

Inventaire piscicole de la Kwé Nord

Complément du rapport de l'Inventaire piscicole
du Creek de la Baie Nord, de la Kwé principale,
de la Wadjana et du Trou bleu
du 11 octobre 2007

Christine Pöllabauer
Dr ès Sciences

Version du 18/02/2008 09:56:18



SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
RÉSUMÉ	6
I. INTRODUCTION	9
I. 1. SUIVI ENVIRONNEMENTAL.....	9
I. 2. LE SITE D'ETUDE.....	10
I. 3. LA PROTECTION DES EAUX DOUCES.....	10
I. 4. ETUDE DE SUIVI 2007.....	11
II. OBJECTIFS	12
II. 1. CARACTERISATION DU MILIEU ET DES HABITATS.....	12
II. 2. INVENTAIRE DES POISSONS ET CRUSTACES D'EAU DOUCE.....	12
II. 3. ÉTABLISSEMENTS DES INDICES DE QUALITE.....	13
III. METHODOLOGIE	13
III. 1. TRAVAIL DE TERRAIN.....	13
III.1.1. Zone d'étude.....	13
III. 2. TRAVAUX D'ÉCHANTILLONNAGE.....	13
III.2.1. Stratégie d'échantillonnage.....	13
III.2.2. Choix des stations.....	14
III.2.3. Caractérisation des stations.....	14
III.2.3.1 Données physico-chimiques.....	14
III.2.3.2 Caractéristiques mésologiques des stations.....	14
III.2.4. Nombre et surface de Secteurs d'échantillonnage.....	15
III.2.4.1 Abondance et structure d'âge d'une population cible.....	15
III.2.4.2 Etude de la composition des peuplements de poissons, de l'abondance et de la structure d'âge d'un site donnée.....	16
III.2.5. Période d'échantillonnage.....	17
III.2.6. Les moyens de pêche.....	17
III.2.7. Traitements des poissons.....	18
III.2.8. Biométrie.....	19
III.2.8.1 Longueur totale.....	19
III.2.8.2 Poids.....	19
III.2.8.3 Sexe.....	19
III.2.9. Identification.....	19
III.2.10. Traitements statistiques.....	20
III.2.10.1 Richesse spécifique et diversité.....	20
III.2.10.2 Abondance.....	21
III.2.10.3 L'indice d'intégrité biotique (IIB).....	21
IV. RESULTATS	23
IV. 1. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE ACTUALISEE.....	23
IV.1.1. Normes et indicateurs de qualité de milieu.....	23
IV. 2. CARACTERISATION DES MILIEUX ET DES HABITATS.....	23
IV.2.1. Caractéristiques mésologiques des stations.....	23
IV.2.2. Description des stations.....	25
IV.2.2.1 Kwé Ouest.....	25
IV.2.2.2 Kwé Nord.....	26
IV.2.3. Typologie des stations.....	27

IV.2.4. <i>Ripisylve</i>	27
IV. 3. INVENTAIRE FAUNISTIQUE	28
IV.3.1. <i>Les communautés ichtyologiques</i>	28
IV.3.2. <i>Densités des populations</i>	29
IV.3.3. <i>Biomasse</i>	29
IV. 4. L'INDICE D'INTEGRITE BIOTIQUE	29
IV.4.1. <i>La faune carcinologique</i>	33
IV.4.1.1 <i>Biomasse par espèce et par station</i>	33
V. CONCLUSION	34
V. 1. INVENTAIRE FAUNISTIQUE	34
V.1.1. <i>Densité</i>	34
V.1.2. <i>Biomasse</i>	34
V.1.3. <i>Indices d'intégrité biotique</i>	34
V.1.4. <i>Espèces sensibles</i>	35
VI. BIBLIOGRAPHIE	36
ANNEXE I : LISTE DES ESPÈCES RELEVÉES DURANT LES INVENTAIRES PRÉCÉDANTS	39
ANNEXE II: FICHES TERRAIN DE LA CAMPAGNE 2007	41
ANNEXE III: LISTE FAUNISTIQUE DÉTAILLÉE DES STATIONS SUPPLEMENTAIRES ..	48

Liste des Tableaux

Tableau 1: Nombre minimal de tronçons à échantillonner selon la normes NF EN 14011	15
Tableau 2: Longueur minimale à échantillonner (EN 14011 : 2003)	16
Tableau 3: Bibliographie consultée pour la taxonomie des espèces	20
Tableau 4: Classe de qualité de l'IIB.....	22
Tableau 5 : Caractérisation mésologiques des stations.....	24
Tableau 6 : Typologie des stations de la zone d'étude relativement à l'impact observé en 2007	27
Tableau 7: Richesse spécifique et abondance relative par bassins versants	28
Tableau 8: Captures en terme de biomasse / unité de surface.....	29
Tableau 9. Indice d'intégrité biotique de Nouvelle-Calédonie sur les rivières de la zone d'étude (Campagne du 26/09/2007-11/10/2007)	32
Tableau 10 : Effectifs de crustacés par station	33
Tableau 11. Valeurs d'IIB des 2 affluents de la rivière Kwé, la Kwé Ouest et la Kwé Nord ...	35
Tableau 12 : Listes des espèces recensées lors des inventaires précédents 1996-2004	40

Liste des Figures

Figure 1: Carte des station de la rivière Kwé	11
Figure 2: Pêche électrique	17
Figure 3: Anesthésie par l'Eugénol (l'huile de clou de girofle).....	18
Figure 4 : Biométrie : mesure de la longueur totale	19
Figure 5 : Kwé Ouest : KWE_O-300(1) et KWE_O-300(2)	25
Figure 6 : Kwé Nord : KWE_N-CS –FW16(2) et KWE_N-FW16(1)	26
Figure 7 . Anguille marbrée <i>Anguilla marmorata</i>	28
Figure 8 : Gobie <i>Awaous guamensis</i> (à gauche) et la carpe <i>Kuhlia rupestris</i>	28
Figure 9 : Mulet noir <i>Cestraeus plicatilis</i>	28
Figure 10: Déroulement de la méthode d'appréciation de l'état écologique des cours d'eau par IIB (Schager et Peter, 2002).	30
Figure 11 : <i>Macrobrachium aemulum</i> , l'espèce dominante de crustacés	33

Annexes

ANNEXE I : LISTE DES ESPÈCES RELEVÉES DURANT LES INVENTAIRES PRÉCÉDANTS.....	39
ANNEXE II: FICHES TERRAIN de la campagne 2007	41
ANNEXE III: LISTE FAUNISTIQUE DÉTAILLÉE DES STATIONS SUPPLEMENTAIRES...	48

RÉSUMÉ

Une exploitation minière de nickel à large échelle est programmée dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie ; son procédé d'extraction est celui de la lixiviation acide¹. Une phase test a débuté avec la mise en place de l'usine pilote de Goro-Nickel en 1999, qui a été construite entre 1998 et 1999 et mise en fonctionnement fin 1999. L'activité de l'usine pilote a cessé en juin 2002.

En 1995, une première étude de caractérisation de l'environnement et plus particulièrement des communautés dulçaquicoles des zones cibles a été effectuée. Depuis 1999, quatre autres études de trois plans d'eau ont été réalisées en 1999, 2000, 2001, et 2002, puis en 2004, dont une en saison fraîche (en 1999) et trois en saison chaude. Une cinquième campagne, réalisée de mai à juillet 2004, avait pour objectif de caractériser une deuxième fois les milieux aquatiques et communautés faunistiques en saison fraîche.

Une nouvelle étude a été réalisée en mai et juin 2007 dans quatre cours d'eau, dont deux sont situés dans la zone du projet de Goro-Nickel (le creek de la Baie Nord et la rivière Kwé), et deux autres qui ne devraient subir aucun impact par le projet (la rivière Wadjana et la rivière du Trou bleu).

La mine de Goro Nickel est située dans le bassin de la rivière Kwé, sur le plateau de Goro. Une vaste zone de stockage de résidus se situera sur la Kwé Ouest nécessitant des terrassements, des travaux de construction d'un batardeau (système de gestion des eaux), d'une digue, ainsi que l'ouverture d'une route des crêtes.

Quatre stations complémentaires à l'inventaire de mai-juin 2007 ont été échantillonnées afin d'évaluer l'impact des pressions industrielles sur l'intégrité biotique du milieu aquatique. La première se trouvant sur la Kwé Ouest en aval de la digue, à proximité du peuplement de *Neocallitropsis* et de bois bouchon. Les deux autres sont situées sur la branche Nord de la rivière Kwé, 200m en amont d'une zone où la rivière était déviée temporairement de son lit naturel pour les besoins du chantier. Il s'agissait des stations FW15 et FW16 (Rescan, 2000) ainsi que d'une troisième station en amont de la FW16, situé sur l'affluent ouest de la Kwé Nord.

Sur chaque station, une longueur de tronçon de 100m linéaire a été échantillonnée par pêche électrique. Les pêches expérimentales réalisées du 26/09/2007 au 11/10/2007, période de printemps austral, ont permis de capturer et d'observer 11 poissons, dont 6 carpes *Kuhlia rupestris*, 3 mullets noirs (dont deux *Cestraeus oxyrhychnus* et un *Cestraeus sp.*), un gobie *Awaous guamensis*, et une espèce d'anguille *Anguilla marmorata*. Ainsi la

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.

présence de 4 espèces de poissons appartenant à 4 familles (Anguillidae, Gobiidae, Kuhliidae, Mugilidae) a pu être confirmée. Notons qu'aucune espèce endémique de poissons n'a été observée. Les zones où les poissons carnivores étaient absents, montraient une population dense et une biomasse de 1,5kg / ha de crevettes (et d'autres invertébrés, tels que mollusques, insectes, ..).

Les surfaces des 5 stations échantillonnées représentaient 2 212m² pour la Kwé Ouest et 1 768m² pour la Kwé Nord. Au total, les effectifs et la densité étaient très faible par rapport aux campagnes précédentes : 11 poissons au total ont été capturés sur une surface totale de 3980m². La densité moyenne globale était de 28 poissons / ha, celle de la Kwé Ouest de 32 poissons par ha et celle de la Kwé Nord 23 poissons par ha. La biomasse totale de poisson s'élevait à 944,5g, soit 2,37kg de poisson / ha, dont 3,56kg / ha pour la Kwé Ouest et 0,89 kg/ha pour la Kwé Nord.

La biomasse des crustacés correspondait à un rendement de 1,5 kg/ ha. La biomasse moyenne par hectare – bien que faible-, varie d'une manière importante selon les deux affluents : ainsi la zone de rivière Kwé Ouest affichait une biomasse de 2,13 kg par ha, et la Kwé Nord 0,74 kg/ha. Une seule espèce, *Macrobrachium aemulum*, représentait 99,5% de la biomasse totale des captures (toutes stations confondues). Les carpes *Kuhlia rupestris* représentaient 40,75% de la biomasse brute, les mullets noirs *Cestraeus sp.* 6,84%, la seule anguille *Anguilla marmorata* 50,8% de la biomasse totale.

Les milieux étudiés de la Kwé Ouest peuvent être caractérisés par un faciès d'écoulement de plat courant d'une profondeur de plus d'un mètre, entrecoupés de quelques radiers et rapides. Sous une petite chute en amont se trouve une fosse de dissipation bien oxygénée. Des roches et blocs constituent la majorité des types de fond, couverte d'une couche de 1-2cm de vase et de sédiments fins dans les zones calmes. La Kwé Nord a plutôt l'allure d'un petit torrent de montagne, à plus faible largeur et à pente plus élevée, une vitesse de courant supérieure et un fond moins envasé. La végétation est plus présente sur cet affluent, et fournit de l'ombrage jusqu'à couvrir totalement le cours d'eau par endroit. Des bois bouchon *Retrophyllum minor* se trouvent tout au long des deux affluents, voire directement dans le lit de la rivière (FW15). La hauteur d'eau augmente dans les mouilles de concavité des méandres. Globalement la profondeur était très faible (0,2-0,90m). Précisons que 6 des 7 poissons recensés se trouvaient dans une zone profonde (plus de 2m) bien oxygénée de la Kwé Ouest. Ceci représente le type d'habitat préférentiel des espèces pélagiques : la carpe *Kuhlia rupestris* et les mullets du genre *Cestraeus*. A proximité de la station de la Kwé Nord (FW15) se trouvait également un « trou » profond de plus de 2m où 13 mullets et 7 carpes ont été comptabilisés. Pour conserver ce peuplement piscicole, il conviendrait donc de maintenir des zones profondes ou de créer artificiellement des « fosses d'affouillement, le long d'un obstacle à l'écoulement (embâcle, rocher, ..).

Pour ces deux affluents l'intégrité a été examinée par le biais des communautés piscicoles dont la structure et les caractéristiques permettent d'estimer le degré de dégradation d'un milieu. La proportion des espèces omnivores et tolérantes à la pollution est très élevée, tandis les espèces endémiques sensibles à la pollution sont absentes. Ceci souligne l'instabilité des communautés piscicoles. L'augmentation des sédiments fins enrichis en métaux lourds pourrait expliquer ces résultats - bien que nous ne puissions étayer cette hypothèse d'aucune donnée- compromettant l'intégrité biotique du milieu sur ces tronçons de rivière.

I. INTRODUCTION

Une usine de traitement des latérites à faible teneur à procédé hydrométallurgique est en cours de construction dans la plaine et sur le plateau de Goro dans le Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Ce procédé d'extraction, qui requiert de grandes quantités d'eau, est celui de la lixiviation acide¹ à grande échelle, procédé de "lessivage" du minerai afin d'en isoler le nickel et le cobalt au moyen de dérivés du soufre.

La mine de Goro Nickel est située dans le bassin de la rivière Kwé, les ouvrages y ont été conçus et construits afin de protéger cette rivière, située en aval de l'excavation. Une phase test a débuté avec la construction d'une usine pilote mise en fonctionnement fin 1999.

I. 1. Suivi environnemental

Le suivi environnemental a débuté en 1995, avec une première étude de caractérisation des communautés dulçaquicoles des cours d'eau situés dans des zones cibles. Un inventaire faunistique a été réalisé au Lac en Huit, au Grand Lac et dans la rivière Kwé. Cette première approche sommaire de caractérisation écologiques des communautés dulçaquicoles susceptibles d'être affectés par des perturbations de milieux a permis de souligner la spécificité des ces écosystèmes : une biodiversité avec un taux d'endémisme élevé mais une faible biomasse dans les plans d'eau stagnants (Lac en Huit, Grand Lac), des communautés biologiques diversifiés à la rivière Kwé (SNC LAVALIN, 1995). Il est toutefois souligné qu'il s'agit d'une approche qualitative, non d'une description complète.

D'autres études d'inventaires suivaient concernant les rivières Kuébini, Wadjana, Kwé, Rivière du Trou bleu, Creek de la Baie Nord, ainsi que plusieurs plans d'eau stagnants (dolines, déversoir) (ERBIO, 1999a, 1999b, 2000, 2001, 2002, 2004 ; Rescan 2000). Une liste d'espèces relevées dans ces cours d'eau figurent en annexe 1. Ces cours d'eau peuvent être classé en fonction de leur richesse et de la santé de leur écosystème (par ordre décroissant) : la rivière du Trou bleu, le Creek de la Baie Nord, la Wadjana, la Kuébini et la rivière Kwé.

Néanmoins aucune méthode standard ni d'indice de qualité concernant la faune piscicole n'existait pour la Nouvelle-Calédonie pour les études antérieures. En 2005, un indice d'intégrité biotique – un outil d'évaluation de la qualité des rivières et des changements relatifs aux impacts divers a été développé par notre bureau d'études, il permet l'application des méthodes quantitatives standard pour les inventaires et les suivis et il livre une image

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.

complète de la santé des écosystèmes dulçaquicoles. Cette même méthode sera dorénavant appliquée pour tout type d'inventaire ultérieur.

I. 2. Le site d'étude

Le plateau de Goro, site de la mine, est un massif latéritique composé d'une couche supérieure terreuse (issue d'une décomposition naturelle de roches) et de réseaux d'infiltration et de cavités souterraines. Ce secteur est la deuxième zone géographique la plus pluvieuse de Nouvelle-Calédonie, avec plus de trois mètres de précipitations annuelles. Ces pics de pluviométrie renforcent les ruissellements naturels, et augmente le risque d'érosion et de divers impacts liés à l'activité minière (ouverture de pistes, construction des infrastructures, rejets de la base vie, etc.). Ainsi les rivières courent le danger de subir une transformation liée à l'augmentation des transports solides et des matières en suspension (DANLOUX J. ET LAGANIER R., 1991).

I. 3. La protection des eaux douces

Pour prévenir et combattre la dégradation générale de ces écosystèmes, il importe de distinguer et de déterminer les effets des différentes sources de pollution, et de toutes les modifications que peut subir le milieu physique (<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau>).

Une bonne connaissance de la morphologie de ce réseau hydrologique et de la géométrie des bassins versants a donc été nécessaire pour permettre la construction de bassins de décantation successifs, qui réceptionnent les eaux de pluie chargées en particules ou matières en suspension (MES).

Ces bassins utilisés sur toutes les mines calédoniennes depuis près de 20 ans, ont dû être surdimensionnés pour le plateau de Goro, compte tenu des épaisseurs latéritiques du sud et de l'envergure des travaux (<http://www.goronickel.nc/pages/environnement/eau.htm>) :

- La mine dispose depuis 2005 de 2 grands bassins principaux dont les capacités respectives sont de 20 700 m³ et de 8 600 m³ et d'un troisième bassin de sécurité supplémentaire permettant de réduire encore davantage les risques d'entraînement des MES vers la rivière Kwé.
- Une quarantaine d'autres bassins sont implantés en contrebas de toutes les zones défrichées. Des échantillons sont effectués pour contrôler les rejets.
- La zone de l'usine, le convoyeur et le port disposent aussi d'un ensemble de bassins de décantation.

I. 4. Etude de suivi 2007

L'équilibre des écosystèmes aquatiques est basé sur des échanges multiples et permanents entre les différents éléments qui le composent. Mais, naturellement ou sous la pression de certaines activités humaines, des désordres peuvent naître en leur sein et dégrader les ressources en eau comme en matières vivantes. Connaître le fonctionnement et la dynamique de ces systèmes est donc primordiale pour pouvoir comprendre leur évolution, évaluer leur " état de santé " et mieux les protéger¹.

La zone d'étude vise à inclure tous les plans d'eau et bassins versants représentatifs pouvant être influencés par l'ensemble des effets appréhendés du projet (carte 1). Pour le complément d'étude en septembre et octobre 2007, Goro-Nickel a demandé un suivi de la faune aquacole, la composition faunistique et son évolution sur deux affluents de la rivière Kwé, la branche ouest et la branche nord (carte 1).

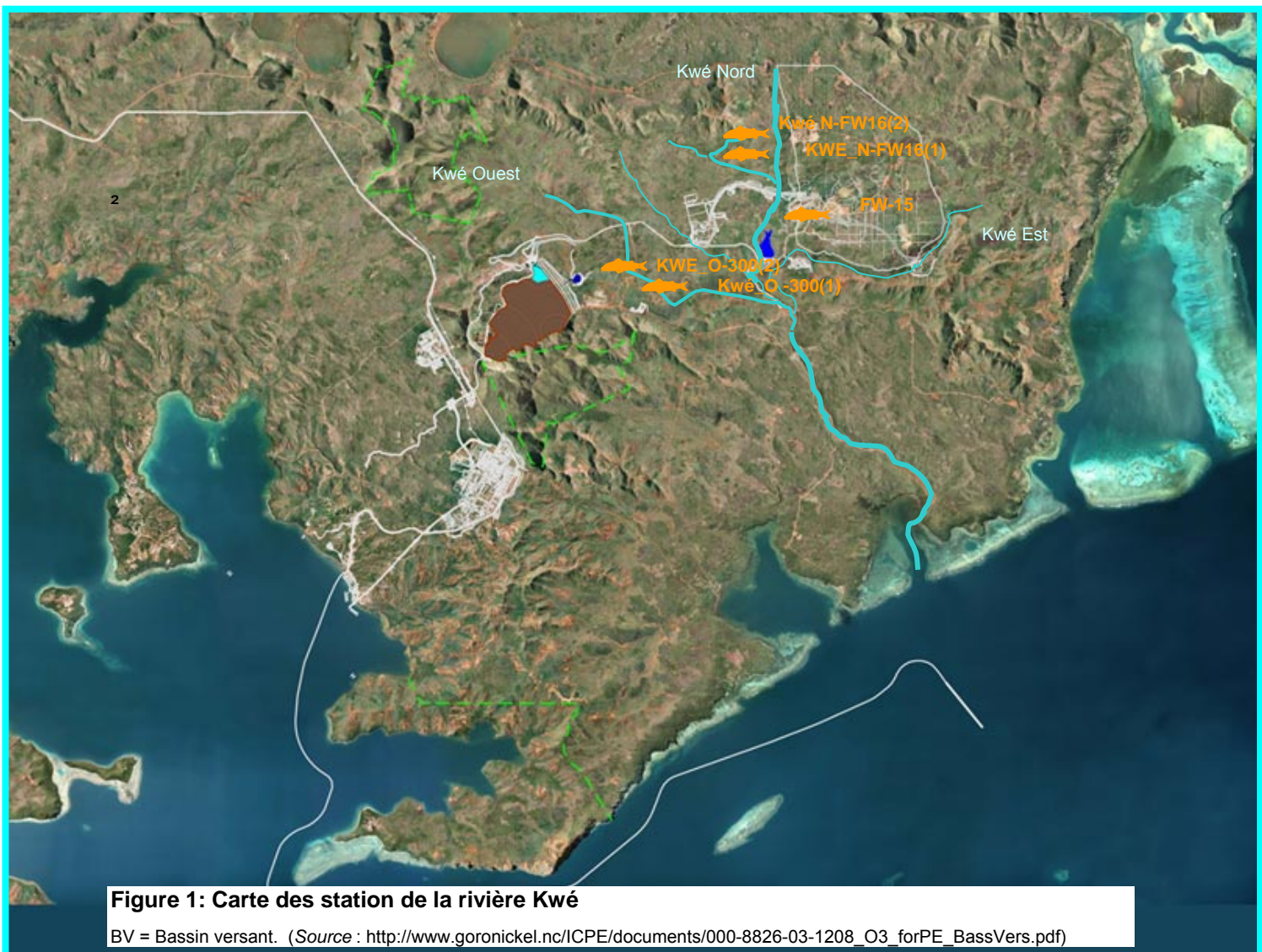


Figure 1: Carte des station de la rivière Kwé

BV = Bassin versant. (Source : http://www.goronickel.nc/ICPE/documents/000-8826-03-1208_O3_forPE_BassVers.pdf)

¹ <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/ecosys/ecosysMenu.html>

II. OBJECTIFS

L'étude de la rivière Kwé vise à atteindre trois objectifs :

1. La description et caractérisation des milieux et des habitats,
2. l'inventaire des espèces de poissons et de crustacés d'eau douce,
3. l'établissement d'indices de qualité des cours d'eau permettant un diagnostic sur l'état de santé des cours d'eau.

L'évaluation environnementale examinera les effets environnementaux (positifs et négatifs) que pourraient avoir la construction et l'exploitation minière et toutes les installations et infrastructures connexes. Elle précisera l'efficacité des mesures éventuelles d'atténuation et d'optimisation.

II. 1. Caractérisation du milieu et des habitats

Sur chaque affluent plusieurs stations ont été choisies pour caractériser les milieux et les habitats potentiels de la faune dulçaquicole.

Les paramètres mésologiques décrivant les secteurs serviront à caractériser les segments (granulométrie, hauteur d'eau, courant, qualité physico-chimique, etc.).

La nature d'un éventuel impact humain ou minier sera décrite et les secteurs seront regroupés selon leur degré d'influence par le projet en construction.

II. 2. Inventaire des poissons et crustacés d'eau douce

En se basant sur des travaux d'inventaire, l'objet de cette partie est de présenter une description qualitative et quantitative de la diversité et de l'abondance des espèces de poissons et de leur variabilité spatiale des zones étudiées en accordant une attention particulière aux espèces endémiques, rares, menacées, vulnérables, qui font d'objet d'une cueillette ou encore d'une exploitation commerciale.

Il s'agit notamment de :

- Identifier et déterminer le nombre d'espèces piscicoles présent ainsi que leur statut (endémique, autochtone, menacé, etc.).
- Déterminer la composition et l'abondance des communautés de poissons en terme d'individus / m² et de biomasse / m².
- Dresser l'état de référence des communautés de poissons, qui servira pour évaluer les répercussions éventuelles du projet sur cette faune. L'état de référence présente les caractéristiques actuelles des communautés dans les secteurs étudiés.
- Identifier les caractéristiques ou les particularités de la faune pouvant constituer un enjeu dans la perspective de l'exploitation minière de Goro-Nickel.

- Réaliser des comparaisons des résultats obtenus au cours de cette étude avec ceux obtenus dans le cadre des études précédentes.

II. 3. Etablissements des indices de qualité.

L'indice d'intégrité biotique (IIB) se veut la synthèse de l'information la plus pertinente afin de statuer sur la santé des écosystèmes fluviaux (rivières) ou leur intégrité biotique. Ainsi sera élaboré un indice poissons (Indice d'Intégrité Biotique ou IIB) reflétant la qualité des quatre cours d'eau étudiés. Il s'agit par ailleurs d'un outil fiable et mesurable de l'évolution de la santé d'un écosystème. Il représente un outil précieux pour le suivi des sites miniers.

III. METHODOLOGIE

III. 1. Travail de terrain

III.1.1. Zone d'étude

La zone d'étude comprend le bassin versant de la rivière Kwé, et plus particulièrement la branche ouest et la branche nord.

III. 2. Travaux d'échantillonnage

III.2.1. Stratégie d'échantillonnage

Pour obtenir une image représentative d'une communauté piscicole d'un cours d'eau, la norme européenne concernant la pêche électrique NF EN 14011 : 2003 conseille les démarches suivantes :

- D'une manière générale, la stratégie d'échantillonnage adoptée doit être celle qui livre des informations sur le statut actuel des communautés piscicoles dans un site donné. Le choix des sites à échantillonner (nombre et surface) est d'une grande importance pour l'évaluation des données collectés.
- Concernant l'échantillonnage des poissons, les données correctement obtenues sont directement liées à la densité de population. La stratégie doit être de pêcher dans une zone définie (tableaux 1 à 3 ci-dessous), en utilisant un équipement adéquat, en respectant des mesures de sécurité, en collaborant avec du personnel qualifié pour procurer une estimation de : l'abondance des espèces, la composition, et la structure de population. La mesure d'abondance absolue est basée sur un seul passage de pêche électrique sur un tronçon donné (EN 14011 :2003).

- Pour assurer la reproductibilité, l'effort de pêche, l'équipement, ainsi que le protocole de pêche doit être le même dans chaque station. Les sites d'échantillonnages doivent être localisés par GPS, la réalisation de photos des sites est recommandée.

III.2.2. Choix des stations

La reconnaissance d'un cours d'eau doit permettre d'effectuer un découpage de l'espace fluvial en tenant compte de critères tels que : pente, vitesse de courant, section de vallée, hydrogéologie, nature des berges et du fond, degré apparent de dégradation et interventions dans le milieu (déversement des matériaux, consolidation des berges, barrages anti-sel...), dont la conjonction donne les différents faciès du cours d'eau en autant d'ensembles fonctionnels.

En absence de toute base de données quantitatives, les stations ont été choisies pour optimiser les captures des espèces présentes en prenant en compte la section de la vallée (cours inférieur, cours moyen), la pente (zones de plats, zones de rapides et de cascades), la nature du fond (différents types de granulométrie), la vitesse de courant, le degré apparent de dégradation et interventions dans le milieu (berges dénudées, zones impactées).

III.2.3. Caractérisation des stations

Les travaux de caractérisation des cours d'eau seront menés en parallèle pour établir la succession des habitats lotiques (seuil, rapide, fosse). Les différents habitats de poissons et l'emplacement des barrières naturelles et artificielles à la migration des poissons reliées aux niveaux de l'eau seront décrits si possibles. Des fiches de description standard ont été remplies pour chaque station (Annexe 2).

III.2.3.1 Données physico-chimiques

Dans chaque station, préalablement à la pêche, les composantes physico-chimiques de l'eau (la température, l'oxygène dissous, le pH, et la conductivité électrique) ont été mesurées *in situ* à l'aide d'un instrument portatif Consort 537. Les sondes ont été calibrées 2 fois par jour dans une solution standard (le matin avant le départ sur le terrain et le soir au retour). Le courant était mesuré à l'aide d'un courantomètre à hélice Global Water Flow.

III.2.3.2 Caractéristiques mésologiques¹ des stations

Pour chaque station et segment, les caractéristiques suivantes ont été relevées :

- la position GPS avec un appareil de type Garmin Etrex Summit (d'une précision de 1 à 5 mètres avec corrections DGPS, 15 mètres RMS),

¹ Mésologie = partie de la biologie qui traite des milieux

- l'altitude à l'origine du tronçon, mesurée à l'aide du GPS,
- la longueur du tronçon, mesurée à l'aide du topofil (mètreur à fil perdu),
- la largeur de la station, mesurée en mètres avec un décamètre,
- la profondeur, mesurée en centimètres avec le décamètre,
- la vitesse du courant (lente : inférieur à 25cm/s, moyenne : de 25 à 50cm/s, rapide : plus de 50cm/s),
- la granulométrie (MALAVOI J.. ET SOUCHON Y., 1989.)
- les caractéristiques des berges.

De plus, divers clichés photographiques ont été pris pour chaque station.

III.2.4. Nombre et surface de Secteurs d'échantillonnage

III.2.4.1 Abondance et structure d'âge d'une population cible

Pour assurer les conclusions valides concernant l'abondance, la composition et la structure d'âge des espèces cibles, un nombre suffisant de tronçons par cours d'eau doit être échantillonné. Il était calculé en suivant les recommandations de la norme NF EN 14011 (juillet 2003). Ce nombre de stations dépend des variations spatiales des espèces entre différents sites, et du but principal de l'étude qui sera ou le suivi dans le temps d'une population ou la comparaisons des différentes populations. La variation spatiale est exprimée comme coefficient de la variation (CV), soit l'écart type moyen / moyenne de captures par tronçon¹. Ce CV doit être déterminé lors d'une étude pilote.

Pour comparer différentes populations de poissons, un nombre minimal de tronçons corrélés au CV est requis (tableau 1). 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 minimal de tronçons à échantillonner selon la normes NF EN 14011

Coefficient de variation CV	Nombre minimal de tronçons à échantillonner
0,2	3
0,4	4
0,6	9
0,8	16

Nous ne disposons pas de données quantitatives des secteurs à échantillonner. Etant donné que la biodiversité diminue du cours inférieur vers le cours supérieur et pour

¹ Le coefficient de variation est une mesure de dispersion des observations d'une variable quantitative d'intervalle. C'est une mesure neutre. Elle est calculée en divisant l'écart-type par la moyenne. Il permet de comparer la dispersion des variables différentes. Plus grand est le coefficient de variation, plus grande est la dispersion.

maximiser les captures dans un laps de temps restreint, nous avons retenus 2 tronçons par station. Ces stations font office de l'étude pilote permettant par la suite de déterminer un nombre de stations plus précis nécessaire pour ce type d'inventaire.

La sélection des sites doit prendre en compte les différents types d'habitats du cours d'eau. Des cours d'eau avec un stress environnemental élevé où peu ou aucun poisson n'a pu être capturé dans différents sites ont un CV élevé, et par conséquent, un nombre élevé de stations de suivi est nécessaire pour donner une bonne estimation des abondance et de la structure d'âge des espèces présentes.

Il faut également prendre en compte l'accès aux sites ainsi qu'une réalisation de l'étude garantissant un travail en toute sécurité des opérateurs.

La longueur minimale d'un cours d'eau à échantillonner figure dans le tableau 3.

Tableau 2: Longueur minimale à échantillonner (EN 14011 : 2003)

Dimension du cours d'eau	Longueur minimale à échantillonner
Petits cours d'eau, largeur < 5 m	20 m, la largeur totale doit être échantillonnée
Petits cours d'eau, largeur 5m à 15m	50 m, la largeur totale doit être échantillonnée
Cours d'eau moyen ou grand, largeur > 15m	> 50m de bordure de rivière ou seulement sur un côté ou des deux côtés
Plan d'eau large de faible profondeur <70cm	200m ²
Grand plan d'eau (lacs,..)	>50m de la zone littorale

Si un petit cours contient une grande densité de poissons, une longueur plus petite peut être suffisant. Il faudrait capturer environ 200 poissons dans une station mais sur une surface minimale de 100m².

III.2.4.2 Etude de la composition des peuplements de poissons, de l'abondance et de la structure d'âge d'un site donnée

Dépendant de la largeur et la profondeur d'un cours d'eau, deux différentes méthodes d'échantillonnage peuvent être utilisées. Si possible (dans les petites rivières), chaque cours d'eau est échantillonnés par pêche électrique à pied (« wading »). Dans des cours d'eau plus profonds, l'échantillonnage se fait par bateau (normalement proche des berges). La taille du secteur à échantillonner doit être suffisamment élevée pour être représentative des types d'habitats et de communautés de poissons.

La longueur minimale à échantillonner doit être 20 fois la largeur moyenne du cours d'eau (NF EN 14011 : 2003, Angermeier & Karr, 1986 ; Angermeier & Smogor, 1995 ; Simonson & Lyons, 1995 ; Yoder & Smith, 1998). Dans des cours d'eau où différents types de courant rapide sont présents, il est important si possible d'échantillonner intégralement toute la largeur. Pour des cours d'eau très large (> de 30m de large), si les communautés

ichtyologiques sont uniformes, un tronçon d'une longueur de 10 fois la largeur de la rivière peut s'avérer suffisant.

III.2.5. Période d'échantillonnage

La période d'échantillonnage doit être en relation avec le cycle de vie des espèces cibles les plus importantes. Dans le plupart des cas, les campagnes de pêche doivent avoir lieu à la fin de la période de croissance quand les juvéniles des espèces cibles ont une taille suffisante pour être capturés par électricité. Dans le cas de suivi dans le temps, il faut maintenir cette même période pour un niveau d'eau semblable.

La période d'échantillonnage de cette campagne (septembre-octobre 2007) correspond à la période d'étiage, période favorable aux inventaires piscicoles. Nous tenons à signaler qu'une seule campagne de prélèvement permet de capturer en moyenne 50-60% des espèces réellement présentes.

Il est de ce fait recommandé de réaliser au moins deux campagnes de pêches (en saison chaude et en saison fraîche / ou au printemps et en automne austral), permettant d'augmenter le rendement et capturer 75-90% des espèces présentes.

III.2.6. Les moyens de pêche :

Pour réaliser l'étude sur l'évolution des communautés de poissons et de la macrofaune des affluents Ouest et Nord de la rivière Kwé, la pêche électrique a été employée. On estime qu'il s'agit d'une méthode qui permet de capturer 20-30% des espèces présentes sur un tronçon de 50m d'un petit cours d'eau (Hortle & Pearson, 1990).



**Figure 2: Pêche électrique
(Creek de la Baie Nord , 26/05/2007)**

Notre propre retour d'expérience sur le territoire permet d'obtenir des valeurs plus proches de 50% sur un premier passage. Il s'agit pourtant 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).

Notons que les petites crevettes et les insectes n'étaient pas l'objectif prioritaire de cet inventaire. C'est pourquoi seule cette méthode de pêche a été choisie. Elle n'est effectivement 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).

Ce moyen de pêche, adapté aux eaux peu profondes (environ un mètre) et à tout type de courant, permet de prélever les poissons benthiques (vivants près des berges, entre les racines, enterrés dans le sable, dans les espaces interstitiels des graviers, sur les blocs, dans les cascades, etc.).

Nous disposons de 2 appareils de pêche électrique. Ils sont utilisés par des personnes expérimentés en respectant scrupuleusement les normes de sécurité (porteurs d'une attestation de formation aux premiers secours AFPS, équipés de cuissards ou waders isolants, de lunettes polarisantes, etc.). 1 à 2 tronçons de 100m peuvent être pêchés par jour.

■ 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, ...).

III.2.7. Traitements des poissons

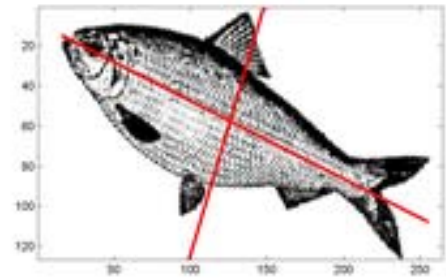


Les poissons capturés sont conservés dans un bac oxygéné, et anesthésiés par l'eugénole (l'huile de clou de girofle). L'état de léthargie dure quelques minutes, le temps nécessaire pour effectuer les mesures biométriques, les photographier, et les identifier. Ensuite ils sont transférés dans un bassin de réveil, puis remis dans une partie calme de la rivière.

Figure 3: Anesthésie par l'Eugénole (l'huile de clou de girofle)

Une équipe de deux personnes effectuera les identifications des poissons et les relevés biométriques sur place. Concernant l'identification des espèces nouvelles, des spécialistes extérieurs, avec lesquels nous collaborons régulièrement, seront consultés (cf. Liste des partenaires).

Figure 4 : Biométrie : mesure de la longueur totale (jusqu'au bout de la caudale)



III.2.8. Biométrie

III.2.8.1 Longueur totale

La longueur totale, mesurée de la bouche à l'extrémité de la queue, a été établie à l'aide de règles à poissons (300 mm et 1 000 mm) précises au millimètre près et d'un pied à coulisse précis au dixième de millimètre. Pour des raisons d'homogénéité des données, la longueur totale est donnée en mm. Pour les crustacés, celle-ci s'entend de l'extrémité du rostre à l'extrémité du telson¹ pour les crevettes et comprend la largeur du céphalothorax pour les crabes.

III.2.8.2 Poids

Le poids de chaque poisson et crustacé a été mesuré 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 a été utilisée. Dans le cas d'individus de faible poids (< 0,1 g), une pesée globale par espèce et par lot a été effectuée.

Les biomasses (poids frais) ont été mesurées par station 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 a été une Mettler Toledo AB 104 d'une précision de 0,1 mg (min 10 mg, max 101 mg).

III.2.8.3 Sexe

L'identification du sexe a été réalisée lorsque le dimorphisme sexuel était 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. Quelques individus morts lors des manipulations ont été conservés au congélateur et disséqués pour déterminer le sexe au vu des gonades.

III.2.9. Identification

Les poissons capturés pré-triés par famille ou par genre, sont étiquetés sur le terrain et maintenus vivants dans des récipients réfrigérés durant la journée de pêche. Les espèces

facilement identifiables ont été anesthésiées¹ sur le terrain pour la durée des relevés biométriques, puis relâchées. Les autres ont été ramenés au laboratoire, identifiés à l'aide de 2 stéréo-microscopes (ZEISS, Stemi 2000 C et Stemi DV4) et les clés des bibliographies existantes (tableau 5), puis mesurés, pesés, sexés, et les anomalies annotées le jour même si possible.

Les techniques de pêche utilisées pour l'inventaire des poissons ont également permis de récolter des crustacés. De la même façon que les poissons, les individus ont été identifiés, mesurés, pesés, et si possible sexés (la présence d'œufs était notée).

Tableau 3: Bibliographie consultée pour la taxonomie des espèces

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

III.2.10. Traitements statistiques

III.2.10.1 Richesse spécifique et diversité

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.

¹ CHANSEAU M., BOSC S., GALIAY E., OULES G. (2002) L'utilisation de l'huile de clou de girofle comme anesthésique pour les smolts de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) et comparaison de ses effets avec ceux du 2-phénoxyéthanol. Bull. Fr. Pêche Piscic., 2002, 365-366 : 579-589 : L'huile de clou de girofle est un bon anesthésique agissant en faibles concentrations. Les concentrations optimales permettant la manipulation des poissons, les mesures des tailles et des poids se situent entre $1,7 \cdot 10^{-4}$ mol.L⁻¹ et $2,35 \cdot 10^{-4}$ mol.L⁻¹, soit entre 0,3 mL et 0,4 mL d'huile essentielle de clou de girofle (90% d'eugénol) pour 10 litres d'eau.

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 :

- La **richesse spécifique d'un peuplement (S)** est le nombre d'espèces récoltées.
- **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.
- **L'indice d'équitabilité** peut être calculé afin de distinguer la part de l'abondance relative des différentes espèces:

$$E = H' / H_{\max}$$

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 (équirépartition 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).

III.2.10.2 Abondance

Les données sur les poissons ont été compilées par section d'échantillonnage, par station et pour l'ensemble des cours d'eau, à l'aide de tableaux indiquant :

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

Compte tenu du faible rendement des pêches expérimentales, peu de traitements statistiques ont pu être réalisés.

III.2.10.3 L'indice d'intégrité biotique (IIB)

L'élaboration et la mise en place d'un indice poissons reflétant la qualité des rivières représentent un outil précieux pour le suivi de la santé des écosystèmes. Ce type d'indice a une validité internationale. Il est possible ainsi de disposer d'un outil fiable et mesurable : l'Indice d'Intégrité Biotique a été développé par ERBIO pour les cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie et présenté lors de la conférence internationales « Biodiversité Sciences et

gouvernance » à Paris en janvier 2005. L'IIB a été appliqué lors des études antérieures sur d'autres cours d'eau et sites miniers (en 2004 et 2005) et la méthodologie a prouvé son efficacité.

Etant donné la complexité et la spécificité de leurs exigences par rapport à l'habitat, les poissons sont de bons indicateurs de l'état hydrologique et morphologique des eaux dans lesquelles ils évoluent. L'indice d'intégrité biotique (IIB) est un outil sensible basé sur les relevés multifactoriels de ces communautés ichtyologiques. Il permet de qualifier l'état des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie et reflète d'une manière fiable chaque dégradation de milieu. Il permet ainsi de dégager à l'échelle régionale les points critiques sur lesquels il est nécessaire d'intervenir et les mesures d'amélioration pour assurer une protection durable de la biodiversité unique des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie (Pöllabauer et Bargier, 2005). L'IIB est la somme de 19 notes, il combine 5 paramètres explorant différents aspects de la structure des communautés de poissons (tableau 6). Trois paramètres concernent la composition et l'abondance, un autre pour l'organisation trophique et un dernier pour la condition des poissons face aux crustacés. Il varie donc de 12 à 60 en 5 classes qualité pour l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau :

Tableau 4: Classe de qualité de l'IIB

excellent	plus de 75
bon	61-75
passable	46-60
pauvre	31-45
très pauvre	inférieur ou égal à 30

IV. RESULTATS

IV. 1. Revue bibliographique actualisée

Une revue de la littérature a été réalisée pour actualiser les données présentées en janvier 2005 (ERBIO, 2005).

IV.1.1. Normes et indicateurs de qualité de milieu

Les **normes AFNOR** suivantes apportent des éléments intéressants pour développer des outils et des méthodes de suivi standard, elles ont en partie été reprises, adaptées à la Nouvelle-Calédonie et appliquées lors de cette étude :

- NF EN 14011 (juillet 2003) : Prélèvements de poissons par pêche électrique : ce document décrit les procédures à utiliser par des personnes qualifiées et formées dans l'évaluation des populations de poissons de rivières, pour attribuer un statut écologique à un cours d'eau.
- NF T90-344 (mai 2004) : l'indice poissons rivière (IPR) (indice de classement de la qualité de l'eau) : Ce document spécifie la méthode de détermination de l'Indice Poissons Rivière (IPR) qui permet de déterminer la qualité biologique générale des cours d'eau à partir de la connaissance de la structure des peuplements des poissons. L'IPR est applicable aux parties continentales des cours d'eau naturels ou anthropisés.
- PR NF ISO 23893-1 (avril 2006) : Qualité de l'eau – Mesures biochimiques et physiologiques sur poisson – Partie 1 : Echantillonnage des poissons, manipulation et conservation des échantillons.
- NF EN 14614 (Janvier 2005) : Qualité de l'eau : Guide pour l'évaluation des caractéristiques hydromorphologiques des rivières.

Notre bureau a acquis une seule norme supplémentaire depuis l'inventaire du mois de mai-juin 2007, il s'agit de la norme :

- NF EN ISO 5667-1 : Lignes directrices pour la conception des programmes et des techniques d'échantillonnages.

IV. 2. Caractérisation des milieux et des habitats

Une bonne connaissance du fonctionnement des écosystèmes d'eau courante nécessite la prise en considération d'un certain nombre de variables physiques supposées les régir. Trois variables jouent un rôle essentiel pour la communauté biotique : la vitesse de courant, la hauteur d'eau et la granulométrie du lit.

IV.2.1. Caractéristiques mésologiques des stations

Pour chaque station et tronçon, plusieurs variables morphodynamiques et physico-chimiques ont été relevées (Tableau 5) :

La description de la pêche, la localisation géographique de la station (coordonnées GPS), la température de l'eau, la conductivité, la teneur en oxygène, la granulométrie du lit de la rivière, le faciès d'écoulement, la profondeur moyenne, la vitesse de courant moyen, la surface échantillonnée ainsi que les caractéristiques de berges et de la végétation rivulaire.

Tableau 5 : Caractérisation mésologiques des stations

Rivière		Kwé Ouest	Kwé Ouest	Kwé Nord CS	Kwé Nord FW15	Kwé Nord FW16
Code Station		KWE_O- 300(1)	KWE_O-300(2)	KWE_N-CS	KWE_N-FW15	KWE_N-FW16
Date de pêche		26/09/2007	26/09/2007	28/09/2007	28/09/2017	11/10/2007
Coordonnées GPS (WGS 84)	58K	0 699 920	0 699 896	701 434	701 814	701 536
	UTM	7 532 052	7 532 135	7 533 858	7 532 972	7 532 829
Altitude	M	104	108	146	79	133
Longueur de tronçon	M	100m	100m	100m	100m	100m
Largeur moyenne de la station	M	13,02	9,10	6,20	5,96	5,52
Surface échantillonnée	m ²	1302	910	620	596	552
Vitesse de courant moyenne	m/h	93,27	65,94	108,31	87,25	100,69
Caractérisation de l'habitat		Des mouilles de concavités entrecoupées de radiers et de rapides, faible profondeur, vitesse de courant moyenne, fond de rivière constitué de blocs, roche et galets, poussières rouges omniprésentes, turbidité élevée	Un grand plat courant de plus d'un mètre de profondeur, fond vaseux à particules très fines, peu de courant, puis des escaliers et radiers à courant plus rapide	Station du cours supérieur 800m linéaire au dessus de l'embranchement. Le faciès d'écoulement dominant sont les rapides, puis quelques zones calmes (chenal lentique). Des petites cascades ainsi qu'une de plus d'un mètre de hauteur en contrebas d'une piste qui croise la rivière en amont. Profondeur faible, vitesse de courant élevée.	Cette station de la Kwé Nord se trouve en aval d'un embranchement et en amont des travaux de construction pour le bassin de décantation. La largeur du cours d'eau est fortement rétrécit, le courant élevée dans le chenal lotique. Profondeur avoisinant 1m par endroit, eau claire, belle végétation rivulaire.	Station d'origine de Rescan FW16, la rivière se fourche dans un virage. Végétation couvrant en partie ou totalement le lit de rivière, de nombreux radiers et rapides avec un courant élevée.
Commentaires		En aval de la station des Neocallitropsis.	Le « trou » d'eau héberge des poissons pélagiques tels que carpes et mulets.	La coupure abrupte en contrebas d'une piste récemment ouverte impacte visiblement ce tronçon dans sa partie haute. Beaucoup de poussières fines colmatent la rivière.	Un grand trou d'eau de plus de 2m en aval de la station héberge un vivier de poissons, 13 mulets et plusieurs carpes y ont été observés.	

IV.2.2. Description des stations

Les paramètres relevés des stations se trouvent en annexe II.

IV.2.2.1 Kwé Ouest

Les faciès d'écoulement des tronçons de la Kwé Ouest sont en majorité des zones calmes de plat courant, les fonds sont constitués de roches, de blocs, de graviers et de sables, parfois couverts de vase et sédiments fins colmatant. Quelques radiers et rapides entrecoupent les zones calmes (figure 5). Quelques espèces pélagiques ont été observées (carpes, mullets), une espèce de gobie qui s'enterme dans le sable et la vase (*Awaous guamensis*), et une anguille *Anguilla marmorata*.

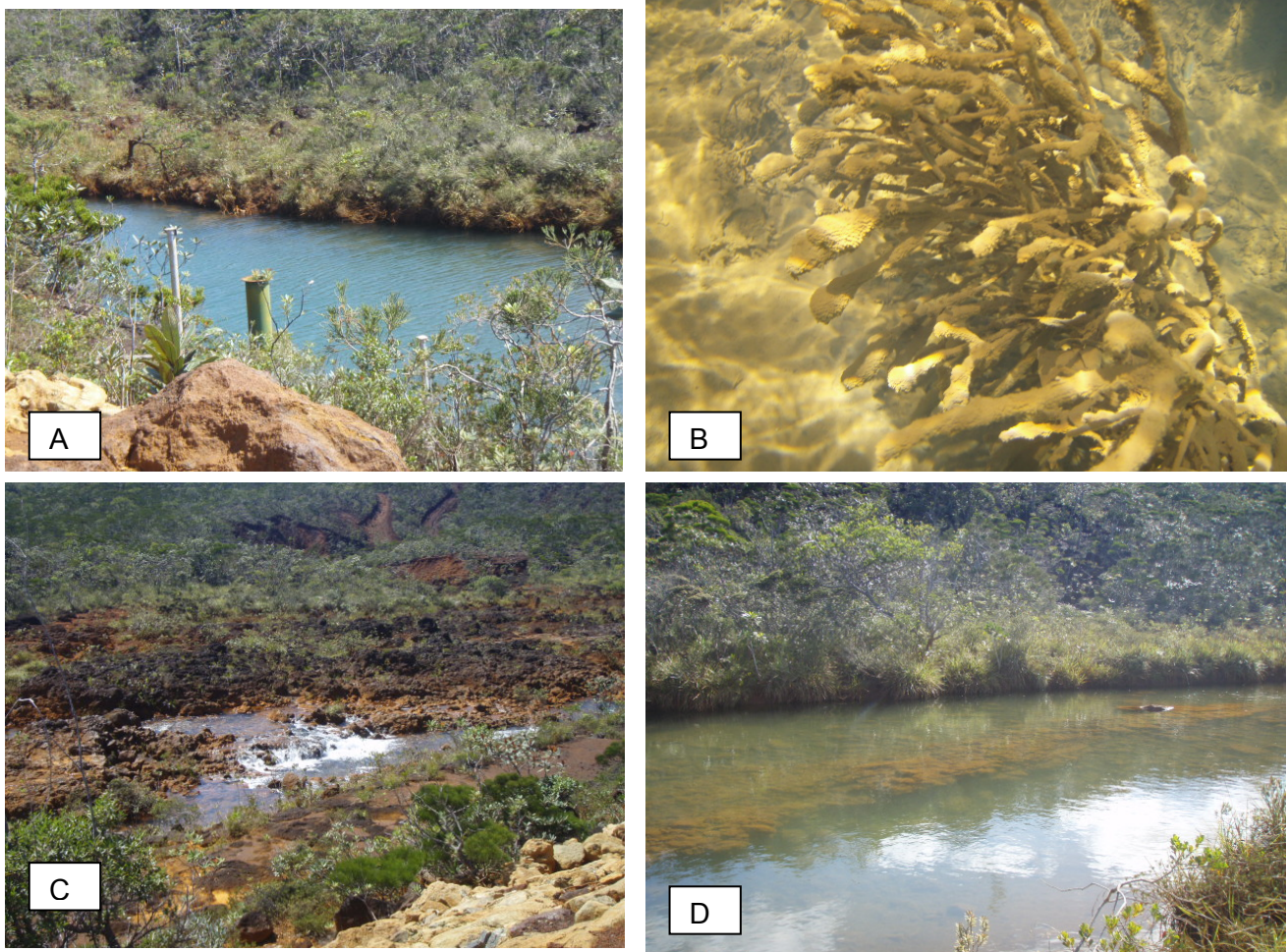


Figure 5 : Kwé Ouest : KWE_O-300(1) et KWE_O-300(2)

A : Plats courant de la KWE_O-300(2) hébergeant les carpes *Kuhlia rupestris*, les mullets du genre *Cestraeus sp.*, le gobie *Awaous guamensis* et l'anguille *Anguilla marmorata* ; **B** : Dépôt colmatant de sédiments fins sur le fond ; **C** : Radier en aval de la station des *Neocallitropsis* ; **D** : Zone calme de la station KWE_O-300(1).

IV.2.2.2 Kwé Nord

La Kwé Nord a globalement une allure de torrent de montagne à fond rocheux et courant rapide. 3 stations ont été échantillonnées, le cours supérieur KWE_N-CS FW16(2), le tronçon se termine par une cascade et une cuvette en contrebas d'une piste récemment ouverte (figure 6, A), la station KWE_N-FW-16(1) (figure 6, B et C), avec des « geisers » souterraines (figure 6,B) , des escaliers et des plats courants.

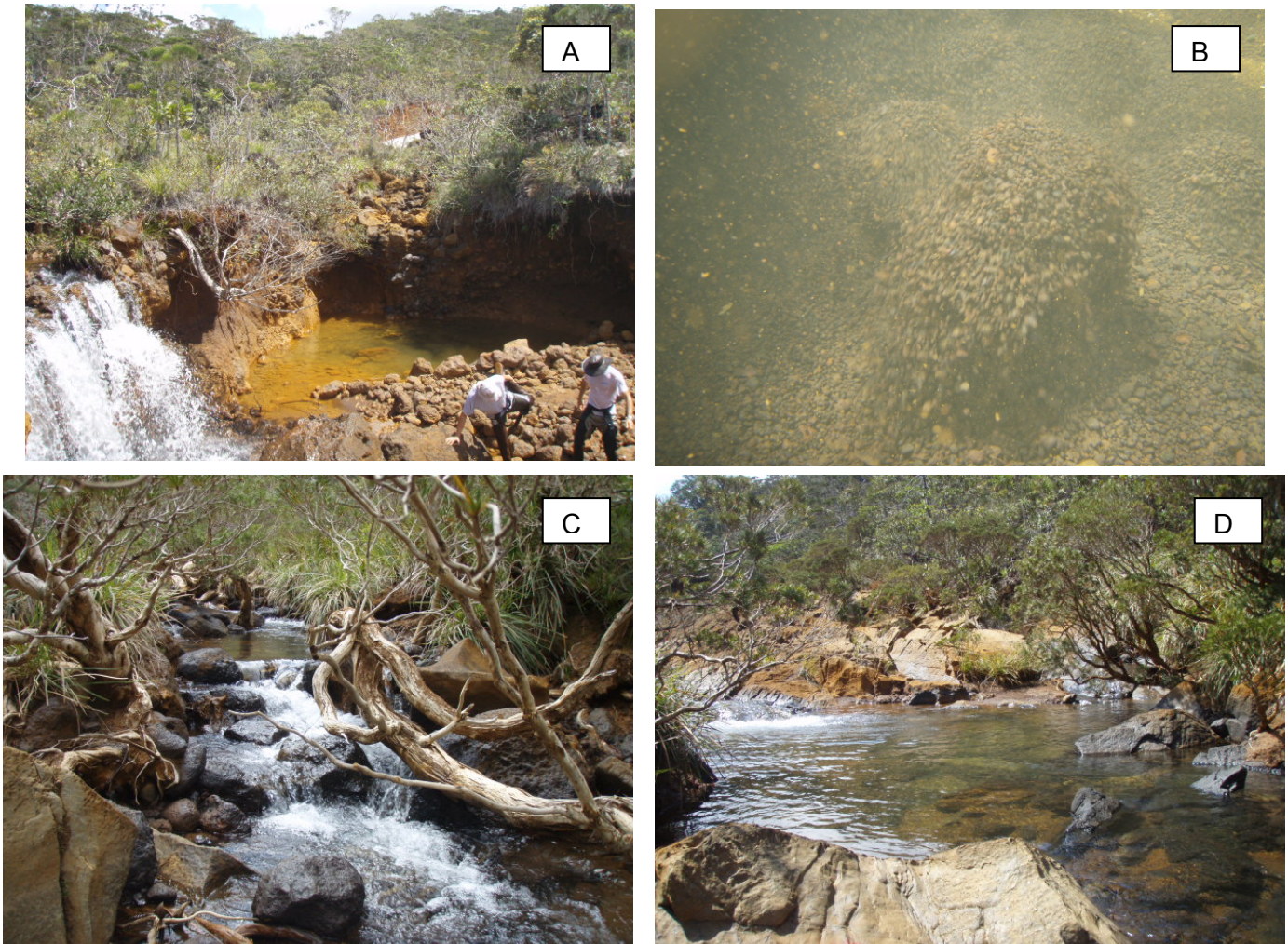


Figure 6 : Kwé Nord : KWE_N-CS –FW16(2) et KWE_N-FW16(1)

Les différents faciès d'écoulement de la rivière Kwé Nord. A part le tronçon du cours supérieur (figure 6,A), la branche nord semble de bonne qualité, les berges sont couvertes d'une forêt rivulaire dense offrant de l'ombre et des caches au lit de la rivière et à ses habitants (figure 6 C et D).

IV.2.3. Typologie des stations

Une typologie des cours d'eau selon l'impact observé lors de la phase terrain est présentée ci-dessous (tableau 6). La Wadjana et la rivière du Trou bleu apparaissent relativement préservées, le Creek de la Baie Nord, malgré des habitats dégradés a su maintenir une faune peu affectée, et la rivière Kwé qui apparaît fortement impactée.

Tableau 6 : Typologie des stations de la zone d'étude relativement à l'impact observé en 2007

Caractéristiques du cours d'eau	Rivière	Stations	Perturbations observables à la date de la campagne d'échantillonnage du 26-29/09/2007 et le 11/10/2007	Echantillonnés en phase de :
Zones de référence, peu ou pas influencé				
Zones ayant subi un faible impact humain		FW15	Au moment de l'inventaire, peu de turbidité, peu de sédiments et poussières.	
Secteurs peu perturbés par des activités ou des interventions humaines, susceptibles d'être influencés par le projet.	Kwé Nord	FW CS FW16 FW16	Poussières minières, pollution organique, fond colmaté par endroit, végétation rivulaire dégradée ou absente	Construction
Secteurs fortement influencés à l'amont par des activités minières ou des interventions humaines	Rivière Kwé	KWE_O-300(1) KWE_O-300(2)	Fond colmaté par des poussières minières, forte turbidité, végétation rivulaire dégradé ou absente, écosystème fortement affecté	Construction

IV.2.4. Ripisylve¹

La forêt bordant le réseau hydrographique (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 hydraulique 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.

¹ Ripisylve (ripi= rive, sylva = bois): formation végétale où domine l'arbre, riveraine et dépendante d'un cours d'eau; écosystème forestier inondé de façon régulière ou exceptionnelle (source : <http://www.fne.asso.fr/Ripisylves/glossaire.htm>)

IV. 3. Inventaire faunistique

IV.3.1. Les communautés ichthyologiques

Dans les 5 stations étudiées, 4 espèces appartenant à 4 familles de poissons ont été capturées, aucune n'était endémique. Au total 11 poissons, dont 6 *Kuhlia rupestris* (figure 8), 3 mullets, dont 2 *Cestraeus oxyrhynchus* (le 3^e a été observé uniquement, l'espèce n'a donc pu être déterminé, une anguille *Anguilla marmorata* (figure 7) et un gobie *Awaous guamensis*.



Figure 7 . Anguille marbrée *Anguilla marmorata*



Figure 8 : Gobie *Awaous guamensis* (à gauche) et la carpe *Kuhlia rupestris*

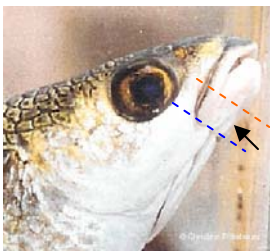


Figure 9 : Mulet noir *Cestraeus plicatilis*

Cestraeus plicatilis a deux lobes charnus qui se terminent au niveau de la mâchoire inférieure (ligne bleue) ; *Cestraeus oxyrhynchus* a des lobes plus courts qui se terminent à mi-hauteur de la mâchoire (ligne orange).

Tableau 7: Richesse spécifique et abondance relative par bassins versants

(26/09/2007-011/10/2007)

	Kwé Ouest		Kwé Nord		Total	Abondance relative	Abondance cumulée
	KWE_O-300(1)	KWE_O-300(2)	KWE_N-FW15	KWE_N-FW16			
<i>Kuhlia rupestris</i>	1	3		2	6	54,55	54,55
<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>			2		2	18,18	72,73
<i>Awaous guamensis</i>		1			1	9,09	81,82
<i>Cestraeus sp.</i>		1			1	9,09	90,91
<i>Anguilla marmorata</i>		1			1	9,09	100,00
Effectif total par tronçon	1	6	2	2	11	100,00	
% par rivière	9,09	54,55	18,18	18,18			
Nombre d'espèces par rivière	1	4	1	1			

La richesse spécifique de poissons restait globalement très faible entre 1 à 4 espèces par affluent (tableau 7).

IV.3.2. Densités des populations

Dans les 2 affluents étudiés, les surfaces échantillonnées représentaient 3 980m² (0,4 ha). La densité des populations est exprimée par le nombre de poissons capturés sur une surface donnée.

Les surfaces des 2 stations échantillonnées représentaient 2 212m² pour la Kwé Ouest et les 3 stations 1 768m² pour la Kwé Nord. Au total, les effectifs et la densité étaient très faibles par rapport aux campagnes précédentes : 11 poissons au total ont été capturés sur une surface totale de 3980m². La densité moyenne globale était de 28 poissons / ha, celle de la Kwé Ouest de 32 poissons par ha et celle de la Kwé Nord 23 poissons par ha, soit environ 1/10 de la campagne précédente.

IV.3.3. Biomasse

La biomasse totale de poisson s'élevait à 944,5g, soit 2,37kg de poisson / ha, dont 3,56kg / ha pour la Kwé Ouest et 0,89 kg/ha pour la Kwé Nord. Les carpes *Kuhlia rupestris* représentaient 40,75% de la biomasse brute, les mullets noirs *Cestraeus sp.* 6,84%, la seule anguille *Anguilla marmorata* 50,8% de la biomasse totale.

Tableau 8: Captures en terme de biomasse / unité de surface

(Campagne du 23/05/2007-01/06/2007)

POISSONS	Biomasse (g)	Surface (m²)	g par m²	Biomasse (g) par ha	Biomasse (kg) par ha	Classement
KWE_O-300(1)	24,3	1302	0,019	186,64	0,19	4
KWE_O-300(2)	763,5	910	0,839	8 390,11	8,39	1
KWE_N-CS	0	620	0,000	0,00	0,00	5
KWE_N-FW16	123,1	552	0,223	2 230,07	2,23	2
KWE_N-FW15	33,6	596	0,056	563,76	0,56	3
TOTAL	944,50	3 980	0,237	2 373,12	2,37	

IV. 4. L'indice d'Intégrité biotique

L'indice d'intégrité » biotique a été développé par Dr. James KARR pour des rivières d'eau chaude (trop chaud pour les Salmonidae) en Illinois central et Indiana. Il a ensuite été » adapté

au contexte calédonien par ERBIO et présenté lors de la conférence « Biodiversité Sciences et Gouvernance » en janvier 2005 à Paris.

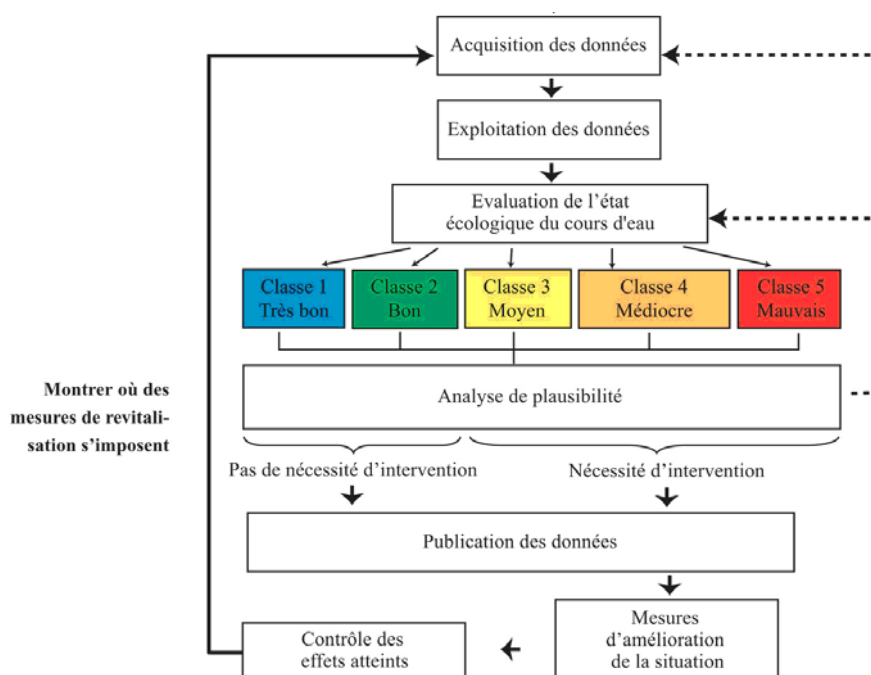
La somme des valeurs attribuées aux différents paramètres (cf. méthodologie) donne une valeur totale qui correspond à un certain état écologique.

Une fois la valeur de l'indice déterminée, la classe d'intégrité biotique doit engendrer un choix de gestion selon un processus logique (Figure 14).

Les valeurs élevées signifient qu'une rivière supporte et maintient une communauté d'organismes équilibrée, bien intégrée, capable de s'adapter au changement et ayant une composition spécifique, une diversité et une organisation fonctionnelle comparable à celle d'un écosystème naturel. Aucune intervention n'est nécessaire si ce n'est une surveillance de l'évolution de l'écosystème voire une protection dans certains cas.

Au contraire, les valeurs moyennes ou faibles mettent en avant un déséquilibre plus ou moins critique des communautés. Les individus, puis les espèces, ne pouvant s'adapter aux diverses perturbations vont modifier leur comportement, dégénérer voire disparaître, modifiant ainsi la communauté spécifique inféodée à un type de milieu. Les perturbations peuvent être très variées telles que la modification du milieu physique, la modification de la physico-chimie de l'eau, l'introduction de nouvelles espèces ou toute autre action directement ou indirectement imputée aux interventions humaines. Dans ce cas de figure, un plan de gestion conséquent et d'éventuelles mesures compensatoires pourront être envisagées. Le but visé est alors de stopper ou de réduire les perturbations, lorsque cela est possible, et de favoriser un transfert de protection sur une autre entité (sur le même bassin versant ou sur un autre) lorsque la situation est reconnue comme irréversible.

Figure 10: Déroulement de la méthode d'appréciation de l'état écologique des cours d'eau par IIB (Schager et Peter, 2002).



Le tableau 9 présente les scores d'IIB-NC obtenus pour les cours d'eau de la zone d'étude. Les rivières affichent une valeur d'IIB comprise entre 25 et 31, désignant un état d'intégrité pauvre à très pauvre de la rivière Kwé (Tableau 9).

Le score d'IIB ne devait cependant pas être calculé pour le bassin versant de la rivière Kwé, au vu des effectifs d'échantillonnage extrêmement faibles obtenues sur cette rivière, valeurs qui ne permettent pas d'obtenir un système de variables significatives, car seuls 11 individus ont été capturés ; rappelons que la norme NF EN14011 conseille la capture de 200 individus minimum pour garantir la représentativité des résultats. Il apparaît cependant probable, d'après les analyses et observations générales, que la rivière Kwé se situe parmi les cours d'eau à classe d'intégrité très faible.

Il est important de noter que la significativité des résultats obtenus est plus grande lorsque l'ensemble du cours d'eau est échantillonné (cours inférieur, moyen et supérieur), la comparaison des résultats entre rivières doit tenir compte de cet élément.


Tableau 9. Indice d'intégrité biotique de Nouvelle-Calédonie sur les rivières de la zone d'étude (Campagne du 26/09/2007-11/10/2007)

Indice d'intégrité biotique	Excellent	Moyen	Faible	Kwé Ouest		Kwé Nord	
	5	3	1	C*	Note	C	Note
Paramètre 1 : Richesse spécifique (nombre d'espèces de poissons / cours d'eau)							
- Nombre d'espèces indigènes	> 23	12 à 23	< 12	4	1	2	1
- Nombre d'espèces endémiques et/ou intolérantes	>3	2 à 3	1	0	0	0	0
- Nombre d'espèces d'un intérêt halieutique	>5	3 à 5	<3	4	3	2	1
- Nombre d'espèces endémiques menacées ou très rares (<i>Nesogalaxias</i> , <i>Protogobius</i> , <i>Rhyacichthys</i>)	3	2	1	0	0	0	0
- Nombre d'espèces tolérantes	<10%	10-20%	>20%	>20%	1	>20%	1
- Nombre d'espèces introduites	0	1 à 2	>2	0	5	0	5
Paramètre 2 : Diversité et équitabilité							
- Distribution des fréquences d'espèces indigènes	>10	5 à 10	<5	<5	1	<5	1
- Distribution des fréquences d'espèces endémiques et/ou intolérantes	>3	2 à 3	<2	0	0	0	0
- Distribution des fréquences d'espèces caractéristiques d'un intérêt halieutique	>5	3 à 5	<3	<3	1	2	1
- Distribution des fréquences d'espèces endémiques menacées ou très rares (<i>Nesogalaxias</i> , <i>Protogobius</i> , <i>Rhyacichthys</i>)	3	2	1	0	0	0	0
- Distribution des fréquences d'espèces de poissons tolérants	<5	5 à 10	>10	<5	5	1	5
- Distribution des fréquences d'espèces introduites	0	1 à 10	>10	0	0	0	0
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%	>70%	1	50%	2
- Abondance relative de carnivores (insectes, crevettes, mollusques, poissons, etc.)	>60%	30-60	<30	<30	1	0	0
- Abondance relative de benthophages (vase, algues, épiphytes, etc.)	>20%	12-20%	<12%	27%	5	50%	2
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	0	0
- Nombre d'espèces ne présentant que partiellement les caractéristiques d'une population naturelle	>1	2 à 3	<3	0	0	0	0
- Population non naturelle (prédominance d'une classe d'âge)	<5	5 à 10	>10	4	5	2	5
Paramètre 5 : Présence de <i>Macrobrachium</i>							
- <i>Macrobrachium</i> (en % de la biomasse)	<15%	15-30%	>30%	16,6	2	330	1
		Note finale			31		25
C*= Base de calcul				pauvre		très pauvre	

L'IIB est un outil performant pour juger de l'état de santé général des rivières, il reste toutefois en cours d'évolution, mis à jour et affiné au fur et à mesure que s'étend la base de données des connaissances sur les cours d'eau et la faune ichtyologique de Nouvelle-Calédonie. De futurs développements visent à augmenter l'acuité des résultats, en prenant notamment en compte dans l'établissement de la notation, la superficie du bassin versant et les données mésologiques, telles que la nature du substratum, dont dépendent les communautés de faune ichtyologique.

IV.4.1. La faune carcinologique

Les pêches ont permis de capturer 530 crevettes dans toutes les stations confondues (tableau 10). Au total, 3 espèces ont pu être identifiées, la plus abondante *Macrobrachium aemulum* appartient à la famille des Palaemonidae autochtones ou grandes crevettes, les *Paratya* appartiennent à la famille des Atyidae, toutes les *Paratya* sont endémiques au territoire. Deux *Paratya* sont de statut incertain. En effet, aucune description ne correspond à ces deux espèces prélevées ; il pourrait s'agir de nouvelles espèces ou de variétés morphologiques.

Tableau 10 : Effectifs de crustacés par station

	Kwé Ouest		Kwé Nord			Total	Abondance relative	Abondance cumulée
	KWE_O-300(1)	KWE_O-300(2)	KWE_N-FW15	KWE-N-CS	KWE_N-FW16			
<i>Macrobrachium aemulum</i>	116	185	141	25	27	494	93,21	93,21
<i>Paratya bouvieri</i>	2		19		4	25	4,72	97,92
<i>Paratya intermedia</i>		9				9	1,70	99,62
<i>Paratya sp.</i>	1	2				2	0,38	100,00
						0		
Effectif total par tronçon	118	196	160	25	31	530	100,00	
% par rivière	22,26	36,98	30,19	4,72	5,85	100,00		
Nombre d'espèces par rivière	3	3	2	1	2			

IV.4.1.1 Biomasse par espèce et par station

La biomasse des crustacés correspondait à un rendement de 1,5 kg/ha (soit 530 crevettes de 602,10g pour 3980m²).

La biomasse moyenne par hectare – bien que faible-, varie d'une manière importante selon les deux affluents : ainsi la zone de rivière Kwé Ouest affichait une biomasse de 2,13 kg par ha, et la Kwé Nord 0,74 kg/ha. Une seule espèce, *Macrobrachium aemulum* (figure 11), représentaient 99,5% de la biomasse totale des captures (toutes stations confondues).



Figure 11 : *Macrobrachium aemulum*, l'espèce dominante de crustacés

V. CONCLUSION

V. 1. Inventaire faunistique

Les pêches expérimentales réalisées du 26/09/2007-11/10/2007 lors de la campagne d'échantillonnage en période d'étiage dans 2 affluents de la rivière Kwé (Kwé Ouest et Kwé Nord) ont permis de capturer 11 poissons, et de confirmer la présence de 4 espèces de poissons appartenant aux 4 familles suivantes : Anguillidae (*A. marmorata*), Gobiidae (*Awaous guamensis*), Kuhliidae (*Kuhlia rupestris*) et Mugilidae (*Cestraeus oxyrhynchus* et *Cestraeus sp.*). Lors des mêmes pêches 530 crevettes ont été capturées appartenant à deux familles, les Palaemonidae (*Macrobrachium aemulum*) et les Atyidae (*Paratya bouvieri*, *Paratya intermedia*, *Paratya sp. 1*, *Paratya sp. 2*).

V. 2. Densité

Dans les 2 affluents étudiés, les surfaces échantillonnées représentaient 3 980m² (0,4 ha). La densité des populations est exprimée par le nombre de poissons capturés sur une surface donnée. Les surfaces échantillonnées représentaient 2 212m² pour la Kwé Ouest et 1 768m² pour la Kwé Nord. Au total, 11 poissons ont été capturés. La densité moyenne globale était de 28 poissons / ha, celle de la Kwé Ouest de 32 poissons par ha et celle de la Kwé Nord 23 poissons par ha, soit environ 1/10 de la campagne précédente.

La densité de crevettes est nettement supérieure à celle des poissons avec 1332 crustacés /ha.

V. 3. Biomasse

La biomasse totale de poisson s'élevait à 944,5g, soit 2,37kg de poisson / ha, dont 3,56kg / ha pour la Kwé Ouest et 0,89 kg/ha pour la Kwé Nord.

Celle des crevettes représente correspond à un rendement de 1,5 kg/ ha (soit 530 crevettes de 602,10g pour 3980m²).

La biomasse moyenne par hectare – bien que faible-, varie d'une manière importante selon les deux affluents : ainsi la zone de rivière Kwé Ouest affichait une biomasse de 2,13 kg par ha, et la Kwé Nord 0,74 kg/ha. Une seule espèce, *M. aemulum* représente 99,5% de la biomasse des crustacés.

V. 4. Indices d'intégrité biotique

Le indice d'intégrité biotique a été calculé pour les deux affluents, il reflète l'état de santé des écosystèmes (tableau 11). Les rivières affichent une valeur d'IIB comprise entre 25 et 31, désignant un état d'intégrité pauvre à très pauvres pour les tronçons étudiés de la rivière Kwé. Bien que les effectifs sont extrêmement faible pour le calcul d'un tel indice, il reflète néanmoins assez fidèlement l'intégrité des écosystèmes étudiés.

Tableau 11. Valeurs d'IIB des 2 affluents de la rivière Kwé, la Kwé Ouest et la Kwé Nord

		KWE Ouest	Kwé Nord
excellent	plus de 75		
bon	61-75		
passable	46-60		
pauvre	31-45	31	
très pauvre	inférieur ou égal à 30		25

V. 5. *Espèces sensibles*

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 préserver ces espèces d'éventuels impacts environnementaux. Leur taxonomie reste néanmoins incertaine.

VI. BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, G.R., 1991. Field guide to the freshwater fishes of New Guinea. Publication n°9. Christensen Research Institute, Papua New Guinea. 268 p.
- ARRIGNON, J., 1991. Aménagement piscicole des eaux douces (4e édition). Technique et Documentation Lavoisier, Paris. 631 p.
- CHAZEAU J., 1993. Research on New Caledonian terrestrial fauna: achievement and prospects Biodiversity letters, 1, 123-129.
- CLUZEL D., 1998. Du Gondwana au caillou : les origines géologiques de la Nouvelle-Calédonie. Mines, Bull. d'information du secteur minier de la Nouvelle-Calédonie, 2, 21-24.
- DAGET J., 1979. Les modèles mathématiques en écologie. Paris, Masson. 172p.
- DAJOZ R., 2000. Précis d'écologie. 7eme édition. Dunod.
- 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.
- GARGOMINY O. 1996 Conséquences des introductions d'espèces animales et végétales sur la biodiversité en Nouvelle-Calédonie Rev. Ecol. (Terre Vie), vol. 51.
- 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
- LAMOTTE, M., BOURLIERE, F. 1969. Problèmes d'écologie : Echantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres Editions Masson & Cie, Paris Masson 303p
- LAMOTTE, M., BOURLIERE, F. 1971. Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques. Paris, Masson, 294 pp.
- LA VIOLETTE, N. ET Y. RICHARD, 1996. Le bassin de la rivière Châteauguay : les communautés ichthyologiques et l'intégrité biotique du milieu, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Envirodoq no EN960454, rapport no EA-7, 64 p. et 9 annexes.
- LA VIOLETTE N., FOURNIER D., DUMONT P. et MAILHOT Y., 2003. Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biologique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997. Société de la faune et des parcs du Québec.

- 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-CALÉDONIE. PATRIMOINES NATURELS, 58 : 282P.
- PÖLLABAUER, C., 1996 : Etude de gestion rationnelle de la faune aquacole III : Inventaire 3 et Etude de croissance de *Kuhlia rupestris* et *Cestraeus plicatilis*. Service de l'Environnement de la Province Sud, pp.33. ISBN 2-9509343-3-1
- PÖLLABAUER, C., Mars 1999 (a). Le milieu fluvio-lacustre de 4 rivières dans le Sud de la Grande Terre : Kwé, Trou Bleu, Wadjana et Creek de la Baie Nord. Rapport d'étude ; 67p.
- PÖLLABAUER, C., 1999 (b). Faune ichtyologique et carcinologique de Nouvelle Calédonie. Rapport final de l'inventaire des cours d'eau de la Province Sud. ERBIO, pour la Province Sud NC, Direction des Ressources Naturelles. Juillet. 183 p.
- PÖLLABAUER, C., Juillet 1999 (c). Inventaire faunistique de la doline de l'usine pilote Goro-Nickel et déversoir Rapport d'étude.
- PÖLLABAUER, CH. 1999. Faune ichtyologique et carcinologique de Nouvelle-Calédonie : rapport final de l'inventaire faunistique des cours d'eau de la Province Sud / [ERBIO, Études et recherches biologiques ; pour la Direction des ressources naturelles, Province Sud] ; [réd. par] - ISBN 2-9509343-9-0
- PÖLLABAUER, C. 2000. Deuxième Inventaire faunistique de la doline de l'usine pilote Goro-Nickel et du Déversoir, Rapport d'étude. 27p.
- PÖLLABAUER, C. ET BARGIER N., 2005 : Indice d'Intégrité biotique : Proposition d'un outil d'évaluation de la qualité des rivières et des changements relatifs aux impacts divers. Poster. Conférence Biodiversité : Science et Gouvernance, Janvier 2005.
- 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
- SARASIN F. & ROUX J., Nova Caledonia, Kreidels Verl., Wiesbaden, A.Zool., 2 (1): 57-72.
- SEBER G.A.F., 1982, *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*.
- SNC LAVALIN, 1995. Projet Goro Nickel, Nouvelle-Calédonie. Etude de caractérisation de l'environnement – Rapport N/Référence : 007445. INCO Exploration and Technical Services Inc.
- THOMSON, J.M. (1997) The Mugilidae of the World , Mem. of the Queensland Museum, Vol. 41, part 3, pp.457-566.
- WATSON R. & PÖLLABAUER C.: A new genus and species of freshwater goby from New Caledonia with a complete lateral line. Senckenbergiana biologica 77 (2). Pp. 147-153.
- WATSON, R. (1992) A review of the goboid fish genus *Awaous* from insular streams of the Pacific Plate. Ichtyol. Explor. Freshwaters 3 (2):pp 161-176
- WEBER, M., L.F., DE BEAUFORT, 1953. The fishes of the Indo-Australian archipelago, X Gobioida. E.J. Brill, Leiden. pp. 392.

WINNER, R.W., B.W. BOESEL, and M.P. FARRELL. 1980. Insect community structure as an index of heavy-metal pollution in lotic ecosystems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 647-655.

ANNEXE I : LISTE DES ESPÈCES RELEVÉES DURANT LES INVENTAIRES PRÉCÉDANTS

ANNEXE II: FICHES TERRAIN DE LA CAMPAGNE 2007

EXPLICATIONS et CODIFICATIONS POUR LA FICHE DE TERRAIN STANDARD		
<p>Hydrologie :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ensoleillé 2. Nuageux 3. Pluvieux 4. Forte pluie 5. Venté 	<p>Hydrologie :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Crue 2. Lit plein 3. Moyennes eaux 4. Basses eaux 5. Trous d'eau 	<p>Exposition :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Plein soleil 2. 1/4 ombragé 3. 1/2 ombragé 4. 3/4 ombragé
<p>Pollution :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algues vertes 2. Algues brunes 3. Poussières minières 4. Détritit 5. Pas de pollution 	<p>Encombrement du lit :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dépôt colmatant 2. Débris végétaux 3. Encombres branchages 4. Encombres détritit 5. Berges effondrées 	<p>Section mouillée : lit du cours d'eau submergé au moment du relevé. _____</p> <p>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</p>
<p>Nature végétation aquatique :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algues unicellulaires 2. Algues filamenteuses 3. Algues incrustantes 4. Characées, Mousses 5. Nageantes libres 6. Hydrophytes 7. Macrophytes 	<p>Recouvrement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 0-5% 2. 6-20% 3. 21-50% 4. 51-75% 5. >75% 	<p>Faciès d'écoulement : schémas ci dessous pour déterminer la proportion de chaque faciès.</p>
<p>Pente berge :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <10° 2. 10-40° 3. 40-70° 4. >70° 		
<p>Nature des berges : Naturelle ou Artificielle</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stable 2. Qq érosions 3. Très érodée 		
<p>Nature ripisylve :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. végétation primaire 2. Forêt humide 3. Forêt sèche 4. Végétation secondaire 5. Maquis minier 6. Savane 7. Plantation 		
<p>Structure ripisylve :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Absente 2. Buissons 3. Arbres isolés 4. Rideau d'arbres 5. Multistrate 		
<p>Déversement végétal :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 0-5% 2. 6-20% 3. 21-50% 4. 51-75% 5. >75% 		
<p>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.</p>		

Kwé Ouest	N° de Station KWE -300		N° de tronçon	2		<i>en aval des Neocallitropsis</i>
	Date de pêche 26/09/2007		Ref. Étude :		GNI N°1367	
Moyen de pêche : Pêche électrique			Nb. d'appareils	2	Opérateurs : 4 épauzettes : 4	
Nom des opérateurs: Berton Richard, Frédéric Marlier, Pöllabauer Rémy, Pöllabauer Christine						
Heure début:	14h00	Pause:			H. fin:	16h30
Compteur	1700					
GPS Début				Altitude:	104m	
GPS Fin 100m	58K: 0 699 920		UTM: 7 532 052	Altitude:	107m	
Analyses physico-chimiques			Caractéristiques mésologiques (cf. fiche explicative)			
T surface °C			Météo	ensoleillé	1	
T >1m °C			Hydrologie	Lit plein	2	
pH			Pollution	poussières minières	3	
Turbidité (NTU)			Exposition	plein soleil	1	
O2 dissous (mg/l)			Encombrement du lit	dépôt colmatant	1	
O2 dissous (%)			Nature vég. aquatique	0	0	
Conductivité (µS/cm)			Recouvrement	0-5%	1	
Granulométrie (%)	Section mouillée	Lit mineur	Facès d'écoulement (cf. fiche explicative)		%	
Rocher ou dalle (>1m)	25%	25%	Chenal lentique			
Blocs (>20cm)	25%	25%	Fosse de dissipation			
Galets (>2cm)	25%	50% végétation	Mouille de concavité		25%	
Graviers (>2mm)			Mouille d'affouillement			
Sables (>0,02mm)	20%		Chenal lotique			
Limons/ vases	5%		Plat lentique		15%	
Débris végét.			Plat courant		25%	
Largeur au départ (m)	13,20	26,60	Surface échantillonnée : 1302 m²	Escalier	10%	
à 25m	11,60	34,60		Radier en tresse	15%	
à 50m	10,60	9,30		Rapides	10%	
à 75m	14,20	31,40		Cascade		
à 100m	15,50	23,90		Chute		
Larg. Moy. :	13,02			Influence barrage		
Profondeur(m)	moyenne	maximale	Vitesse m/h	Moyenne	Maximale	Photo
Prof. Départ	0,20	0,33	Vit. de départ	145,00	170,00	Oui
Prof. à 25m	0,35	0,47	Vitesse à 25m	91,52	126,03	Oui
Prof. à 50m	1,05	1,25	Vitesse à 50m	62,00	69,20	Oui
Prof. à 75m	0,30	1,20	Vitesse à 75m	8,40	27,50	Oui
Prof. à 100m	0,22	0,90	Vit. à 100m	89,50	143,50	Oui
Caractéristiques des berges (cf. fiche explicative)			Accès			
	R. gauche	Rive droite	KWE OUEST: La station se situe en aval de celle du <i>Neocallitropsis</i> et du <i>Retrophyllum minor</i> 1 <i>Kuhlia rupestris</i> (LS =22,2cm, poids 24.9g)			
Pente berge (°)	<10°	10-40°				
Nature berges	stable	stable				
Nature ripisylve	maquis minier					
Structure ripisylve	arbres isolés	multistrate				
Déversement végétal	~30%	100%%				
Devis ERBIO n° 02/0407 - Contrat GNI n° 1367 -Avenant						

Kwé Ouest	N° de Station KWE -400		N° de tronçon	1		Neocallitropsis	
	Date de pêche 26/09/2007		Ref. Étude :		GNi N°1367		
Moyen de pêche : Pêche électrique			Nb. d'appareils	2	Opérateurs : 4 épuisettes : 4		
Nom des opérateurs: Berton Richard, Frédéric Marlier, Pöllabauer Rémy, Pöllabauer Christine							
Heure début:	10h45	Pause:		Heure fin:	12h45	Compteur 2117	
GPS Début	58K: 0 699 920		UTM: 7 532 052		Altitude:	106m	
GPS Fin 100m	58K: 0 699 896		UTM: 7 532 135		Altitude:	108m	
Analyses physico-chimiques			Caractéristiques mésologiques (cf. fiche explicative)				
T surface °C		21,0°	Météo	ensoleillé		1	
T >1m °C			Hydrologie	Lit plein		2	
pH			Pollution	poussières minières		3	
Turbidité (NTU)		moyenne	Exposition	plein soleil		1	
O2 dissous (mg/l)		14,45	Encombrement du lit	dépot colmatant		1	
O2 dissous (%)			Nature végétation aquatique			0	
Conductivité (µS/cm)		54,40	Recouvrement	0-5%		1	
Granulométrie (%)		Section mouillée	Lit mineur	Faciès d'écoulement (cf. fiche explicative)		%	
Rocher ou dalle (>1m)		60%		Chenal lentique			
Blocs (>20cm)		30%		Fosse de dissipation			
Galets (>2cm)			végétation	Mouille de concavité			
Graviers (>2mm)				Mouille d'affouillement			
Sables (>0,02mm)				Chenal lotique			
Limons/ vases		10%		Plat lentique			
Débris végétaux				Plat courant		80%	
Largeur au départ (m)		15,50	23,90	Surface échantillonnée : 910 m ²	Escalier		10%
à 25m		5,30	14,70		Radier		10%
à 50m		5,70	14,90		Rapides		
à 75m		7,70	16,30		Cascade		
à 100m		11,30	20,10		Chute		
Largeur moy. :		9,10	17,98		Influence barrage		
Profondeur (m)	moyenne	maximale	Vitesse m/h	Moyenne	Maximale	Photo	
Prof. Départ	0,22	0,90	Vitesse de départ	123,63	135,68	Oui	
Prof. à 25m	0,47	0,53	Vitesse à 25m	40,02	120,50	Oui	
Prof. à 50m	0,52	0,87	Vitesse à 50m	39,60	48,00	Oui	
Prof. à 75m	0,49	0,72	Vitesse à 75m	48,60	61,80	Oui	
Prof. à 100m	0,66	0,82	Vitesse à 100m	18,02	23,50	Oui	
Caractéristiques des berges (cf. fiche explicative)				Accès			
	Rive gauche	Rive droite		KWE OUEST: Station du <i>Neocallitropsis</i> et du <i>Retrophyllum minor</i> : Espèces observées: 3 <i>Kuhlia rupestris</i> (23,15 et 17cm); 1 mulot noir (15cm) et 1 <i>Awaous guamensis</i> (13cm), 1 anguille <i>Anguilla marmorata</i> (repérage visuel)			
Pente berge (°)	<10	10-40					
Nature berges	stable	stable					
Nature ripisylve	maquis minier						
Struct. Ripisylve	multistrate						
Déversement végétal	0-5%	0-5%					

	N° de Station KWE Nord FW-16		N° de tronçon		2	
Date de pêche	11/10/2007		Ref. Étude :		GNI N°1367	
Moyen de pêche : Pêche électrique			Nb. d'appareils : 2		1	Opérateurs : 3 épuisettes : 4
Nom des opérateurs: Berton Richard, Frédéric Marlier, Pöllabauer Christine						
Heure début:	9h15	Pause:			Heure fin:	12h45
Compteur 2002						
GPS Début	58K: 701 536		UTM: 7 532 829		Altitude:	
GPS Fin 100m	58K: IGN -72		UTM:		Altitude:	
Analyses physico-chimiques			Caractéristiques mésologiques (cf. fiche explicative)			
T surface °C	13h	26,00	Météo		ensoleillé 1	
T >1m °C		24,4°	Hydrologie		basses eaux 4	
pH		en panne	Pollution		poussières minières 3	
Turbidité (NTU)			Exposition		1/2 ombragé 3	
O2 dissous (mg/l)		10,05	Encombrement du lit		dépôt + algues 1+3	
O2 dissous (%)		134,50	Nature végétation aquatique		mousses, characées 4	
Conductivité (µS/cm)		90,10	Recouvrement		0-5% 1	
Granulométrie (%)		Section mouillée	Lit mineur	Faciès d'écoulement (cf. fiche explicative)		%
Rocher ou dalle (>1m)		75%		Chenal lentique		
Blocs (>20cm)				Fosse de dissipation		
Galets (>2cm)			végétation	Mouille de concavité		
Graviers (>2mm)		5%		Mouille d'affouillement		
Sables (>0,02mm)		5%		Chenal lotique		
Limons/ vases		5%		Plat lentique		
Débris végétaux		10%		Plat courant		25%
Largeur au départ (m)		6,40	9,20	Surface échantillonnée : 552 m²	Escalier 10%	
à 25m		4,10	5,70		Radier 25%	
à 50m		7,40	9,40		Rapides 25%	
à 75m		5,30	7,50		Cascade 15%	
à 100m		4,40	6,70		Chute	
Largeur moy. :		5,52			Influence barrage	
Profondeur (m)	moyenne	maximale	Vitesse m/h	Moyenne	Maximale	Photo
Prof. Départ	0,25	0,35	Vit. de départ	53,72	124,40	Oui
Prof. à 25m	0,31	0,66	Vitesse à 25m	118,15	213,40	Oui
Prof. à 50m	0,20	0,45	Vitesse à 50m	47,27	181,20	Oui
Prof. à 75m	0,24	0,64	Vitesse à 75m	34,32	211,20	Oui
Prof. à 100m	0,60	0,65	Vitesse à 100m	10,90	12,30	Oui
Caractéristiques des berges (cf. fiche explicative)				Accès		
	Rive gauche	Rive droite	En partant de l'embranchement sur l'affluent ouest ~environ 800m linéaire, arrivé à un embranchement, une chute de 1,80m environ, piste au dessus de la chute. La station est en amont de la FW-16 à l'origine. 2 Carpes, crevettes, mollusques, invertébrés			
Pente berge (°)	10-40°	10-40°				
Nature berges	stable	stable				
Nature ripisylve	maquis minier					
Structure ripisylve	rideau d'arbres					
Déversement végétal	51-75%	51-75%				

						Affluent ouest de la Kwé Nord, en amont de la FW16	
	N° de Station KWE Nord FW-16		N° de tronçon	1			
Date de pêche	28/09/2007		Ref. Étude :	GNI N°1367			
Moyen de pêche : Pêche électrique			Nb. d'appareils :	1	Opérateurs : 4 épuisettes : 4		
Nom des opérateurs: <i>Berton Richard, Frédéric Marlier, Pöllabauer Rémy, Pöllabauer Christine</i>							
Heure début:	11h30	Pause:		Heure fin:	13h00	Compteur 2092	
GPS Début	58K: 701 434		UTM: 7 533 858		Altitude:		
GPS Fin 100m	58K: 701 475		UTM: 7 533 845		Altitude:	146m	
Analyses physico-chimiques			Caractéristiques mésologiques (cf. fiche explicative)				
T surface °C			Météo	nuageux	2		
T >1m °C	pas de sondes!		Hydrologie	Moyennes eaux	3		
pH			Pollution	poussières minières	3		
Turbidité (NTU)			Exposition	¼ ombragé	2		
O2 dissous (mg/l)			Encombrement du lit	dépôt colmatant	1		
O2 dissous (%)			Nature vég. aquatique				
Conductivité (µS/cm)			Recouvrement	6-20%	2		
Granulométrie (%)		Section mouillée	Lit mineur	Faciès d'écoulement (cf. fiche explicative)		%	
Rocher ou dalle (>1m)		55%		Chenal lentique		25%	
Blocs (>20cm)		15%		Fosse de dissipation		3%	
Galets (>2cm)			végétation	Mouille de concavité			
Graviers (>2mm)				Mouille d'affouillement			
Sables (>0,02mm)		20%		Chenal lotique			
Limons/ vases				Plat lentique			
Débris végétaux		10%		Plat courant			
Largeur au départ (m)		3,50	7,10	Surface échantillonnée : 620 m²	Escalier		
à 25m		7,60	11,10		Radier		12%
à 50m		11,70	13,70		Rapides		55%
à 75m		4,40	12,30		Cascade		5%
à 100m		3,80	11,40		Chute		
Largeur moy. :		6,20			Influence barrage		
Profondeur (m)	moyenne	maximale	Vitesse m/h	Moyenne	Maximale	Photo	
Prof. Départ	0,15	0,23	Vitesse de départ	89,35	143,50	Oui	
Prof. à 25m	0,21	0,66	Vitesse à 25m	77,38	98,40	Oui	
Prof. à 50m	0,24	0,39	Vitesse à 50m	105,26	185,00	Oui	
Prof. à 75m	0,27	0,87	Vitesse à 75m	29,33	166,90	Oui	
Prof. à 100m	0,13	0,40	Vitesse à 100m	52,23	135,70	Oui	
Caractéristiques des berges (cf. fiche explicative)				Accès			
	Rive gauche	Rive droite		En partant de l'embranchement sur l'affluent ouest ~environ 800m linéaire, arrivé à un embranchement, une chute de 1,80m environ, piste au dessus de la chute. La station est en amont de la FW-16 à l'origine.			
Pente berge (°)	40-70°	40-70°					
Nature berges	stable	stable					
Nature ripisylve	maquis minier		très érodé plus haut!				
Structure ripisylve	multistrate						
Déversement végétal	>75%	>75%					
Devis ERBIO n° 02/0407 - Contrat GNI n° 1367 -Avenant							

					En aval de l'embranchement des affluents de la Kwé Nord	
N° de Station KWE Nord FW-15			N° de tronçon		1	
Date de pêche 28/09/2007			Ref. Étude :		GNi N°1367	
Moyen de pêche : Pêche électrique			Nb. d'appareils		1 Opérateurs : 4 épuisettes : 4	
Nom des opérateurs: Berton Richard, Frédéric Marlier, Pöllabauer Rémy, Pöllabauer Christine						
Heure début:		14h00	Pause:	Heure fin:	16h00	Compteur
GPS Début		58K: 701 814		UTM: 7 533 972		Altitude:
GPS Fin 100m		58K: 701 860		UTM: 7 533 070		Altitude:
Analyses physico-chimiques			Caractéristiques mésologiques (cf. fiche explicative)			
T surface °C				Météo		ensoleillé
T >1m °C		pas de		Hydrologie		Moyennes eaux
pH		sondes!		Pollution		Algues brunes, poussières
Turbidité (NTU)				Exposition		plein soleil
O2 dissous (mg/l)				Encombrement du lit		Débris +branchages
O2 dissous (%)				Végétation aquatique		Mousses
Conductivité (µS/cm)				Recouvrement		0-5%
Granulométrie (%)		Section mouillée	Lit mineur	Faciès d'écoulement (cf. fiche explicative)		%
Rocher ou dalle (>1m)		35%		Chenal lentique		
Blocs (>20cm)		20%		Fosse de dissipation		
Galets (>2cm)			végétation	Mouille de concavité		
Graviers (>2mm)				Mouille d'affouillement		
Sables (>0,02mm)		40%		Chenal lotique		85%
Limons/ vases				Plat lentique		
Débris végétaux		5%		Plat courant		
Largeur départ (m)		3,50	18,40	Surface échantillonnée : 596 m ²		Escalier
à 25m		11,70	24,90			Radier
à 50m		3,20	23,70			Rapides
à 75m		6,60	28,40			Cascade
à 100m		4,50	25,30			Chute
Largeur moy. :		5,96				Influence barrage
Profondeur (m)		moyenne	maximale	Vitesse m/h	Moyenne	Maximale
Prof. Départ		0,15	0,23	Vit. de départ	23,24	53,0
Prof. à 25m		0,21	0,66	Vitesse à 25m	109,12	345,2
Prof. à 50m		0,24	0,39	Vitesse à 50m	51,44	57,6
Prof. à 75m		0,27	0,87	Vitesse à 75m	38,78	47,2
Prof. à 100m		0,13	0,40	Vit. à 100m	62,23	84,7
Caractéristiques des berges (cf. fiche explicative)				Accès		
Rive gauche		Rive droite		En partant de l'embranchement vers l'aval, la piste longe la rivière en parallèle, la station se situe 200m en amont des travaux pour le bassin de décantation, la rivière est dévié de son lit naturel en contrebas. Echelle limnimétrique !		
Pente berge (°)		<10°	10-40°			
Nature berges		stable	stable			
Nature ripisylve		Vég. rivulaire, bois bouchon, Pancheria				
Structure ripisylve		multistrate	Arbres isolés			
Dévers. végétal		51-75%	6-20%			
Devis ERBIO n° 02/0407 - Contrat GNi n° 1367 -Avenant						

ANNEXE III: LISTE FAUNISTIQUE DÉTAILLÉE DES STATIONS SUPPLEMENTAIRES



