si le système reste en conditions aérobies) peut aussi produire des nitrates, mais cette source est, en général, très petite par rapport à l'origine agricole citée plus haut.

b) L'effet des nitrates sur les eaux de surface

Une teneur supérieure à 10 mg/l est considérée comme un signe de pollution (http://www.carpediem-design.ch/planete/articles/no_2/asl_rivieres.html). Dans la colonne d'eau de la rivière, les nitrates ne sont pas décomposés, car l'eau est en général aérée, sauf dans des circonstances de condition extrême. Cependant, le flux de nitrates n'est pas entièrement conservé. En effet, des échanges importants se font entre le cours d'eau et sa nappe alluviale, et l'eau du cours d'eau pénètre par endroit dans cette nappe pour revenir à la rivière un peu plus loin. Au cours de son trajet dans les alluvions, une partie des nitrates se décompose par dénitrification. De plus, dans les sédiments déposés au fond de la rivière, riches en matières organiques, cette matière peut parfois se décomposer en créant des conditions anaérobies favorables à la dénitrification. On observe alors une consommation des nitrates par le fond de la rivière.

L'effet majeur des nitrates sur les eaux de surface est de les conduire à l'eutrophisation. Ce processus se déclenche quand les eaux sont trop chargées en nitrates et en phosphates, ces deux nutriments qui permettent la croissance des algues. Quand ils sont tous les deux en grande quantité dans l'eau, les algues microscopiques (phytoplancton) et les végétaux fixés (macrophytes) se développent de façon excessive. La matière organique présente dans le cours d'eau augmente démesurément (la rivière devient parfois verte tellement les algues y pullulent), et quand les algues meurent, cette matière organique se décompose en consommant tout l'oxygène de la colonne d'eau, induisant ainsi l'anoxie, c'est-à-dire l'absence d'oxygène dans l'eau, et donc la mort de tous les poissons et invertébrés du milieu. Cette anoxie ne se produit pas en général dans le réseau fluvial mais dans les estuaires turbides où le transit de l'eau est fortement ralenti et où la décomposition l'emporte sur la production algale. Le phénomène d'eutrophisation fluvial se produit principalement quand l'ensoleillement est fort, permettant la photosynthèse par les algues, et la température élevée.

c) Les sources et effets de phosphates

Les pollutions domestiques charrient de grandes quantités de phosphates contenus dans les lessives (polyphosphates, utilisés dans les lessives comme adoucissants et séquestrants du calcium et du magnésium) ou dans les eaux usées (pollutions d'origine fécale). L'agriculture est responsable d'une part plus faible de rejets enrichis en phosphates. En milieu aquatique, les phosphates ne devraient pas dépasser des concentrations supérieures à 0,1 mg/l, seuil limite de l'apparition des effets négatifs sur l'environnement. Tel que les nitrates, ces substances favorisent le développement des cyanobactéries ou des végétaux, qui étouffent ou empoisonnent petit à petit le milieu (tableau 2).

Tableau 2 : Toxines développées par les cyanobactéries en eau douce et leurs effets¹

Toxines	Exemples	Effets
neurotoxines	anatoxine A Genre <i>Anabaena</i> Se retrouvent en Amérique du Nord, en Grande- Bretagne, en Australie et en Scandinavie.	Analogue de l'acétylcholine, qui transmet l'influx nerveux au muscle. Elle prend sa place et stimule le muscle qui se contracte. Mais elle n'est pas détruite, et le muscle s'épuise jusqu'à la paralysie.
	anatoxine A (s)	Bloque l'action de l'acétylcholine estérase, qui sert à détruire l'acétylcholine pour stopper la stimulation du muscle.
	saxitoxine néosaxitoxine Genre <i>Anabaena</i> Peuvent aussi être produites par des algues marines (cf. <i>Alexandrium</i>).	Bloquent l'influx nerveux avant qu'il arrive au muscle, qui est alors paralysé.
hépatotoxines	microcystine nodularine Genres <i>Microcystis</i> et <i>Nodularia</i> Présentes dans le monde entier, notamment en Chine où elles seraient responsables de cancers hépatiques	Elles déstructurent le cytosquelette des cellules du foie qui se déforment. Des lacunes gorgées de sang apparaissent dans le tissu hépatique qui perd ses fonctions. Elles aussi seraient à l'origine de cancers du foie.

2.6.2 Caractéristiques mésologiques de la station

Les caractéristiques suivantes ont été déterminées pour la station d'étude:

- la position GPS (aux points 0 m, 100 m),
- la longueur du tronçon, mesurée à l'aide d'un décamètre,

Pour la description des habitats du lit mouillé, les paramètres suivants ont été relevés tous les 25 mètres :

- la largeur du lit mineur et du lit majeur de la rivière, mesurée en mètres avec un décamètre (Figure 3),

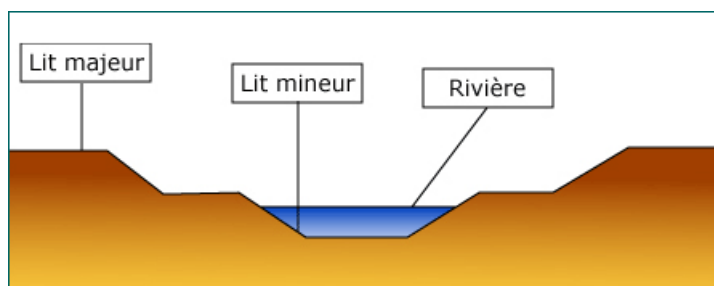


Figure 3 : Lit mineur et lit majeur d'une rivière

- la profondeur, mesurée en centimètres avec les graduations du courantomètre,
- la vitesse du courant, mesurée à l'aide d'un courantomètre (en m/h); les valeurs sont classées selon les 5 catégories définies par Berg, cité par Arrignon (1991): très lente (inférieure à 10 cm/s), lente (de 11 à 25 cm/s), moyenne (de >25 à 50 cm/s), rapide (de >50 à 100 cm/s) et très rapide (supérieure à 100 cm/s),

¹ [http://lycees.ac-Source:](http://lycees.ac-Source:rouen.fr/cailly/Accueil/enseignement/SVT/Alimentation1L/Agrosystemes/Agrosysteme_pdf/EU2002_nitrates.pdf)

[rouen.fr/cailly/Accueil/enseignement/SVT/Alimentation1L/Agrosystemes/Agrosysteme_pdf/EU2002_nitrates.pdf](http://lycees.ac-Source:rouen.fr/cailly/Accueil/enseignement/SVT/Alimentation1L/Agrosystemes/Agrosysteme_pdf/EU2002_nitrates.pdf)

- Largeur du lit mouillé, (maximale et minimale).

Les paramètres suivants ont aussi été relevés pour le tronçon :

- la granulométrie du substrat, décrit visuellement par taches homogènes en %, en se guidant sur la classification proposée par Malavoi et Souchon (1989) : roche mère/bloc de roche (25 cm à 1 m), pierres (5-25 cm) / galets (16–50 mm), gravier (2-16 mm) / sable (2 mm à 60 μ), silt (inférieur à 60 μ) / argile¹,
- Faciès d'écoulement, type et surface respective, selon la classification de J.R. Malavoi, 1989,
- Nature et pente des berges et nature géologique du bassin versant,
- Nature de la végétation des berges et pourcentage de déversement végétal sur la section mouillée,
- Végétation aquatique : type et recouvrement,
- Encombrement du lit : nature des dépôts ou embâcles et recouvrement.

Les valeurs ont été répertoriées dans une feuille de terrain accompagnée des fiches explicatives (Annexe I et II).

Tous les échantillonnages suivent des protocoles et recourent à l'emploi de moyens standardisés pour que leurs valeurs comparatives soient les plus fidèles possibles. Des photographies de la station ont été prises sur le terrain puis archivées.

2.7 Identification, phase de laboratoire

2.7.1 Traitements des espèces capturées

Les poissons capturés sont conservés dans un bac oxygéné. Pour éviter tout stress lié à la manipulation, les animaux sont anesthésiés par l'eugénol (l'huile de clou de girofle ; Figure 4). L'état de léthargie dure quelques minutes, le temps nécessaire pour effectuer les mesures biométriques, les photographier, et les identifier. Ensuite ils sont transférés dans un bassin de réveil, puis remis dans une partie calme de la rivière.



Figure 4: Produit anesthésiant : l'Eugénol

¹ Malavoi, J.R. and Souchon, Y. (1989). Méthodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. Exemple d'une station sur la Filière (Haute Savoie). Revue de Géographie de Lyon, 64(4): 252-259.

2.7.2 Biométrie

2.7.2.1 Longueur totale

La longueur totale, mesurée de la bouche à l'extrémité de la queue (Figure 5), est établie à l'aide de règles à poissons précises au millimètre près et d'un pied à coulisse précis au dixième de millimètre. Pour les crustacés, celle-ci s'entend de l'extrémité du rostre à l'extrémité du telson pour les crevettes (Figure 6) et comprend la largeur du céphalothorax pour les crabes.

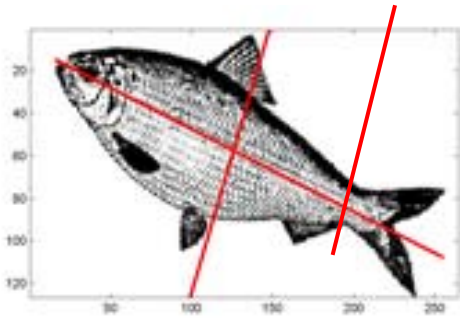


Figure 5 : Biométrie : mesure de la longueur totale (jusqu'au bout de la caudale)



Figure 6 : Mesure de longueur d'une crevette

2.7.2.2 Poids

Les poids de chaque poisson et crustacé sont mesurés individuellement avec une balance électronique portable (MM-600) précise à 0,1 g et d'une capacité de 0,1 à 600g. Pour les poissons excédant ce poids, une balance à crochet d'une capacité de 6 kg et d'une précision de 50 g est utilisée. Dans le cas d'individus de faible poids (< 0,1 g), une pesée globale par espèce et par lot est effectuée.

Les biomasses (poids frais) par station sont calculées pour chaque taxon, si la quantité est suffisante pour permettre des mesures au milligramme (taxons les plus abondants ou les plus gros). La balance utilisée est une Mettler Toledo AB 104 d'une précision de 0,1 mg (min 10 mg, max 101 mg).

2.7.2.3 Sexe

L'identification du sexe est réalisée lorsque le dimorphisme sexuel sera apparent sur l'animal vivant. Cette identification dépend en grande partie principalement de l'espèce et également de l'état de maturité sexuelle des individus. Si toutefois un individu meurt lors des manipulations, il est conservé au congélateur, puis disséqué pour déterminer le sexe et le stade de maturité.

2.7.3 Identification

Les individus prélevés ont été identifiés directement sur le terrain par un spécialiste. Dans le cas où l'identification n'est pas possible, les individus ont été transportés au laboratoire où des ouvrages destinés à la détermination des espèces (Tableau 3) et du matériel d'identification plus précis (microscopes) sont disponibles.

Tableau 3: Liste des ouvrages utilisés pour la détermination des poissons

Année	Auteur	Titre	Editions
1915	WEBER M., De BEAUFORT,	Les Poissons d'eau douce de la Nouvelle-Calédonie	Nova Caledonia Zool., F. Sarasin et J. Roux
1984	NELSON Joseph S.	Fishes of the World	2 nd ed., ISBN 0-471-86475-7
1988	Mc DOWALL R.M.	Diadromy in fishes: Migrations between Freshwater and Marine Environments	ISBN 0-88192-114-9, Timber Press, University Press, Cambridge
1991	Dr. Gerald R. Allen	Field guide to the Freshwater Fishes of New Guinea	ISBN 9980-85-304-2, Christensen Resarch Inst., P.O.Box 305
1997	THOMSON, J.M.	The Mugilidae of the World	Mem. Of the Queensland Museum, Vol. 41, Part 3
1999	PÖLLABAUER C.	Faune ichtyologique et carcinologique de Nouvelle-Calédonie	DRN, Province Sud
2000	LABOUTE P., GRANDPERRIN René	Poissons de Nouvelle-Calédonie	Ed. C. Ledru
2001	ERBIO	Inventaire de la Faune Ichtyologique d'Eau douce et Caractérisation initiale du milieu	Mandat Bio-2 et 12b, Projet Koniambo, Etude Env. de Base
2002	G.R. Allen, S.H. Midgley, M. Allen	Field guide to the Freshwater Fishes of Australia	Western Australian Museum, ISBN 0 7307 5486 3
2003	MARQUET G., KEITH P. et E.VIGNEUX	Atlas des Poissons et des Crustacés d'eau douce de Nouvelle-Calédonie	ISBN 2-85653-552-6, Publications scientifiques du M.N.H.N.
2004	PUSEY B., KENNARD M. & ARTHINGTON A.	Freshwater Fishes of North-Eastern Australia	CSIRO Publishing, ISBN 0 643 06966 6

2.8 Traitements statistiques et interprétations des données sur les populations

2.8.1 Composition

La composition spécifique dépend de la zoogéographie des espèces, qui est le résultat d'événements géologiques et climatiques passés. Elle dépend également, dans une large mesure, des conséquences écologiques du régime hydrologique. Les facteurs contraignants (conductivité élevée, déficit en oxygène, assèchement périodique, pollutions minérales ou organiques) conduisent à ce qu'une faune devienne peu diversifiée et, dans des conditions extrêmes, seules quelques espèces adaptées parviennent à subsister.

Les communautés de poissons et crustacés inventoriées sont globalement définies par leur composition taxonomique, leur densité et leur biomasse (Thollot, 1996). **Un peuplement est donc caractérisé par sa richesse spécifique et sa diversité.**

Pour caractériser les peuplements (ichtyologiques), trois indices sont employés couramment :

1. **La richesse spécifique d'un peuplement S** est le nombre d'espèces récoltées.

2. **L'indice de Shannon H'** (exprimé en bit) permet de différencier des peuplements qui comporteraient un même nombre d'espèces mais avec des fréquences relatives très différentes :

$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$, où p_i est la fréquence relative de l'espèce i dans le peuplement. Cet indice de diversité spécifique varie à la fois en fonction du nombre d'espèces présentes et en fonction de l'abondance relative des diverses espèces.

3. Afin de distinguer la part de l'abondance relative des différentes espèces, **l'indice d'équitabilité E** était calculé : $E = H' / H_{\max}$ dans lequel $H_{\max}$ est la diversité maximale d'un peuplement de même richesse spécifique, diversité atteinte lorsque toutes les espèces ont la même abondance, c'est-à-dire ($H_{\max} = \log_2 S$), soit $E = H' / \log_2 S$. E varie de 0 (une espèce représentant la totalité des captures) à 1 (équi-répartition des espèces). Les valeurs de l'équitabilité renseignent donc sur l'homogénéité des captures et l'équilibre du peuplement. Il est généralement admis que des valeurs inférieures à 0,80 traduisent un état de non-stabilité du peuplement (Daget, 1979).

2.8.2 Abondance

Les données sur les poissons et les crustacés sont compilées par section d'échantillonnage, par station et pour l'ensemble de la rivière, à l'aide de tableaux et de graphiques indiquant :

- le nombre absolu d'individus capturés par espèce et global;
- les densités et biomasses par unité de surface;
- la biomasse par unité d'effort totale et par espèce.

3 Résultats

3.1 Caractéristiques mésologiques de CBN-30

Les variables morphodynamiques et physico-chimiques relevées pour la station CBN-30 sont indiquées dans le Tableau 4.

Tableau 4: Caractérisation mésologiques et physico-chimiques du tronçon CBN-30 prospecté le 13/11/2008.

Rivière		Creek de la Baie Nord	
Code Station		CBN-30 (0 à 100m)	CBN-30 (100 à 200m)
Coordonnées GPS (IGN 72)		0m : X = 694 148 Y=7 528 745	200m : X = 694 299, Y= 7 528 705
Date de pêche		13/11/2008	20/11/2008
Longueur de tronçon (m)		100m	100m
Largeur moyenne du tronçon (m)		12,92	6,26
Surface échantillonnée (m²)		1292	626
Profondeur maximale (m)		0,63	
Profondeur moyenne (m)		0,32	
Vitesse de courant moyenne (m/h)		573,12	
Vitesse du courant (maximum) m/h		1779,12	
Caractérisation de l'habitat		Escaliers, fond de rivière constitué majoritairement de blocs et de roche. Présence aussi de sables et de débris végétaux. Poussières rouges omniprésentes.	
Commentaires		Tronçon juste en amont du radier et en bordure de route	Tronçon dans la continuité
Type de substrat (%)	Blocs + Rochers	60%	
	Galets	20%	
	Graviers	10%	
	Sables	10%	
	Vases	0%	
	Débris / végétaux	0%	
Structure des berges	rive gauche	qq érosions	
	rive droite	Assez érodé	
Pente des berges	rive gauche	10-40	
	rive droite	10-40	
Déversement végétal (%)	rive gauche	51-75	
	rive droite	51-75	
Présence de végétation aquatique		Beaucoup d'algues filamenteuse, incrustantes, mousse verte (2,3 et 4)	Beaucoup d'algues incrustantes, mousse verte (3 et 4)
Nature ripisylve	rive gauche	Maquis minier et végétation secondarisé	Maquis minier et végétation secondarisé
	rive droite	Maquis minier et végétation secondarisé	Maquis minier et végétation secondarisé
Structure ripisylve	rive gauche	Multistrates	Multistrates
	rive droite	Multistrates	Multistrates
Heure de mesure		10h15	10h00; 13h00; 17h00
Température surface (° C)		25,5	24,7; 20,2; 27,2
Taux d'oxygène dissous	(mg/l)	8,35	9,4
	(%O2)	112	118,5
Conductivité	µS/cm	111	104
Turbidité	NTU	Eau claire	
pH		7,5	
Dureté TH		7,16	
Dureté carbonatée GH		5,34	
Fer	mg/l	0	
NH4/NH3	mg/l	0	
Nitrite NO2	mg/l	0	
Nitrate NO3	mg/l	0	
Phosphates	mg/l	0,25	
Cuivre	mg/l	0	

3.1.1 Description de la station

Cette portion du cours d'eau longe tout du long la route. La station part du radier (Figure 7) et s'arrête 200m plus loin en amont, elle inclut deux tronçons de 100m linéaire, 6U et CBN-30. Au cours des prospections, la section mouillée avait une largeur entre 4 et 27 mètres selon les endroits (les mesures ont été effectuées tous les 25 mètres). Les profondeurs sont généralement faibles. La profondeur maximale relevée a été de 0,6 mètre. Le fond du lit était constitué essentiellement de blocs et de roches. Du sable et quelques débris végétaux ont été observés par endroits (cf fiche de terrain en annexe I).



Figure 7 : Tronçon CBN-30 /6U (13/11/2008)

A = plat lentique et chenal lotique, B = rapides et cascades

Le faciès d'écoulement dominant de la station est du type chenal lotique avec des mouilles d'affouillement et du plat lentique (Figure 7 A). Quelques rapides et une petite cascade (Figure 7 B) ont été observés. Il est important de noter que pour la première fois, une large majorité des blocs et roches submergées ont été couverts en abondance d'algues incrustantes (Figure 7 C), filamenteuses et de mousses vertes. Ces algues (cyanobactéries ?) se développent dans des eaux peu profondes, tièdes, calmes et riches en nutriments (tels que phosphore et azote).

Les berges sont peu inclinées et laissent supposer des débordements fréquents lors des crues. Les vitesses d'écoulement peuvent être localement élevées.

Les températures de l'eau se situaient lors des prospections entre 20 et 27°C suivant l'heure de mesure. Le pH a été de 7.5 et les conductivités ont été d'environ 108 µS/cm en moyenne.

3.1.2 Ripisylve

La forêt bordant le réseau hydrographique (ripisylve) se compose essentiellement de maquis minier et de végétation secondarisée. Sa structure est en multistrates. En bordure de rivière, elle se compose essentiellement d'herbacés. Ces plantes pionnières, la plupart endémiques, comportent quatre espèces appartenant à la famille des Cypéracées, seules plantes herbacées des massifs ultramafiques de Nouvelle Calédonie. Ces espèces de Cypéracées communes produisent des semences abondantes : *Costularia comosa*, *Baumea deplanchei*, *Schoenus neocaledonicus* et *Schoenus juvenis*. Ces plantes robustes et peu exigeantes se rencontrent depuis le niveau de la mer jusqu'aux sommets des massifs ultramafiques, tant sur les terrains ferralitiques (sols acides) que sur substrat magnésien (saprolites ou serpentinites donnant des sols basiques).

Sur la totalité du tronçon prospecté, la végétation présente en bordure est peu dense voir absente (Figure 8). Elle ne recouvre à aucun endroit la partie en eau.



Figure 8 : Berges du Creek de la Baie Nord avec ripisylve clairsemée

Note : La ripisylve a une importance primordiale sur les communautés piscicoles et benthiques. En effet, une ripisylve fournie procure un ombrage en bord de cours d'eau ou sur sa totalité. Cet ombrage a un effet thermique non négligeable (baisse générale de la température). De plus la végétation développe des racines et des branches sur la berge qui servent d'abris vis à vis des prédateurs, d'abris hydrauliques par rapport aux grandes vitesses de courant, de nutrition. Enfin cette végétation sert de filtre aux écoulements superficiels pour limiter l'apport des substances nocives ou des particules fines lors des pluies d'intensité moyenne.

3.2 Inventaire faunistique

3.2.1 Communautés ichthyologiques

3.2.1.1 Effectifs, densité et richesse spécifique

Sur l'ensemble de la station CBN-30, 122 poissons ont été capturés à l'aide de la pêche électrique. Parmi ceux-ci, 9 espèces appartenant à 5 familles différentes ont pu être identifiées (Tableau 5).

Tableau 5: Effectifs, abondances et densité totale des poissons capturés par pêche électrique au cours des prospections du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans la station CBN-30 du Creek de la Baie Nord.

Famille	Espèce	Effectif	Abondance (%) par espèce
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	3	2,46
	<i>Anguilla megastoma</i>	5	4,10
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	1	0,82
Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>	10	8,20
Gobiidae	<i>Awaous guamensis</i>	19	15,57
	<i>Awaous ocellaris</i>	3	2,46
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	39	31,97
Kuhliidae	<i>Kuhlia rupestris</i>	37	30,33
Rhyacichthyidae	<i>Protogobius attiti</i>	5	4,10
Total de captures		122	100
Surface (m²)		1918	
Densité / ha		636	
Nombre d'espèce		9	

La famille de poisson avec l'effectif le plus élevé est celle des Gobiidae (61 individus) représentant 50 % des captures totales (Tableau 5). Les Kuhliidae viennent en 2^{ème} position (37 individus) avec comme pourcentage respectif 30%. Ces 2 familles représentent 80% des poissons inventoriés sur l'ensemble de CBN-30. Les Eleotridae (avec 10 individus) occupent la 3^{ème} place, suivis de très près par les Anguillidae (9 individus). La famille des Rhyacichthyidae vient en dernière position.

L'ensemble des captures ramené à la superficie prospectée (en hectare) donne une densité totale de 636 individus/ha.

Le Tableau 6 ci-dessous, présente les effectifs des espèces capturées et leurs abondances classés par ordre de fréquence absolue (ou relative) décroissante. Les fréquences cumulées sont aussi indiquées dans ce tableau.

Tableau 6: fréquences cumulés des espèces capturées dans CBN-30.

Espèce	Effectif	Abondance (%) par espèce	Fréquence cumulée
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	39	31,97	31,97
<i>Kuhlia rupestris</i>	37	30,33	62,30
<i>Awaous guamensis</i>	19	15,57	77,87
<i>Eleotris fusca</i>	10	8,20	86,07
<i>Anguilla megastoma</i>	5	4,10	90,17
<i>Protogobius attiti</i>	5	4,10	94,27
<i>Anguilla marmorata</i>	3	2,46	96,72
<i>Awaous ocellaris</i>	3	2,46	99,18
<i>Anguilla reinhardtii</i>	1	0,82	100,00

Les espèces *Sicyopterus lagocephalus* et *Kuhlia rupestris* sont en termes de captures les plus représentées dans CBN-30. En effet, 39 et 37 individus ont été capturés respectivement (soit 31.97 et 30.33 % des captures totales) (Tableau 6; Figure 9 ; Figure



Figure 9 : *Sicyopterus lagocephalus* (♂, 8,9cm de long)



Figure 10 : *Kuhlia rupestris* (♀ 11,6cm de long)

Elles représentent à elles seules plus de 60% des captures (Tableau 6). *Awaous guamensis* vient en 3^{ième} position avec 19 individus (15.57%) suivi de l'espèce *Eleotris fusca* avec 10 individus (8.2%). Les autres espèces sont faiblement représentées avec des effectifs de captures inférieurs ou égales à 5.

Parmi ces 9 espèces capturées, **seule l'espèce *Protogobius attiti* est endémique** au territoire (cf photos ci-dessous). Elle représente uniquement 4,1% des captures totales. Il est important de noter qu'aucune espèce introduite n'a été observée dans le tronçon d'étude.

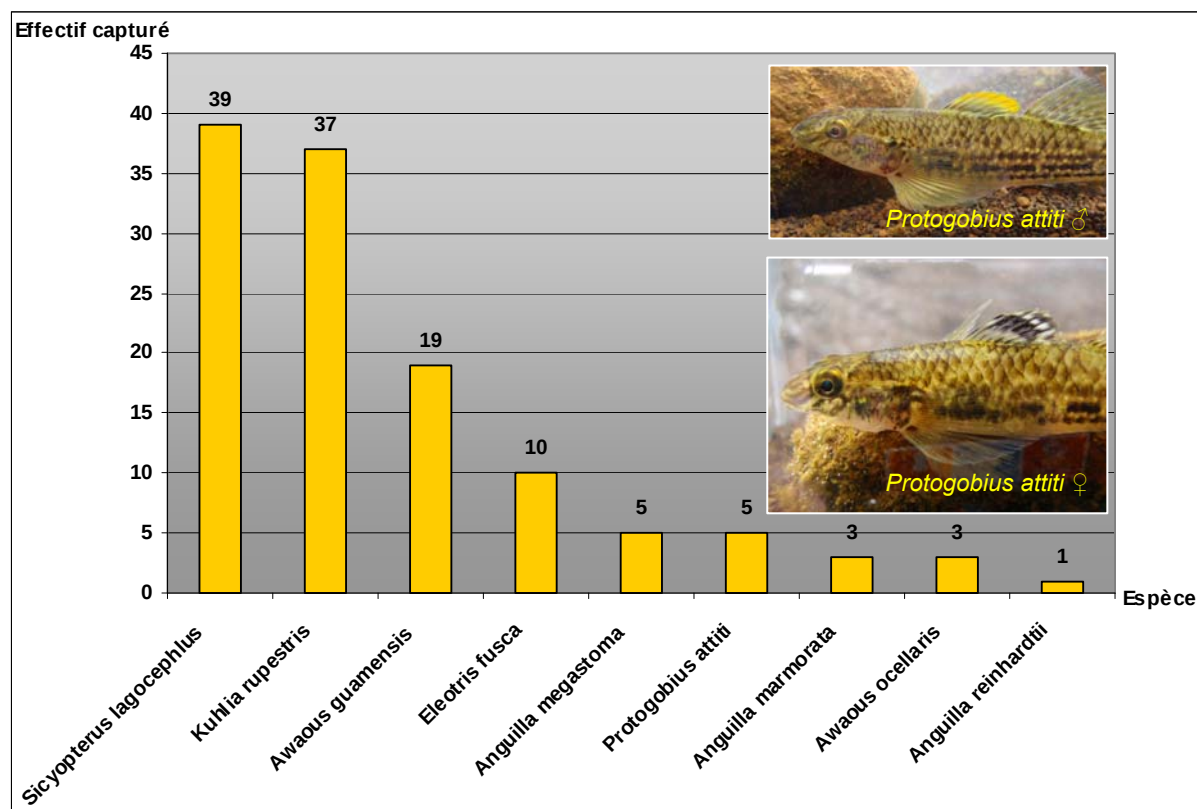


Figure 11: Effectif des différentes espèces de poissons capturées lors des pêches électriques du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans le tronçon CBN-30 du Creek de la Baie Nord.

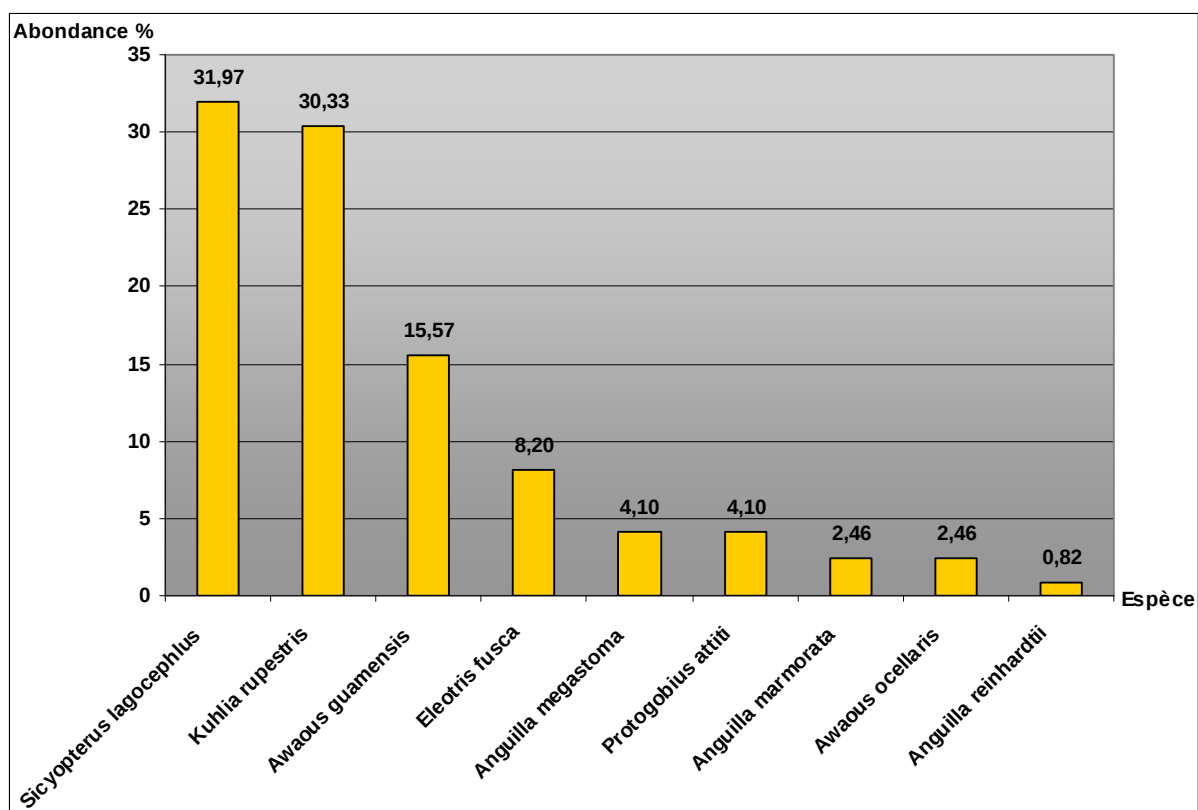


Figure 12: Abondance des différentes espèces de poissons capturées lors des pêches électriques du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans le tronçon CBN-30 du Creek de la Baie Nord.

3.2.1.2 Diversité spécifique

Le Tableau 7 ci-dessous met en évidence l'indice de Shannon (H') et l'indice d'Equitabilité E obtenu pour la station CBN-30.

Tableau 7: Indices de diversité (Shannon et Equitabilité) obtenues pour la station CBN-30 (SR= Richesse Spécifique; S= Indice de Shannon et E= Indice d'Equitabilité).

Famille	Espèce	nbre abs/esp	Proportion (pi)	x*LOG(x;10)
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	3	0,024590164	0,03957144
	<i>Anguilla megastoma</i>	5	0,040983607	0,056860239
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	1	0,008196721	0,01710131
Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>	10	0,081967213	0,089045888
Gobiidae	<i>Awaous guamensis</i>	19	0,155737705	0,125774741
	<i>Awaous ocellaris</i>	3	0,024590164	0,03957144
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	39	0,319672131	0,15833208
Kuhliidae	<i>Kuhlia rupestris</i>	37	0,303278689	0,157146311
Rhyacichthyidae	<i>Protogobius attiti</i>	5	0,040983607	0,056860239

Effectif	122
SR	9
S	0,740263688
E	0,78

D'après le Tableau 7, l'indice d'Equitabilité de CBN-30 est de 0,78. Rappelons qu'une valeur inférieure à 0,80 traduit un état de non-stabilité du peuplement (Daget, 1979).

3.2.1.3 Biomasse

Sur l'ensemble de la zone prospectée, une biomasse totale de 2,99 kg a été pêchée soit un rendement de 15,57kg/ha (Tableau 8).

La famille des **Kuhliidae** est en termes de biomasse la plus représentée avec 1420,5g soit 47,6% de la biomasse totale. Les Gobiidae viennent en deuxième position avec 1258,4 soit 42,1 %. Ces deux familles représentent à elles seules 89,7% de la biomasse totale. Comparativement, les Anguillidae et Eleotridae sont faiblement représentés, soit respectivement 5,6 et 4%. Ils se placent à la 3^{ème} et 4^{ème} position. La famille endémique des Rhyacichthyidae vient en dernière position avec une biomasse de 21,5g soit 0.7% de la biomasse totale.

Tableau 8: Biomasse et abondance des biomasses des espèces capturées dans CBN-30.

Famille	Espèce	Biomasse/espèces (g)	Abondance des biomasses (%)
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	112,6	3,77
	<i>Anguilla megastoma</i>	40,2	1,35
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	14,3	0,48
Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>	119,2	3,99
Gobiidae	<i>Awaous guamensis</i>	985,9	33,01
	<i>Awaous ocellaris</i>	2,8	0,09
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	269,7	9,03
Kuhliidae	<i>Kuhlia rupestris</i>	1420,5	47,56
Rhyacichthyidae	<i>Protogobius attiti</i>	21,5	0,72
Biomasse total		2986,7	100,0
Surface (m²)		1918	
Biomasse totale g / ha		15572	

Le Tableau 9 ci-dessous, présente les biomasses des espèces capturées dans la station CBN-30 ainsi que leurs abondances classées par ordre de fréquence absolue (ou relative) décroissante. Les fréquences cumulées sont aussi indiquées dans ce tableau.

Tableau 9: Biomasse, abondance des biomasses et fréquence cumulée des espèces capturées dans la station CBN-30

Espèce	Biomasse (g)	Abondance des biomasses par espèce (%)	Fréquence cumulée
<i>Kuhlia rupestris</i>	1420,5	47,56	47,56
<i>Awaous guamensis</i>	985,9	33,01	80,57
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	269,7	9,03	89,60
<i>Eleotris fusca</i>	119,2	3,99	93,59
<i>Anguilla marmorata</i>	112,6	3,77	97,36
<i>Anguilla megastoma</i>	40,2	1,35	98,71
<i>Protogobius attiti</i>	21,5	0,72	99,43
<i>Anguilla reinhardtii</i>	14,3	0,48	99,91
<i>Awaous ocellaris</i>	2,8	0,09	100,00

Kuhlia rupestris est en termes de biomasse l'espèce la plus abondante. Elle représente à elle seule 1420,5g soit 47,6% de la biomasse totale (Tableau 9; Figure 13, Figure 14). *Awaous guamensis* vient en seconde position avec 985,9g (33%). L'importante biomasse chez *Kuhlia rupestris* et *A. guamensis* s'explique par la capture de gros individus. Ces deux espèces représentent à elles seules plus de 80% de la biomasse totale pêchée.

En troisième et quatrième position on observe les espèces *Sicyopterus lagocephalus* et *Eleotris fusca* avec une biomasse respective de 269,7 et 119.2g.

La 5^{ème} et 6^{ème} place revient aux anguilles *A. marmorata* et *A. megastoma*. La plus part du temps les anguilles se situent, en termes de biomasse, plutôt dans les premières positions étant donné leur morphologie et leur taille. Cependant dans cette étude seule des petits individus (juvéniles) ont été capturés.

Protogobius attiti avec 21,5g (0,7%) vient à la 7^{ème} place et *Awaous ocellaris* vient en dernière position (2,8g soit 0,1%).

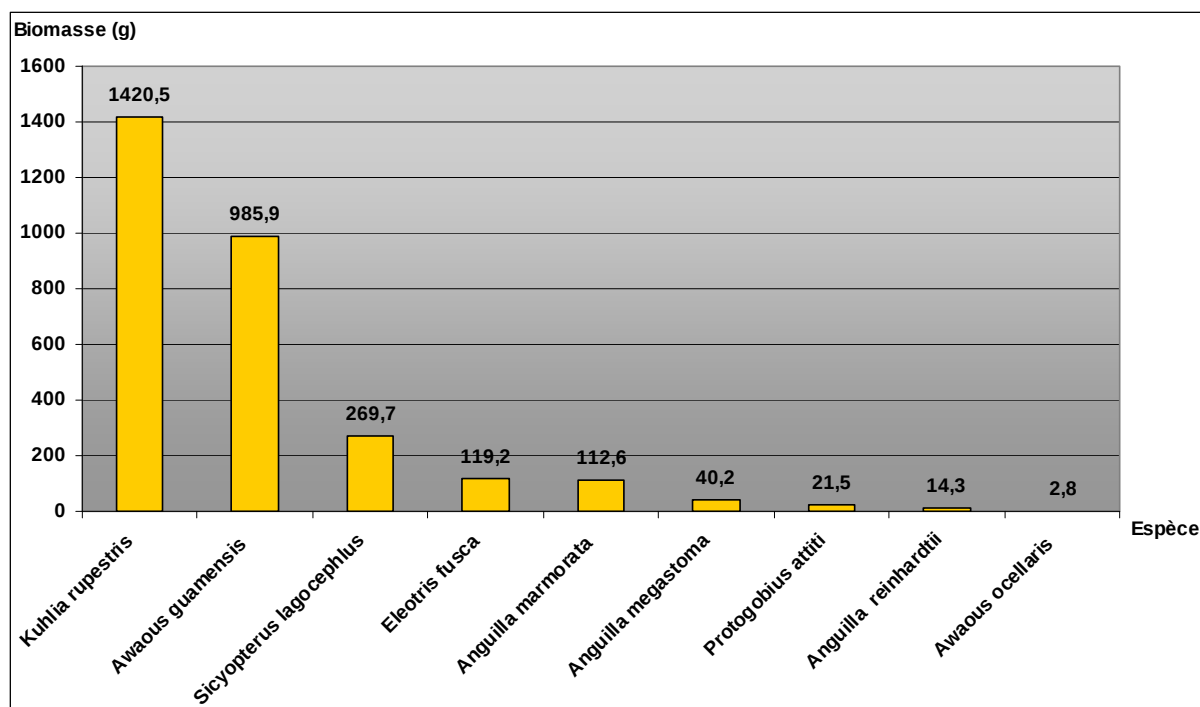


Figure 13: Biomasse (en g) des différentes espèces de poissons capturées lors de la pêche électrique du 22/08/2008 dans la station CBN-30.

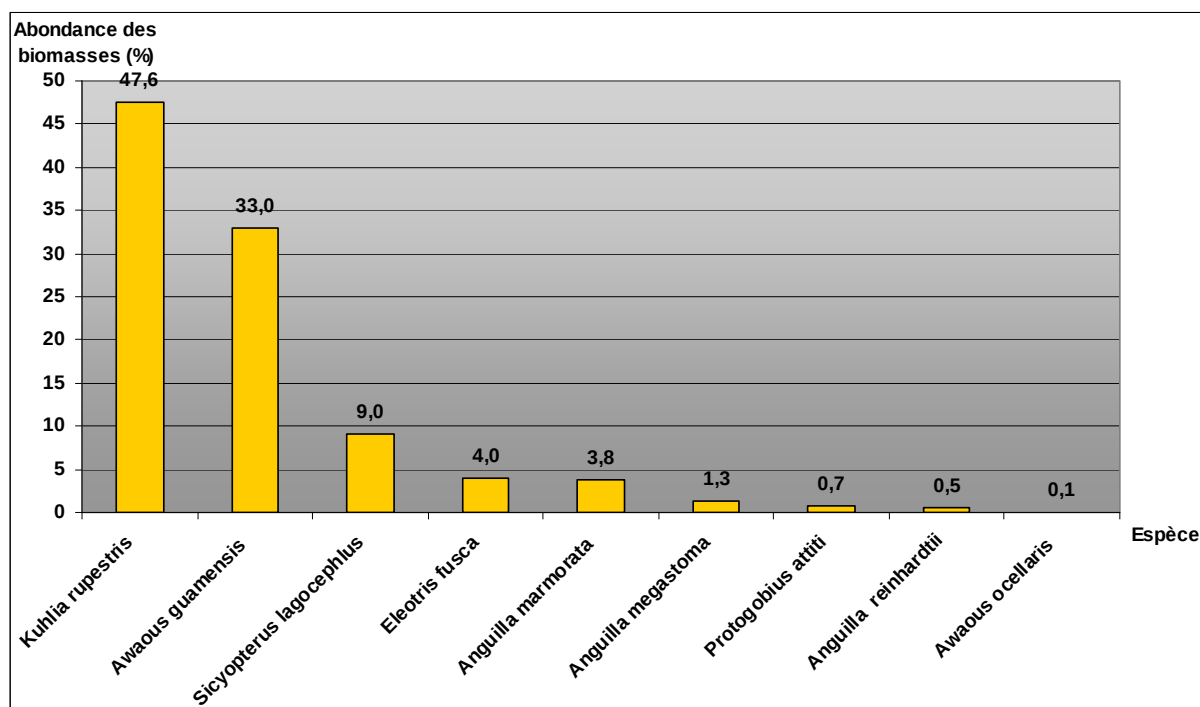


Figure 14: Abondance des biomasses des différentes espèces de poissons capturées lors de la pêche électrique du 22/08/2008 dans la station CBN-30

3.3 Indice d'intégrité biotique

La valeur d'IIB, obtenue pour le Creek de la Baie Nord, est de 45 (Tableau 10). Cette valeur révèle un état de santé pauvre de l'écosystème.

Rappelons que l'IIB est un outil de gestion, les notes <46 signifient qu'il y a une nécessité d'intervenir (contrôle de vraisemblance, publications des données, mesures d'amélioration de la situation, contrôle des effets atteints).

Le score de l'IIB du Creek de la Baie Nord était de 71 lors de la campagne du 23/05/2007-01/06/2007 reflétant un bon état d'intégrité de l'écosystème, il était de 45 en novembre 2008, ce qui correspond à un état pauvre.

En effet, en 2007, 22 espèces ont été recensées (sur un total de 29), dont 6 espèces endémiques ou inscrites sur la liste rouge, contre 9 en 2008, dont 1 endémique¹. Il est cependant difficile de comparer les données, étant donné que les pêches en 2007 ont eu lieu en saison fraîche, et sur deux stations, dont une au cours inférieur (près de l'embouchure) ; cette dernière n'a pas été échantillonnée en 2008.

¹ 2007 : ERBIO « Inventaire piscicole du Creek de la Baie Nord des rivières Kwé (principale), Wadjana et Trou bleu ». Rapport d'études 11/10/2007.

Tableau 10: Indice d'intégrité biotique obtenu pour le Creek de la Baie Nord lors de la campagne de novembre 2008.

Indice d'intégrité biotique Campagne 2008	Excellent	Moyen	Faible	Creek de la Baie Nord	
	5	3	1	C*	Note
Paramètre 1 : Richesse spécifique (nombre d'espèces de poissons / cours d'eau)					
- Nombre d'espèces indigènes	> 23	12 à 23	< 12	8	1
- Nombre d'espèces endémiques et/ou intolérantes	>3	2 à 3	1	2	3
- Nombre d'espèces d'un intérêt halieutique	>5	3 à 5	<3	7	5
- Nombre d'espèces endémiques menacées ou très rares (<i>Nesogalaxias</i> , <i>Protogobius</i> , <i>Rhyacichthys</i>)	3	2	1	2	3
- Abondances des individus tolérants	<10%	10-20%	>20%	93,4%	1
- Nombre d'espèces introduites	0	1 à 2	>2	0	5
Paramètre 2 : Diversité et équitabilité					
- Distribution des fréquences d'espèces indigènes	>10	5 à 10	<5	4	1
- Distribution des fréquences d'espèces endémiques et/ou intolérantes	>3	2 à 3	<2	1	1
- Distribution des fréquences d'espèces caractéristiques d'un intérêt halieutique	>5	3 à 5	<3	4	3
Distribution des fréquences d'espèces endémiques menacées ou très rares (<i>Nesogalaxias</i> , <i>Protogobius</i> , <i>Rhyacichthys</i>)	3	2	1	1	1
- Distribution des fréquences d'espèces de poissons tolérants	<5	5 à 10	>10	4	5
- Distribution des fréquences d'espèces introduites	0	1 à 10	>10	0	5
Paramètre 3 : Organisation trophique (Nombre de poissons/ catégorie trophique/ cours d'eau)					
- Abondance relative d'omnivores (<i>Kuhlia</i> , <i>Tilapia</i> , <i>Awaous</i>)	<25%	25-70%	>70%	48,0%	3
- Abondance relative de carnivores (insectes, crevettes, mollusques, poissons, etc.)	>60%	30-60	<30	52,0%	3
- Abondance relative de benthophages (vase, algues, épiphytes, etc.)	>20%	12-20%	<12%	0,0%	0
Paramètre 4 : Structure de la population (pyramide des âges)					
Nombre d'espèces présentant les caractéristiques d'une population naturelle (toutes les classes d'âge bien représentées)	>3	2 à 3	<1	0	0
- Nombre d'espèces ne présentant que partiellement les caractéristiques d'une population naturelle	>3	2 à 3	<1	1	1
- Population non naturelle (prédominance d'une classe d'âge)	<5	5 à 10	>10	3	3
Paramètre 5 : Présence de <i>Macrobrachium</i>					
- <i>Macrobrachium</i> (en % de la biomasse)	<15%	15-30%	>30%	20,6%	1
		Note finale			45
C*= Base de calcul				Pauvre	

excellent	>75
bon	61-75
passable	46-60
pauvre	31-45
très pauvre	<31



3.3.1 La faune carcinologique

3.3.1.1 Effectifs, densité et richesse spécifique des macro-invertébrés

Un total de 458 crevettes a été pêché dans CBN-30. Parmi celles-ci, 6 espèces appartenant à 2 familles différentes (les Palaemonidae et les Atyidae) ont été identifiées:

- *Macrobrachium aemulum*,
- *Macrobrachium caledonicum*,
- *Macrobrachium australe*,
- *Macrobrachium lar*,
- *Macrobrachium gracilirostre*,
- *Caridina sp.*

Le Tableau 11 et les figures 5 et 6, ci-dessous, donnent les effectifs, abondances et fréquence cumulée obtenus pour chacune des espèces capturées.

Tableau 11 : Effectifs, abondances, fréquence cumulée et densité totale des crustacés capturés par pêche électrique au cours des prospections du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans la station CBN-30 du Creek de la Baie Nord.

Famille	Espèce	Totaux	Abondance (%) par espèce	Fréquence cumulée (%)
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	271	59,17	59,17
	<i>Macrobrachium australe</i>	72	15,72	74,89
	<i>Macrobrachium caledonicum</i>	65	14,19	89,08
	<i>Macrobrachium lar</i>	48	10,48	99,56
	<i>Macrobrachium gracilirostre</i>	1	0,22	99,78
Atyidae	<i>Caridina sp.</i>	1	0,22	100,00
Effectif total		458	100	
Surface (m²)		1918		
Densité : nombre de crevettes / ha		2388		

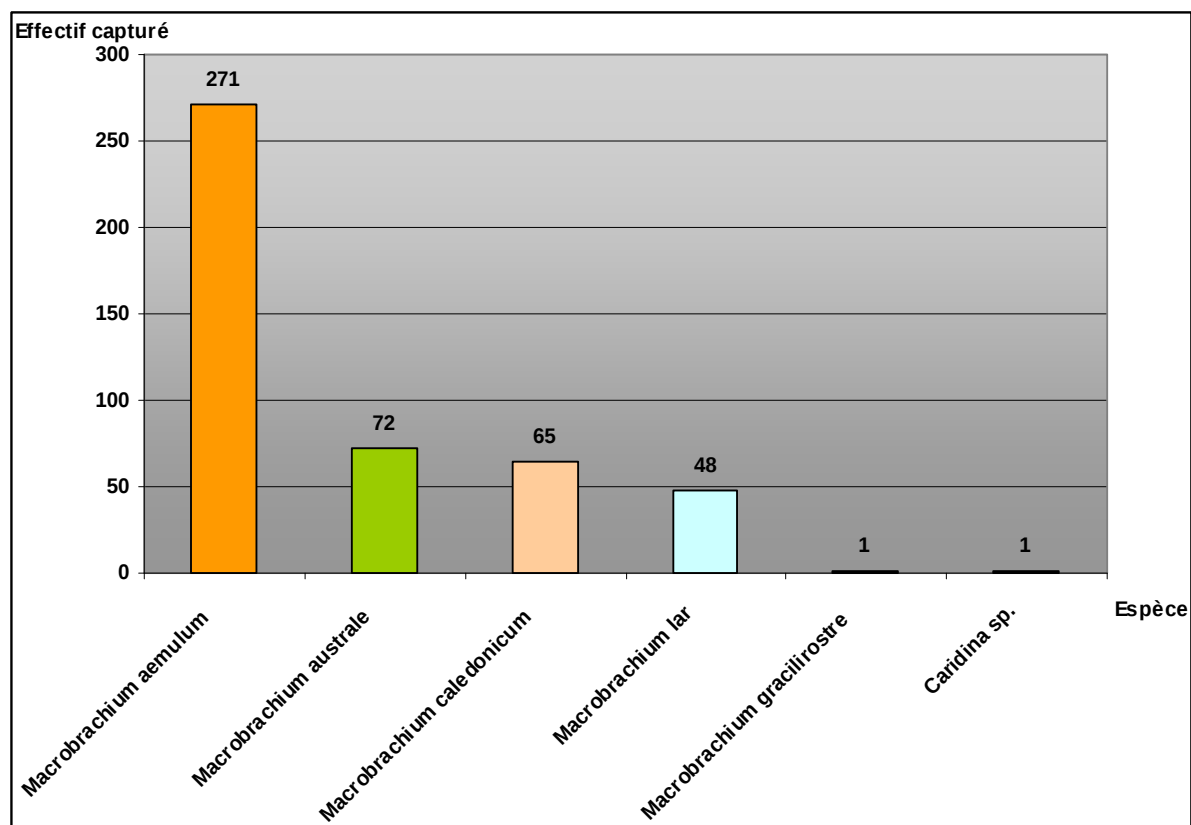


Figure 15: Effectif des différentes espèces de crevettes capturées lors des pêches électriques du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans le tronçon CBN-30 du Creek de la Baie Nord.

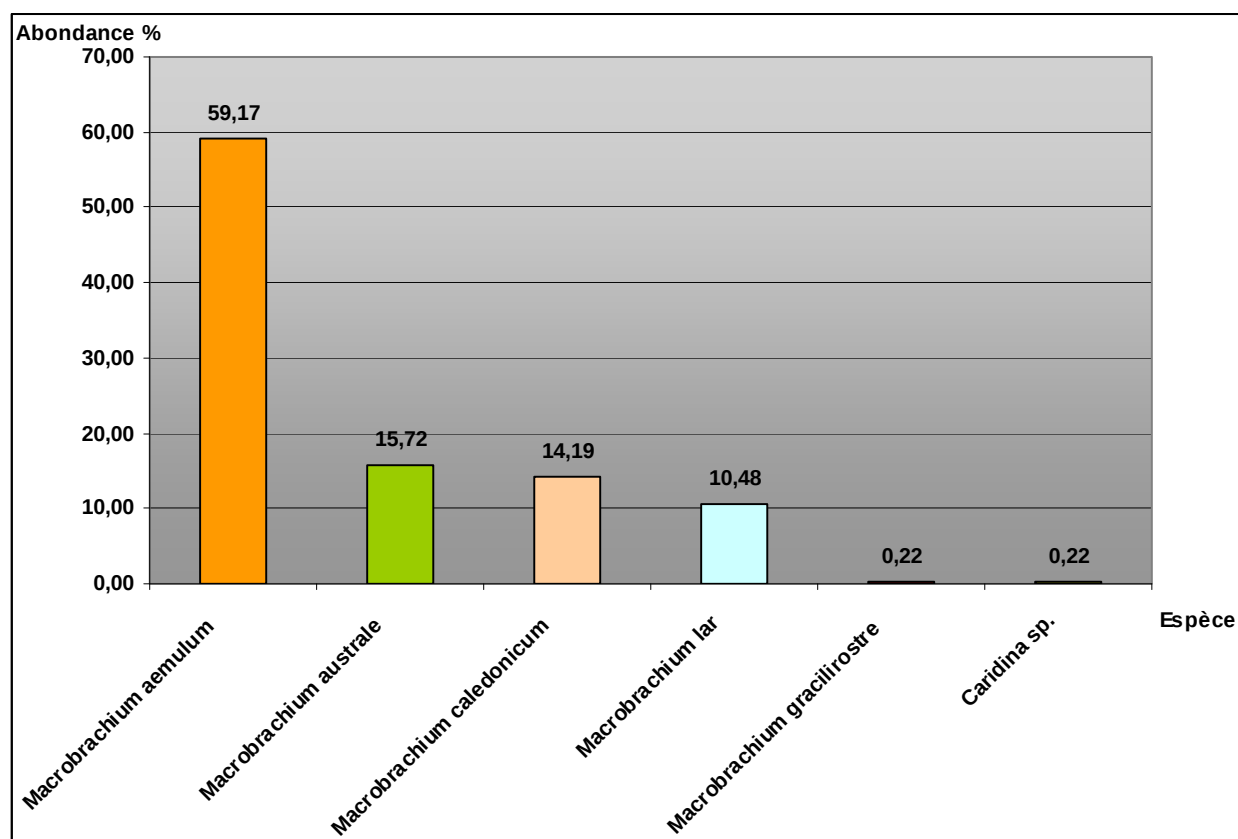


Figure 16: Abondance des effectifs en % des différentes espèces de crevettes capturées lors des pêches électriques du 13/11/2008 et 20/11/2008 dans le Creek de la Baie Nord.

En termes d'effectif, la famille des Palaemonidae représente 99,78% des captures contre seulement 0,22% pour les Atyidae. L'espèce la plus abondante est *Macrobrachium aemulum*. Avec un total de 271 individus capturés, cette espèce représente 60 % des captures totales (Figure 15, Figure 16). *Macrobrachium australe* et *M. caledonicum* viennent respectivement en 2^{ième} et 3^{ième} position avec 72 et 65 individus capturés, soit une abondance respective de 15,72 et 14,19%. Ces trois espèces représentent à elles seules près de 90% des captures. L'espèce *Macrobrachium lar*, appartenant à la famille des Palaemonidae autochtones (grandes crevettes), vient en 4^{ième} position avec 48 individus capturés (soit 10,48%). Avec uniquement un individu capturé, les espèces *Macrobrachium gracilirostre* et *Caridina sp.* se placent en dernières positions.

Notons que *Macrobrachium gracilirostre* n'avait, auparavant, jamais été recensée dans la zone d'étude par notre bureau d'étude. Selon Marquet *et al.* (2003), cette espèce est très rare en Nouvelle-Calédonie, elle n'a été trouvée qu'en Province Nord dans la rivière Wé Yo (côte Est).



Figure 17 : *Macrobrachium gracilirostre* ⁶

La densité totale observée sur l'ensemble du tronçon d'étude s'élève à 0,24 individus/m² (soit 2388 individus / ha).

⁶ Source photo: catalog.ndap.org.tw/.../Detail.jsp?OID=294420

3.3.1.2 Biomasse

La biomasse totale des crustacés capturés sur l'ensemble du tronçon est de 775 g (Tableau 12).

En termes de biomasse par espèce, *Macrobrachium lar* est l'espèce la plus présente. Elle représente à elle seule 40,85% (316 g) de la biomasse totale (

Tableau 12, Figure 18 et Figure 19). Cette espèce est suivie de très près par l'espèce *Macrobrachium aemulum* représentant 40,50% (soit 313,9g). Malgré un nombre d'individu capturé 5,6 fois plus important, *M.aemulum* se retrouve derrière *M.lar* car elle possède une taille deux fois moins importante d'après Marquet *et al.* (2003). Ces deux espèces représentent à elles seules 81,35% de la biomasse totale.

La 3^{ème} place est occupée par *M.australe* avec une biomasse de 98 g soit 12,65%, puis *M. caledonicum* (5,74%), suivi de *M. gracilirostre* (0,25%) et *Caridina sp.* (0,01%).

Tableau 12: Biomasse des crustacés capturés par pêche électrique dans CBN-30.

Biomasse (g)		Biomasse (g)	Abondance (%) des biomasses par espèce	Fréquence cumulée
Famille	Espèce			
Palaemonidae	<i>Macrobrachium lar</i>	316,6	40,85	40,85
	<i>Macrobrachium aemulum</i>	313,9	40,50	81,35
	<i>Macrobrachium australe</i>	98,0	12,65	94,00
	<i>Macrobrachium caledonicum</i>	44,5	5,74	99,74
	<i>Macrobrachium gracilirostre</i>	1,9	0,25	99,99
Atyidae	<i>Caridina sp.</i>	0,1	0,01	100,00
Biomasse total (g)		775,0	100	
Surface (m²)		1918		
Biomasse totale g / ha (BUE)		4041		

La biomasse par unité d'effort observé pour CBN-30 est de 0,40g/m² (soit 4,04 kg/ha).

Note : Les crevettes pourvues de pinces bien développées, notamment les individus de grande taille, s'automutilent parfois lors de la capture. Ce comportement de défense naturel provoque une plus grande variabilité dans les mesures de poids individuel, le poids d'une paire de pince pouvant représenter 1g et plus selon le spécimen (pour le genre *Macrobrachium*). Il est important de tenir compte de ce biais dans les résultats de mesure des poids.

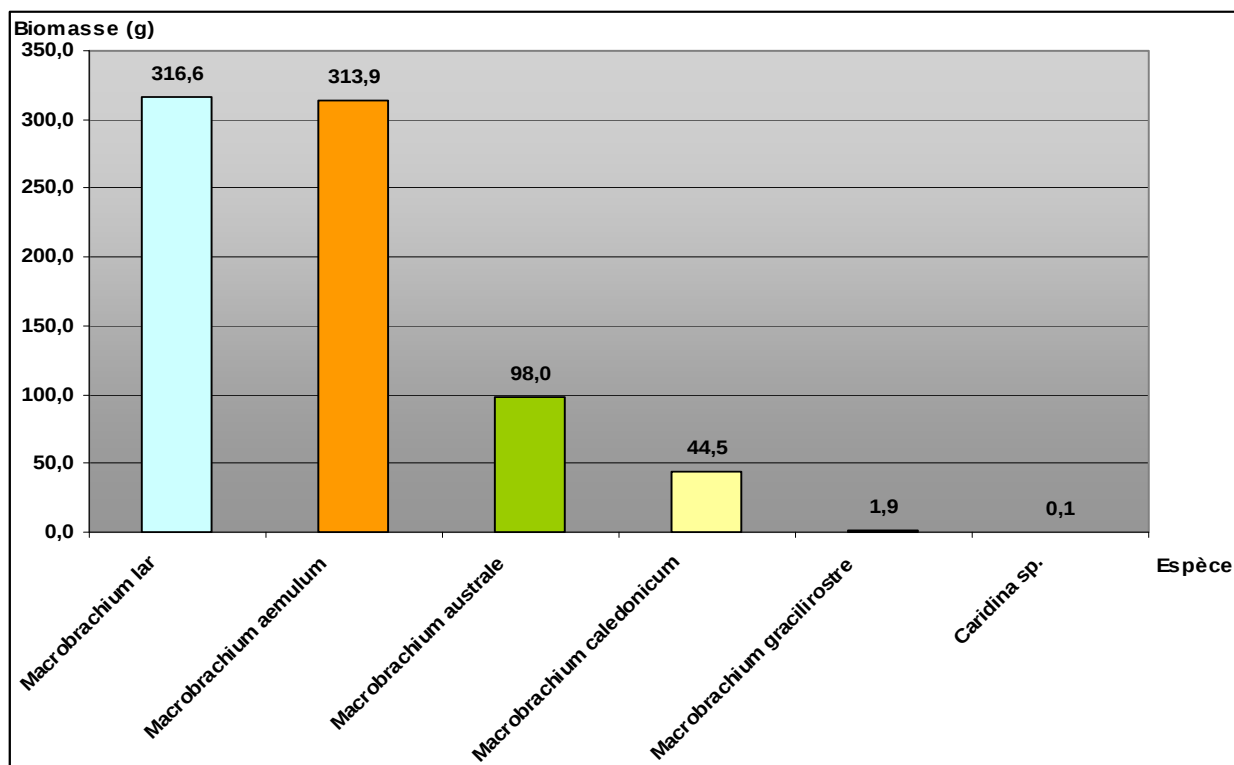


Figure 18: Biomasse (en g) des différentes espèces de crevettes capturées lors de la pêche électrique du 22/08/2008 dans la station CBN-30.

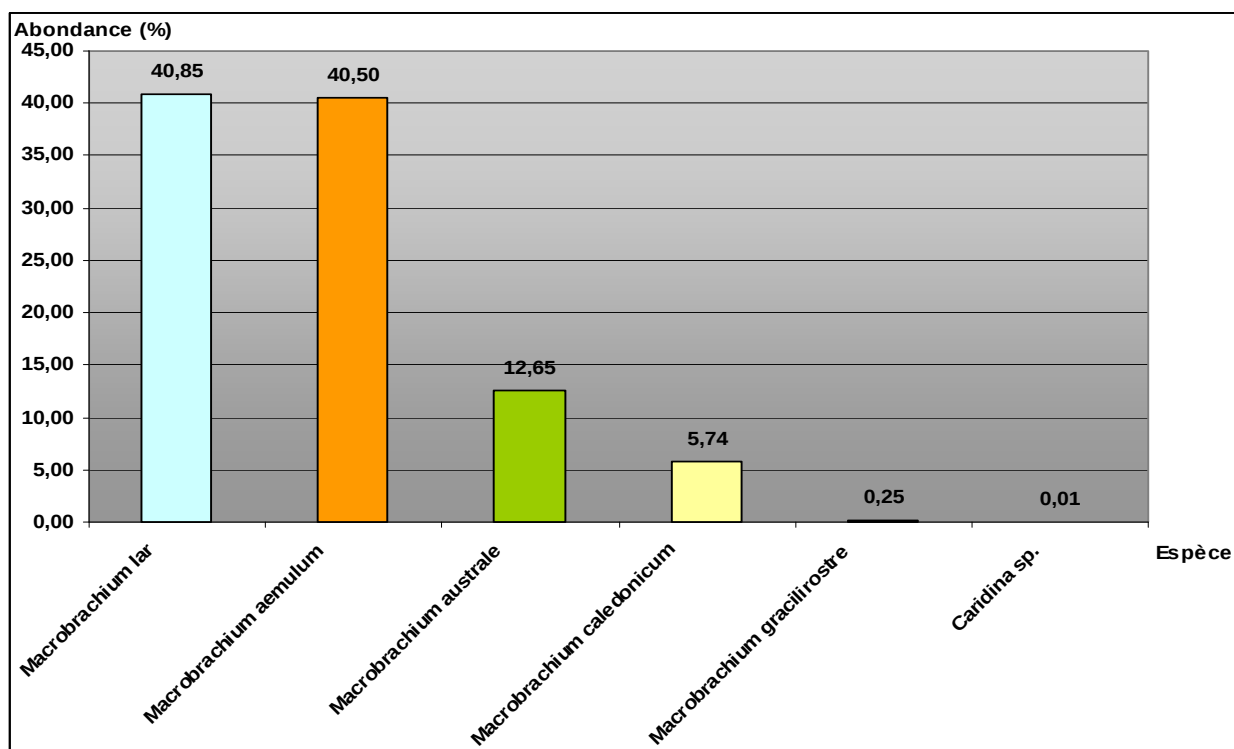


Figure 19: Abondance des biomasses en % des différentes espèces de crevettes capturées lors de la pêche électrique dans la station CBN-30.

3.3.1.3 Structure des populations

La structure des populations fournit des informations utiles sur l'état d'une population donnée. Généralement, la structure des populations est étudiée à partir d'histogrammes de fréquence des classes d'âges, ou à défaut de celles-ci des classes de tailles. Les histogrammes de fréquence de tailles sont plus ou moins représentatifs en fonction du nombre d'individus récoltés. En termes de mesure, seules les espèces ayant un effectif suffisant (plus de 100 individus) sur la globalité de l'étude ont été intégrées aux calculs. Ainsi ils ont porté uniquement sur *M. aemulum*. Une classe de taille de 0,2 cm a été définie (classe 1 : 2-2,2 cm, classe 2 : 2,2-2,4 cm et ainsi de suite). La distribution en taille de cette espèce est donnée à la Figure 20.

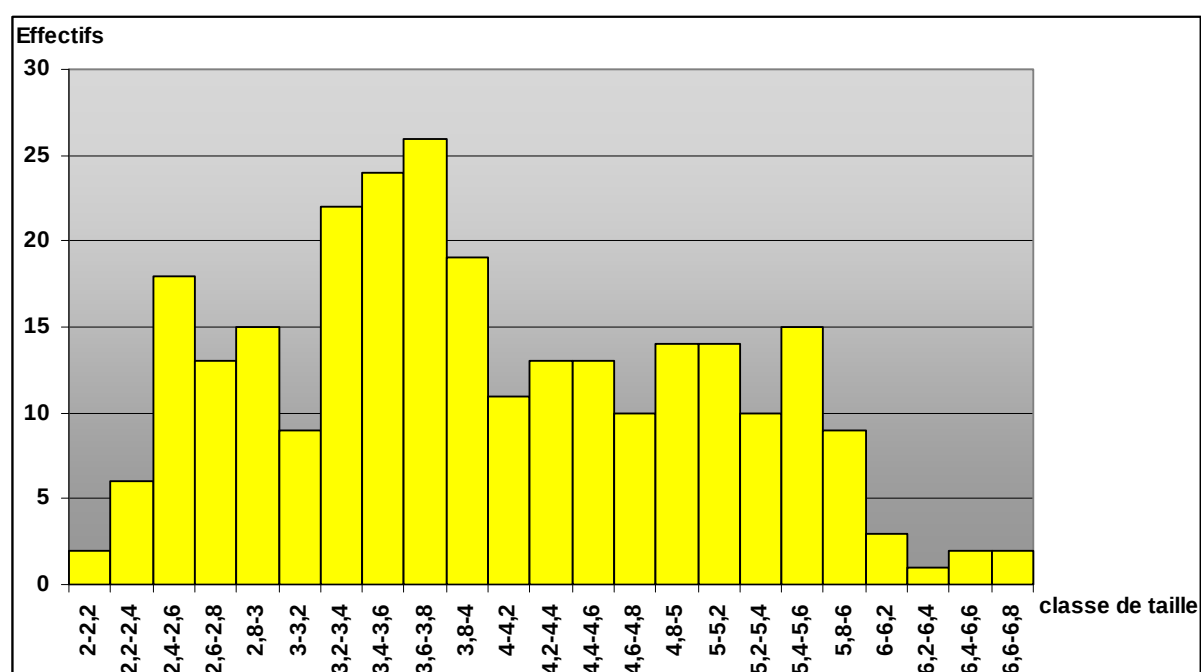


Figure 20: Distribution des classes de tailles de *M. aemulum* capturée sur l'ensemble de l'étude.

D'après l'histogramme, les individus capturés semblent se structurer en 3 cohortes. Une cohorte regroupant les classes de tailles entre 2 et 3,2 cm (juvéniles), une autre représentée par les classes de taille située entre 3,24 et 4,2 cm (sub-adultes) et la troisième représentée par les adultes avec des tailles supérieures à 4,2 cm.

3.3.1.4 Anomalies

Aucun crustacé décapode ne présentait d'anomalies morphologiques au cours de l'étude.

4 Résumé

4.1 Communautés ichthyologiques

4.1.1 Effectifs densité et richesse spécifique

Au cours de cette prospection réalisée le 13 et le 20/12/2008 sur la station piscicole CBN-30, les pêches électriques ont permis la capture de 122 poissons soit une densité s'élevant à 636 individus par hectare. L'effectif des poissons capturés en 2008 représente environ 1/3 comparé à la campagne de 2007.

Sur l'ensemble des cours d'eau calédoniens, un total de 103 espèces de poissons a été répertorié par notre bureau d'étude (Publication en cours). Généralement, un cours d'eau riche en termes de biodiversité se caractérise par un nombre d'espèce pouvant dépasser 30 espèces (Rivière du Trou Bleu par exemple). Le nombre d'espèces identifiées dans le Creek de la Baie Nord (9 espèces par rapport au 29 recensées) révèle donc une très faible richesse en termes de diversité de la faune ichthyenne dans ce cours d'eau. Cette richesse a considérablement diminuée comparée à la campagne précédente. En effet, lors de la campagne de 2007, 22 espèces dont 6 endémiques avaient été inventoriées classant le Creek de la Baie Nord parmi les rivières les plus riches de la zone. Il est important de noter qu'une seule espèce endémique sur les 6 a été retrouvée. Il faut cependant rester prudent dans les interprétations émises car en 2008 seul le cours moyen a été prospecté à la demande du client alors qu'en 2007 il y avait à la fois le cours moyen et inférieur, à proximité de l'embouchure.

Les espèces les plus abondantes dans CBN-30 (*Sicyopterus lagocephalus*, *Kuhlia rupestris* suivi d'*Awaous guamensis* et *Eleotris fusca*) sont des espèces autochtones, largement distribuées et tolérantes aux pollutions.

Les anguilles sont faiblement représentées dans cette portion du cours d'eau et seuls des juvéniles ont été capturés.

4.1.2 Espèces sensibles

Sur la totalité de CBN-30, deux espèces sensibles et d'intérêt (*Awaous ocellaris* et *Protogobius attiti*) ont été observées en très faible nombre dans ce creek.

4.1.2.1 *Awaous ocellaris*

Awaous ocellaris a été observée très peu de fois en Nouvelle-Calédonie. D'après la littérature (Marquet *et al*, 2003), cette espèce a été observée en Calédonie uniquement dans une rivière de la cote Est de Province Nord et dans une rivière de l'île des Pins. Notre bureau d'étude l'a observé à deux reprises sur le site de Goro. Cependant cette espèce a une large répartition Pacifique, des îles Salomon jusqu'en Polynésie française

en passant par la Nouvelle-Calédonie, le Vanuatu, Fidji et les Samoa.

Awaous ocellaris se nourrit de détritus, d'algues et occasionnellement de petits vers, de gastéropodes et de crustacés. Il avale de grande quantité de substrat qu'il filtre à travers sa chambre branchiale.

La biologie de l'espèce voisine *A. guamensis* est mieux connue. *A. ocellaris* est amphidrome: au moment de la reproduction, les adultes migrent vers le cours inférieur des rivières. Les femelles pondent des ovules à la surface des rochers. Les mâles surveillent les œufs jusqu'à l'éclosion. Les larves gagnent la mer où leur séjour serait de plusieurs mois. Elles se rassemblent ensuite par bancs afin de retourner en eau douce pour y poursuivre leur croissance.



Figure 21 : *Awaous ocellaris*

A = *A. ocellaris*, Creek de la Baie Nord, photo Erbio ; B = *A. ocellaris*, Polynésie, photo Jeffrey T. Williams

4.1.2.2 *Protogobius attiti*

L'espèce *Protogobius attiti* est une espèce sensible et endémique au territoire mais elle n'a été observée qu'en très faible nombre. Cette espèce est endémique de la Province Sud de la Nouvelle-Calédonie. D'après Marquet et al, 2003, des populations plus ou moins dynamiques voire pour certaines relictuelles sont connues dans 9 rivières uniquement. Les populations seraient les mieux préservées dans les rivières Pourina et Ni sur la Côte oubliée, dont les bassins versants mériteraient d'être protégés intégralement. L'espèce est carnivore et se nourrit surtout de petits crustacés de la famille des Atyidae (Marquet et al, 2003).

P. attiti fréquente les rivières claires et bien oxygénées sur péridotite avec substrat de graviers et de blocs. Les juvéniles sont regroupés en eaux peu profondes, graveleuses, au courant moyen à faible. Les adultes peuvent être trouvés aussi bien dans les secteurs calmes et profonds que dans les rapides bouillonnants.

4.1.3 Absence d'espèces introduites

Il est important de noter l'absence d'espèces introduite. Cette constatation est plutôt encourageante car ces espèces perturbent rapidement les cours d'eau envahis. En effet, ces espèces, introduites volontairement ou involontairement par l'homme, sont beaucoup plus résistantes et tendent à proliférer pour devenir compétitrices d'autres espèces puis envahissantes jusqu'à être totalement transformatrice de l'écosystème.

4.1.4 Diversité spécifique

La valeur de l'indice de Shannon, inférieure à 0,8 pour CBN-30, affirme une instabilité des peuplements. Cette instabilité avait déjà été observée en 2007. La raison principale de cette instabilité des populations dans cette portion du cours d'eaux est la prédominance des espèces *Kuhlia rupestris* et *Sicyopterus lagocephalus* comparées aux autres espèces capturées. Les autres espèces sont plus ou moins sous-représentées. A partir de cette observation (basée sur les captures d'un seul tronçon), le Creek de la Baie Nord peut être défini comme un cours d'eau ayant une faune ichtyologique peu diversifié et déséquilibrée par la prédominance de quelques espèces tolérantes.

4.1.5 Biomasse

La biomasse totale capturée lors de cette étude (2,99 kg) est inférieur à celle capturée lors de la campagne de 2007 (4,18 kg). Cependant ramenée à l'hectare, la BUE en 2008 est équivalente à celle obtenue en 2007, soit respectivement 15,57 et 15,89 kg/ha, malgré une densité deux fois plus faible. Ceci s'explique par la présence de gros individus de l'espèce *Kuhlia rupestris* et *A. guamensis*. Ces deux espèces représentent à elles seules plus de 80% de la biomasse totale pêchée pour une abondance en termes d'effectif de 46% des captures totales. Nous avons été surpris par la taille importante des *A. guamensis* présents dans CBN-30, pouvant atteindre 20 cm pour un poids avoisinant les 100g. Ce phénomène a été observé pour la première fois. Ceci soulignerait une dégradation du milieu qui favoriserait les espèces omnivores (*Kuhlia rupestris*, *Awaous guamensis*). Ces espèces deviennent dominantes et ont une croissance importante du fait de leur régime alimentaire adapté aux cours d'eau impactés au détriment des espèces plus sensibles.

4.1.6 IIB

La valeur de l'indice d'intégrité biotique révèle un état de santé pauvre de l'écosystème alors qu'en 2007, cet indice désignait un écosystème en bonne santé. Ces observations soulignent que l'écosystème du Creek de la Baie Nord semble se dégrader et mettent en avant une nécessité d'intervenir.

4.2 Communautés carcinologiques

4.2.1 Effectif, densité, et richesse spécifique

Les pêches expérimentales sur le tronçon CBN-30 ont permis la capture, au total, de 458 crevettes soit une densité totale de 0,24 individus/m² (soit 2388 ind/ha). Les Palaemonidae dominant la zone et plus particulièrement l'espèce *Macrobrachium aemulum*. Par ordre décroissant d'abondances viennent ensuite *Macrobrachium australe*, *M. caledonicum* et

Macrobrachium lar, appartenant à la famille des Palaemonidae autochtones (grandes crevettes).

Il est important de souligner la capture dans CBN-30 de *Macrobrachium gracilirostre*. En effet, cette espèce rare n'avait jamais été pêchée auparavant dans ce cours d'eau par notre bureau d'étude. D'après Marquet et al, 2003 elle vit dans le cours inférieur des creeks. La reproduction s'effectuerait en eau saumâtre. Plutôt active la nuit, cette espèce passe la journée à l'abri de la végétation ou des pierres. Elle a un régime alimentaire de type omnivore, plutôt opportuniste (détritus organiques, algues, cadavres). *M. gracilirostre* a une répartition Pacifique de Taiwan jusqu'aux îles Samoa en passant par les Philippines, la Nouvelle-Calédonie, le Vanuatu et Fidji. L'espèce est très rare en Nouvelle-Calédonie, elle n'avait été trouvée avant la présente étude qu'en Province Nord dans la rivière Wé Yo. C'est donc à notre connaissance la première fois que cette espèce est observée en Province Sud.

Aucune espèce endémique de crevettes (genre *Paratya*) n'a été trouvée au cours de cette étude alors que des *Paratya* avaient été observées dans la station CBN-05 (un des affluents non impacté du Creek de la Baie Nord). Les petites crevettes du genre *Paratya*, sont d'origine ancienne et leur aire de répartition est surtout concentrée sur le Grand Sud. Il convient de suivre et préserver ces espèces d'éventuels impacts environnementaux.

4.2.2 Biomasse

La biomasse totale des crevettes représente un total de 775 g soit un rendement de 4,04 kg/ha. En termes de biomasse, *Macrobrachium lar* est l'espèce dominante sur l'ensemble de l'étude mais elle est suivie de très près par l'espèce *Macrobrachium aemulum* qui possède une taille deux fois moins importante. Ces deux espèces représentent à elles seules 81,35% de la biomasse totale capturée.

4.3 Evolution depuis 2007

Code station Creek de la Baie Nord (tronçon identique)	CBN200	CBN30
Espèces capturées	2 007	2 008
<i>A. reinhardtii</i>	3	1
<i>A. marmorata</i>	3	2
<i>A. megastoma</i>	1	1
<i>Awaous guamensis</i>	26	6
<i>Awaous ocellaris</i>	0	2
<i>Eleotris fusca</i>	15	5
<i>Kuhlia rupestris</i>	26	11
<i>Protogobius attiti</i>	26	5
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	0	10
<i>Kuhlia marginata</i>	1	0
Effectif total	101	43
Total des espèces	1	9

En prenant le même tronçon linéaire de 100m étudié en 2007 et en 2008, on constate que le résultat est sensiblement le même en termes d'espèces. *Awaous ocellaris* et *Sicyopterus lagocephalus* n'ont pas été recensés en 2007, la carpe *Kuhlia marginata* était présente en

2007, elle n'a pas été observée en 2008. Plusieurs femelles gravides et pleines d'œufs du gobie *Sicyopterus lagocephalus* ont été capturées en 2008, elles vivent plutôt dans les rapides et cascades des cours supérieurs et migrent vers l'embouchure en période de reproduction. L'étude en 2007 a eu lieu en saison fraîche (hiver), celle de 2008 en période d'étiage (printemps austral), donc à une saison différente. Les variations constatées pourront donc être liées à la saisonnalité différente.

En terme d'effectif, on constate une nette diminution (-57,4%), il est cependant impossible d'émettre une hypothèse s'il s'agit d'une variation naturelle liée aux facteurs environnementaux ou bien d'une réponse à des phénomènes de pollutions.

5 Conclusion et Recommandations

Le tronçon prospecté du Creek de la Baie Nord au cours de cette étude présente des impacts bien visibles de part les dépôts sédimentaires rouges colmatants et la vase omniprésente. Ces dépôts sédimentaires provenant de l'érosion des sols nus induisent des altérations physico-chimiques non favorables aux espèces sensibles. De plus lors de la prospection l'importance des algues vertes filamenteuses, encroutantes et des mousses vertes colmatantes sur les roches mettent en évidence un enrichissement en éléments nutritifs probablement lié à une pollution organique (effluents de la station d'épuration STEP). Cette dégradation du milieu -où plusieurs phénomènes s'accumulent- favorise le développement de populations d'espèces tolérantes comme *Kuhlia rupestris* et *Awaous guamensis* et un appauvrissement de la biodiversité. Les espèces dominantes en termes d'effectif et de biomasse se multiplient au détriment des espèces rares et sensibles qui tendent à disparaître.

En 2008, neuf espèces sur 29 recensées au total ont pu être observées. L'indice d'intégrité biotique ne concerne pas les mêmes stations qu'en 2007, il est donc délicat de tenter une comparaison. La valeur IIB est cependant faible (45 en 2008, soit « pauvre », contre 71, soit « bon » en 2007), reflétant un état d'intégrité pauvre du Creek de la Baie Nord. A ce stade une intervention est nécessaire afin de sauvegarder l'écosystème et la biodiversité menacée.

Plusieurs démarches sont recommandées :

- 1- Il est impératif de maintenir la surveillance aussi bien de la station au cours inférieur (près de l'embouchure), que de celle au dessus du radier. En effet, il est impossible de connaître l'évolution des populations des espèces sensibles, si on ne les cherche pas là où elles vivent (Tableau 13). En suivant qu'une seule station on encourt un grave danger de ne pas remarquer la disparition d'une espèce.
- 2- Pour obtenir des résultats comparables, il convient également de réaliser l'étude en deux fois par an ou bien une fois mais à la même période. Nous conseillons la réalisation de l'inventaire en saison fraîche, si des espèces sensibles n'ont pas pu être observées durant cette période, une deuxième phase d'étude lors de l'étiage est recommandée pour vérifier ces résultats.
- 3- Il apparaît judicieux de restaurer et fixer les berges pour éviter les phénomènes d'érosion entraînant la sédimentation du cours d'eau. Des observations durant plusieurs années ont permis de constater que les mulets désertent un cours d'eau s'il n'y a plus de vasques profondes (= de 2m environ). En 2008, nous n'avons pu observer aucune des 3 espèces de mulets.

Tableau 13 : Biodiversité du Creek de la Baie Nord par station (campagne 2007)

Couleur jaune : espèce endémique uniquement présente au cours inférieur, couleur bleu : espèce uniquement présente au cours moyen, lettres rouges : espèce inscrite sur la liste rouge, couleur orange : espèce endémique recensée uniquement au cours moyen

	Creek de la Baie Nord: Captures Campagne	Station Embouchure (effectif)	Station au dessus du radier (effectif)	Statut
Famille	Espèces	CBN-100	CBN-200	
1. Anguillidae	<i>Anguilla australis</i>	1		
	<i>Anguilla marmorata</i>	7	3	
	<i>Anguilla megastoma</i>		1	
	<i>Anguilla obscura</i>	1		
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	7	3	
2. Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>	3		
	<i>Eleotris melanosoma</i>	15		Liste rouge
	<i>Eleotris sp.</i>	24	15	
4. Gobiidae	<i>Awaous guamensis</i>	17	26	
	<i>Awaous ocellaris</i>		2	
	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>	2		
	<i>Redigobius bilkolanus</i>	3		Liste rouge
	<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	1		Endémique
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	1		
	<i>Sicyopterus sarasini</i>	2		Endémique
	<i>Glossogobius biocellatus</i>	1		Liste rouge
	<i>Kuhlia marginata</i>	16	1	Liste rouge
	<i>Kuhlia munda</i>	19		
	<i>Kuhlia rupestris</i>	38	26	
5. Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	2		
6. Mugilidae	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	16		
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	16		
	<i>Crenimugil crenilabis</i>	13		
	<i>Protogobius attiti</i>		26	Endémique
	Effectif total par tronçon	205	101	
	%	67,0	33,0	
	Nombre d'espèces	20	9	

6 Bibliographie

ARRIGNON, J., 1991. Aménagement piscicole des eaux douces (4e édition). Technique et Documentation Lavoisier, Paris. 631 p.

DANLOUX J. ET LAGANIER R., 1991. Classification et quantification des phénomènes d'érosion, de transport et de sédimentation sur les bassins touchés par l'exploitation minière en Nouvelle-Calédonie Hydrol. continent., vol. 6, no 1, 1991: 1528

ERBIO, 2005. Ecosystèmes d'eau douce. Rapport de synthèse pour la Caractérisation de l'état initial. 85 p.

HOLTHUIS, 1969. Etudes hydrobiologiques en Nouvelle Calédonie (Mission 1965 du Premier Institut de Zoologie de l'Université de Vienne). The freshwater shrimps (Crustacea Decapoda, Natantia) of New Caledonia.

HORTLE, K.G. PEARSON R.G., 1990. Fauna of the Annan River system, Far North Queensland, with reference to the impact of tin mining. I. Fishes. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 41, 6. pp 677-694

MALAVOI J.. ET SOUCHON Y., 1989. Méthodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. Rev. De Géog. De Lyon, Vol. 64, N° 4, pp. 252 – 259.

MARQUET G., KEITH P. ET E. VIGNEUX, 2003. ATLAS DES POISSONS ET DES CRUSTACES D'EAU DOUCE DE NOUVELLE-CALEDONIE. PATRIMOINES NATURELS, 58 : 282P.

PORCHER, J.P., 1998. Réseau Hydrobiologique et Piscicole (R.H.P.), Cahier des Charges techniques. Conseil Supérieur de la Pêche, Délégation Régionale n° 2, 84 rue de Rennes – 35510 CESSON SEVIGNE – France. Jean-pierre.porcher@csp.environnement.gouv.fr

SEBER G.A.F., 1982, *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*.

7 Annexes

7.1 Annexe I : Fiche Terrain

		N° de Station CBN-6U		N° de tronçon		1		Code Client VI-GNI	
		Creek de la Baie Nord 6U, confluent				Longueur 100m			
		Date de pêche	13/11/2008	Ref. Étude		GNI-1108		52007	
Moyen de pêche			PE	Nb. d'appareils		1		Nb. d'opérateurs 3	
Noms des opérateurs			Romain Alliod, Gemma Ouaka, Christine Pöllabauer						
Heure début:		10h30	Pause:	Heure fin:		15h00		Relevé de compteur	4890
GPS Début		58K: 0694 487		UTM: 7 529 080			Altitude		10m
GPS Fin		58K: 0694 549		UTM: 7 529 006			Altitude		18m
Analyses physico-chimiques				Caractéristiques mésologiques (cf. fiche explicative)					
T surface °C		10h15	25,5°	Météo		ensoleillé		1	
T >1m °C				Hydrologie		moyennes eaux		3	
pH			7,5	Pollution		a. vertes, poussières		1,3	
TH (dureté): eau douce			7,16	Exposition		plein soleil		1	
KH (dureté carbonatée, =Somme carbonates et bicarbonates)			5,34	Encombrement du lit		dépôts, berges effondrées		1, 5	
Turbidité (NTU)			eau claire	Nature vég aquatique		algues, mousses		2,3,4	
O2 dissous (mg/l)			8,35	Recouvrement		0 - 5%		1	
O2 dissous (%)			112	NH ₄ , NH ₃		0 mg/l		Nitrates NO ₃	0mg/l
Conductivité (µS/cm)			111	Nitrite NO ₂		0 mg/l		Phosphates PO ₄	0,25mg/l
Fer			0mg/l	Cuivre		0 mg/l			
Granulométrie (%)			Section mouillée	Lit mineur		Faciès d'écoulement (cf. fiche explicative)		%	
Rocher ou dalle (>1m)			20%	10%		Chenal lentique		0%	
Blocs (>20cm)			40%	40%		Fosse de dissipation		0%	
Galets (>2cm)			20%	5%		Mouille de concavité		0%	
Graviers (>2mm)			10%	20%		Mouille d'affouillement		20%	
Sables (>0,02mm)			10%	25%		Chenal lotique		35%	
Limons/ vases			0%	0%		Plat lentique		20%	
Débris végétaux			0%	0%		Plat courant		0%	
Largeur au départ			12,4	24,3		Escalier		0%	
à 25m			4,4	28,8		Radier		10%	
à 50m			14,3	20,5		Rapides		10%	
à 75m			27,4	30,6		Cascade		5%	
à 100m			6,1	26,6		Chute		0%	
Largeur moyenne			12,92	26,16		Influence barrage		0%	
Profondeur		moyenne	maximale	Vitesse (cmsec)		moyenne	maximale	Photo	
Prof. Départ		0,20	0,47	Vitesse de départ		0,00	0,00	OUI	
Prof. à 25m		0,42	0,50	Vitesse à 25m		12,79	27,89	OUI	
Prof. à 50m		0,37	0,42	Vitesse à 50m		8,52	23,25	OUI	
Prof. à 75m		0,35	0,63	Vitesse à 75m		41,86	49,42	OUI	
Prof. à 100m		0,27	0,52	Vitesse à 100m		16,41	38,83	OUI	
Prof.moyenne		0,32	0,51	Vitesse cascade			49,42	OUI	
(cf. fiche explicative)			Caractéristiques des berges					Accès	
			Rive gauche		Rive droite				
Pente berge (°)			10-40°		10-40°				
Nature berges			qq érosions		assez érodées				
Nature ripisylve			maquis minier		maquis minier				
Structure ripisylve			buissons et herbes						
Déversement végétal			51-75%		51-75%				

	N° de Station CBN-30		N° de tronçon		2		Code Client VI-GNI	
	Creek de la Baie Nord						Longueur 100m	
	Date de pêche	20/11/2008	Ref. Étude		GNI-1108		52007	
Moyen de pêche		PE	Nb. d'appareils		1		Nb. d'opérateurs	
							3	
Noms des opérateurs Romain Alliod, Gemma Ouaka, Christine Pöllabauer								
Heure début: 10h-13h		Pause: 13-14	Heure fin: 17h30		Relevé de compteur		6201	
GPS Début	58K: 0694 549		UTM: 7 529 006		Altitude		18m	
GPS Fin	58K:		UTM:		Altitude			
Analyses physico-chimiques			Caractéristiques mésologiques (cf. fiche explicative)					
T surface °C 24,7 (10h) 20,2 (13h) 27,2 (17h)			Météo ensoleillé 1					
T >1m °C			Hydrologie moyennes eaux 3					
pH		7,5	Pollution		a. vertes, poussières 1,3			
TH (dureté): eau douce		7,16	Exposition		plein soleil 1			
KH (dureté carbonatée, =Somme carbonates et bicarbonates)		5,34	Encombrement du lit		dépôts, berges effondrées 1,5			
Turbidité (NTU)		eau claire	Nature vég aquatique		algues, mousses 2,4			
O2 dissous (mg/l)		9,4	Recouvrement		0 - 5% 1			
O2 dissous (%)		118,5	NH ₄ NH ₃		0 mg/l		Nitrates NO ₃ 0mg/l	
Conductivité (µS/cm)		104	Nitrite NO ₂		0 mg/l		Phosphates PO ₄ 0,25mg/l	
Fer		0mg/l	Cuivre		0 mg/l			
Granulométrie (%)		Section mouillée	Lit mineur		Facès d'écoulement (cf. fiche explicative)		%	
Rocher ou dalle (>1m)		20%	10%		Chenal lentique		0%	
Blocs (>20cm)		40%	40%		Fosse de dissipation		0%	
Galets (>2cm)		20%	5%		Mouille de concavité		0%	
Graviers (>2mm)		10%	20%		Mouille d'affouillement		20%	
Sables (>0,02mm)		10%	25%		Chenal lotique		35%	
Limons/ vases		0%	0%		Plat lentique		20%	
Débris végétaux		0%	0%		Plat courant		0%	
Largeur au départ		6,1	26,6		Escalier		0%	
à 25m		7	19,1		Radier		10%	
à 50m		8,6	14,8		Rapides		10%	
à 75m		4,2	13,3		Cascade		5%	
à 100m		5,4	15,3		Chute		0%	
Largeur moyenne		6,26	17,82		Influence barrage		0%	
Profondeur		moyenne	maximale	Vitesse (cmsec)		moyenne	maximale	Photo
Prof. Départ		0,20	0,47	Vitesse de départ		0,00	0,00	OUI
Prof. à 25m		0,42	0,50	Vitesse à 25m		12,79	27,89	OUI
Prof. à 50m		0,37	0,42	Vitesse à 50m		8,52	23,25	OUI
Prof. à 75m		0,35	0,63	Vitesse à 75m		41,86	49,42	OUI
Prof. à 100m		0,27	0,52	Vitesse à 100m		16,41	38,83	OUI
Prof. moyenne		0,32	0,51	Vitesse cascade			49,42	OUI
(cf. fiche explicative)		Caractéristiques des berges						Accès
		Rive gauche		Rive droite				
Pente berge (°)		10-40°		10-40°				
Nature berges		qq érosions		assez érodées				
Nature ripisylve		maquis minier		maquis minier				
Structure ripisylve		buissons et herbes		buissons et herbes				
Déversement végétal		51-75%		51-75%				

7.2 Annexe II : Explications et codifications pour la fiche de terrain

Météo : 1. Ensoleillé 2. Nuageux 3. Pluvieux 4. Forte pluie 5. Venté	Hydrologie : 1. Crue 2. Lit plein 3. Moyennes eaux 4. Basses eaux 5. Trous d'eau	Exposition : 1. Plein soleil 2. 1/4 ombragé 3. 1/2 ombragé 4. 3/4 ombragé
Pollution : 1. Algues vertes 2. Algues brunes 3. Poussières minières 4. Détritus 5. Pas de pollution	Encombrement du lit : 1. Dépôt colmatant 2. Débris végétaux 3. Encombres branchages 4. Encombres détritus 5. Berges effondrées	Section mouillée : lit du cours d'eau submergé au moment du relevé. _____ Lit mineur : lit du cours d'eau submergé lors d'une crue plein bord (retour théorique 2 ans), matérialisé par la limite de la végétation arborée _____
Nature végétation aquatique : 1. Algues unicellulaires 2. Algues filamenteuses 3. Algues incrustantes 4. Characées, Mousses 5. Nageantes libres 6. Hydrophytes 7. Macrophytes	Recouvrement : 1. 0-5% 2. 6-20% 3. 21-50% 4. 51-75% 5. >75%	Faciès d'écoulement : schémas ci dessous pour déterminer la proportion de chaque faciès.
Pente berge : 1. <10° 2. 10-40° 3. 40-70° 4. >70°		
Nature des berges : Naturelle ou Artificielle 1. Stable 2. Qq érosions 3. Très érodée		
Nature ripisylve : 1. végétation primaire 2. Forêt humide 3. Forêt sèche 4. Végétation secondaire 5. Maquis minier 6. Savane 7. Plantation		
Structure ripisylve : 1. Absente 2. Buissons 3. Arbres isolés 4. Rideau d'arbres 5. Multistrate		
Déversement végétal : 1. 0-5% 2. 6-20% 3. 21-50% 4. 51-75% 5. >75%		
Mesure de la vitesse maximale de courant : L'hélice doit être située dans la zone noire sur les schémas de vue en coupe ci contre. La zone hachurée est la zone de turbulence maximale.		

7.3 Annexe III : Liste faunistique détaillée des captures réalisées le 13 et le 20 novembre 2008

Date de capture	Rivière	N° de station	Code engin	N° de spécimen	Espèce	Longueur totale (cm)	Masse (g)	Masse totale/espèce	Sexe	Poids de gonade (g)	Stade de maturité	RGS (%)	Statut
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-01	<i>Anguilla marmorata</i>	23,88	28,9	28,9	mâle	0	1 immature	0,00	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-02	<i>Anguilla megastoma</i>	16,24	6,7	38,4	juvénile				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-03	<i>Anguilla megastoma</i>	20,47	11,6		juvénile				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-04	<i>Anguilla megastoma</i>	22,55	20,1		juvénile				autochtone
14/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-05	<i>Anguilla megastoma</i>	36,66	55,1g		juvénile				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-06	<i>Awaous guamensis</i>	7,56	4,3	727,3	femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-07	<i>Awaous guamensis</i>	12,85	24,4		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-08	<i>Awaous guamensis</i>	15,39	45,4		femelle	1,2	3 en cours de maturation	0,03	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-09	<i>Awaous guamensis</i>	15,92	44,4		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-10	<i>Awaous guamensis</i>	16,25	46,7		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-11	<i>Awaous guamensis</i>	16,38	51,8		femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-12	<i>Awaous guamensis</i>	16,70	49,2		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-13	<i>Awaous guamensis</i>	17,15	61,2		femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-14	<i>Awaous guamensis</i>	17,32	66,1		femelle		pleine!		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-15	<i>Awaous guamensis</i>	17,83	76,5		femelle		pleine!		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-16	<i>Awaous guamensis</i>	18,20	68,8		femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-17	<i>Awaous guamensis</i>	18,65	93,8		femelle		pleine!		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-18	<i>Awaous guamensis</i>	20,17	94,7		femelle		pleine!		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-19	<i>Awaous ocellaris</i>	5,73	1,4	1,4	femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-20	<i>Eleotris fusca</i>	4,20	0,6	64,6	juvénile				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-21	<i>Eleotris fusca</i>	9,34	10,4		mâle	0,05			autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-22	<i>Eleotris fusca</i>	9,45	11,9		femelle	0,9	4 préponte	7,56	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-23	<i>Eleotris fusca</i>	11,52	19,0		mâle	0,27	en cours de maturation	0,01	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-24	<i>Eleotris fusca</i>	12,18	22,7		mâle	0,3	en cours de maturation	0,01	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-25	<i>Kuhlia rupestris</i>	7,91	6,9	974,6	mâle	0	1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-26	<i>Kuhlia rupestris</i>	8,09	7,4		juvénile indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-27	<i>Kuhlia rupestris</i>	8,33	7,3		juvénile indéterminé				autochtone

Date de capture	Rivière	N° de station	Code engin	N° de spécimen	Espèce	Longueur totale (cm)	Masse (g)	Masse totale/espèce	Sexe	Poids de gonade (g)	Stade de maturité	RGS (%)	Statut
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-28	<i>Kuhlia rupestris</i>	9,27	11,2		juvénile indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-29	<i>Kuhlia rupestris</i>	9,48	12,3		juvénile indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-30	<i>Kuhlia rupestris</i>	9,60	14,4		juvénile indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-31	<i>Kuhlia rupestris</i>	10,05	13,7		juvénile indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-32	<i>Kuhlia rupestris</i>	10,55	15,0		juvénile indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-33	<i>Kuhlia rupestris</i>	10,77	17,0		femelle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-34	<i>Kuhlia rupestris</i>	11,05	20,4		femelle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-35	<i>Kuhlia rupestris</i>	11,13	20,1		juvénile indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-36	<i>Kuhlia rupestris</i>	11,55	21,2		mâle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-37	<i>Kuhlia rupestris</i>	11,60	22,5		femelle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-38	<i>Kuhlia rupestris</i>	11,77	23,8		juvénile indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-39	<i>Kuhlia rupestris</i>	11,87	24,2		femelle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-40	<i>Kuhlia rupestris</i>	12,33	27,3		mâle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-41	<i>Kuhlia rupestris</i>	13,20	33,9		mâle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-42	<i>Kuhlia rupestris</i>	14,31	43,2		mâle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-43	<i>Kuhlia rupestris</i>	14,94	54,0		mâle		1 immature		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-44	<i>Kuhlia rupestris</i>	15,15	51,5		indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-45	<i>Kuhlia rupestris</i>	16,00	59,0		mâle		(Début de maturation)		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-46	<i>Kuhlia rupestris</i>	16,80	69,0		indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-47	<i>Kuhlia rupestris</i>	16,87	68,5		indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-48	<i>Kuhlia rupestris</i>	18,75	103,4		mâle	0,8	2 début de maturation	0,01	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-49	<i>Kuhlia rupestris</i>	18,93	98,5		mâle	0,4	2 début de maturation	0,00	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-50	<i>Kuhlia rupestris</i>	21,34	128,9		mâle	0,4	1 inactivité	0,00	autochtone

Date de capture	Rivière	N° de station	Code engin	N° de spécimen	Espèce	Longueur totale (cm)	Masse (g)	Masse totale/espèce	Sexe	Poids de gonade (g)	Stade de maturité	RGS (%)	Statut
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-51	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	6,79	3,1	203,2	indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-52	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	6,86	3,9		femelle		pleine		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-53	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,35	4,1		femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-54	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,55	4,8		indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-55	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,62	5,8		femelle		pleine!		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-56	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,73	5,3		femelle		pleine		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-57	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,74	6,8		mâle	0,2	en activité sexuelle	0,03	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-58	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,77	5,5		femelle		pleine!		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-59	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,90	5,3		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-60	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,95	6,2		femelle	0,45	4 préponte	7,26	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-61	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,04	5,3		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-62	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,05	8,2		femelle	1,2	5 ponte	14,63	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-63	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,25	6,7		femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-64	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,50	8,20		indéterminé	0,9	4 préponte	0,11	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-65	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,55	7,2		femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-66	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,56	7,1		femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-67	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,80	6,8		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-68	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,80	9,6		femelle	1,2	5 ponte	0,13	autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-69	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,81	7,9		femelle		pleine!		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-70	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,88	7,2		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-71	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,95	8,9		femelle		pleine!		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-72	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,95	6,9		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-73	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9,15	9,1		femelle		pleine		autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-74	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9,20	7,9		indéterminé				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-75	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9,24	9,1		femelle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-76	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9,33	9,2		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-77	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9,39	9,7		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-78	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9,40	8,1		mâle				autochtone
13/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-6U	PE	6U-79	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9,58	9,3		mâle				autochtone

Date de capture	Rivière	N° de station	Code engin	N° de spécimen	Espèce	Longueur totale (cm)	Masse (g)	Masse totale/espèce	Sexe	Poids de gonade (g)	Stade de maturité	RGS (%)	Statut
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_40	<i>Anguilla reinhardtii</i>	21,71	14,3		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_39	<i>Anguilla marmorata</i>	22,11	20,4		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_01	<i>Anguilla marmorata</i>	40,00	63,3		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_41	<i>Anguilla megastoma</i>	11,40	1,8		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_20	<i>Awaous guamensis</i>	5,40	1,4		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_32	<i>Awaous guamensis</i>	5,84	1,7		mâle (juv)				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_21	<i>Awaous guamensis</i>	6,40	2,3		mâle				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_34	<i>Awaous guamensis</i>	18,85	84,2		mâle				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_10	<i>Awaous guamensis</i>	19,12	84,0		femelle		pleine (œufs)		autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_23	<i>Awaous guamensis</i>	19,50	85,0		estimé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_22	<i>Awaous ocellaris</i>	4,50	0,8		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_30	<i>Awaous ocellaris</i>	4,85	0,6		juvénile				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_35	<i>Eleotris fusca</i>	7,70	3,6		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_43	<i>Eleotris fusca</i>	9,07	4,7		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_36	<i>Eleotris fusca</i>	10,20	12,9		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_42	<i>Eleotris fusca</i>	12,18	17,1		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_19	<i>Eleotris fusca</i>	12,33	16,3		femelle				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_28	<i>Kuhlia rupestris</i>	8,11	6,5		juvénile				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_27	<i>Kuhlia rupestris</i>	8,14	8,1		juvénile				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_15	<i>Kuhlia rupestris</i>	8,16	7,6		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_33	<i>Kuhlia rupestris</i>	8,71	8,9		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_18	<i>Kuhlia rupestris</i>	9,33	11,6		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_17	<i>Kuhlia rupestris</i>	9,45	10,5		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_16	<i>Kuhlia rupestris</i>	11,00	20,3		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_26	<i>Kuhlia rupestris</i>	14,35	40,5		juvénile				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_13	<i>Kuhlia rupestris</i>	14,64	48,6		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_25	<i>Kuhlia rupestris</i>	15,14	53,3		juvénile				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_14	<i>Kuhlia rupestris</i>	26,00	230,0		indéterminé				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_31	<i>Protogobius attiti</i>	5,15	0,9		femelle				endémique
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_38	<i>Protogobius attiti</i>	7,77	4,1		mâle				endémique

Date de capture	Rivière	N° de station	Code engin	N° de spécimen	Espèce	Longueur totale (cm)	Masse (g)	Masse totale/espèce	Sexe	Poids de gonade (g)	Stade de maturité	RGS (%)	Statut
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_12	<i>Protogobius attiti</i>	8,12	4,3		femelle				endémique
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_11	<i>Protogobius attiti</i>	8,22	5,2		mâle				endémique
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_37	<i>Protogobius attiti</i>	8,95	7,0		femelle		pleine		autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_24	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	6,42	3,3	589,9	femelle		pleine		autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_03	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,80	5,2		mâle				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_02	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	7,94	6,3		femelle		œufs		autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_09	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,01	5,5		femelle				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_06	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,12	7,3		femelle		œufs		autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_07	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,35	7,1		mâle				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_29	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,35	9,8		femelle		pleine gros ventre		autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_05	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,42	7,1		mâle				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_04	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	8,52	7,2		femelle				autochtone
20/11/2008	Creek de la Baie Nord	CBN-30	PE	30_08	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9,01	7,7		mâle				autochtone

ANNEXE VII

Étude de dolines du Grand Sud dans le cadre du projet Vale Inco Nouvelle-Calédonie du 1^{er} au 18 août 2008

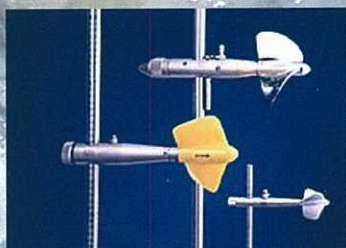
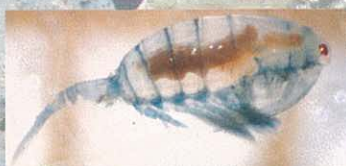
Nos Domaines d'intervention



**Diagnostic, aménagement et gestion
des rivières**



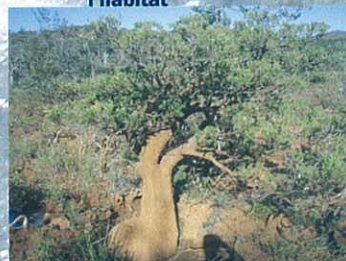
- Inventaires faunistiques des cours d'eau par pêche électrique
- Indice d'Intégrité biotique de poissons, IBNC



• **Hydraulique fluviale**



- Inventaire de la ripisylve
- Amélioration et diversification de l'habitat



ETUDES ET RECHERCHES
BIOLOGIQUES

Etude de dolines du Grand Sud dans le cadre du projet Goro-Nickel du 1^{er} au 8 août 2008

Rapport final

Nouméa, le 28/09/2008

Sommaire

1. Introduction	3
2. Objectif	3
3. Zone d'étude	3
3.1. Généralités sur les Dolines	3
1.1.1. Définition	3
1.1.2. Processus de formation d'une doline	4
1.1.3. Importance d'une doline	5
3.2. Stations étudiées.....	6
3.3. Résumé des prospections.....	7
4. Les Conchostracés (Organisme d'intérêt principal de l'étude)	7
4.1. Cycle de vie et biologie	7
4.2. Taxonomie :	8
5. Matériel et méthode.....	9
6. Description des dolines étudiées et résultats des observations	10
6.1. DOL-02	10
6.2. DOL-03	12
6.3. DOL-04	14
6.4. DOL-05	15
6.5. DOL-06	16
6.6. DOL-07	18
6.7. DOL-08	20
6.8. DOL-09	21
6.9. DOL-10	21
6.10. DOL-11	22
6.11. DOL-12	23
6.12. DOL-13	23
6.13. DOL-14	24
1.1.4. Résumé des observations	24
7. Discussion.....	26
8. Bibliographie	26

Liste des Figures

Figure 1 : Doline de dissolution	4
Figure 2 : Doline d'effondrement	5
Figure 3: Morphologie d'un conchostracé prélevés en février 2008	8
Figure 4: Photos de DOL-02 prises le 8 août 2008.	10
Figure 5: Coléoptère prélevé dans DOL-02 le 08/08/08.	11
Figure 6: Larve d'anisoptère	11
Figure 7: Structure observée en grand nombre sur des feuilles et les roches dans DOL-02 le 08/08/08.	11
Figure 8: Photos prises le 01/08/08 à DOL-03 (A, B, C): photos de la doline asséchée. D, E, F: photos des indices de présence de Lynceus trouvés lors de l'étude).	12
Figure 9: Photos de DOL-04 prises le 01/01/08.	14
Figure 10: Photos de copépodes (dans l'alcool) prélevés dans DOL-04 le 01/08/08.	15
Figure 11: Photos de DOL-06 prises le 08/08/08.	16
Figure 12: Photos de DOL-07 prises le 08/08/08.	18
Figure 14: Photos d'organismes prélevés dans DOL-07 le 08/08/08. (A): Hétéroptère; (B) et (C): Gyrinidae	19
Figure 15: Photos de DOL-08 prises le 01/08/08.	20
Figure 16: Photographie d'un copépode trouvé dans DOL-08 lors de la prospection du 01/08/08.	21
Figure 17: Photos de DOL-10 prises le 01/08/08.	21
Figure 18: Photos de DOL-11 prises le 08/08/08.	22
Figure 19: Photos d'une concentration importante de têtards morts au point le plus bas de DOL-11.	22
Figure 20: Photos de DOL-12 prises le 08/08/08.	23
Figure 21: Photo de DOL-13 prise le 08/08/08.	23
Figure 22: Photo de DOL-14 prise le 08/08/08.	24

Tableaux

Tableau 1: Dolines prospectées au cours de l'étude avec leur position GPS (IGN 72).	7
Tableau 2: Résumé des informations recueillies sur chacune des dolines	24
Tableau 3: Résultats des organismes observés dans chacune des dolines	25

1. Introduction

Dans son plan de conservation de la biodiversité, Goro Nickel a contacté notre bureau d'étude ERBIO afin d'entreprendre le suivi des plans d'eau permanents et périodiques.

La présente étude réalisée les 1 et 8 août 2008 a concerné plusieurs dolines présentes sur le site de l'usine. Ces plans d'eau peuvent totalement s'assécher suivant la période. Lors de travaux antérieurs récents portant sur certaines des dolines d'études, le conchostracé "*Lynceus sp.*" a été découvert dans 2 dolines. Pour le moment, cet organisme n'a été observé uniquement dans ces plans d'eau.

2. Objectif

L'objectif principal de notre étude a été d'identifier tout indice de présence du *Lynceus* afin de collecter le maximum d'informations sur cet organisme et de découvrir d'autres sites où il pouvait être présent.

3. Zone d'étude

La zone d'étude se situe dans le Sud de la Grande Terre au niveau de la base vie de l'usine de Goro Nickel. Ce site présente une géomorphologie et une biodiversité spécifiques tout particulièrement du fait de la présence de dolines qui forment par endroit des ouvalas (coalescence de plusieurs dolines).

3.1. Généralités sur les Dolines

1.1.1. Définition

Une doline est une dépression de terrain, formée de manière naturelle par l'érosion chimique (dissolution) ou mécanique de la roche. Le fond est en général plat et fertile. La formation d'une doline est favorisée par une fracturation intense de la roche (lieu privilégié pour l'infiltration de l'eau). Les dolines se forment sur des roches karstiques, telles que les calcaires, les dolomies ou le gypse. Leur dimension est très variable, allant de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres.

L'accumulation d'argile rends parfois complètement étanche le fond d'une doline et permet l'apparition d'une zone humide. Leur fond argileux est souvent constitué de terre rouge (= terra rosa ou argiles de décalcification). La rétention locale d'eau qu'elles permettent les rend propices le développement d'une riche végétation qui contraste avec le plateau calcaire autour de la doline qui est généralement aride. Une érosion intense peut au contraire mener

à l'effondrement progressif ou soudain d'une doline et laisser place à un gouffre de formation d'une doline.

1.1.2. Processus de formation d'une doline

Les processus d'érosion naturelle chimique et mécanique permettent la formation de 2 types de doline:

- Doline de dissolution (Figure 1)
- Doline d'effondrement (Figure 1)

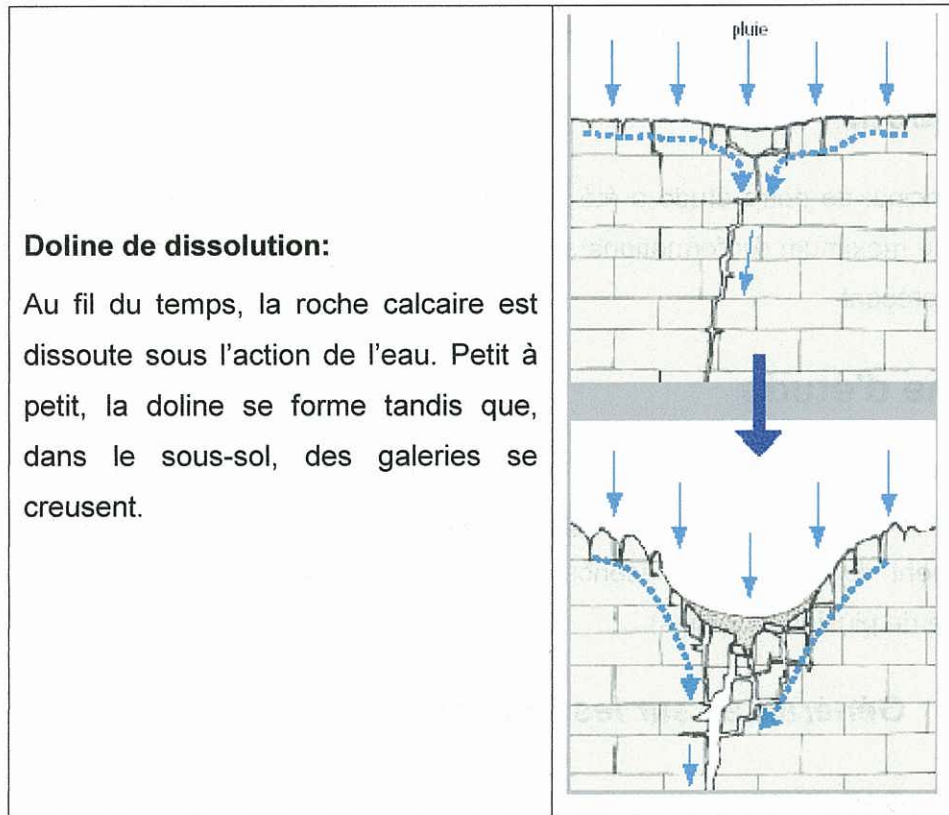


Figure 1 : Doline de dissolution

Doline d'effondrement:

Il peut aussi arriver qu'une doline apparaisse soudainement suite à l'éboulement de bancs rocheux. Ce phénomène se produit régulièrement dans certaines régions de France comme le Jura.

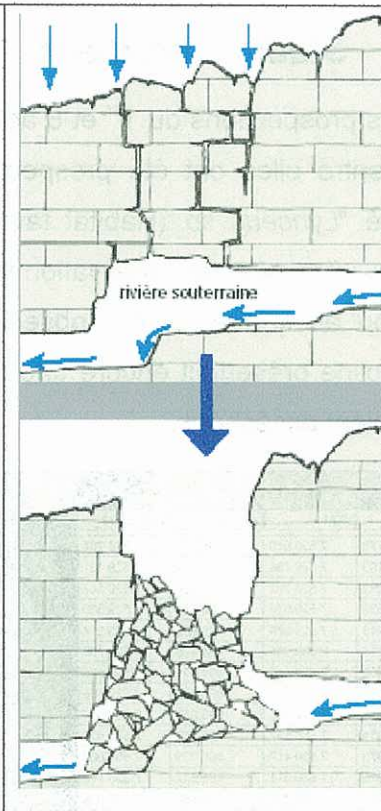


Figure 2 : Doline d'effondrement

Il est important de noter d'après les observations terrain que les différentes dolines d'étude sont des dolines de dissolution.

1.1.3. Importance d'une doline

Les dolines sont importantes pour les eaux souterraines

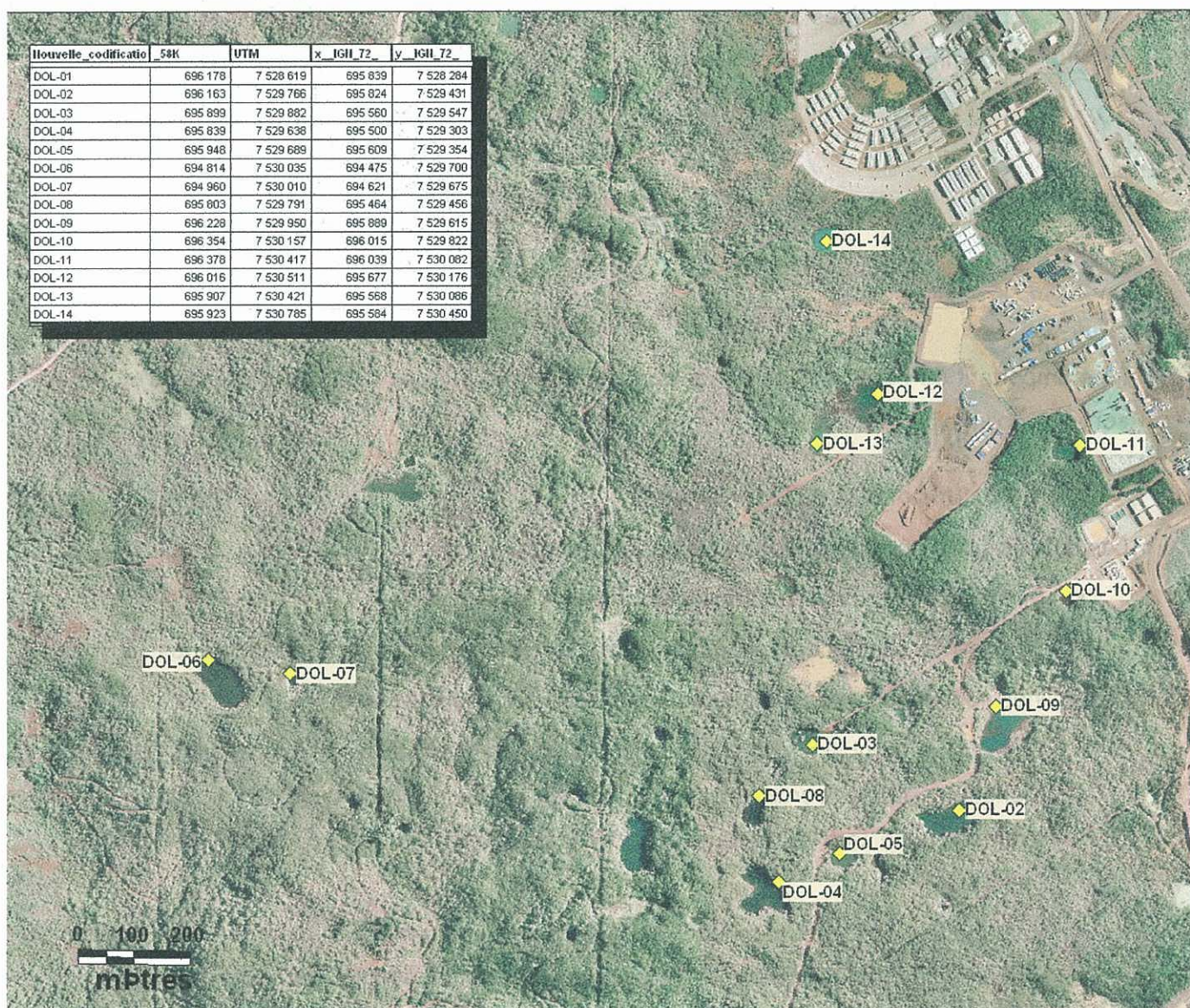
- Site d'infiltration privilégié (dolines polluées = eaux polluées).
- Les dolines contribuent à une bonne recharge en eau des nappes souterraines.

Les dolines sont importantes pour la nature et le paysage (biodiversité)

- Les dolines sont un élément qui apporte de la diversité dans un paysage parfois monotone. Leurs bords en pente font qu'un microclimat peut s'y installer (par exemple fonte tardive de la neige), avec une flore particulière, attirant une faune spécifique.
- Lorsque leur fond s'est étanché, les dolines se transforment en mares et deviennent les rares points d'eau présents dans un paysage calcaire plutôt aride.
- Les dolines sont souvent de petits havres de paix pour la faune qui peuvent être situés dans des secteurs à faible valeur écologique mais qui permettent le déplacement entre des sites naturels de grande importance.

3.2. Stations étudiées

Au cours des prospections du 1^{er} et 8 août 2008, 13 dolines ont pu être explorées (Carte 1). Chacune d'entre elles ont été prospectées afin de trouver des indices de présence du conchostracé "*Lynceus sp.*" (Habitat favorable, coquilles vides, organismes vivants). Cette analyse s'est effectuée par observation visuelle directe sur la section sèche de la doline (en bordure et/ou au centre) et par observation visuelle en plongée (palme, masque, tuba) lorsque la doline présentait encore une partie en eau. Parmi ces dolines, il est à noter que plusieurs étaient asséchées.



Carte 1: Carte des différentes dolines, avec leurs positions GPS, prospectées entre le 1er et le 8 août 2008.

3.3. Résumé des prospections

Tableau 1: Dolines prospectées au cours de l'étude avec leur position GPS (IGN 72).

Doline	Date de prospection	x (IGN 72)	y (IGN 72)	Études antérieures	État de la doline
DOL-02	08/08/08	695824	7529431	oui	En eau
DOL-03	01/08/08	695560	7529547	oui	à sec
DOL-04	01/08/08	695500	7529303	oui	En eau
DOL-05	01/08/08	695609	7529354	oui	En eau
DOL-06	08/08/08	694475	7529700	Non (nouvelle)	En eau
DOL-07	08/08/08	694621	7529675	Non (nouvelle)	En eau
DOL-08	01/08/08	695464	7529456	Non (nouvelle)	En eau
DOL-09	01/08/08	695889	7529615	Non (nouvelle)	à sec
DOL-10	01/08/08	696015	7529822	Non (nouvelle)	à sec
DOL-11	08/08/08	696039	7530082	Non (nouvelle)	à sec
DOL-12	08/08/08	695677	7530176	Non (nouvelle)	à sec
DOL-13	08/08/08	695568	7530086	Non (nouvelle)	à sec
DOL-14	08/08/08	695584	7530450	Non (nouvelle)	En eau

4. Les Conchostracés (Organisme d'intérêt principal de l'étude)

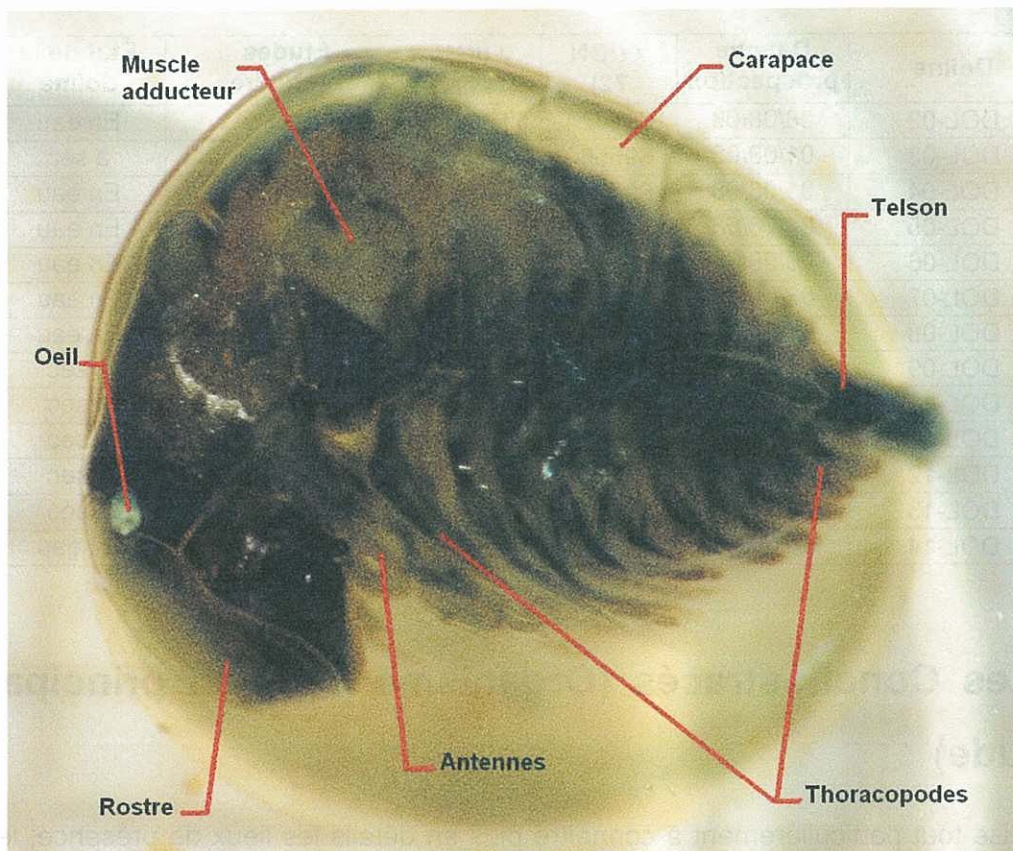
L'étude vise tout particulièrement à connaître plus en détails les lieux de présence, le cycle et autres informations d'intérêt relatifs aux conchostracés "*Lynceus sp.*" présents sur la zone d'étude. En effet, cette espèce a récemment été découverte dans cette zone lors de travaux réalisés sur certaines des dolines prospectées au cours de cette étude (DOL-02 et DOL-03).

4.1. Cycle de vie et biologie

Les conchostracés sont communément trouvés dans des bassins d'eau douce peu profonds soumis à de fréquents assèchements. Les œufs sont résistants à la dessiccation et redeviennent viables durant la période humide. Les cystes ou "œufs de résistance" sont des structures caractéristiques qui permettent aux grands Branchiopodes de passer la période d'assèchement caractéristique de leurs habitats.

Pour la plupart des groupes, la structure de l'enveloppe externe est caractéristique des genres ou parfois mêmes de certaines espèces. Du grec "konké" = coquille, les conchostracés possèdent une carapace en forme de coquille bivalve. Le corps de l'animal comprimé latéralement est totalement enveloppé, tête comprise, dans cette carapace (chez les Cladocères, la tête reste libre). Un muscle adducteur, de forte section (correspondant au métamère maxillaire (Mx2)) s'insère sur la face interne des valves. L'absence de lignes

concentriques de croissance sur la carapace permet de distinguer le genre *Lynceus* des autres genres de Conchostracés (Figure 3).



**Figure 3: Morphologie d'un conchostracé prélevés en février 2008
dans DOL-03 (sans coquille gauche).**

4.2. Taxonomie :

Règne : **Animal**

Phylum : **Arthropoda**

Sous Phylum : **Crustacea**

Classe : **Brachiopoda**

Sous Classe : **Phyllopoda**

Super Ordre : **Diplostraca**

Ordre : **Laevicaudata**

Famille : **Lynceidae**

Genre : **Lynceus**

5. Matériel et méthode

Les dolines ont été atteintes, au plus proche, en voiture (4*4) puis à pied.

La méthode de recherche d'indices de présence a été réalisée par observation visuelle direct en bordure et dans les zones asséchées. Une observation visuelle en plongée palme-masque-tuba a aussi été opérée pour les dolines encore en eau. 2 observateurs ont été sollicités pour cette étude.

Dans les zones asséchées la recherche s'est effectuée en fouillant à plusieurs endroits de la doline sous les couches de feuilles mortes, dans la terre et entre les écorces des arbres. L'intégralité des parties encore en eau a été prospectée.

Afin de connaître plus en détails la faune présente dans ces dolines, des organismes autres que le Lynceus ont été prélevés. Les prélèvements se sont effectués à l'aide d'épuisettes. Les organismes ont été ensuite placés dans des bocaux avec de l'alcool pour être analysé ultérieurement en laboratoire.

La température de certaines dolines a été mesurée à l'aide d'une sonde. La structuration des dolines a aussi été relevée sur des fiches terrains et des photos ont été prises.

Les superficies et périmètres de chaque doline en pleine eau ont été déterminés à l'aide de photos aériennes de 2007 fournies par Goro Nickel.

6. Description des dolines étudiées et résultats des observations

6.1. DOL-02



Figure 4: Photos de DOL-02 prises le 8 août 2008.

DOL-02 a un périmètre et une superficie d'environ 283m et 4412m² respectivement. Cette doline est bordée par de nombreux niaoulis. Certains niaoulis se trouvent à l'intérieur même de la zone en eau (Figure 4).

Lors d'une campagne précédente plusieurs conchostracés vivant avaient été observés. Lors de notre prospection aucun indice de présence n'a été observé. Cependant lors de la plongée d'autres espèces ont été observé et prélevés, soit:

Figure 5: Coléoptère prélevé dans DOL-02 le 08/08/08.



- 3 coléoptères aquatiques (Figure 5),
- 4 ostracodes,
- 3 physes (mollusques),
- 3 larves d'anisoptère (libellule) (Figure 6),
- 1 larve de zygoptère (demoiselle),
- plusieurs Notonectes (hétéroptères),
- 3 gros tiques (hydracariens).
- Têtards

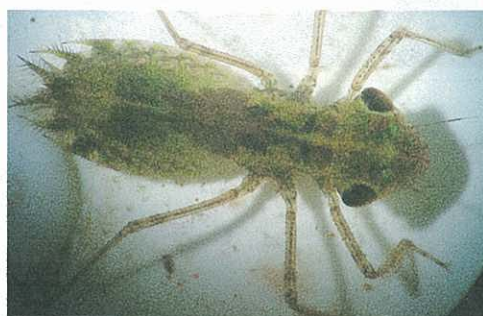


Figure 6: Larve d'anisoptère prélevée dans DOL-02 le 08/08/08.

Il est à noter la présence de structures inconnus plus ou moins dure (probablement calcifié) observées sous l'eau en grand nombre, sur les feuilles et les roches de cette doline. Des photos ont pu être prises en laboratoire (Figure 7).

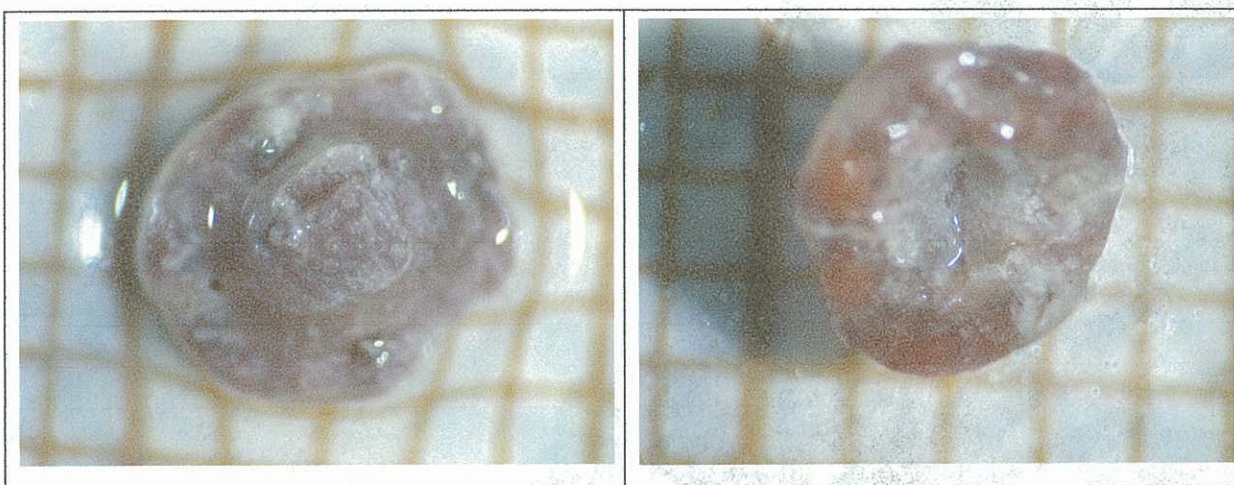


Figure 7: Structure observée en grand nombre sur des feuilles et les roches dans DOL-02 le 08/08/08.

6.2. DOL-03



Figure 8: Photos prises le 01/08/08 à DOL-03 (A, B, C): photos de la doline asséchée. D, E, F: photos des indices de présence de *Lynceus* trouvés lors de l'étude).

Lors de la prospection du 1 août 2008, DOL-03 était totalement à sec (Figure 8, Figure 8: A, B, C) à l'exception d'une flaque d'eau avec des joncs située au point le plus bas. Des niaoulis bordent cette doline en périphérie. Plusieurs individus se trouvent aussi au centre.

Totalement en eau, cette doline représente une superficie d'environ 3800m² pour un périmètre de 290m.

En fouillant sous les végétaux séchés des coquilles ont été observées (Figure 8, Figure 8: D, E, F). Lors d'études antérieures, cette doline avait déjà été le sujet d'observation de Lynceus vivant ainsi que de restes de coquille. Des larves d'anisoptères et de zygoptères ainsi que des notonectes ont été prélevés dans la flaque d'eau.

6.3. DOL-04



Figure 9: Photos de DOL-04 prises le 01/01/08.

Cette doline de grande taille (soit environ une superficie de 5977m² et un périmètre de 366m) est bordée de niaoulis. Des amas de joncs sont visibles à certains endroits. Durant

les observations, aucun indice de présence de conchostracés n'a été observé cependant d'autres organismes ont été observés et prélevés. En effet, dans cette doline un grand nombre de têtards a été observé. 3-4 individus ont été prélevés. 3 coléoptères ont aussi été prélevés (2 Hydrophilidae et 1 Dytiscidae), 3 hydracariens ainsi que plusieurs notonectes (hétéroptères). Il est intéressant de noter que lors de la prospection un très grand nombre de copépodes ont été observés dans cette doline. Certains individus ont été prélevés et photographiés (Figure 10). Il y a des fortes chances qu'il s'agit d'espèces décrites pour la première fois ou d'espèces nouvelles pour la science.

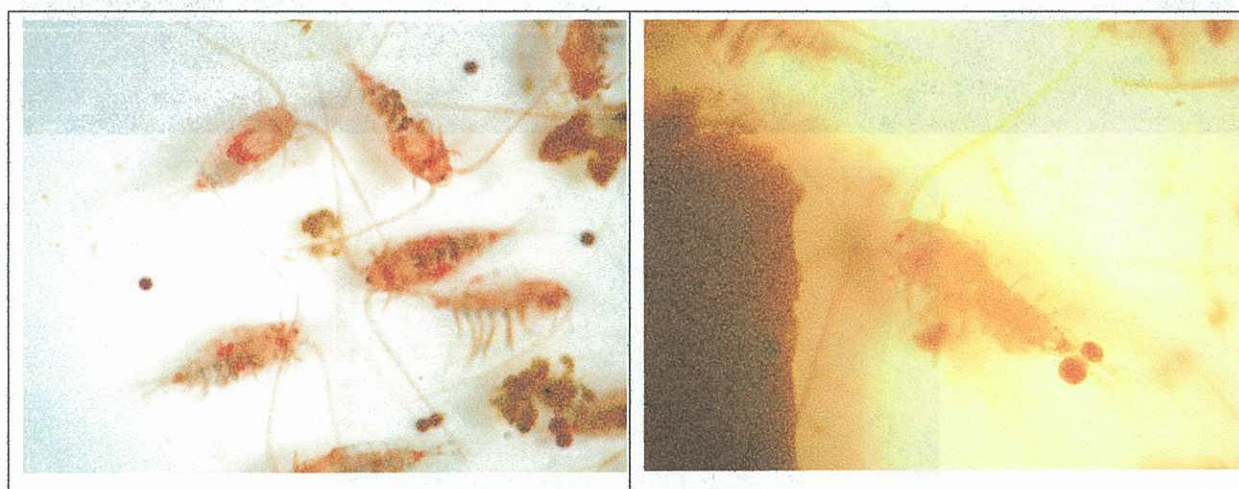


Figure 10: Photos de copépodes (dans l'alcool) prélevés dans DOL-04 le 01/08/08.

6.4. DOL-05

DOL-05 est de petite taille, soit environ une superficie et un périmètre de 1372 m² et de 137m respectivement.

Aucune photo n'a été prise le jour de la prospection. Cette petite doline possédait en bordure quelques niaoulis. Une zone de joncs se situait au centre. Aucun indice de présence du Lynceus n'a été observé. De nombreuses larves de libellules (anisoptère) ont été observées sur le fond vaseux. Une dizaine ont pu être prélevées pour être identifiées. Un grand nombre de notonectes ont été observés. Des copépodes étaient aussi présents mais en très faible nombre comparé à DOL-04. 1 Hydrophilidae et 7 dytiques (Dytiscidae) ont pu être prélevés.

6.5. DOL-06



Figure 11: Photos de DOL-06 prises le 08/08/08.

DOL-06, se situe plus à l'ouest comparé aux autres dolines. Cette doline possède en pleine eau une taille importante, soit une superficie de 5469m^2 et un périmètre de 290m. Lors de la prospection le niveau d'eau était à environ 1m au dessous du niveau supposé. Cette supposition a été effectuée grâce aux traces laissées sur les arbres. La température de l'eau en surface était de $23,2^\circ\text{C}$ alors que la température de l'air était de 22°C . Des niaoulis bordent cette doline. Plus haut des Gymnostoma sont présent puis vient ensuite le maquis minier. Toute la partie sud-est de DOL-06 est bordée de joncs. Un îlot de joncs est notable au milieu. Le reste est recouvert de cypéracées et de terre. Le fond vaseux et sablonneux est recouvert d'Ericaulons.

Aucun indice de présence du Lynceus n'a été observé. Cependant d'autres organismes ont été observés et prélevés:

- 4 physes vivantes (de nombreuses coquilles ont été observés au fond de la doline, quelques unes ont été prélevé)
- Larves d'anisoptère
- Notonectes
- Copépodes en très grand nombre
- 2 Ericaülons ont également été prélevés

6.6. DOL-07



Figure 12: Photos de DOL-07 prises le 08/08/08.

Cette doline se situe à environ 80m vers l'est de DOL-06. D'après les marques laissées sur les nombreux niaoulis qui bordent cette doline (Figure 12), le niveau de l'eau est environ 1,5m plus bas qu'en pleine eau. Au milieu de la zone en eau la profondeur était d'environ 1,5m (soit une profondeur d'environ 3m lorsque cette doline est pleine). DOL-07 a une forme circulaire. Sa taille est très petite comparée aux autres dolines. En pleine eau sa superficie

est estimée à seulement 378m² pour un périmètre d'environ 80m. Le jour de la prospection, le diamètre de la zone en eau mesurait 19,7m * 17,5m. La température de l'eau en surface était de 22,1°C.

Au centre et en bordure de cette doline de nombreux joncs ainsi que des longs Ericauleons sont présents. En bordure on retrouve de nombreux niaoulis suivis de Gymnostoma et ensuite de maquis primaire.

Aucun Lynceus vivant n'a été observé en plongée. Cependant, de nombreuses coquilles ont été trouvées. D'après sa structuration et les indices de présence observés, cette doline est un habitat favorable à Lynceus.

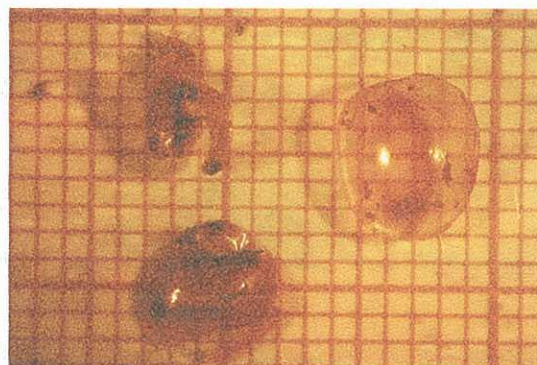
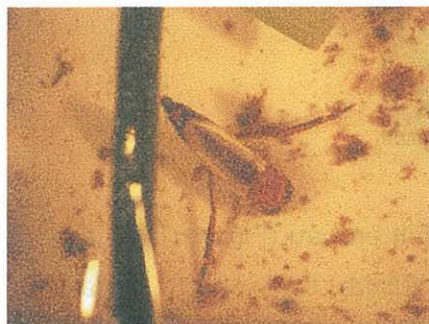


Figure 13: Coquilles de Lynceus trouvées dans DOL-07 lors de la prospection du 08/08/08

Des Notonectes (Figure 14: A), 2 petites physes et 1 gyryn (Figure 14: B et C) ont été prélevés ainsi qu'un long Ericauleon.



(A)



(B)



(C)

Figure 14: Photos d'organismes prélevés dans DOL-07 le 08/08/08. (A): Hétéroptère; (B) et (C): Gyrynidae

6.7. DOL-08



Figure 15: Photos de DOL-08 prises le 01/08/08.

Cette doline située 100m plus loin (au sud-ouest) que DOL-03 était en eau (Figure 15). La profondeur était d'environ 2-2,5m. Sa forme est pratiquement circulaire. La longueur de la zone en eau était de 47,7m de grand axe et 37,7m de petit axe. Totalement en eau la superficie de cette doline est estimée à 1768m² pour un périmètre de 178m. Comme nous pouvons le voir sur les photos, une végétation dense est notable autour de celle-ci. De nombreux niaoulis sont en bordure. La présence de jonc a été observée. Cette doline présente un habitat favorable aux conchostracés. Cependant aucun indice de présence n'a été observé.

6 Dytiscidae ont été prélevés ainsi que des notonectes. Un copépode vivant (Figure 16) a aussi été observé et photographié au laboratoire. Le contenu du bocal contenait encore des organismes vivants car il n'avait pas été mis dans l'alcool.

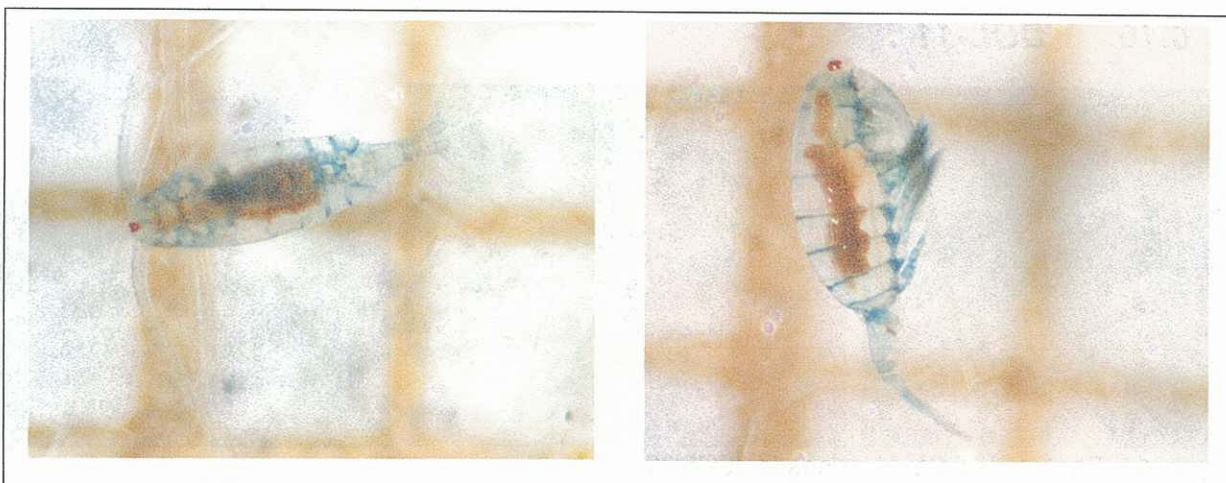


Figure 16: Photographie d'un copépode trouvé dans DOL-08 lors de la prospection du 01/08/08.

6.8. *DOL-09*

DOL-09 d'une grande taille (environ 4795 m² de superficie et 278m de périmètre) et d'une importante profondeur (environ 4m au point le plus bas) était totalement à sec le jour de la prospection.

6.9. *DOL-10*



Figure 17: Photos de DOL-10 prises le 01/08/08.

Lors de notre prospection, cette doline était à sec. Normalement, en pleine eau, elle possède une superficie d'environ 840 m² et un périmètre d'environ 113m. L'habitat qu'elle offre ne semble pas favorable au Lynceus.

6.10. DOL-11



Figure 18: Photos de DOL-11 prises le 08/08/08.



Figure 19: Photos d'une concentration importante de têtards morts au point le plus bas de DOL-11.

Cette doline est située en bordure d'une zone de stockage de matériaux et de container de la base vie. De nombreux déchets ont été observés en bordure ainsi qu'à l'intérieur de la doline (Figure 18). Comme on peut le voir sur les photos, DOL-11 était à sec le jour de la prospection. Sa superficie et son périmètre en eau sont estimés respectivement à 1351 m² et à 143m. Au point le plus bas de la doline, une concentration importante de têtards morts a été constatée (Figure 19). La végétation en bordure ne présente pas de niaoulis. L'habitat ne semble pas favorable au Lynceus.

6.11. DOL-12



Figure 20: Photos de DOL-12 prises le 08/08/08.

Cette doline (Superficie=3983m², périmètre= 269m), est située à proximité de DOL-11. Elle était aussi complètement à sec. L'habitat ne semble pas propice au Lynceus.

6.12. DOL-13



Figure 21: Photo de DOL-13 prise le 08/08/08.

DOL-13, voisine de DOL-12, était à sec. Pleine cette doline possède une superficie de 1522 m² environ et un périmètre avoisinant les 150m. Des joncs ont été observés au point le plus bas. Aucun niaouli n'a cependant été noté en bordure ou à l'intérieur de cette doline (Figure 21).

6.13. DOL-14



Figure 22: Photo de DOL-14 prise le 08/08/08.

DOL-14 présentait durant la prospection une zone encore en eau. Lorsque cette doline est pleine sa superficie et son périmètre avoisinent respectivement 2175m² et 169m. Des joncs ont été observés (Figure 22).

1.1.4. Résumé des observations

Tableau 2: Résumé des informations recueillies sur chacune des dolines

Doline	Nouvelle à l'étude	Etat de la doline	Lynceus observé antérieurement	Habitat favorable	Indices de présence	Autres organismes présent
DOL-02	non	En eau	oui	oui	non	oui
DOL-03	non	à sec	oui	oui	oui	oui
DOL-04	non	En eau	oui	oui	non	oui
DOL-05	non	En eau	non	oui	non	oui
DOL-06	non	En eau	non	oui	non	oui
DOL-07	non	En eau	non	oui	oui	oui
DOL-08	oui	En eau	non	oui	non	oui
DOL-09	non	à sec	non	non	Non recherchés	Pas de plongée
DOL-10	non	à sec	non	non	Non recherchés	Pas de plongée
DOL-11	oui	à sec	non	non	Non recherchés	Têtards morts
DOL-12	oui	à sec	non	non	Non recherchés	Pas de plongée
DOL-13	oui	à sec	non	non	Non recherchés	Pas de plongée
DOL-14	oui	En eau	non	non	Non recherchés	Pas de plongée

Tableau 3: Résultats des organismes observés dans chacune des dolines

Organismes vivants observés	Dolines						
	DOL-02	DOL-03	DOL-04	DOL-05	DOL-06	DOL-07	DOL-08
Ostracode	O						
Hydracarien	O		O				
Hydrophilidae			O	O			
Zygoptère	O	O					
Têtards	O		O				
Physe*	O				O	O	
Anisoptère	O	O		O	O		
Copépode			O	O	O		O
Dytiscidae	O		O	O		O	O
Notonecte	O	O	O	O	O	O	O

* Il est important de noter que de nombreuses coquilles vides ont été observées dans la majorité des dolines encore en eau

7. Discussion

D'après les résultats obtenus, la période de l'étude ne semble pas propice à l'observation du Lynceus, en effet c'était la période après la fin du cycle de vie. En effet, aucun organisme vivant n'a été observé dans chacune des dolines étudiées malgré pour certaines un habitat favorable et la présence de coquilles. D'après la littérature, ces organismes ont un cycle de vie et de reproduction très court (quelques mois) et dépendent fortement des paramètres physico-chimiques comme l'oxygène dissous et la température de l'eau. Des observations de cet organisme lors d'étude antérieures montre qu'il était très peu présent en février et présent en grand nombre vers le mois de mai (probablement période de reproduction). Il semble donc d'après cette étude que la présence de conchostracés au stade juvénile et adulte se situe plutôt entre mars et juin. Le reste du temps et en particulier lors de la saison sèche (assèchement total de la doline parfois) cet organisme se trouve dans la doline probablement au stade "œuf" pour répondre aux conditions défavorable. Il attend sous cette forme résistante les conditions favorables à son cycle et à sa reproduction.

Cette étude a permis aussi de mettre en évidence une doline nouvellement étudiée DOL-08 présentant un grand nombre de coquilles et donc révélant la présence de cet organisme en grand nombre dans cette dernière.

De plus cette étude permet d'émettre une hypothèse sur le type d'habitat favorable au Lynceus. En effet, Les dolines, où des indices de présence de cet organisme ont pu être observés, présente un habitat type spécifique avec la présence de niaoulis, de joncs, et d'Ericaulons. Il semble donc que cet habitat est propice à cette espèce.

Au cours de cette étude de nombreux organismes, autres que le conchostracé, ont été observés. Ces observations mettent en avant la richesse en terme de biodiversité de cet habitat que sont les Dolines (Tableau 3).

8. Bibliographie

DAVIS Jenny & CHRISTIDIS Faye, 1999 : A guide to Wetland invertebrates of Southwestern Australia. Western Australian Museum for Urban Water Research Association of Australia.