



VALE

**SUIVI DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES DANS LA
REGION DE GORO**

Rapport Annuel 2012

VALE NOUVELLE CALEDONIE

Rapport 038-11 H V02





Nomenclature des rapports :

Lettre référence des documents de cette affaire	Item
A	Rapport mensuel de juillet 2011
B	Rapport mensuel de septembre 2011
C	Rapport mensuel de novembre 2011
D	Rapport annuel de l'année 2011
E	Rapport mensuel de mai 2012
F	Rapport mensuel de juin 2012
G	Rapport mensuel de janvier 2013
H	Rapport annuel de l'année 2012

Caractéristiques du dossier :

Référence du document	Rap 038-11 H_Ver 01	
Référence du contrat	A.O N° T 138 / Contrat 2741	
Numéro de l'affaire	038-11	
Client	Vale Nouvelle-Calédonie	
Commune	Mont Dore et Yaté	
Coordonnées (RGNC91)	X	496 246
	Y	209 356
Mots clés	projet Goro Nickel, indice biotique, indice bio-sédimentaire, faune benthique, mine	

Suivi des modifications :

N° de version	Transmis à	Action / Etat	Date
00	AQUA TERRA	En interne : pour relecture pour contrôle qualité	Février 2013
01	VALE NC	Rapport préliminaire pour validation	15/02/13
	VALE NC	Rapport final (1 exemplaire papier + 1 CD-ROM)	25/02/13
02	VALE NC	Rapport final avec une modification p11 et 14	08/03/13

Les responsables du suivi des modifications sont :

Maître d'Ouvrage	Lison GAMAS (Vale NC)
Entreprise	Valérie VAILLET (AQUA TERRA)

N° Document	Émis le	Par	Approuvé par	Le
Rap 038-11_Ver 00	Février 2013	AQUA TERRA VV	AQUA TERRA VF / SL	Février 2013
Rap 038-11_Ver 01	15/02/13	AQUA TERRA VV	Le Client	22/02/13



Equipe de travail

Le Mandataire pour cette étude est la SARL AQUA TERRA, avec Valérie VAILLET comme chef de projet.

Les principaux intervenants étaient donc :

 **Valérie VAILLET** : ingénieur biologiste, gérante

Depuis près de 14 ans sur le Territoire, Valérie possède de nombreuses références principalement dans les milieux aquatiques en expertise, états initiaux et pilote d'études ainsi qu'une très forte expérience des études d'impacts. Elle est également l'un des 2 experts calédoniens formés par le Territoire (DAVAR) pour la réalisation du suivi des creeks et rivières par les Indices Biotiques, notamment avec l'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC). A ce titre, elle a participé à de nombreuses campagnes de caractérisation des rivières calédoniennes, tant pour l'administration (Observatoire de la Ressource en Eau à la Davar) que pour des privés (miniers, promoteurs).

Côté milieu marin, elle est notamment responsable du suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah pour le projet Goro Nickel, études menées de façon semestrielle, depuis 2005. Elle a aussi été mandatée pour l'expertise de l'impact de la fuite acide sur les communautés benthiques marines.

Elle est fondatrice et gérante de la SARL AQUA TERRA. Plongeuse professionnelle niveau III, photographe.

 **Sandra LAMAISSON** : chargée d'affaires – spécialité : géographie et terrain

Sandra possède un Master professionnel en Environnement et Espaces Littoraux (Mention géographie) à l'université de La Rochelle, avec précédemment une Licence de Géographie (Mention Environnement et Aménagement) à l'université de Pau.

Sandra a une formation de géographe qui lui permet de bien maîtriser les SIG. Ayant intégrée depuis août 2010 l'équipe d'AQUA TERRA, elle est formée plus spécifiquement aux missions terrain : mesures, prélèvements, encadrement des techniciens pour les prélèvements de faune benthique dulcicole. Elle est également plongeur niveau II. Elle participe aux études d'impact en milieu littoral (DAODPM du Port Autonome –quai 8, DAODPM des coffres du centre minier de Tiébaghi) et à l'élaboration des dossiers de Demande d'autorisation de Travaux de Recherche selon le Code minier (DTR Ningua partie terrestre et partie héliportée pour la SLN, DTR Suivante pour la NMC), ainsi qu'aux divers suivis de la qualité des eaux d'un point de vue biologique (via les IB) réalisés pour nos différents Clients (Vale Nouvelle-Calédonie, NMC, SLN).

Table des Matières

EQUIPE DE TRAVAIL	3
TABLE DES MATIERES	4
LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES CARTES	5
1 PREAMBULE.....	6
1.1 CADRE REGLEMENTAIRE ET CONTEXTE DE L'ETUDE.....	6
1.2 OBJECTIF DE L'ETUDE	6
2 METHODOLOGIE.....	7
2.1 PRESENTATION GENERALE DES INDICES BIOTIQUES.....	7
2.2 ZONE D'ETUDE	8
2.2.1 Contexte général.....	8
2.2.2 Présentation des stations.....	10
2.2.3 Présentation des campagnes de l'année 2012.....	11
3 DONNEES DE BASE.....	12
3.1.1 Positionnement des stations par rapport au projet.....	12
3.1.2 Données pluviométriques sur le site	13
4 SYNTHESE DES RESULTATS BRUTS	16
4.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	16
4.1.1 La température	16
4.1.2 Le pH.....	16
4.1.3 L'oxygène dissous.....	17
4.1.4 La conductivité	18
4.1.5 La turbidité.....	19
4.2 PARAMETRES BIOLOGIQUES	20
4.2.1 Densité et Richesse taxonomique.....	21
4.2.2 Indice EPT.....	23
4.2.3 Indice d'équitabilité.....	23
4.2.4 IBNC.....	24
4.2.5 IBS	25
5 DISCUSSION.....	28
5.1 BASSIN VERSANT DU CREEK DE LA BAIE NORD.....	28
5.2 BASSIN VERSANT DU CREEK KADJI.....	30
5.3 BASSIN VERSANT DE LA KWE.....	31
5.4 BASSIN VERSANT DU CREEK TROU BLEU.....	32
5.5 BASSIN VERSANT DE LA TRUU	33
5.6 LE LAC ROBERT	34
5.7 LA DOLINE WERE WAPO.....	35
5.8 BASSIN VERSANT DU CREEK ENTONNOIR.....	36
6 CONCLUSION.....	37
ANNEXE 01 : METHODOLOGIE POUR LE PRELEVEMENT DE MACROFAUNE BENTHIQUE ET LES	
CALCULS D'INDICES BIOLOGIQUES.....	38

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Coordonnées des stations (RGNC91 Lambert)	10
Tableau 02 : Stations inventoriées selon les campagnes	11
Tableau 03 : Stations et impacts potentiels du projet	12
Tableau 04 : Paramètres physico-chimiques mesurés in situ pour toutes les stations, lors de chaque campagne	26
Tableau 05 : Paramètres biologiques calculés pour toutes les stations, lors de chaque campagne	27

Liste des Figures

Figure 01 : Cumuls mensuels des précipitations sur le site, année 2011	14
Figure 02 : Cumuls mensuels des précipitations sur le site, année 2012	14
Figure 03 : Températures mesurées à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	16
Figure 04 : pH mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	17
Figure 05 : Pourcentage d'oxygène dissous mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	18
Figure 06 : Conductivité mesurée à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	19
Figure 07 : Turbidité mesurée à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	19
Figure 08 : Densité mesurée à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	21
Figure 09 : Richesse taxonomique mesurée à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	22
Figure 010 : Indice EPT mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	23
Figure 11 : Indice d'équitabilité mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	23
Figure 12 : IBNC mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	24
Figure 13 : IBS mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire	25

Liste des Cartes

Carte 01 : Localisation des stations de suivi	9
Carte 02 : Localisation des stations météorologiques	15
Carte 03 : Localisation des stations du BV du creek de la Baie Nord	28
Carte 04 : Localisation des stations du BV du creek Kadji	30
Carte 05 : Localisation des stations du BV de la Kwé	31
Carte 06 : Localisation de la station du creek Trou bleu	32
Carte 07 : Localisation des stations de la Truu	33
Carte 08 : Localisation des stations du lac Robert	34
Carte 09 : Localisation des stations de la doline Xérè Wapo	35
Carte 010 : Localisation de la station du creek Entonnoir	36



Dans un souci constant de préserver l'environnement, nos rapports sont imprimés sur du papier certifié FSC ou PEFC, en recto-verso et nos toners sont éliminés via une filière agréée.





1 Préambule

1.1 Cadre réglementaire et contexte de l'étude

Dans le cadre de son programme de suivi environnemental, la Société Vale Nouvelle-Calédonie doit réaliser des suivis de macro-invertébrés, des mesures d'Indices Biotiques de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et d'IBS (Indice Bio Sédimentaire) sur différents cours d'eau du projet.

Un cadre réglementaire impose ces différents suivis :

- ↳ L'arrêté n° 890-2007/PS du 12 juillet 2007 autorisant la société Goro Nickel SAS à exploiter les utilités de la centrale électrique au charbon sises sur le lot n° 59 et n° 49 section Prony-Port Boisé, au lieu-dit « Goro », commune du Mont-Dore.
- ↳ L'arrêté n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008 autorisant la société Goro Nickel SAS à l'exploitation d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise « Baie Nord » - commune du Mont-Dore, d'une usine de préparation du minerai et d'un centre de maintenance de la mine sis « Kwé Nord » - commune de Yaté.
- ↳ L'arrêté n° 11479-2009/PS du 13 novembre 2009 modifié par l'arrêté n° 85-2011/ARR/DENV du 17 janvier 2011 autorisant la société Vale Nouvelle-Calédonie à exploiter deux installations de traitement et d'épuration des eaux résiduaires domestiques ou assimilées, dénommées STEP5 et STEP6, issues de la base-vie et de l'usine commerciale sises Baie Nord, sur le territoire de la commune du Mont-Dore.
- ↳ La Convention Biodiversité.
- ↳ Renouvellement de concession.
- ↳ Etat initial.

La prestation porte sur la réalisation de suivis de macroinvertébrés benthiques sur différents bassins versants dans la région de Goro et plus précisément dans le périmètre concerné par le projet de Vale Nouvelle-Calédonie.

Les suivis sont réalisés sur deux types de milieu :

- Les cours d'eau ;
- Les dolines permanentes et temporaires.

1.2 Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude est de réaliser le suivi de la faune macro-benthique des cours d'eau et des zones humides de Vale Nouvelle-Calédonie.

AQUA TERRA a commencé à travailler comme prestataire sur ce sujet pour Vale Nouvelle-Calédonie en juillet 2011 et a ainsi réalisé 3 campagnes en 2011 puis à nouveau 3 campagnes en 2012.

Ce rapport présente la synthèse des résultats des différentes campagnes réalisées par AQUA TERRA durant l'année 2012.

C'est le rapport annuel qui correspond aux exigences du cahier des charges initial, transmis lors de l'appel d'offre¹.

¹ Il n'est pas repris ici les données antérieures qui dépendaient d'un autre contrat et qui n'étaient pas citées dans le contrat.



2 Méthodologie

2.1 Présentation générale des Indices Biotiques

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.

Un premier Indice Biotique, l'IBNC (Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie) a été élaboré lors d'un travail de thèse présentée en 1999, par N. MARY. Ce travail s'est appuyé sur différents indices (de diversité et biotiques) existants déjà (dont l'IBGN français, le MCI de Nouvelle-Zélande et le SIGNAL d'Australie). Il a été adapté afin d'être directement applicable aux rivières de Nouvelle-Calédonie. C'est donc un indice biotique original et spécifique.

L'IBNC se réfère à 66 taxons fréquemment rencontrés auxquels il a été attribué un score en fonction de leur sensibilité aux matières organiques. Il permet donc de détecter des pollutions organiques, en milieu courant. C'est donc une méthode biologique d'évaluation indirecte de la qualité des eaux des rivières.

Un nouvel indicateur a été développé en 2007 par N. MARY et Hytec afin de pouvoir répondre à la problématique de la dégradation possible de la qualité de l'eau des rivières calédoniennes par le transport solide sédimentaire.

L'IBS (Indice BioSédimentaire) concerne les milieux d'eau courante peu profonds (de l'ensemble de la Grande Terre et des îles Bélep) et il repose sur la même procédure d'échantillonnage que l'IBNC en se basant également sur le principe des scores : L'IBS se réfère à 56 taxons fréquemment rencontrés auxquels un score a été attribué en fonction de leur sensibilité à la présence de dépôts latéritiques sur le substrat.

Comme pour l'IBNC, une fois le listing taxonomique réalisé, un score est attribué aux taxons pris en compte pour l'IBS.

L'IBS est élaboré pour évaluer les perturbations de type mécanique générées par les particules sédimentaires, fines en particulier, dans les cours d'eau drainant des terrains à dominante ultrabasique.

Sur le terrain, à chaque station d'étude, plusieurs paramètres physiques, chimiques et mésologiques permettant de définir les conditions environnementales du milieu sont relevés. Des prélèvements de faune benthique sont ensuite effectués. **Le protocole d'échantillonnage de ces communautés benthiques est strict et précis et est effectué en respectant toutes les préconisations du document n° 99 PACI 0027 ainsi que celui édité par les Directions de l'environnement des Provinces Nord et Sud.** La méthodologie est décrite plus précisément en [annexe 01](#).

Les étapes clés sont :

- ↳ l'utilisation de l'échantillonneur adéquat et normalisé,
- ↳ l'échantillonnage de 5 micro-stations par station (multiplicité des habitats et des débits, le cas échéant),
- ↳ la fixation et la conservation des échantillons.

Au laboratoire, les invertébrés récoltés (de taille supérieure à 250 µm) sont triés, comptés et déterminés au moyen d'une loupe binoculaire. Les spécimens sont identifiés au niveau taxinomique le plus bas possible (ordre, famille, genre ou espèce) et un score est attribué aux taxons pris en compte pour chaque Indice Biotique. Ce score (compris entre 1 et 10) est fonction de leur sensibilité aux pollutions. Les taxons les plus polluo-sensibles ont les scores les plus élevés.



L'Indice Biotique peut alors être calculé. Il varie entre 0 et 10 : plus il est élevé et plus la qualité de l'eau augmente. La qualité de l'eau de la rivière aux différentes stations peut donc être évaluée indirectement par rapport au type de pollution révélé par chacun des indices.

Dans les milieux aquatiques, ces indices biotiques sont intéressants car ils intègrent et mémorisent, sur des périodes plus ou moins longues, l'impact des variations passées et présentes du milieu sur les espèces vivantes. Ils sont complémentaires des analyses chimiques dont les données sont ponctuelles et susceptibles de variations rapides au cours du temps.

En effet, les résultats des analyses physico-chimiques témoignent de la composition de l'eau au moment de l'échantillonnage, alors que les analyses biologiques reflètent elles, la composition moyenne de l'eau de la période précédente (durée de quelques mois, variable selon les espèces et surtout les milieux).

Les méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux sont généralement employées pour contrôler et suivre la qualité d'un cours d'eau. Elles peuvent également servir lors de l'aménagement de sites et au cours d'études d'impact d'une industrie ou d'une installation classée en milieux aquatiques. **Appliquée comparativement** (par exemple en amont et en aval d'un rejet ; avant puis pendant l'exploitation), **la méthode permet d'évaluer, dans les limites de sa sensibilité, l'effet d'une perturbation sur le milieu récepteur.**

2.2 Zone d'étude

2.2.1 Contexte général

La zone d'étude générale se situe dans le Sud de la Grande Terre sur les communes du Mont-Dore et Yaté. Il s'agit de zones dulçicoles pouvant être influencées (de manière directe ou indirecte) par l'activité minière du projet Vale Nouvelle-Calédonie.

20 stations de suivi ont été identifiées au sein de cette zone du grand sud calédonien. La [carte 01](#) localise l'ensemble de ses stations.

Suivi des macro-invertébrés benthiques dans la région de Goro

Carte 01 : Localisation des 20 stations de suivi



2.2.2 Présentation des stations

Comme évoqué précédemment, le suivi des macro-invertébrés benthiques est réalisé dans deux types de milieux :

- des cours d'eau (milieu lotique),
- des dolines permanentes et temporaires (milieu lentique).

Les stations, choisies par le Client, sont au nombre de 20 : leurs coordonnées (RGNC91 Lambert) sont données dans le [tableau 01](#). Celles-ci peuvent différer de celles fournies dans le cahier des charges car elles ont été précisées sur site lors des campagnes terrain.

Tableau 01 : Coordonnées des stations (RGNC91 Lambert)

STATION	BASSIN VERSANT	TYPE DE COURS D'EAU	LATITUDE E (X)	LONGITUDE S (Y)
6-BNOR1	Creek Baie Nord	Lotique	492 082	207 587
6-T	Creek Baie Nord	Lotique	491 875	207 363
6-U	Creek Baie Nord	Lotique	491 519	207 490
DOL-10	Creek Baie Nord	Lentique	493 401	208 591
DOL-11	Kadji	Lentique	493 403	208 841
5-E	Kadji	Lotique	491 893	209 505
4-M	Kwé Nord	Lotique	498 789	211 701
4-N	Kwé Ouest	Lotique	497 284	211 087
3-B	Kwé Ouest	Lotique	496 419	210 852
KE-05	Kwé Est	Lotique	499 068	211 015
1-E	Kwé Principale	Lotique	500 038	208 316
3-C	Trou Bleu	Lotique	499 109	206 966
TR-03	Truu	Lotique	501 693	209 901
TR-04	Truu	Lotique	502 143	209 111
TR-05	Truu	Lotique	503 169	208 781
LAC-ROB-01	Lac Robert	Lentique	502 155	212 121
LAC-ROB-02	Lac Robert	Lentique	502 268	211 941
DOL-XW-02	Doline Xérè Wapo	Lentique	501 735	212 423
DOL-XW-03	Doline Xérè Wapo	Lentique	501 771	212 811
EN-02	Entonnoir	Fin de creek, au niveau de sa perte : assimilable à lentique	502 877	211 435

Remarque : des stations ont été positionnées dans des milieux lenticques et donc théoriquement les calculs de l'IBNC ou l'IBS ne peuvent être réalisés (milieu lotique uniquement). Ils seront donnés à titre indicatif.

2.2.3 Présentation des campagnes de l'année 2012

Durant l'année 2012, AQUA TERRA a réalisé 3 campagnes d'inventaire, concernant en tout 19 stations, comme cela est détaillé dans le [tableau 02](#).

Tableau 02 : Stations inventoriées selon les campagnes

STATION / CAMPAGNE	MARS → MAI 2012	JUIN 2012	SEPTEMBRE 2012	DECEMBRE 2012 → JANVIER 2013
6-BNOR1	X	X	<i>En crue</i>	X
6-T	X	X	<i>En crue</i>	X
6-U		X		X
DOL-10	<i>Pas d'eau</i>			
DOL-11	X			
5-E		X		
4-M		X		
4-N		X		
3-B		X		X
KE-05		X		
1-E		X		X
3-C	X	X	<i>En crue</i>	X
TR-03		X		
TR-04		X		
TR-05		X		
LAC-ROB-01	X	X		
LAC-ROB-02	X	X		
DOL-XW-02	X	X		
DOL-XW-03	X	X		
EN-02	<i>Pas d'eau</i>	X		

NB :

- La campagne d'inventaire de mai était prévue selon le planning en mars 2012. Néanmoins aux vues des conditions climatologiques (pluviométrie importante) les creeks étaient en crue et la mission a dû être reportée jusqu'au retour à des conditions hydrologiques normales.
- En mai 2012, deux stations étaient à sec (DOL-10 et EN-02).
- La campagne de septembre n'a pas pu être réalisée car les creeks étaient en crue.
- Le cahier des charges prévoyait une 4^{ème} campagne, en décembre 2012 qui n'a pas pu être réalisée car les creeks étaient en crue. Cette campagne a finalement été réalisée en janvier 2013 et ses résultats seront donc analysés dans le rapport annuel de 2013.

Le présent rapport concerne donc la synthèse des résultats des 2 campagnes de l'année 2012, qui ont permis l'inventaire de 19 des 20 stations du réseau, avec 1 à 2 échantillonnages chacune.

Il reprend aussi, à titre de comparaison évolutive temporelle sur une plus grande échelle, les données de 2011 (3 campagnes). Cependant, ces données ne sont pas forcément commentées : pour cela, il faut se référer au rapport de présentation annuel de 2011 [Rapport AQUA TERRA 038-11 D].

Les résultats bruts pour chaque station, leur fiche descriptive etc. ont été fournis dans chacun des rapports mensuels concernés.

3 Données de base

3.1.1 Positionnement des stations par rapport au projet

Les impacts potentiels du projet pouvant être ressentis au niveau des stations sont donnés dans le [tableau 03](#).

Tableau 03 : Stations et impacts potentiels du projet

STATION	BASSIN VERSANT	PRECISION	IMPACTS POTENTIELS DU PROJET
6-BNOR1	Creek Baie Nord	Creek baie nord	A 1.5 km en vol d'oiseau de l'usine. A 10 m en amont de l'ancien rejet de la STEP base vie (arrêt émission en 2008)
6-T	Creek Baie Nord	Cours inférieur. Aval confluence bras principal et bras sud. A 350 m en aval de 6-BNOR1	Aval lointain rejet STEP. Travaux terrassement et construction en partie amont et est de son BV. Aval (environ 2 km à vol d'oiseau) des rejets d'eaux de refroidissement de la centrale électrique de Prony
6-U	Creek Baie Nord	Cours inférieur. A 500 m en aval de 6-T	Aval encore plus lointain rejet STEP et eaux de refroidissement de la centrale électrique
DOL-10	Creek Baie Nord	Doline	Zone d'influence de la STEP
DOL-11	Kadji	Doline	
5-E	Kadji	Creek Kadji Aval confluence des 3 grands bras	Impacts résiduels base vie (eaux de ruissellement)
4-M	Kwé Nord	Cours supérieur des affluents (écoulement sur cuirasse des eaux de l'aquifère supérieur du plateau suite à leur résurgence)	Impacts usine de préparation de minerai (en amont)
4-N	Kwé Ouest		
3-B	Kwé Ouest	1.5 km en amont de 4-N. Aval immédiat site extraction carrière du Mamelon, aire de stockage des résidus solides	Phase construction : impact résiduels des différents chantiers (aire stockage résidus, carrière extraction matériaux du Mamelon). Phase exploitation : impacts stockage des résidus épaissis
KE-05	Kwé Est	Zone d'influence d'une exploitation de roche massive (partie amont du BV) + zone d'extraction de la	Impacts de la verse à stérile



		mine	
1-E	Kwé Principale	Cours inférieur (2.4 km amont de l'embouchure, 2.8 km aval des confluences de tous les bras)	Aval de toutes les activités : impacts résiduels de l'ensemble des activités développées sur le BV de la Kwé
3-C	Trou Bleu	Cours inférieur à 200 m embouchure	Hors tous impacts du projet
TR-03	Truu	Cours supérieur. Aval de 4 affluents	Impacts des activités minières
TR-04	Truu	Cours moyen	Impacts des activités minières
TR-05	Truu	Cours inférieur. Juste amont RM3, 640 m (vol d'oiseau) de l'embouchure	Impacts des activités minières
LAC-ROB-01	Lac Robert	En rive sud sud-est du lac	Impacts des activités minières
LAC-ROB-02	Lac Robert	Rive nord du lac	Impacts des activités minières
DOL-XW-02	Doline Xérè Wapo	Rive sud-ouest de la doline	Impacts des activités minières
DOL-XW-03	Doline Xérè Wapo	Rive nord-ouest de la doline	Impacts des activités minières
EN-02	Entonnoir	Partie est et finale (juste avant sa perte) du creek	Impacts des activités minières

3.1.2 Données pluviométriques sur le site

Cinq stations de relevés météorologiques existent sur le site (cf. [carte 02](#) pour leur positionnement). Les données enregistrées concernant la pluviométrie, fournies par Vale Nouvelle-Calédonie, sont restituées graphiquement dans :

- la [figure 01](#) : ce sont les cumuls mensuels (en mm) pour l'année 2011 et
- la [figure 02](#) : ce sont les cumuls mensuels (en mm) pour l'année 2012.

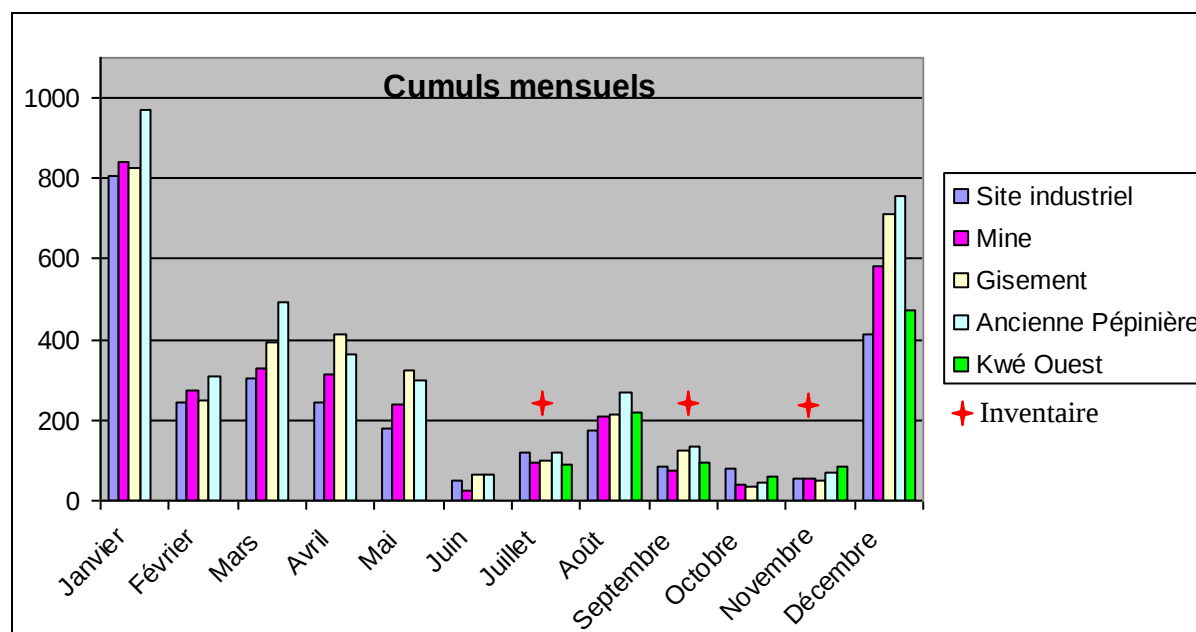


Figure 01 : Cumuls mensuels des précipitations sur le site, année 2011
(source : Vale Nouvelle-Calédonie)

En 2011, les relevés pluviométriques quelque soit la station d'enregistrement suivent sensiblement les mêmes évolutions.

On peut noter que les 3 campagnes d'inventaire réalisées en 2011, qui se situent en fin d'hiver début d'été, ont été réalisées en période sèche, avec des cumuls mensuels pluviométriques faibles (sous les 200 mm voir les 100 mm).

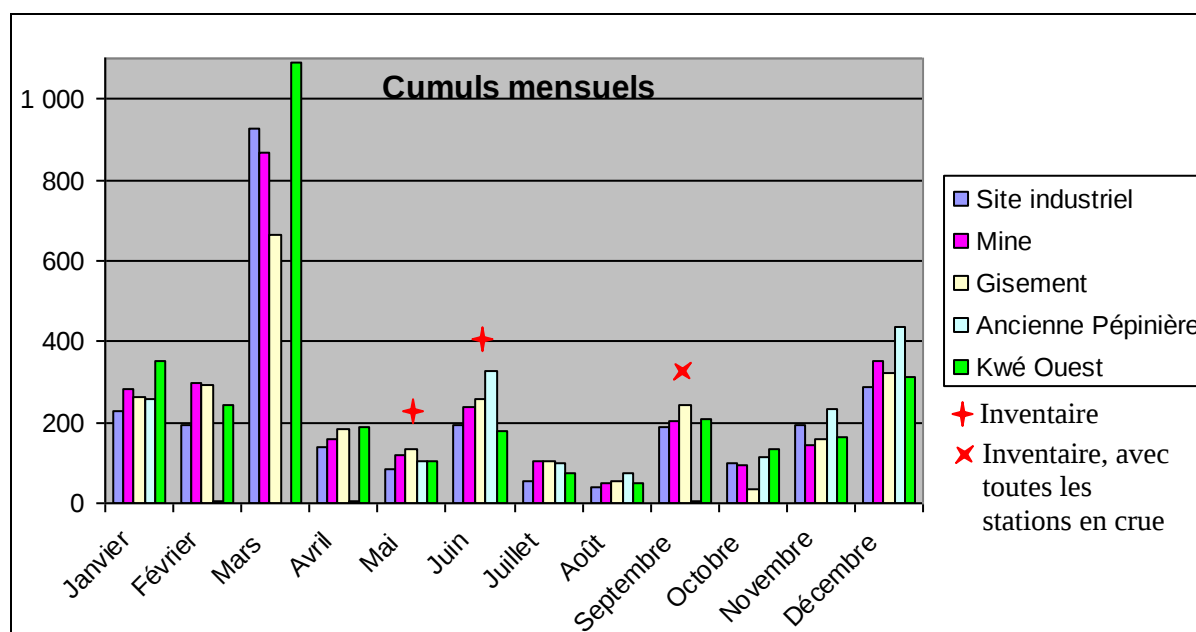
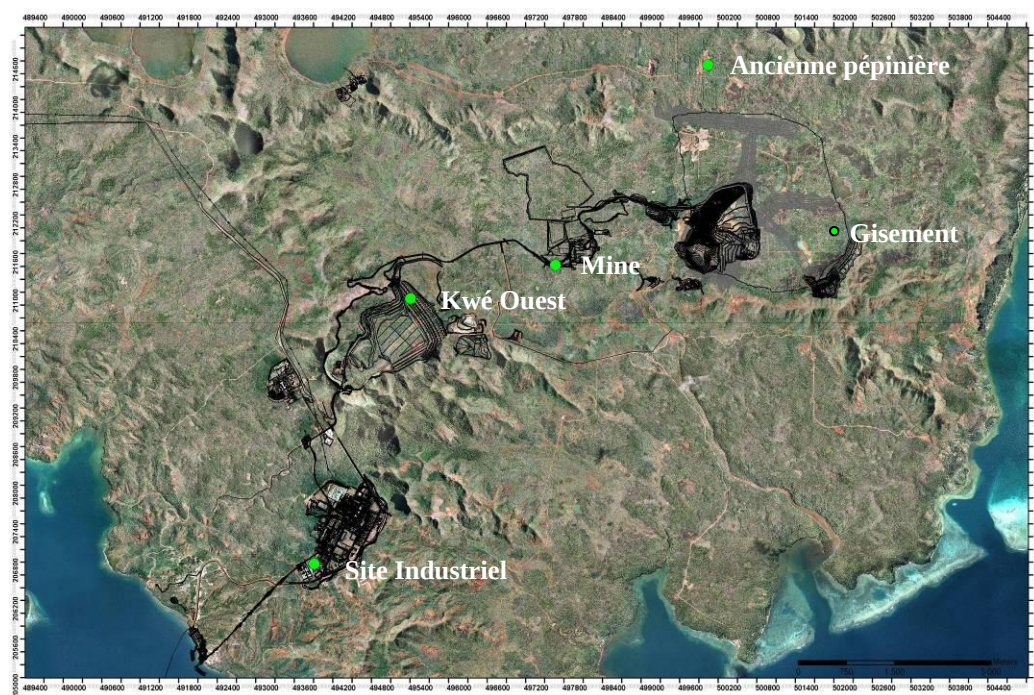


Figure 02 : Cumuls mensuels des précipitations sur le site, année 2012
(source : Vale Nouvelle-Calédonie)

En 2012, les relevés pluviométriques quelque soit la station d'enregistrement suivent sensiblement les mêmes évolutions.

Au vu des cumuls de mars, il est compréhensible que la mission prévue ait due être décalée en mai, où la pluviométrie mensuelle a été plutôt faible (autour de 100 mm). En juin, les cumuls étaient de 200 à plus de 300 mm. En septembre, les pluies ont repris (près de 200 mm mensuel) provoquant la crue des creeks.



*Carte 02 : Localisation des stations météorologiques
(source : Vale Nouvelle-Calédonie)*

4 Synthèse des résultats bruts

4.1 Paramètres physico-chimiques

Les paramètres ambiants de l'eau mesurés par sondes multiparamètres *in situ* à chacune des stations lors de chaque mission sont récapitulés dans le [tableau 04](#).

Les graphiques des [figures 03 à 07](#) sont issus des données de ce tableau.

4.1.1 La température

Les températures extrêmes relevées dans des rivières calédoniennes varient entre 13°C (station sur la Panié à 1360 m d'altitude) et 33°C (station dans un creek à PK7 en octobre 1996). La température augmente de l'amont vers l'aval des rivières. Les moyennes s'échelonnent entre 15°C et 21°C au niveau des cours supérieurs des rivières, entre 22°C et 24°C au niveau des cours moyens et dépassent 25°C au niveau des cours inférieurs.

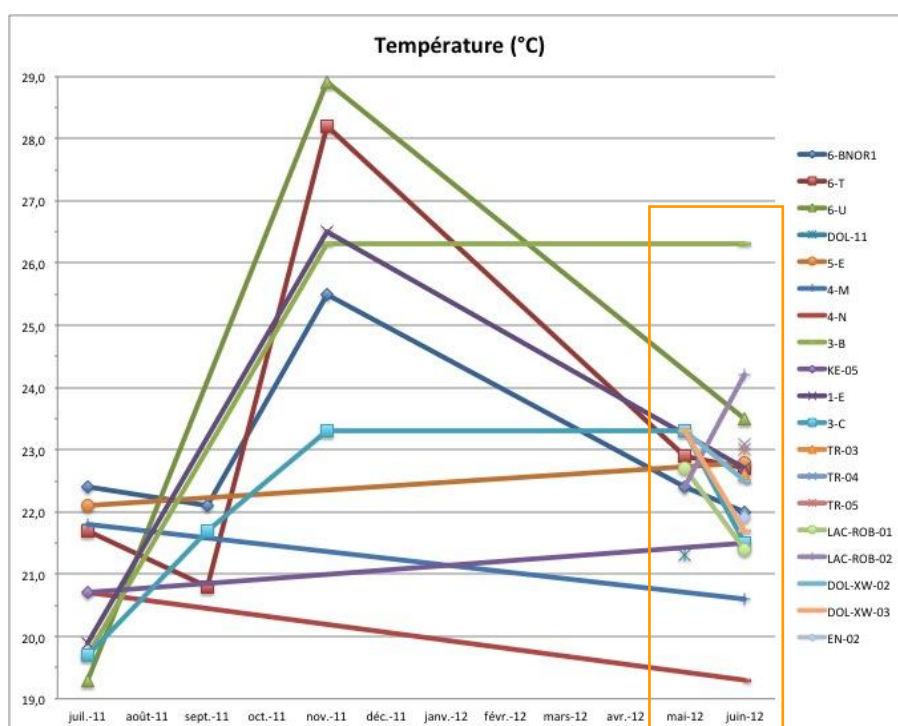


Figure 03 : Températures mesurées à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

Les valeurs mesurées s'échelonnent de 21,3°C à 23,3°C selon les stations pour la campagne de mai et entre 19,35°C à 24,2°C pour la campagne de juin.

Comme le montre la [figure 03](#), il y a une légère baisse des températures entre les 2 missions (à part pour la station LAC-ROB602, mais qui est sur un bord de lac, donc en milieu « femé »), baisse normale au vu de la saison (début de l'hiver austral).

4.1.2 Le pH

La majorité des **rivières** calédoniennes présentent des eaux basiques, leur pH étant compris entre 7,5 et 8,5. Ces valeurs élevées peuvent être expliquées par la nature géologique des roches des bassins versants (influence des péridotites) et par les teneurs importantes des eaux en bicarbonates.

Les milieux lenticulaires (« **trou d'eau** » tels que doline, lac, etc.) ont été peu étudiés jusqu'à présent en Nouvelle-Calédonie. Cependant, selon les données qui sont en train d'être récoltées, il semblerait que des pH acides en ces milieux soient courants (hypothèse : acidification de l'eau par dégradation de la matière organique).

Il est important de noter aussi que les mesures de pH dépendent de la température (sens identique).

Selon la littérature, d'une manière générale, les eaux acides présentent un nombre plus réduit d'espèces (diminution de la biodiversité) et des populations de macroinvertébrés moins abondantes que les eaux neutres.

Pour les 2 campagnes, si les stations sont regroupées selon leur typologie :

- en milieu lotique, les pH s'échelonnent de 6.70 à 7.83, ce qui est légèrement bas, mais acceptable,
- en milieu lentique, les pH varient de 4.25 à 7.06, comme attendu.

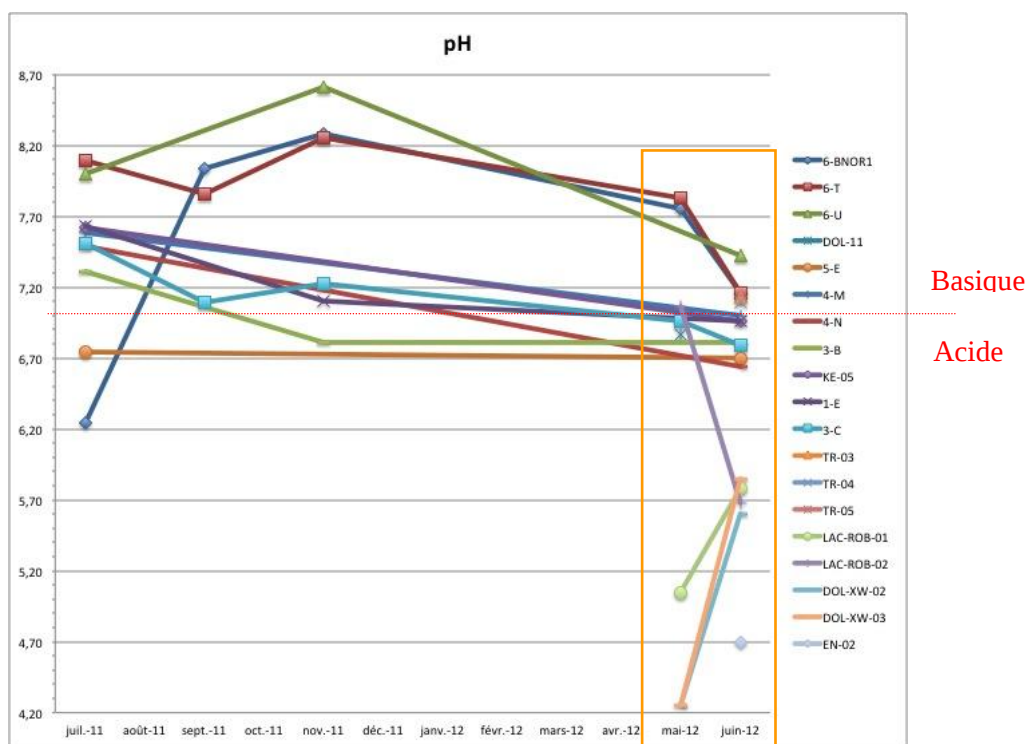


Figure 04 : pH mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

4.1.3 L'oxygène dissous

L'eau des rivières calédoniennes est en moyenne bien oxygénée, avec des valeurs qui varient de 70% de saturation en oxygène relevées sur des ruisseaux forestiers contenant d'importantes quantités de feuilles en décomposition à des valeurs maximales de 140% de saturation en oxygène obtenues dans des secteurs lotiques² de rivières.

A l'inverse des températures, ce paramètre tend à diminuer de l'amont vers l'aval (diminution des vitesses et de l'agitation, augmentation des végétaux, températures, etc.).

Les valeurs mesurées, pour toutes les stations et les 2 missions, sont dans des gammes traduisant des milieux avec une oxygénation correcte. De plus, elles sont comprises dans une fourchette serrée (92.8 % à 103.8 %) avec seulement 2 valeurs extrêmes qui se détachent (en doline) : 79.3% et 114.1%.

² Zones d'habitat lotique : zone où l'eau est courante, avec cependant des alternances seuils (rapides) et mouilles (courant lent) possibles. S'oppose à un secteur lentique (ou lénitique) où l'eau est stagnante.

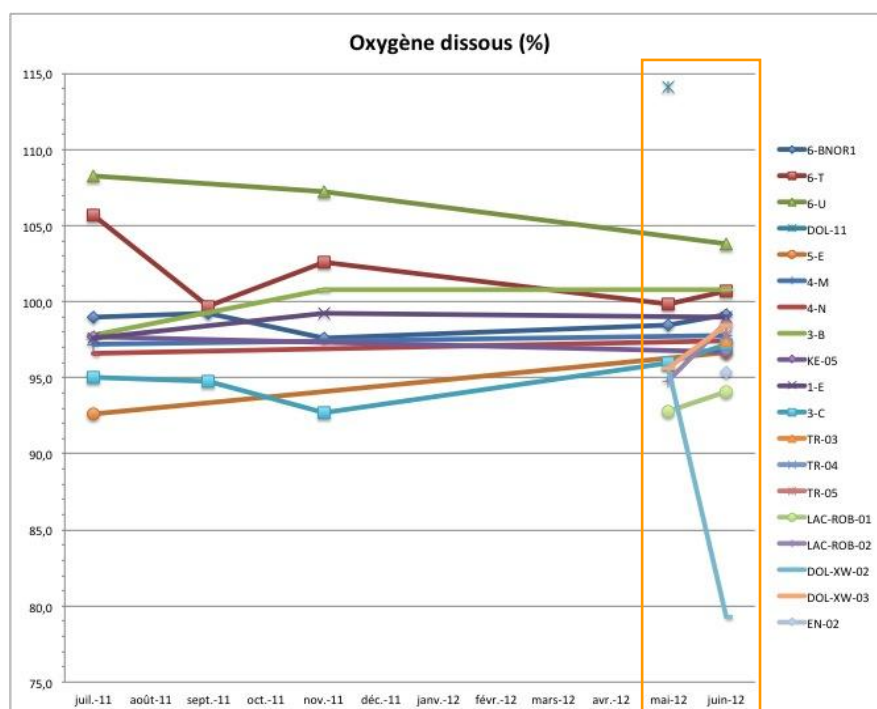


Figure 05 : Pourcentage d'oxygène dissous mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

4.1.4 La conductivité

Les valeurs de conductivité (qui est directement proportionnelle à la quantité de solides (sels minéraux) dissous dans l'eau) mesurées dans les rivières calédonniennes fluctuent entre 28 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (station Panié) et 1181 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (station Magenta recevant d'importants effluents domestiques). La conductivité moyenne augmente de l'amont vers l'aval des rivières même si cette augmentation est moins importante pour les bassins versants de plus petite taille et pour ceux situés sur des substrats ultrabasiques.

Plus de 55% de l'ensemble des stations prospectées sur la Grande Terre présentent des conductivités comprises entre 75 et 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La plupart de ces stations moyennement minéralisées se situent sur les rivières de l'est du Territoire, sur les cours d'eau ayant un bassin versant minier ou dans la région de la Foa.

Un quart des sites ont une conductivité relativement forte comprise entre 175 et 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces stations sont essentiellement situées sur les rivières de la côte Ouest sur des terrains volcano-sédimentaires à vocation agricole.

Enfin, les stations dont la conductivité est supérieure à 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ représentent environ 10% des mesures. Cet ensemble concerne les sites recevant d'importants effluents urbains ou les cours inférieurs des rivières de la côte Ouest qui subissent un enrichissement naturel de la rivière en nutriments de l'amont vers l'aval et des pollutions agricoles.

Les valeurs mesurées, sur toutes les stations aux 2 missions, reflètent des eaux faiblement à moyennement minéralisées (de 31.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 150.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et avec des concentrations stables selon les campagnes (exception faite de la valeur de 3-C en juillet 2011).

Trois grands groupes se dessinent :

- De manière globale, les stations situées dans le bassin versant du creek de la Baie Nord semblent toujours légèrement plus minéralisées (au-dessus de 110.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Les stations en milieu lentique (exception de la DOL-11) présentent des valeurs faibles (sous 40.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Enfin, les stations des autres bassins versants (Kadji, Kwé, Trou bleu, Truu) sont entre les deux.

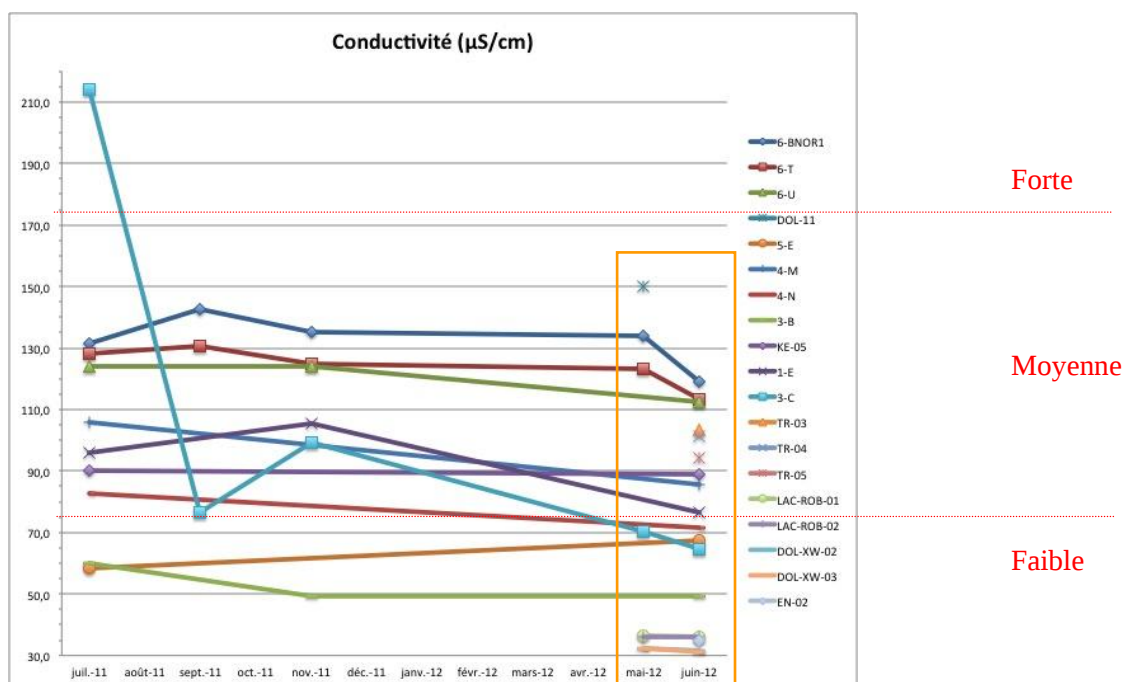


Figure 06 : Conductivité mesurée à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

4.1.5 La turbidité

La turbidité désigne la teneur du liquide en matières qui le troublent. Ces dernières peuvent être des particules colloïdales, des bactéries, des micro-algues ou du plancton.

Les Matières En Suspension des eaux naturelles résultent de l'érosion naturelle des sols. Une quantité importante de MES peut être à l'origine d'une pollution mécanique et augmenter la turbidité des eaux.

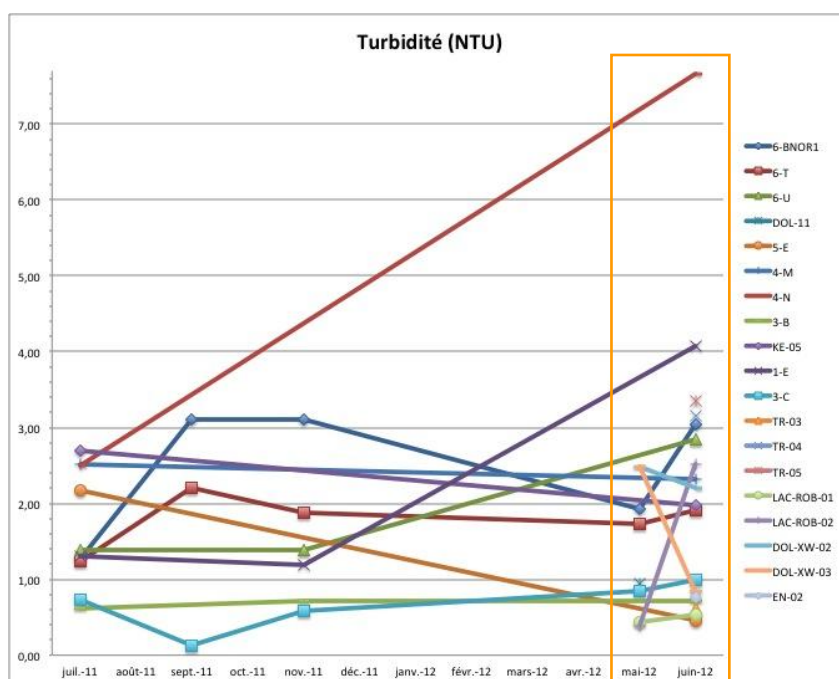


Figure 07 : Turbidité mesurée à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

Les turbidités mesurées pour la majorité des stations vont de 0.39 NTU à 3.36 NTU : elles sont très faibles ce qui confirme les observations terrain où l'eau était claire.

Les deux exceptions sont : 4-N avec 7.66 NTU (et une eau turbide à l'échantillonnage) et 1-E avec 4.08 NTU (eau trouble à l'échantillonnage).



4.2 Paramètres biologiques

Les paramètres biologiques mesurés suite au prélèvement de la macrofaune benthique, leur tri et leur analyse (comptage, détermination) sont présentés dans le [tableau 05](#). Ils regroupent des indices de diversité et des indices biotiques qui expriment divers aspects de la structure des communautés benthiques.

Les indices de diversité prennent en compte la richesse spécifique et l'abondance relative des taxons au sein d'un échantillon. Des valeurs faibles sont souvent le reflet d'une perturbation.

Les indices retenus ici sont (plus de détails sur leur calcul, gamme de valeurs, etc. sont donnés [annexe 01](#)) :

- La densité (D) : qui est le nombre d'individus récoltés par m² ;
- La richesse spécifique (S) qui attention, dans le cadre de ces études dulçaquicoles³, correspond au nombre de taxons, et devrait donc plus justement s'appeller « richesse taxonomique » ;
- L'indice EPT, qui est le nombre de taxons en Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères qui sont généralement considérés comme sensibles à la pollution organique. C'est un indice couramment utilisé dans l'évaluation de la qualité des eaux, mais il est simplement qualitatif et permet une évaluation temporelle : sa diminution indique une perturbation ;
- L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') qui est fondé sur la théorie de l'information qui considère 2 composantes de la diversité : le nombre d'espèces et la régularité de leur distribution de fréquence. H' est minimal (=0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H' est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983) ;
- L'indice d'équitabilité (de Pielou, 1966) (E), appelé également indice d'équirépartition (Blondel, 1979), qui représente le rapport de H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement (Hmax). Cet indice peut varier de 0 à 1 : il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

Les indices biotiques sont eux fondés sur l'utilisation d'espèces indicatrices de pollutions et témoignent généralement de perturbations particulières.

Les indices retenus ici sont : (cf. [§ 2](#) et [annexe 01](#) pour plus de détails)

- L'IBNC (Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie), qui permet de détecter des pollutions organiques, en milieu courant ;
- L'IBS (Indice BioSédimentaire), qui permet d'évaluer les perturbations de type mécanique générées par les particules sédimentaires, fines en particulier, dans les cours d'eau drainant des terrains à dominante ultrabasique.

Nous rappelons que ces méthodes permettent d'évaluer, **dans les limites de leur sensibilité**, l'effet d'une perturbation sur le milieu récepteur.

Ainsi, les valeurs brutes de l'IBNC ne sont donc pas adaptées à un programme de suivi d'eaux douces de sites miniers (les exploitations minières n'entraînant pas de pollution organique). De la même manière, ces deux indices ne sont pas représentatifs en tant que tel dans les milieux lenticques. Cependant, ils sont malgré tout calculés car leurs variations (ou absence de) au cours du temps restent intéressantes à observer.

Les graphiques des [figures 08 à 13](#) sont issus des données du [tableau 05](#).

³ La détermination de la faune, dans le protocole pour le calcul des indices biotiques, se fait jusqu'à un niveau taxonomique prédéfinie, qui n'est parfois que la famille ou l'ordre, etc. et non l'espèce (cf. [annexe 01](#)).

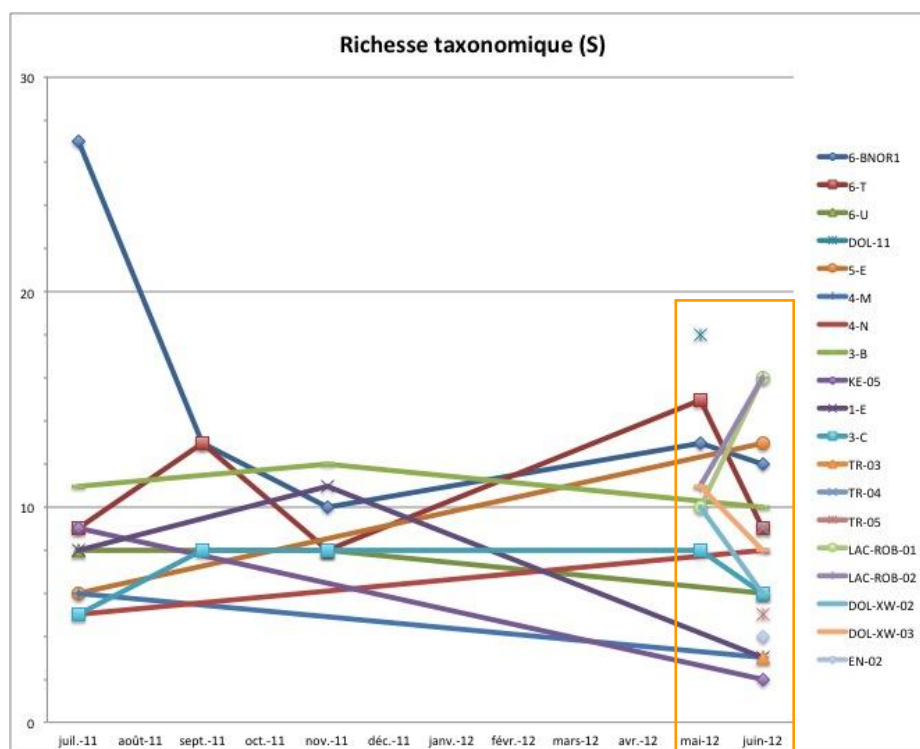


Figure 09 : Richesse taxonomique mesurée à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

Les densités sont très différentes entre les stations puisqu'elles s'échelonnent de 20 individus/m² (KE-05 en juin) à 6 400 ind./m² (6-T en mai).

Le groupe des stations du creek de la Baie Nord (6-BNOR1, 6-T, 6-U) se différencie globalement avec des densités supérieures aux autres stations et comportant plus de 1 000 individus/m².

Pour information : les densités relevées en moyenne dans les rivières calédoniennes varient de 3 160 à 12 720 individus/m². Cependant sur terrain ultramafique, ces résultats sont couramment beaucoup plus faibles.

La richesse taxonomique est en moyenne assez faible (de 2 à 16 taxons différents par station).

Les taux de biodiversité ne sont pas corrélés aux densités les plus élevées : la meilleure richesse taxonomique de la zone est notamment pour LAC-ROB-02 avec « seulement » 184 individus/m².

Pour comparaison, actuellement, moins de 200 taxons pour la faune benthique dulçaquicole ont été décrits jusqu'ici en Nouvelle-Calédonie.

4.2.2 Indice EPT

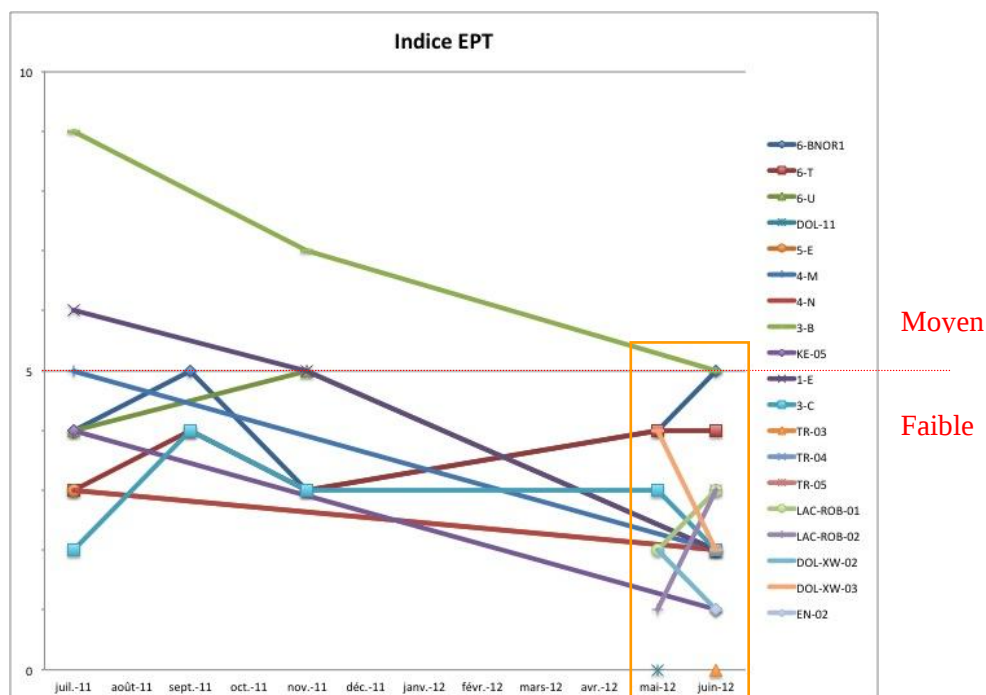


Figure 010 : Indice EPT mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

Les indices EPT mesurés pour chaque campagne sont faibles puisqu'ils varient de 0 à 5.

4.2.3 Indice d'équitabilité

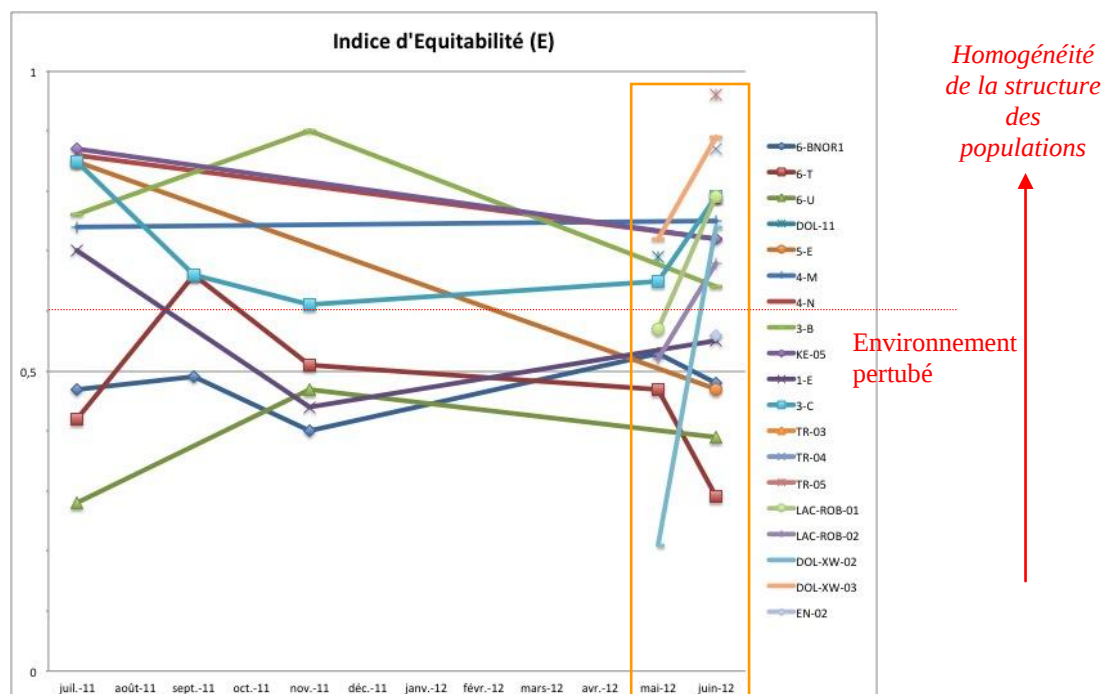


Figure 11 : Indice d'équitabilité mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

Les indices d'équitabilité sont différents pour chaque station et s'échelonnent de 0.21 à 0.96. Globalement, les indices des stations sur le creek de la Baie Nord reflètent un environnement perturbé ($E < 0.6$) avec des populations présentant un déséquilibre dans la répartition de fréquence de certains taxons (nettement plus abondants que les autres).

4.2.4 IBNC

Les IBNC mesurés sur les 26 échantillonnages s'échelonnent de 2.00 (TR-03 en juin, eau de qualité très mauvaise) à 6.05 (1-E en juin, eau de bonne qualité).

Pour la majorité des stations, les eaux, d'un point de vue biologique et par rapport à une pollution organique, sont de qualité passable à bonne.

Attention cependant : sur 26 inventaires, pour 14 d'entre eux le nombre de taxa indicateurs servants au calcul de l'IBNC est inférieur à 7 : ces valeurs ne sont donc pas forcément cohérentes.

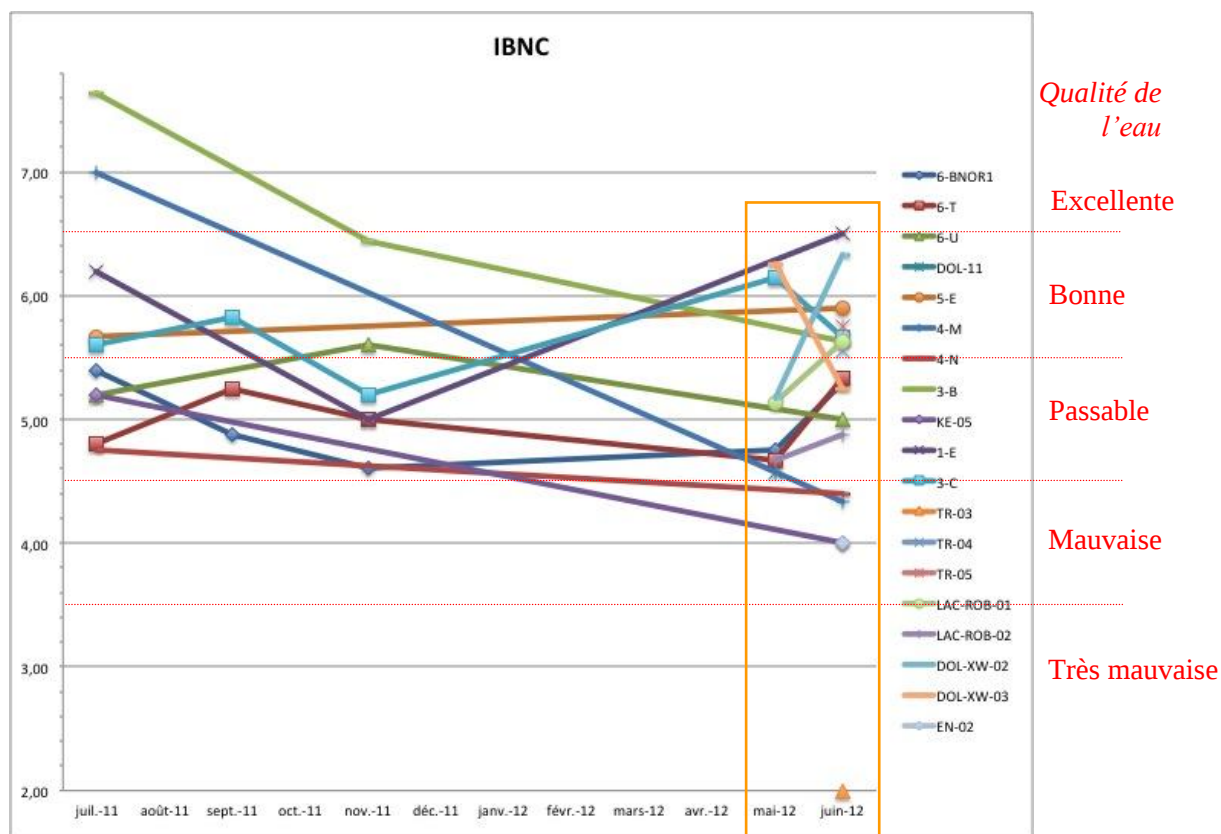


Figure 12 : IBNC mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

4.2.5 IBS

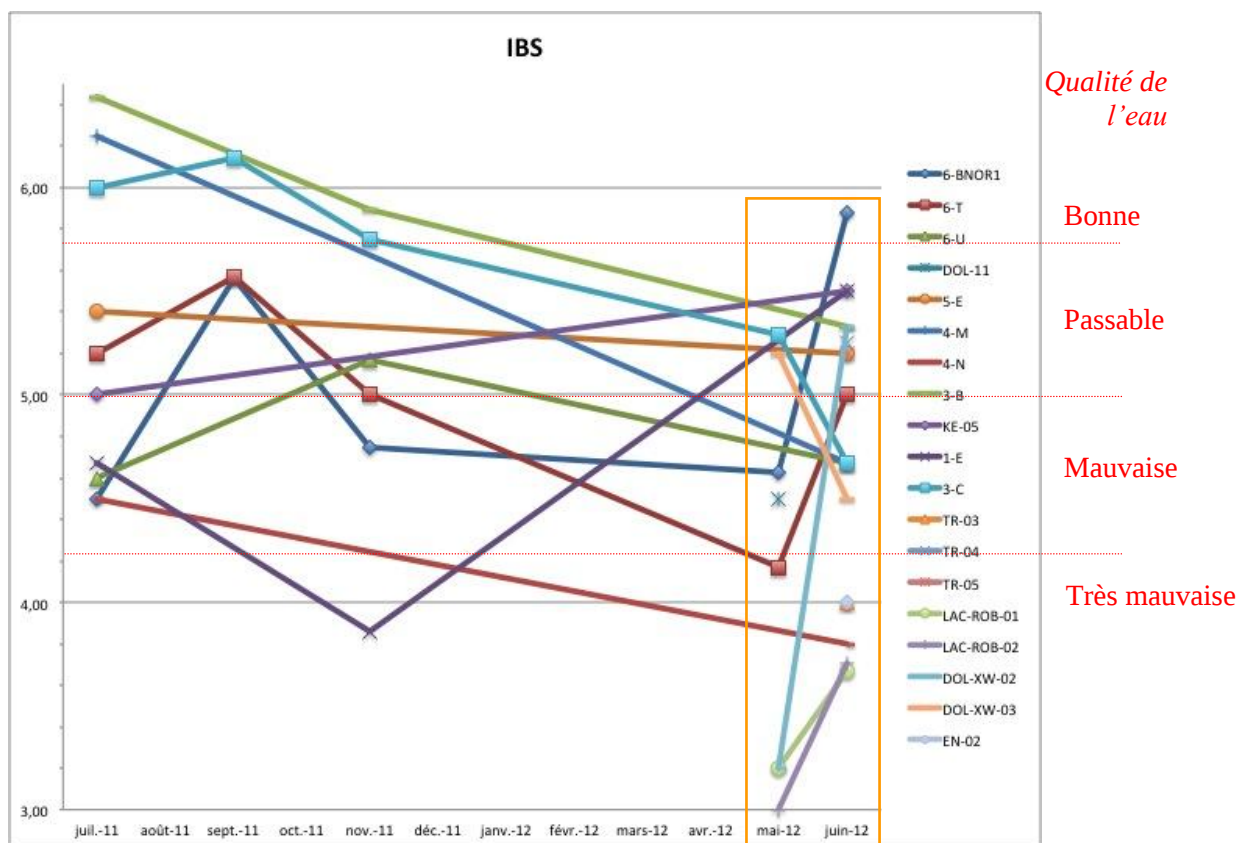


Figure 13 : IBS mesuré à chaque station, lors de chaque campagne d'inventaire

Les IBS mesurés sur les 26 échantillonnages s'échelonnent de 3,00 (LAC-ROB-02 en mai, eau de qualité très mauvaise) à 5,88 (6-BNOR1 en juin, eau de bonne qualité).

Pour la majorité des stations, les eaux, d'un point de vue biologique et par rapport à une pollution sédimentaire, sont ici de moins bonne qualité : les niveaux sont plutôt de mauvaise à bonne, avec 9 résultats représentant des eaux de très mauvaise qualité.

Il semblerait qu'il y ait une baisse globale entre les résultats de 2011 et de 2012.

Attention cependant : sur 26 inventaires, pour 18 d'entre eux le nombre de taxa indicateurs servants au calcul de l'IBNC est inférieur à 7 : ces valeurs ne sont donc pas forcément cohérentes.

Tableau 04 : Paramètres physico-chimiques mesurés in situ pour toutes les stations, lors de chaque campagne

Bassin versant	Station	pH		TEMPERATURE (°C)*		OXYGENE DISSOUS (%)		CONDUCTIVITE (µS/CM)		TURBIDITE (NTU)	
	Date	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12
Creek Baie Nord	6-BNOR1	7,75	7,16	22,4	22,0	98,5	99,2	133,9	119,1	1,92	3,04
	6-T	7,83	7,16	22,9	22,7	99,8	100,7	123,3	113,4	1,73	1,91
	6-U		7,42		23,5		103,8		112,4		2,85
Kadji	DOL-11	6,87		21,3		114,1		150,0		0,95	
	5-E		6,70		22,8		96,7		67,5		0,46
Kwé	4-M		7,00		20,6		97,8		85,6		2,32
	4-N		6,64		19,3		97,4		71,4		7,66
	3-B		6,81		26,3		100,8		49,3		0,72
	KE-05		6,96		21,5		96,7		88,9		1,97
	1-E		6,96		22,7		99,0		76,4		4,08
Trou bleu	3-C	6,96	6,79	23,3	21,5	96,0	97,2	70,3	64,7	0,85	1,00
Truu	TR-03		7,13		22,6		97,4		103,4		0,62
	TR-04		7,09		23,1		97,7		101,3		3,16
	TR-05		7,14		23,0		97,9		94,4		3,36
Lac Robert	LAC-ROB-01	5,05	5,78	22,7	21,4	92,8	94,1	36,4	36,1	0,43	0,53
	LAC-ROB-02	7,06	5,68	22,4	24,2	94,8	98,6	36,0	36,0	0,39	2,51
Doline Xérè Wapo	DOL-XW-02	4,25	5,60	23,3	22,5	95,6	79,3	32,3	31,6	2,49	2,20
	DOL-XW-03	4,25	5,85	23,3	21,7	95,6	98,5	32,3	31,2	2,49	0,84
Entonnoir	EN-02		4,70		21,9		95,4		34,7		0,76

* tempértaure mesurée par la sonde pH

Tableau 05 : Paramètres biologiques calculés pour toutes les stations, lors de chaque campagne

Bassin versant	Station	Abondance		Densité (ind/m²)		Richesse taxonomique (S)		Indice EPT		IBNC*		IBS*		Shannon (H')		Equitabilité (E)	
	Date	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12	mai-12	juin-12
Creek Baie Nord	6-BNOR1	1 598	928	6 392	3 712	13	12	4	5	4,75	5,29	4,63	5,88	1,36	1,2	0,53	0,48
	6-T	1 600	334	6 400	1 336	15	9	4	4	4,67	5,33	4,17	5,00	1,28	0,63	0,47	0,29
	6-U		320		1 280		6		2		5,00		4,67		0,69		0,39
Kadji	DOL-11	697		2 788		18		0		4,57		4,50		2,00		0,69	
	5-E		249		996		13		2		5,90		5,20		1,21		0,47
Kwé	4-M		22		88		3		2		4,33		4,67		0,82		0,75
	4-N		42		168		8		2		4,40		3,80		1,49		0,72
	3-B		64		256		10		5		5,63		5,33		1,47		0,64
	KE-05		5		20		2		1		4,00		5,50		0,5		0,72
	1-E		11		44		3		2		6,50		5,50		0,6		0,55
Trou bleu	3-C	64	15	256	60	8	6	3	2	6,14	5,67	5,29	4,67	1,35	1,41	0,65	0,79
Truu	TR-03		6		24		3		0		2,00		4,00		0,87		0,79
	TR-04		49		196		9		3		5,56		5,25		1,81		0,87
	TR-05		11		44		5		2		5,75		5,20		1,33		0,96
Lac Robert	LAC-ROB-01	99	270	396	1 080	10	16	2	3	5,14	5,63	3,20	3,67	1,31	1,82	0,57	0,79
	LAC-ROB-02	77	46	308	184	11	16	1	3	4,67	4,88	3,00	3,71	1,25	1,69	0,52	0,68
Doline Xère	DOL-XW-02	217	46	868	184	10	6	2	1	5,17	6,33	3,20	5,33	0,49	1,32	0,21	0,74
Wapo	DOL-XW-03	110	28	440	112	11	8	4	2	6,25	5,25	5,20	4,50	1,72	1,85	0,72	0,89
Entonnoir	EN-02		32		128		4		1		4,00		4,00		1,09		0,56

* Attention, la richesse taxonomique est un élément indispensable à considérer pour expliquer une note indicielle. L'expérience en Nouvelle-Calédonie montre que dans les stations où un faible nombre de taxa indicateurs est récolté, les notes indicielles IBNC et IBS peuvent être incohérentes et difficilement interprétables. Un seuil empirique de 7 taxa indicateurs a donc été fixé pour le calcul des notes IBNC et IBS : si le nombre de taxons indicateurs prélevé sur une station est strictement inférieur à 7, il n'est pas conseillé de calculer les indices IBNC et IBS.

Pour un certain nombre d'échantillonnages (une grande majorité : 14 et 18 sur 26), le nombre de taxa indicateur était en dessous de 7. Les indices biotiques ont cependant été calculés et sont écrits en italique. Ils sont donnés à titre indicatif, mais ne sont pas applicables en eux-mêmes ici. Ils peuvent servir à suivre des évolutions.

Par ailleurs, ces indices ont été mis au point pour des milieux lotiques. Hors plusieurs stations sont placées en bordure de doline ou de lac (milieu lentique : stations écrites en bleu). Ils sont donnés à titre indicatif, mais ne sont pas applicables en eux-mêmes ici. Ils peuvent servir à suivre des évolutions.

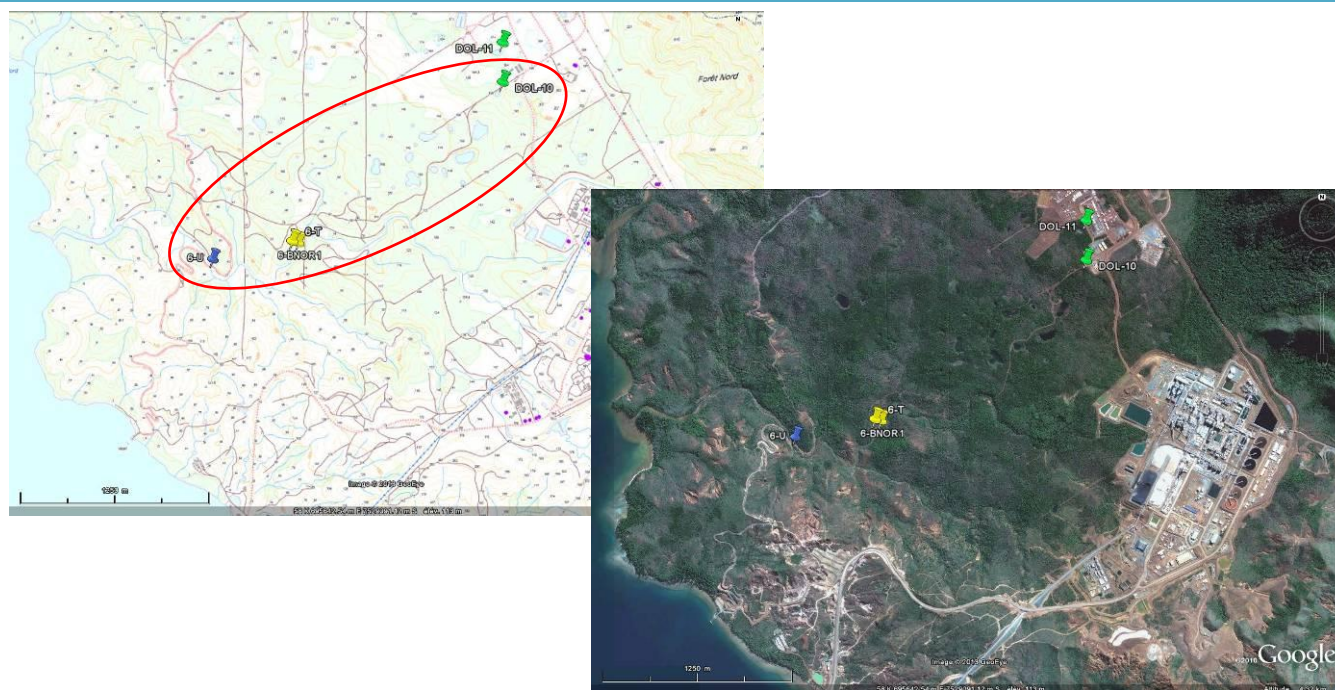
Les couleurs de fond correspondent à la qualité des eaux :rouge pour très mauvaise, orange pour mauvaise, jaune pour passable, vert pour bonne.

Les chiffres en vert dans la colonne d'équitabilité sont ceux en-dessous du seuil de la valeur 0.6 (environnement perturbé).

5 Discussion

Ce chapitre essaie de présenter une interprétation des résultats des échantillonnages de l'année 2012, avec, en plus, dans la mesure du possible une comparaison avec ceux de l'année 2011. Il est cependant difficile de faire ces analyses avec parfois qu'une seule mesure annuelle. Par ailleurs, les séries temporelles de données sont encore trop faibles pour des analyses statistiques concluantes.

5.1 Bassin versant du creek de la Baie Nord



Carte 03 : Localisation des stations du BV du creek de la Baie Nord

Les stations situées sur le creek de la Baie Nord et concernées par cette étude sont au nombre de 3 : 6-BNOR1, 6-T et 6-U.

Les deux premières ont été échantillonnées lors des 2 campagnes de 2012 (mai et juin), alors que la dernière ne l'a été qu'une fois (juin).

La station 6-BNOR1 se situe à environ 1.5 km à vol d'oiseau de l'usine et à 10 m en amont de l'ancien rejet de la station d'épuration de la base vie (dont les émissions se sont arrêtées en 2008).

La station 6-T se situe à 350 m en aval de 6-BNOR1, mais aussi juste en aval de la confluence du bras principal et du bras sud, ce qui la place ainsi à environ 2 km à vol d'oiseau des rejets des eaux de refroidissement de la centrale électrique de Prony Energies et des eaux de ruissellement du site industriel de Vale Nouvelle-Calédonie.

La station 6-U est positionnée environ à 500 m en aval de 6-T.

Une quatrième station dépend de ce bassin versant : DOL-10 qui est sur le bord d'une doline située dans la zone d'influence de la station d'épuration. Il n'y avait pas d'eau en mai : elle n'a donc pas été échantillonnée en 2012.

Pour ces 3 stations, les densités et les richesses taxonomiques sont les plus élevées de tout le réseau, même si elles restent plutôt faibles. Si on compare les moyennes annuelles, il y a une légère baisse de densité et de biodiversité pour 6-BNOR1 (-42% et -33%), une légère hausse des ces deux paramètres pour 6-T (+17%) et une baisse significative de la densité pour 6-U (6.5 fois moins ou -554% et -33% pour la biodiversité).

L'indice EPT est lui aussi assez faible avec 2 à 5 taxons différents. On peut d'ailleurs noter l'absence totale des éphéméroptères. Il est plutôt stable entre les 2 années pour 6-BNOR1 et 6-T et en baisse pour 6-U.

Les indices d'équitabilité sont eux aussi faibles puisqu'ils sont tous en dessous du seuil de 0.60 admis comme un point d'équilibre. La station 6-T enregistre même un $E=0.29$ en juin qui s'explique par la dominance des Orthocladinaes (86% des individus récoltés à cette mission). Ce taxon est nettement dominant sur toutes les campagnes et, associé aux Simuliidae, ils sont la cause du déséquilibre de la structure des communautés benthiques.

Les IBNC traduisent des eaux de qualité passable (avec 6-T et 6-U ayant moins des 7 taxons -conseillés-indicateurs en juin). Ils sont stables par rapport aux campagnes de 2011 (à l'exception de 6-U en novembre dont l'IBNC traduisaient des eaux de bonne qualité).

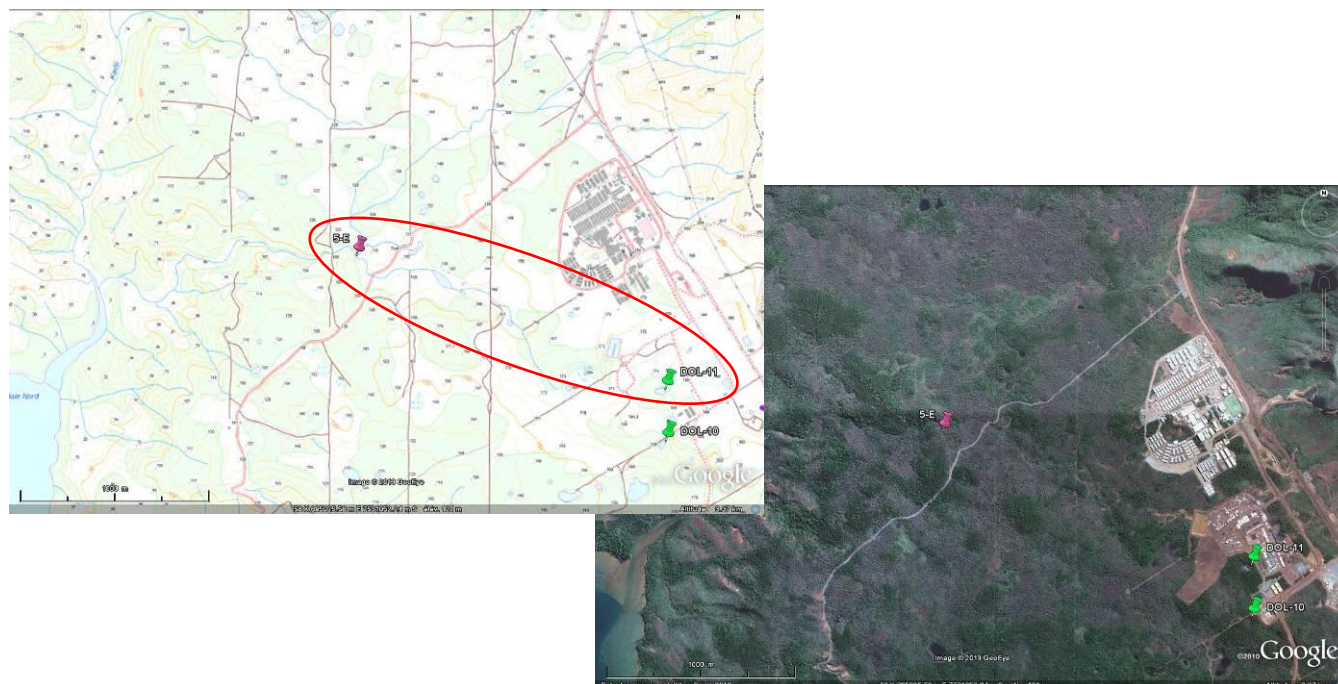
Les IBS quant à eux (avec la même remarque restrictive sur le nombre de taxons indicateurs) indiquent des eaux de qualité bonne à très mauvaise. Seule 6-BNOR1 voit une légère augmentation par rapport aux résultats de 2011. Pour les 2 autres stations, la moyenne des notes chute légèrement.

Il semblerait donc que pour ces 3 stations, la qualité des eaux d'un point de vue biologique soit plutôt passable et les communautés sont effectivement assez pauvres et de composition non homogène, avec une prédominance écrasante de 2 taxons (Simuliidae et Orthocladinae).

Cette altération (qui a l'air habituelle) peut provenir de plusieurs sources (indépendantes ou s'additionnant) : état dégradé du milieu, conditions météorologiques particulières de mars 2012, pollution en amont, etc.

Par rapport aux résultats antérieurs (2011), 6-BNOR1 et 6-T paraissent stables et les eaux de la station 6-U semblent de moins bonne qualité (mais il n'y a eu qu'une mesure).

5.2 Bassin versant du creek Kadji



Carte 04 : Localisation des stations du BV du creek Kadji

Une seule station (5-E) est placée en milieu lotique : elle est située sur un affluent important, rive gauche, quasiment à l'embouchure, du creek Kadji. Sur cet affluent, elle se positionne en aval de la confluence des 3 bras principaux et donc peut recevoir les impacts résiduels de la base vie (eaux de ruissellement). Elle n'a été échantillonnée qu'une seule fois en juin 2012.

Une deuxième station dépend de ce bassin versant, mais est placée sur un bord de doline (DOL-11), sous zone d'influence de la station d'épuration. Elle a été échantillonnée en mai 2012.

En juin, 5-E présentait une densité faible (996 individus/m²) mais malgré tout près de 9 fois supérieur à la précédente campagne de juillet 2011. La diversité était aussi meilleure (13 taxons contre 6). Cette hausse n'est pas confirmée pour l'indice EPT (2 vs 3) ni pour l'équitabilité (0.47 vs 0.85) qui est basse du fait de la dominance des Orthocladiinae et des Hydroptilidae.

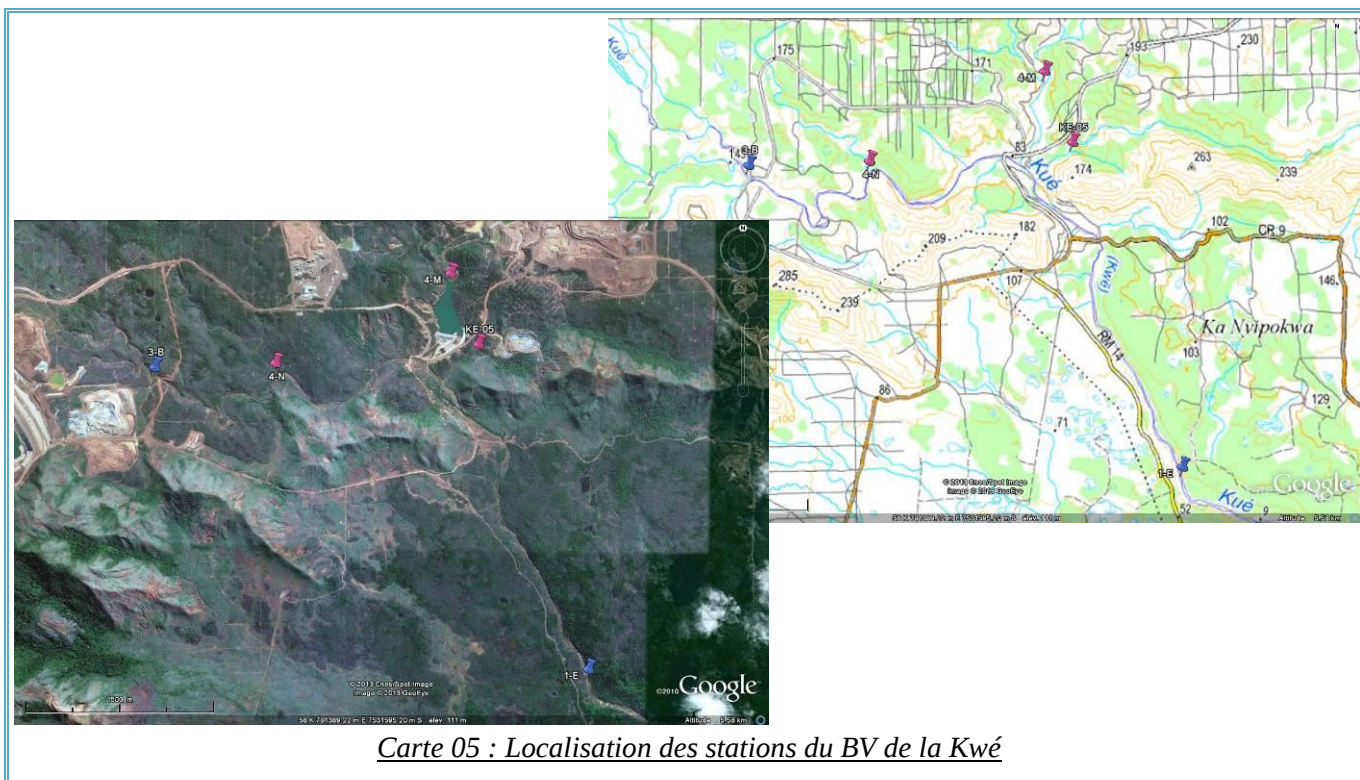
L'IBNC se maintient à une eau de bonne qualité (5.90) et l'IBS pour des eaux de qualité passable (5.20).

En mai, DOL-11 présentait une densité moyenne (2 788 individus/m²) répartie en 18 taxons, sans compter malgré tout d'éphéméroptère ou de trichoptère, ce qui donne un indice EPT nul. Cependant, cette station étant en doline, il est normal que les populations aient une composition particulière et pouvant être différente de celle attendue en rivière. Ainsi, l'indice d'équitabilité est correct (0.69).

L'IBNC et l'IBS ne sont donnés qu'à titre indicatif, puisque qu'élaborés pour des milieux lotiques : ils traduisent respectivement des eaux de qualité passable (4.57) à mauvaise (4.50).

Il n'y avait pas eu d'échantillonnage en 2011 : il faut donc attendre les prochaines campagnes pour pouvoir suivre ses évolutions potentielles.

5.3 Bassin versant de la Kwé



Carte 05 : Localisation des stations du BV de la Kwé

5 stations sont positionnées sur la Kwé : de l'amont vers l'aval, on peut ainsi voir : la station 4-M sur le bras nord, les stations 3-B et 4-N sur le bras ouest, la station KE-05 sur le bras est et enfin, la station 1-E sur le bras principal, bien en aval.

Les 4 premières stations subissent les impacts potentiels de l'usine de préparation de minerai, de différents chantiers, carrières, versos ou zones de stockage de résidus. La 1-E étant en aval, elle reçoit les impacts résiduels de l'ensemble des activités développées sur le bassin versant de la Kwé.

Les 5 stations ont été échantillonnées une fois en juin.

Les densités sont dans l'ensemble très faibles (20 à 256 ind/m²). La richesse taxonomique est basse aussi, puisqu'elle évolue entre 2 et 10 taxons. Ces 2 paramètres sont en baisse par rapport à 2011 pour 4 stations sur 5 (exception : 4-N).

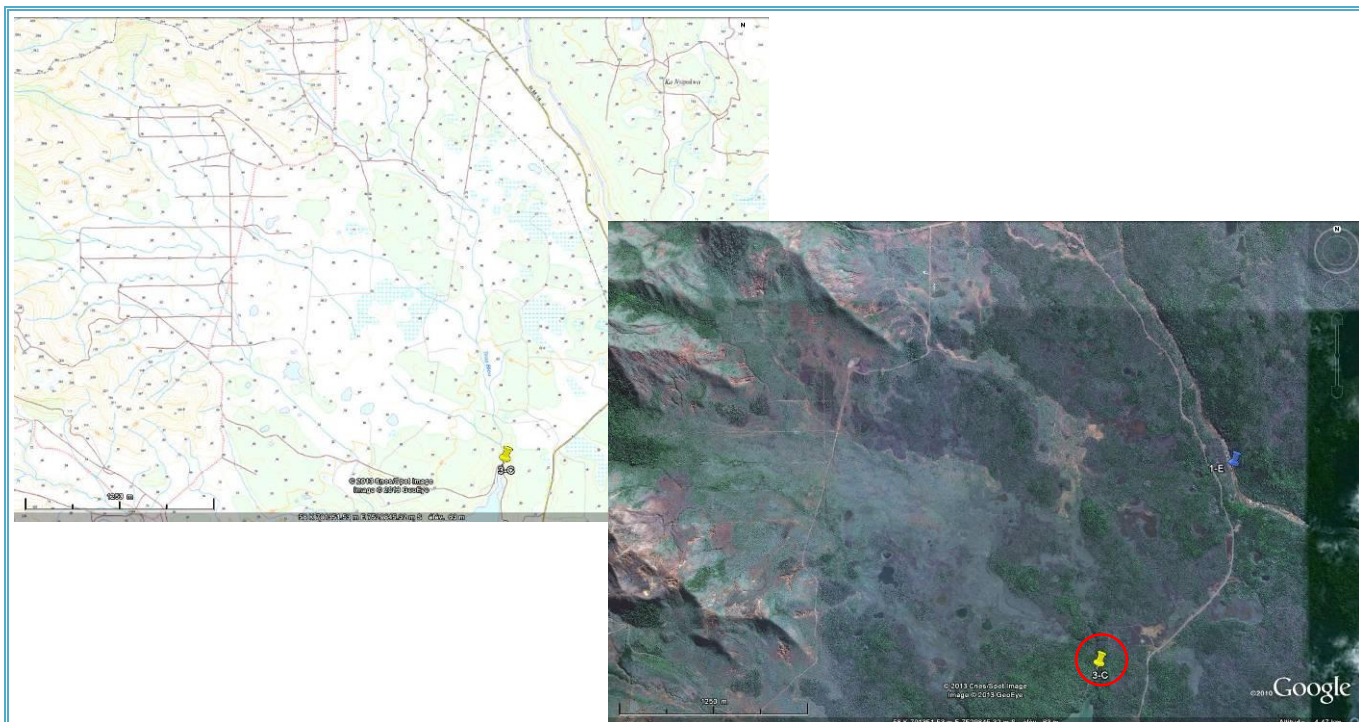
Cette baisse est reflétée aussi par l'indice EPT qui est faible pour les 5 stations (1 à 5), et dans les indices d'équitabilité ($0.64 < E < 0.75$), avec la station 1-E qui est à $E=0.55$.

Les indices biologiques (IBNC et IBS) sont globalement en baisse. Tous ces résultats restent cependant très peu fiables, car à part pour la station 3-B, pour les 4 autres, le nombre de taxa indicateurs est très largement inférieur à 7.

Globalement, même si 3-B se détache du groupe par des résultats supérieurs, ils restent moyens et sont mauvais pour les 4 autres stations. Ainsi, il n'a été récolté que 5 individus à la station KE-05 ou encore 11 individus à la station 1-E.

En 2011, une dégradation générale était soupçonnée. Avec un seul échantillonnage en 2012, il est difficile d'avancer des conclusions précises, mais il est certain que l'état de ce bassin versant ne s'est pas amélioré et que cette rivière ne présente pas des eaux de bonne qualité d'un point de vue biologique.

5.4 Bassin versant du creek Trou bleu



Carte 06 : Localisation de la station du creek Trou bleu

Le creek Trou bleu compte une station de suivi (3-C) qui est placée à 200 m de son embouchure. Cette station a été choisie car elle peut servir de référence étant exempte de tout impact potentiel du projet. Elle a été échantillonnée lors des 2 campagnes de 2012 (mai et juin).

Il y a une baisse entre les deux campagnes : pour sa densité (256 ind/m² à 60 ind/m²) et pour sa richesse taxonomique (S=8 en mai et S=6 en juin). Cependant, globalement, la moyenne de ces résultats est exactement au même niveau que celle de 2011.

L'indice EPT reste faible, en variant lui de 3 à 2, avec 1 taxon d'éphéméroptères à chaque campagne.

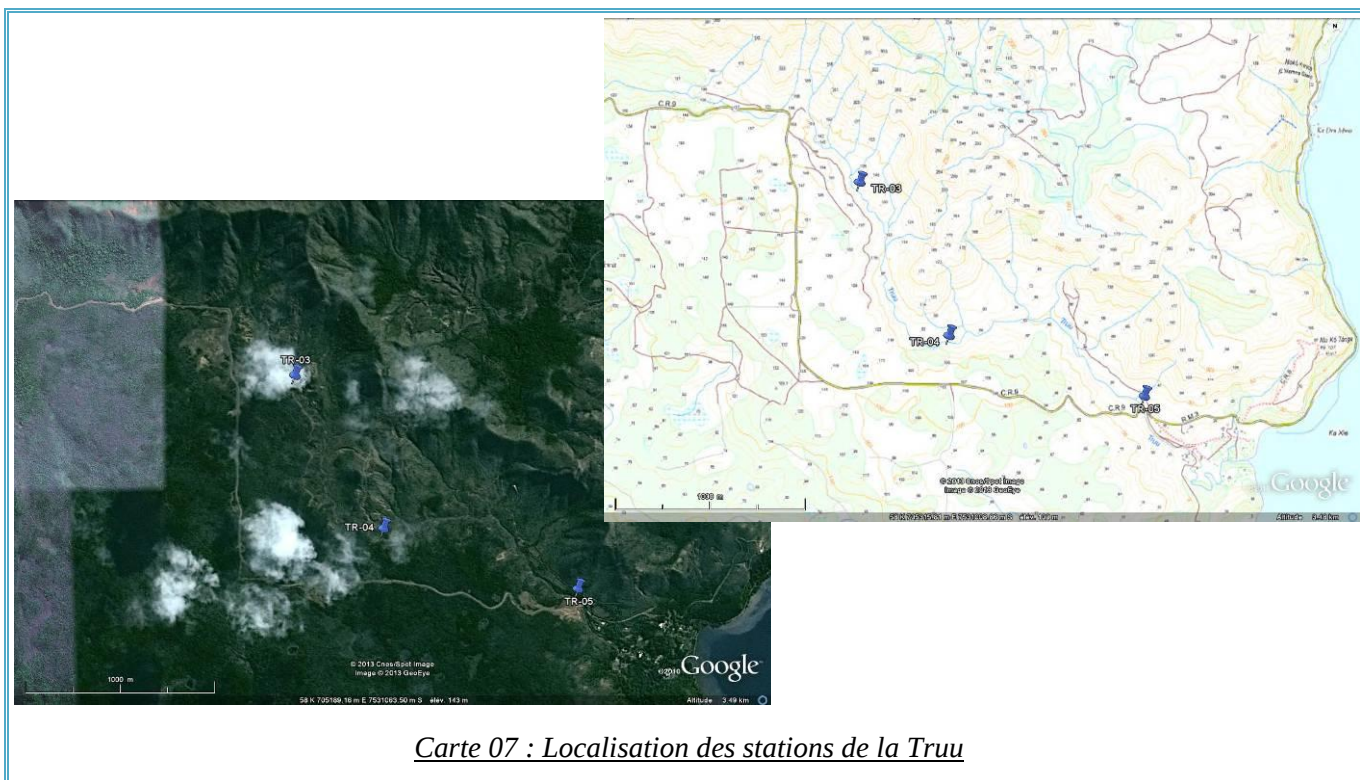
L'indice d'équitabilité se maintient à des niveaux corrects (E=0.65 puis 0.79).

L'IBNC traduit des eaux de bonne qualité aux 2 campagnes, même si il y a une baisse entre mai et juin (6.14 puis 5.67), avec une très légère hausse par rapport à la moyenne de 2011 (5.91 vs 5.54). L'IBS subit lui aussi une baisse entre mai et juin, avec des eaux de qualité passable à mauvaise (5.29 puis 4.67). La moyenne annuelle de 2012 est de ce fait plus basse qu'en 2011 (4.98 soit eau de mauvaise qualité vs 5.96 soit eau de bonne qualité).

NB : pour les 2 indices, seuls les calculs de mai reposent sur plus de 7 taxons indicateurs.

Dans l'ensemble, malgré une abondance assez faible à surveiller, cette station paraît en équilibre.

5.5 Bassin versant de la Truu



Carte 07 : Localisation des stations de la Truu

La rivière Truu compte maintenant 3 stations de suivi biologiques positionnées de l'amont vers l'aval : la TR-03 qui est dans le cours supérieur, en aval de 4 affluents, la TR-04, dans le cours moyen et la TR-05 située dans le cours inférieur (640 m à vol d'oiseau de l'embouchure), juste en amont du pont sur la RM3.

Toutes les 3 peuvent subir des impacts des différentes activités minières.

Elles ont été échantillonnées une fois en mai. C'était la première récolte de données sur ces stations : il n'y a donc pas encore de comparatif possible.

Les densités et les richesses taxonomiques des 3 stations sont plutôt très faibles : respectivement (de l'amont vers l'aval) 24, 196 et 60 ind/m² et 3, 9 et 5 taxa différents. Leurs indices EPT sont très faibles aussi, avec la même répartition : 0, 3 et 2.

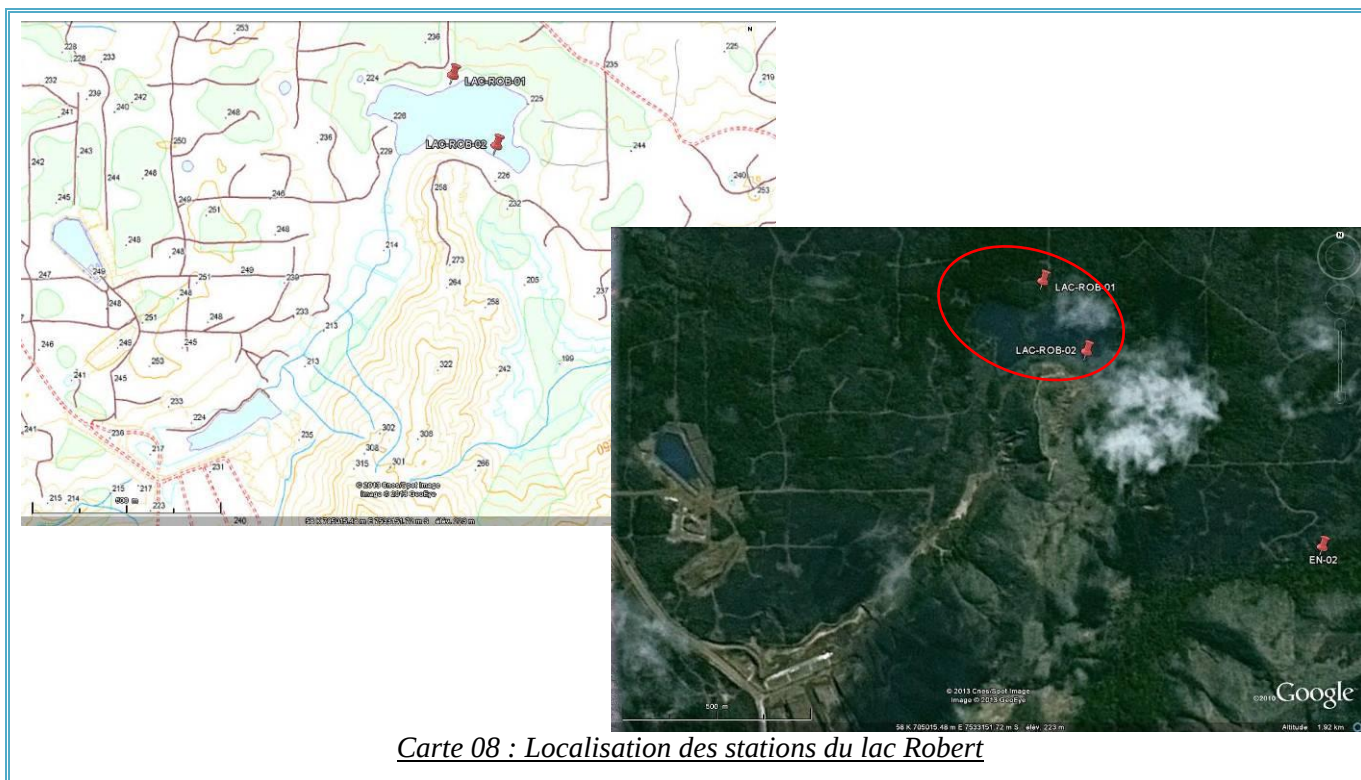
Les indices d'équitabilité sont bons et croissants de l'amont vers l'aval : 0.79, 0.87 et 0.96. Il faut cependant noter que ce calcul est peu représentatif quand il y a aussi peu d'individus par exemple qu'en TR-05 (11 spécimens récoltés).

L'IBNC donne des valeurs de qualité d'eau très mauvaise à la station amont (TR-03) à bonne pour les 2 autres et l'IBS reprend un peu la même analyse avec des eaux aussi de qualité très mauvaise en TR-03 à passable pour les suivantes.

Il faut noter que seule la station TR-04 avait plus des 7 taxa indicateurs nécessaires à la cohérence de ces calculs.

Dans l'ensemble cette rivière présente donc des résultats faibles, en particulier pour TR-03. Les stations sont à surveiller pour voir leur évolution et surtout acquérir d'autres valeurs comparatives.

5.6 Le lac Robert



Carte 08 : Localisation des stations du lac Robert

Deux stations ont été positionnées sur les berges de ce lac : en rive sud sud-est (LAC-ROB-01) et au nord (LAC-ROB-02). Toutes deux peuvent subir des impacts des activités minières. Elles ont été échantillonnées pour les 2 campagnes de 2012 (en mai et en juin). C'était la première récolte de données sur ces stations : il n'y a donc pas encore de comparatif possible.

Les résultats de densité pour ces 2 stations, sont variables : équivalents et moyens en mai (396 et 308 ind./m²), avec en juin : une forte hausse pour LAC-ROB-01 (1080 ind./m²) et une baisse pour LAC-ROB-02 (184 ind./m²).

La biodiversité est plutôt bonne voire très bonne pour les 2 stations (10 et 11 taxons différents en mai et 16 en juin).

Les indices EPT augmentent, tout en restant faibles, entre mai et juin : 2 et 1 puis 3 taxons de trichoptères, les éphéméroptères étant systématiquement absents.

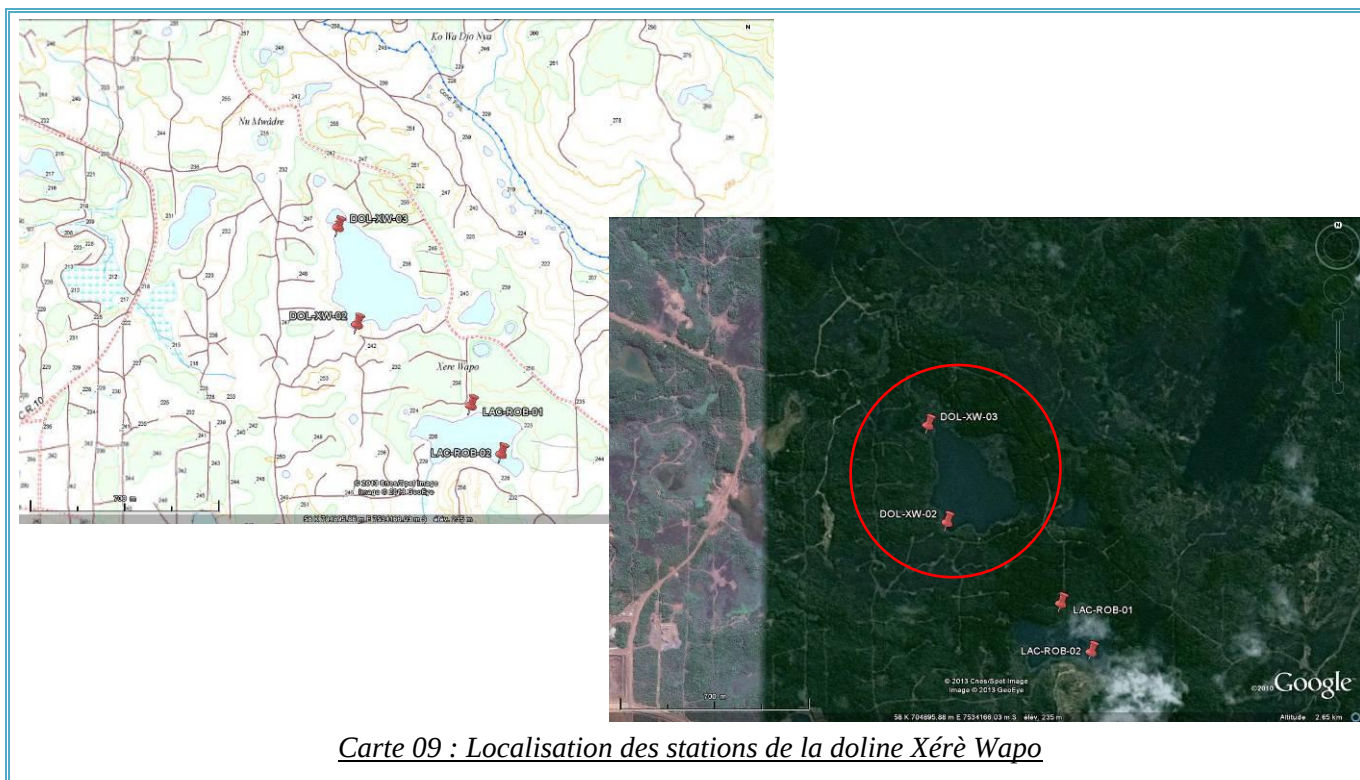
L'équitabilité, faible en mai (0.57 et 0.52) remonte à un niveau correct en juin (0.79 et 0.68).

L'IBNC présente des résultats qui traduiraient des eaux de qualité bonne (LAC-ROB-01 en juin) à passable (les 3 autres échantillons) et l'IBS des eaux de qualité très mauvaise.

NB : la moitié seulement des prélèvements comprenaient plus des 7 taxa indicateurs nécessaires et par ailleurs ces 2 indices ont été élaborés pour les milieux lotiques : ils ne sont donnés qu'à titre indicatif.

La qualité des eaux de cette doline paraît donc dans l'ensemble plutôt bonne, notamment lors de la dernière campagne de juin.

5.7 La doline Wéré Wapo



Carte 09 : Localisation des stations de la doline Xère Wapo

Deux stations ont été positionnées sur les berges de cette doline : en rive sud-ouest (DOL-XW-02) et au nord-ouest (DOL-XW-03). Toutes deux peuvent subir des impacts des activités minières. Elles ont été échantillonnées pour les 2 campagnes de 2012 (en mai et en juin). C'était la première récolte de données sur ces stations : il n'y a donc pas encore de comparatif possible.

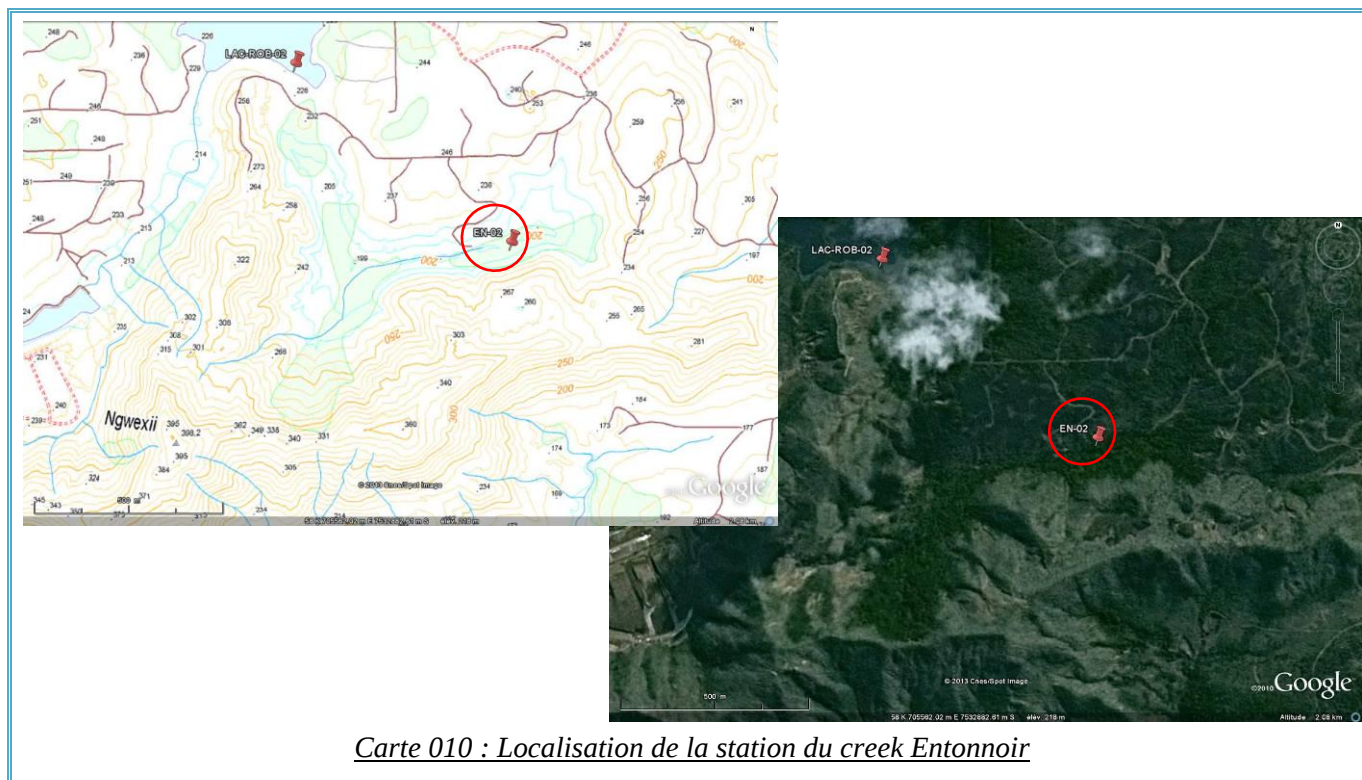
Les densités et les richesses taxonomiques baissent pour les 2 stations entre les 2 campagnes et sont à des niveaux moyens à faibles. Les indices EPT suivent cette même évolution et sont très bas (1 à 4 au mieux). Par ailleurs, aucun éphéméroptère n'a été récolté.

Pour la 2^{ème} campagne, les indices d'équitabilités sont bons et en légère progression pour DOL-WX-03 (0.72 puis 0.89) et en forte hausse pour DOL-XW-02 (0.21 puis 0.74).

Les IBNC et IBS qui ne sont donnés qu'à titre indicatif (par ailleurs : 1 échantillon seulement comprenait plus des 7 taxa indicateurs nécessaires) sont variables : eau de qualité passable à bonne pour le 1^{er} et très mauvaise à passable pour le second.

Il est difficile de dégager une tendance pour les eaux de cette doline qui ne semblent que de très moyenne, voir de faible qualité. Il faudra surveiller les prochains échantillonnages.

5.8 Bassin versant du creek Entonnoir



Carte 010 : Localisation de la station du creek Entonnoir

Une station de suivi (EN-02) est placée sur ce creek, un peu particulier : assez court (dans les 1 km), il n'a pas d'embouchure car il disparaît sous terre. La station est située (avec la station de jaugeage) dans sa partie finale (à l'est) juste avant cette perte. Elle est sous influence des impacts des activités minières. Elle a été échantillonnée lors de la campagne de juin. C'était la première récolte de données sur cette station : il n'y a donc pas encore de comparatif possible.

Pour les seules données existantes (1 campagne), tous les paramètres sont faibles (densités, richesse taxonomique) à mauvais (indice EPT, Equitabilité), jusqu'à l'IBNC qui donne des eaux de mauvaise qualité et l'IBS de très mauvaise qualité.

Donc, en juin, la qualité des eaux n'étaient pas propice à l'établissement d'une communauté de macro-invertébrés benthiques diversifiée et en équilibre. Et ce, malgré la végétation rivulaire en très bon état. L'absence d'eau en mai indique peut-être que cette partie de creek (ou le creek dans sa globalité ?) n'est pas pérenne et cela pourrait alors expliquer ces mauvais résultats. Cette station doit être suivie attentivement.



6 Conclusion

Globalement, les 2 campagnes d'inventaires qui ont été réalisées en mai et juin, avaient des conditions météorologiques correctes.

Elles correspondaient à la fin de la saison humide, avec un fort événement pluviométrique précédent en mars (près de 890 mm) et un cumul mensuel en juin à près de 240 mm, alors qu'il était sous 110 mm en mai.

Les paramètres physico-chimiques mesurés lors de ces 2 campagnes d'inventaires sont, dans l'ensemble, dans les gammes de valeurs attendues et semblent globalement stables. Les écarts comme certaines mesures de turbidité en juin peuvent s'expliquer par les conditions météorologiques.

Dans l'ensemble, les communautés de macro-invertébrés benthiques paraissent être dans des conditions d'équilibre plutôt moyen à faible.

Il ne se dégage pas de tendance majeure d'évolution entre les 2 campagnes : les variations sont soit dans un sens soit dans l'autre selon les stations ou les paramètres.

Par rapport à 2011, quand la comparaison est possible, il y a soit stabilité, soit légère baisse des résultats.

Ce rapport ne présente les résultats que de 2 campagnes de mesure au mieux (certaines stations n'ayant été échantillonnées qu'une fois et même pour la 1^{ère} fois en 2012) et doit donc être considéré sur cette base faible de données. Il devra être et sera complété par les inventaires de l'année 2013.



Annexe 01 : Méthodologie pour le prélèvement de macrofaune benthique et les calculs d'indices biologiques

Généralité

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, ces indices biotiques sont intéressants car ils intègrent et mémorisent, sur des périodes plus ou moins longues, l'impact des variations passées et présentes du milieu sur les espèces vivantes. Ils sont complémentaires des analyses chimiques dont les données sont ponctuelles et susceptibles de variations rapides au cours du temps.

En effet, les résultats des analyses physico-chimiques témoignent de la composition de l'eau au moment de l'échantillonnage, alors que les analyses biologiques reflètent elles, la composition moyenne de l'eau de la période précédente (durée de quelques mois, variable selon les espèces et surtout les milieux).

Les méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux sont généralement employées pour contrôler et suivre la qualité d'un cours d'eau. Elles peuvent également servir lors de l'aménagement de sites et au cours d'études d'impact d'une industrie ou d'une installation classée en milieux aquatiques. **Appliquée comparativement** (par exemple en amont et en aval d'un rejet ; avant puis pendant l'exploitation), **la méthode permet d'évaluer, dans les limites de sa sensibilité, l'effet d'une perturbation sur le milieu récepteur.**

Terrain

Le protocole d'échantillonnage des communautés benthiques est strict et précis et a été effectué en respectant toutes les préconisations du document n° 99 PACI 0027⁴ ainsi que celui édité par les Directions de l'environnement des Provinces Nord et Sud⁵.

Les étapes clés sont :

- l'utilisation de filets Surber (maille de diamètre 250 µm ; surface unitaire d'échantillonnage 0,05 m²) dans les environnements lotiques (cf. [figure A](#)),
- l'échantillonnage de 5 micro-stations par station (multiplicité des habitats et des débits),
- la fixation et la conservation des échantillons.

Sur le terrain, à chaque station d'étude, plusieurs paramètres physiques, chimiques et mésologiques permettant de définir les conditions environnementales du milieu sont relevés.

⁴ Mary N., 1999. Caractérisations physico-chimique et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macroinvertébrés benthiques. Thèse de doctorat, Nouméa, Nouvelle-Calédonie: Université Française

⁵ Mary N., 2000. Protocole de détermination de l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC). Ministère de l'Environnement, Provinces Nord et Sud de la Nouvelle-Calédonie. 6 p



Une fiche normalisée est alors remplie décrivant la station et reprenant ces paramètres au moment de l'échantillonnage (conditions climatiques, préleveur, granulométrie du substrat, pente, vitesse du courant, recouvrement des berges, etc) ainsi que les mesures *in situ* des paramètres ambiants de l'eau. En effet, en préalable aux échantillonnages de macro-faune, des mesures *in situ* sont réalisées en sub-surface (pH, température, conductivité, oxygène dissous en % et en mg/l et turbidité).

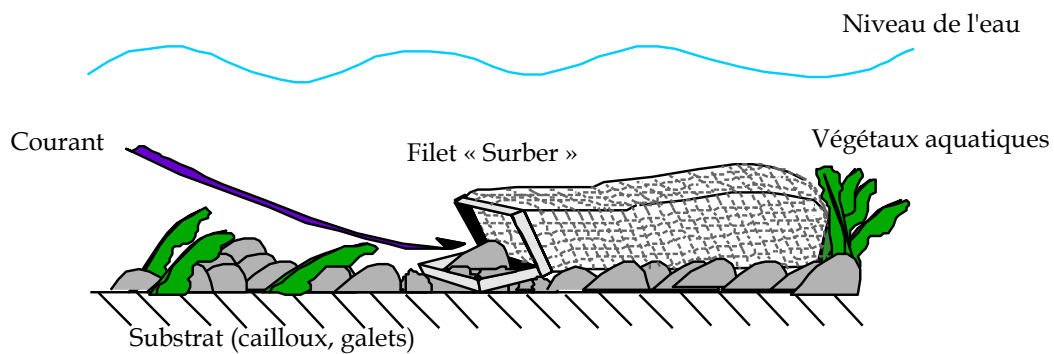


Figure A : Schéma de principe et photographie sur le terrain de prélèvement de macrofaune benthique avec l'échantillonneur de type « Surber »

Laboratoire

Etape 1 = le tri

Au laboratoire, dans un premier temps, les invertébrés récoltés (de taille supérieure à 250 μm) sont triés (séparation avec la matière organique ou minérale prélevée en même temps sur le terrain : cf. [figure B](#)) au moyen d'une loupe trinoculaire (appareil avec un troisième objectif permettant le montage d'un appareil numérique pour la projection sur ordinateur et la prise de photographies ou de films).

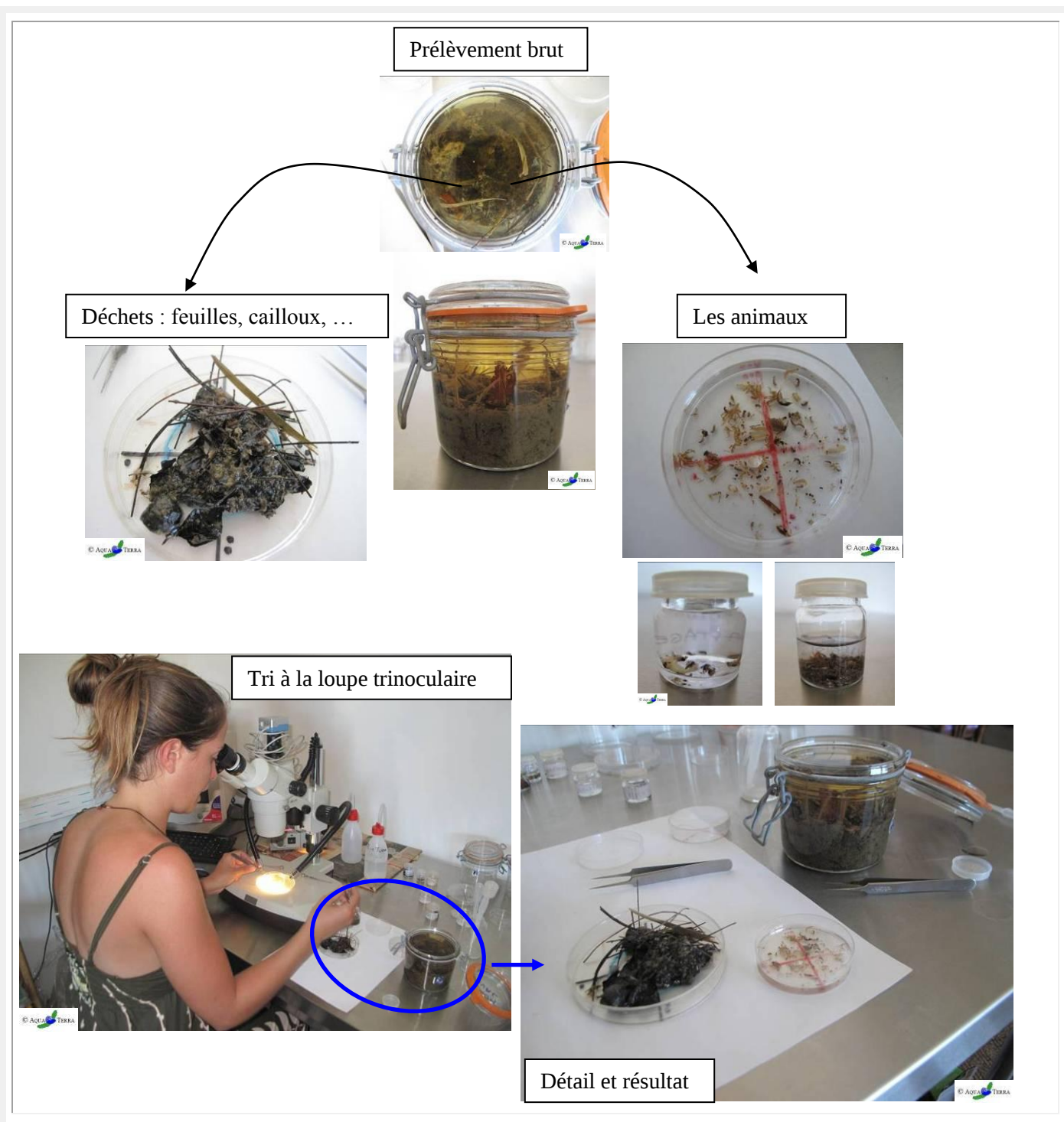


Figure B : Principes de l'étape du tri

Laboratoire

Etape 2 = la détermination

Les spécimens sont ensuite comptés et déterminés (cf. [figure C](#)).

Ils sont identifiés au niveau taxinomique le plus bas possible (ordre, famille, genre ou espèce, selon la liste de référence⁶) grâce à une loupe trinoculaire ou à un microscope le cas échéant.

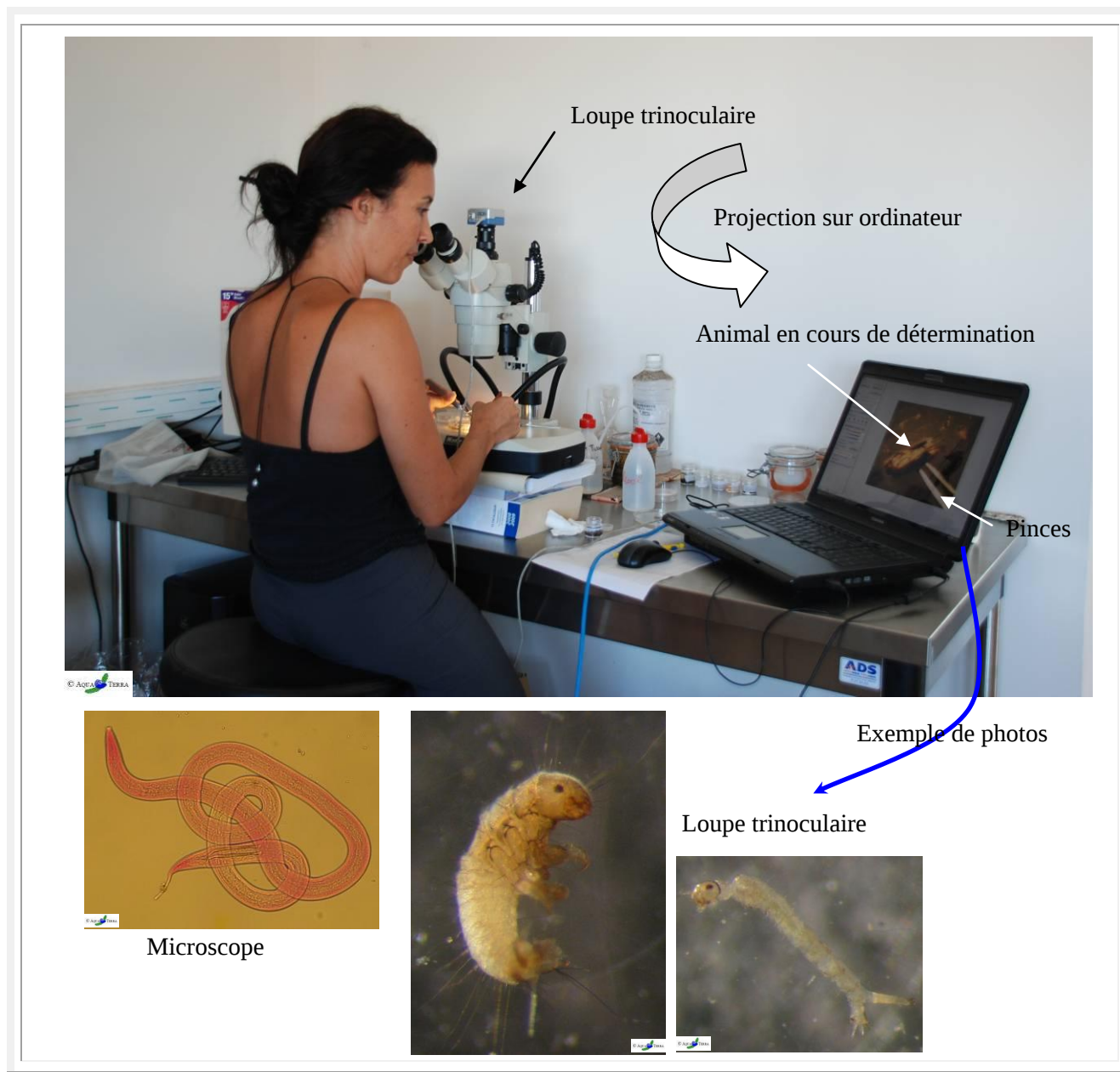


Figure C : Principes de l'étape de la détermination

⁶ Mary N., 2000. Guide d'identification de la macrofaune des invertébrés benthiques des rivières de la Nouvelle-Calédonie. Ministère de l'Environnement, Service de l'Eau (Paris), Province Nord et Province Sud de la Nouvelle-Calédonie. 92p

Les abondances brutes (nombre d'individus) sont ensuite regroupées en classe d'abondance (cf. [tableau A](#)).

Tableau A : Classe d'abondance pour les macro-invertébrés benthiques

ABONDANCE BRUTE (NB. INDIVIDUS)	CLASSE D'ABONDANCE
1 à 3	1
4 à 20	2
21 à 100	3
100 à 500	4
> 500	5

Calculs

Une fois le listing établi, différents calculs peuvent alors être réalisés.

Ils se classent en deux grandes catégories : les indices de diversité des peuplements et les indices biotiques. Quelques exemples et explications sont donnés ci-dessus.

Indices de diversité des peuplements

Le nombre total de taxons (richesse taxonomique)

C'est une mesure simple de la qualité d'un milieu. Une augmentation de ce paramètre suggère que le biotope est favorable au développement de nombreuses espèces⁷. En effet, dans un milieu non perturbé, les communautés sont relativement diversifiées (richesse spécifique élevée et uniformité de distribution). A l'inverse, les stress qui surviennent (pollutions diverses, aménagement du lit de la rivière, ...) ont en général pour conséquence la réduction de la diversité spécifique, les conditions de vie devenant difficiles pour certaines espèces.

On parle ici de richesse « taxonomique » plutôt que « spécifique », car la détermination des individus ne descend pas jusqu'à l'espèce le plus souvent et s'arrête à différents niveaux taxonomiques (famille, genre, ... selon les groupes).

Le nombre de taxons en Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (indice EPT)

Le nombre de taxons en Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) est un indice couramment utilisé par les Anglo-saxons en matière de bioindication dans l'évaluation de la qualité des milieux¹. Une diminution du nombre de ces taxons généralement considérés comme sensibles à la pollution indique une perturbation. Aucune larve de Plécoptère n'ayant été récoltée en Nouvelle-Calédonie, l'indice EPT ne totalise en fait que le nombre de taxons en Ephéméroptères et en Trichoptères.

Les valeurs moyennes en ET(P) (Ephémères et Trichoptères) les plus élevées (12 à 18 taxons) se situent au niveau des stations où la richesse spécifique est la plus importante (ruisseaux forestiers) et sur les stations peu perturbées par les pollutions organiques. Les cours inférieurs des rivières et les stations sur des péridotites altérées présentent des valeurs faibles (inférieures à 5), les stations urbaines polluées des valeurs nulles.

Par ailleurs, l'EPT et la richesse spécifique ont une relation linéaire négative avec l'altitude.

C'est un indice qui est simplement qualitatif et permet donc une évaluation temporelle : une diminution du nombre de ces taxons, généralement considérés comme sensibles à la pollution organique, indique une perturbation.

Cet indice ainsi que la richesse taxonomique permettent une différenciation globale des sites : les plus fortes valeurs ont été relevées sur les stations les moins perturbées des rivières (cours supérieurs). Cependant, les stations non perturbées du nord-est du Territoire ont des indices équivalents à ceux de certains cours inférieurs et moyens proches d'habitations ou de tribus.

Indices biotiques

L'IBNC (Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie)

⁷ Resh V.H. & Jackson J.K., 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using macroinvertebrates. In : Rosenberg D.M. & Resh V.H. (eds) Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall NY, 195-233

L'IBNC a été élaboré lors d'un travail de thèse présentée en 1999, par N. MARY⁸. Ce travail s'est appuyé sur différents indices (de diversité et biotiques) existants déjà (dont l'IBGN français, le MCI de Nouvelle-Zélande et le SIGNAL d'Australie). Il a été adapté afin d'être directement applicable aux rivières de Nouvelle-Calédonie. C'est donc un indice biotique original et spécifique au Territoire.

L'IBNC se réfère à 66 taxons fréquemment rencontrés auxquels il a été attribué un score en fonction de leur sensibilité aux matières organiques. Il permet donc de détecter des pollutions organiques, en milieu courant. C'est donc une méthode biologique d'évaluation indirecte de la qualité des eaux des rivières.

Une fois le listing taxonomique réalisé, un score est attribué aux taxons pris en compte pour l'IBNC (cf. [tableau C](#)).

Ce score (compris entre 1 et 10) est 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, DBO₅). Les taxons les plus polluo-sensibles ont les scores les plus élevés.

L'IBS (Indice BioSédimentaire)

Ce nouvel indicateur a été développé en 2007 par N. MARY et HYTEC⁹ afin de pouvoir répondre à la problématique de la dégradation possible de la qualité de l'eau des rivières calédoniennes par le transport solide sédimentaire.

L'IBS concerne les milieux d'eau courante peu profonds (de l'ensemble de la Grande Terre et des îles Bélep) et il repose sur la même procédure d'échantillonnage que l'IBNC en se basant également sur le principe des scores : L'IBS se réfère à 56 taxons fréquemment rencontrés auxquels un score a été attribué en fonction de leur sensibilité à la présence de dépôts latéritiques sur le substrat.

Comme pour l'IBNC, une fois le listing taxonomique réalisé, un score est attribué aux taxons pris en compte pour l'IBS (cf. [tableau B](#)).

L'IBS est élaboré pour évaluer les perturbations de type mécanique générées par les particules sédimentaires, fines en particulier, dans les cours d'eau drainant des terrains à dominante ultrabasique.

Tableau B : Scores de sensibilité des taxons indicateurs des indices biotiques

Taxon	Score IBNC	Score IBS	Taxon	Score IBNC	Score IBS	Taxon	Score IBNC	Score IBS
Plathelminthes	3	9	Papposa	/	10	Limoniidae	4	5
Nématodes	1	3	Paraluma	/	4	Psychodidae	4	10
Némertiens	3	7	Poya	10	/	Simulidae	/	6
Oligochètes	3	2	Simulacala	7	7	Syrphidae	1	/
Achètes	2	/	Tenagophila	10	9	Tabanidae	5	3
Mollusques			Tindea	9	7	Trichoptères		
Neritidae	5	/	Odonatoptères			Ecnomidae	8	4
Hydrobiidae	5	4	Corduliidae	5	/	Hydroptilidae	5	3
Melanopsis	6	5	Isostictidae	7	7	Helicophidae	9	/
Melanoides	3	/	Libellulidae	5	3	Helicopsychidae	8	8
Gyraulus	6	/	Megapodagrionidae	9	6	Hydrobiosidae	7	6
Physastra	3	/	Synthemistidae	6	8	Kokiriidae	10	/
Crustacés			Hétéroptères			Leptoceridae		
Amphipodes	8	7	Veliidae	7	6	N. gen. D sp.	9	/
Atyidae	5	/	Diptères			N. gen. F sp.	/	10
Hymenostomatidae	5	/	Blephariceridae	10	4	Gracilipsodes	7	8
Ephéméroptères			Ceratopogoninae	6	3	Symphitoneuria	9	9
Amoa	8	9	Forcipomyiinae	8	8	Oecetis	6	6
Celiphlebia	7	8	Chironomini	4	4	Triplectides	6	8
Fasciamirus	7	9	Chironomus	1	4	Philopotamidae	9	9

⁸ Mary N., 1999. Caractérisations physico-chimique et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macroinvertébrés benthiques. Thèse de doctorat, Nouméa, Nouvelle-Calédonie: Université Française

⁹ Mary N. & Hytec, 2007. Mise en place d'un indice biologique spécifique aux terrains miniers en Nouvelle-Calédonie. Rapport réalisé pour la Province Sud, la Province Nord et la DAVAR. 120p



<i>Kouma</i>	8	9	<i>Harrisius</i>	6	4	Polycentropodidae	8	6
<i>Lepegenia</i>	10	8	<i>Corynoneura</i>	6	7	Coléoptères		
<i>Lepeorus</i>	6	7	Orthoclaudiinae	2	4	Dytiscidae	8	/
NG4	7	10	Pseudochironomini	8	9	Scirtidae/Helodidae	/	7
<i>Notachalcus</i>	6	8	Tanypodinae	5	/	Hydraenidae	8	7
<i>Oumas</i>	9	7	Dixidae	9	9	Hydrophilidae	5	5
<i>Ounia</i>	9	9	Empididae	8	6			

L'IBNC comme l'IBS peut alors être calculé :

$$\text{indice} = 1/n \sum_{i=1}^n S_i$$

avec n : nombre de taxons indicateurs et S_i : score du taxon i

A chaque notes calculée, une qualité de l'eau peut alors être attribuée (cf. [tableau C](#)).

Tableau C: Seuils pour le calcul de la qualité de l'eau

Indice Biotique (IBNC)	Indice BioSédimentaire (IBS)	Qualité de l'eau
$IBNC \leq 3.50$	$IBS \leq 4.25$	Très mauvaise
$3.50 < IBNC \leq 4.50$	$4.25 < IBS \leq 5.00$	Mauvaise
$4.50 < IBNC \leq 5.50$	$5.00 < IBS \leq 5.75$	Passable
$5.50 < IBNC \leq 6.50$	$5.75 < IBS \leq 6.50$	Bonne
$IBNC > 6.50$	$IBS > 6.50$	Excellente

NB : Ces indices ont été mis au point pour des milieux lotiques. Par ailleurs, la richesse taxonomique est un élément indispensable à considérer pour expliquer une note indicielle. L'expérience en Nouvelle-Calédonie montre que dans les stations où un faible nombre de taxa indicateurs est récolté, les notes indicielles IBNC et IBS peuvent être incohérentes et difficilement interprétables. Un seuil empirique de 7 taxa indicateurs a donc été fixé pour le calcul des notes IBNC et IBS : si le nombre de taxons indicateurs prélevé sur une station est strictement inférieur à 7, il n'est pas conseillé de calculer les indices IBNC et IBS.

Milieu marin : états initiaux & suivis, échantillonnage terrain : courantologie, substrat (LIT), benthos & coraux, poissons (TLV), prélèvements eau & sédiment. Toutes les méthodes du guide du CNRT. Dossier DAODPM

Milieu eaux douces : états initiaux & suivis avec prélèvements eau & sédiment et faune benthique. **Indices biotiques** (dont IBNC et IBS), indice EPT, structure des populations ...

Plans de restauration et de réhabilitation : milieu marin (récifs), mangroves et rivières

Gestion de la flore et écologie : états initiaux, **inventaires floristiques**, zonation de formations végétales, études d'impact, plans de conservation, **plans de restauration**, revégétalisation de sites miniers, génie végétal, valorisation du milieu naturel, **Maitrise d'œuvre** / suivi de chantier en revégétalisation

Mines et carrières : techniques minières, exploitation, **fermeture de site** (gestion des eaux, terrassement, revégétalisation), **gestion des eaux** (audit, conception d'ouvrages, plans), dossiers de **Demande d'Autorisation d'Exploitation** nouvelle ou en régularisation selon le nouveau Code Minier, **Demande de Travaux de Recherche** selon le nouveau Code minier, ICPE, hydrologie et hydrogéologie, **Maitrise d'œuvre** / **suivi de chantier** en terrassement, gestion des eaux et revégétalisation

Etudes Environnementales, ICPE, EFE, EI, DAODPM : dans les domaines des déchets, des projets industriels, des projets d'aménagement, des projets en milieu naturel (maritime, dulçaquicole ou terrestre), pour la conception de projet dans un but de développement durable (aménagements aquatiques, écotourisme, épuration biologique des eaux, rédaction de plan HSE, suivi de chantier, de certification, ...)

Formation, sensibilisation, management : environnement, normes, réglementations, audits internes, **Management qualité** – Norme ISO 9001, **Management environnemental** – Norme ISO 14001