



Suivi annuel de la qualité biologique des eaux de surface du site de Vale NC. Année 2010



Dr DOMINIQUE Yannick (PhD in Ecotoxicology of aquatic systems)

Année 2010

AVANT-PROPOS

Conformément à sa politique environnementale et à celle de sa maison mère Vale, Vale NC adhère au concept de développement durable tel que défini au sommet de la Terre de Rio en 1992. De plus en accord avec les principes de conservation de la biodiversité énoncés entre autre dans le guide de bonnes pratiques environnementales¹ élaboré par le Conseil International des Mines et des Métaux (ICMM), conseil dont Vale est membre, Vale NC a entrepris depuis 1992 une série d'études visant à caractériser la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes de la zone d'influence du projet minier et métallurgique du Grand Sud. Ces études visant au départ à caractériser l'état initial du site afin d'identifier les enjeux environnementaux, les impacts du projet et les mesures réductrices et/ou compensatoires à mettre en œuvre, a conduit à l'élaboration de plans de suivi environnementaux spécifiques à chaque problématique rencontrée. Ces plans dont le principal objectif est d'évaluer au cours des différentes phases du projet (construction, exploitation, fermeture), les impacts résiduels du projet sur son environnement immédiat et éloigné, permettent également d'approfondir les connaissances sur la biodiversité et le fonctionnement des différents systèmes tant abiotiques que biotiques composant l'écosystème du Grand Sud Calédonien.

Concernant le milieu dulçaquicole, suite à la caractérisation des écosystèmes des différents creeks présents au sein de la zone d'influence du projet, Vale NC a mis en place un plan de surveillance. Ce plan de surveillance basé initialement sur le suivi de trois stations localisées sur le Creek de la Baie Nord (station 6-T), le creek Kadji (Station 5-E) et le creek Kwé (station 1-E), a été étoffé dans le cadre des différentes demandes d'autorisation d'exploitation faites au titre des ICPE². Ainsi, plusieurs stations furent ajoutées et des fréquences de suivi furent modifiées dans le cadre de l'obtention de l'arrêté n°1228-2002/PS du 25 septembre 2002, modifié par l'arrêté n°541-2006/PS du 6 juin 2006 autorisant l'exploitation de la station d'épuration du site, ainsi que de l'arrêté n°890-2007/PS du 12 juillet 2007 relatif aux utilités de la centrale électrique au charbon sises lot n°59 et n°49 section Prony-Port Boisé, au lieu dit Goro, commune du Mont-Dore.

De même, fin 2007 et pour l'année 2008, dans le cadre de la révision de son plan de suivi environnemental, Vale NC décida d'augmenter le nombre de stations de suivi sur son

¹ Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity (Guide des Bonnes pratiques environnementale) : Guide établi par l'International Council of Mining and Metals (ICMM) regroupant les 16 plus grandes sociétés minières, ainsi que 25 associations soustraitantes

² ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'environnement.

Année 2010

site, afin que le plan susmentionné englobe la majorité des cours d'eau présent dans la zone d'influence du projet. Ce nouveau plan de suivi se composait au total de 9 stations réparties sur le bassin versant du creek de la Baie Nord, du creek Kadji et du creek Kwé.

A partir de 2009, afin d'intégrer les compléments demandés à son plan de suivi révisé, les directives de l'article 7 des prescriptions techniques annexées à l'arrêté d'autorisation n°575-2008/PS du 6 mai 2008 relatif à l'unité d'épuration de la base-vie, ainsi que pour intégrer les directives de l'arrêté n°1467-2008/PS du 9 octobre 2008 relatif à l'exploitation de l'usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt ce plan de suivi fût modifié, deux nouvelles stations de suivi furent intégrées (6-U et Dol-11).

En 2010, la doline (Dol-10) localisée au sud de la Station d'épuration de la base vie a été ajoutée au réseau de suivi par l'industriel afin de répondre à la demande de l'arrêté n°11479-2009/PS du 13 novembre 2009 relatif à l'exploitation des deux installations de traitements des eaux usées dénommées STEP 5 et STEP 6.

Notons d'autre part que le plan de surveillance des milieux dulçaquicoles énoncé ci-dessus, constitue d'ors et déjà un plan de suivi tel qu'énoncés par l'annexe XVI de l'arrêté n°1467-2008/PS du 9 octobre 2008, qui demande à l'industriel, dans le cadre de l'élaboration d'une démarche pour la conservation de la biodiversité, la mise en place d'un plan de suivi de la qualité des eaux de surface.

Afin de répondre également à son engagement d'établir un plan d'actions opérationnel de conservation de la diversité biologique intégrant notamment la protection de l'écosystème aquatique de la rivière « Trou Bleu », Vale NC, intégra la station 3-C localisée au droit de ce creek, à son plan de surveillance, tel que précisé dans l'annexe 6.2 de la Convention annexée à la délibération n°27-2009/APS du 20 mars 2009, fixant les modalités techniques et financières de la démarche susmentionnée. Signalons toutefois, que contrairement au suivi semestriel énoncé par l'annexe susmentionnée, c'est un suivi trimestriel qui a été initié en 2009 afin d'approfondir la connaissance des cycles saisonniers des invertébrés benthiques et essayer d'identifier les facteurs naturels régulant ces derniers (températures, pluviométrie,...). En adéquation avec l'annexe 8.1 relatif au programme d'actions 2009-2013, afin de caractériser la faune d'invertébrés benthiques du creek « Trou Bleu », le suivi initié en 2009 et poursuivit en 2010 a permis de suivre l'évolution saisonnière des communautés de macroinvertébrés benthiques au sein d'un hydrosystème non influencé par l'activité industrielle ou par une autre activité anthropique. Ce suivi a permis de disposer de données de référence pour l'interprétation des données de suivi acquises le long du bassin versant de la Kwé, bassin localisé à priori au sein de la même hydroécocorégion (HER) que le creek Trou

Année 2010

Bleu. Ce point sera confirmé ou infirmé suite à la caractérisation des différentes HERs de niveau 1 et 2 en cours d'élaboration à l'échelle du territoire³.

Précisons enfin, que l'ensemble de cette démarche actée au travers de la convention susmentionnée, est en adéquation avec le plan d'action Outre Mer de la France⁴ visant à mettre en place sa stratégie nationale pour la Biodiversité (programmation 2008-2010), élaborée suite aux engagements pris lors du sommet mondial pour le millénaire de Johannesburg (2002), engagements visant à engager des efforts permettant la réduction du rythme d'appauvrissement de la diversité biologique observé à l'échelle planétaire d'ici l'horizon 2010.

Le présent document constitue le rapport annuel de suivi de la qualité biologique au travers de l'étude du benthos, des eaux de surface du site de Vale NC pour l'année 2010. Il intègre également les résultats des études initiées en 2009 et poursuivies en 2010 sur les communautés benthiques du creek « Trou Bleu ».

³ Convention d'étude DAVAR/DENV-Biotop/Asconit

⁴ Notons toutefois que les collectivités d'outre mer dont la Nouvelle-Calédonie, relevant de l'article 74 de la constitution, ne sont pas concernées par les dispositions communautaires en matière de protection des espèces et des habitats. Il leur est toutefois conseillé de mettre en place un cadre juridique équivalent afin de gérer et maintenir leur biodiversité et d'intégrer à leur politique de développement les nécessaires préservation et gestion durable de la biodiversité.

Année 2010

SOMMAIRE

<u>1</u>	<u>METHODE D'ECHANTILLONNAGE</u>	<u>5</u>
1.1	PRELEVEMENT	5
1.2	CONSERVATION DES ECHANTILLONS	6
1.3	COLLECTE DES DONNEES AFFERENTES A LA STATION	6
1.4	DETERMINATION TAXONOMIQUE DES ECHANTILLONS	7
1.5	SUIVI DES COMMUNAUTES	8
<u>2</u>	<u>PLAN DE SUIVI DES EAUX SUPERFICIELLES</u>	<u>10</u>
2.1	LE BASSIN VERSANT DU CREEK DE LA BAIE NORD	10
2.2	LE BASSIN VERSANT DU CREEK KADJI	18
2.3	LE BASSIN VERSANT DU CREEK KWE	19
2.4	LES DOLINES	27
<u>3</u>	<u>PLAN D'ACTION OPERATIONNEL DE LA CONSERVATION DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE : LE CREEK TROU-BLEU</u>	<u>32</u>
<u>4</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>35</u>

1 METHODE D'ECHANTILLONNAGE

1.1 PRELEVEMENT

Au regard de la physionomie des cours d'eau calédonien, des études menées précédemment sur la macrofaune benthique de Nouvelle-Calédonie et afin d'être en mesure de fournir à titre indicatif la note IBNC le matériel suivant a été utilisé :

- **Filet Surber :** Le filet surber est constitué d'un cadre métallique qui se déplie en deux sections. Une section sert de support pour le filet à petite maille et l'autre section sert pour délimiter la parcelle échantillon. La section de la parcelle échantillon est de 30 cm par 30 cm, soit 900 cm². La méthode de travail consiste à placer le filet face au courant et à frotter l'ensemble des roches contenues dans la parcelle échantillon.
- **Filet troubleau :** Le filet troubleau est constitué d'un cadre métallique relié à un manche de bois. Le cadre métallique a une dimension de 40 cm par 15 cm. Sur ce cadre nous retrouvons un filet à petite maille. La méthode de travail consiste à déplacer le filet sur une distance de 2 m.

L'utilisation de l'ensemble du matériel précité a permis l'application de la méthodologie définie par Mary en 1999 (N. Mary, 1999) et validée par la DAVAR pour le calcul de l'IBNC. Cette méthodologie consiste à effectuer 5 prélèvements par station, en milieu lotique. Précisons ici que par milieu lotique nous entendons toute masse d'eau courante telle que les creeks calédoniens par opposition aux masses d'eau stagnantes (Doline, lac naturel ou artificiel, marais,...) qualifiées de milieux lenthiques. Les 5 prélèvements effectués sont représentatifs de l'ensemble des couples substrats/vitesses présents sur la station et ont donc systématiquement intégrés la présence de mouilles (zones calmes au sein des écoulements lotiques), nous permettant ainsi de caractériser l'ensemble des taxa présents au sein des différents microhabitats de l'écosystème aquatique.

Le transect échantillonné sur la station présente une longueur égale à environ 10 fois la largeur du cours d'eau. Nous nous sommes assuré qu'à chacune des stations de suivi ce ratio nous permettait d'intégrer l'ensemble des faciès se succédant le long d'une séquence morphodynamique type de cours d'eau (radier-plat-mouille). Le transect débute au droit d'un faciès et se termine dans la mesure du possible au droit du même faciès. Cela nous a donné généralement la séquence suivante (Cascade ou radier-plat-mouille-cascade ou radier)

En ce qui concerne le stockage des échantillons, la méthodologie IBNC prévoyait initialement que les 5 prélèvements soient regroupés au sein d'un seul et même flacon sur lequel sont reportés le nom de la station, la date et le nom du préleveur. Cette méthodologie a

Année 2010

récemment été revue par N. Mary pour **le calcul de l'indice biosédimentaire**. En effet, les 5 prélèvements afférents à une station sont maintenant conditionnés dans des flacons séparés, afin de permettre le calcul du dit indice. Précisons que ce nouvel indice, en cours d'agrément par la DAVAR, est destiné à détecter les pollutions de type minérale liées à l'activité minière (augmentation du taux de MES suite à au défrichement et exploitation des sols et sous-sols).

1.2 CONSERVATION DES ECHANTILLONS

L'ensemble des échantillons collectés a immédiatement été conditionné sur le terrain dans des flacons propres en polypropylène, contenant une solution d'éthanol à 95° diluée⁵. Chaque flacon a été complètement rempli de cette solution. Un morceau de coton a été placé entre le bouchon et la solution, afin d'éviter la présence de bulle d'air. Cette technique permet de préserver au mieux l'intégrité des spécimens collectés (évite que les appendices⁶ : pattes, branchies, cerques, antennes, soient cassés lors du transport). Ces échantillons sont également placés à l'abri du rayonnement solaire, susceptible d'accélérer la décoloration des échantillons. Suite à leur détermination l'ensemble des spécimens sont stockés toujours dans de l'alcool à 95°, au sein de tubes à hémolyse de 5 ml. Cette méthode permet de conserver à long terme les échantillons collectés.

1.3 COLLECTE DES DONNEES AFFERENTES A LA STATION

Au niveau de chaque station les paramètres mésologiques suivants ont été relevés :

- Pourcentage d'ombre ;
- Type de végétation riveraine et pourcentage de recouvrement des berges ;
- Physionomie des berges (de la pente, substrat) ;
- Présence de racine, de matière organique ;
- type du substrat mouillé (sable, galet, roche mère, cuirasse,...) ;
- largeur du lit mineur, du lit majeur ;

Les paramètres abiotiques suivant seront également mesurés :

- température ;
- concentration en oxygène dissous (ppm et %) ;
- conductivité ;
- le pH.

⁵ Ce mode de conservation permet de garder les bêtes collectées en état pendant plusieurs décennies, permettant ainsi un retour *a posteriori* sur l'échantillon si nécessaire.

⁶ Les appendices sont des éléments importants permettant la détermination taxonomique des spécimens collectés.

Année 2010

L'ensemble de ces données sera compilé au sein de fiches techniques terrain normalisées. A partir de septembre 2010, une description des stations a été faite à l'aide des fiches type de terrain fournies par le CEMAGREF pour les échantillonnages des Réseaux de Contrôle et de suivi métropolitains. Par défaut, les codes SANDRE décrivant les substrats et classes de vitesses échantillonnées ont été conservés dans l'attente d'une codification locale.

1.4 DETERMINATION TAXONOMIQUE DES ECHANTILLONS

Les macroinvertébrés ont été observés séparément sous une loupe binoculaire et identifiés sur la base de pièces anatomiques spécifiques (labium, maxille, mandibules, pattes, griffes tarsales, ...), à l'aide du « *guide pratique d'identification des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau calédoniens* ».

Cette détermination a été effectuée en Nouvelle-Calédonie par le Dr Ecotoxicologie Dominique Yannick⁷, spécialisé notamment sur la faune benthique tropicale et équatoriale.

Au niveau de la détermination des échantillons, notre société a mis en place un protocole **AQ/CQ** afin de garantir la validité de l'identification taxonomique, base de l'étude de la dynamique des populations de macroinvertébrés benthiques. Ce protocole repose sur une double détermination effectuée entre notre laboratoire (Dr Dominique Yannick) et le laboratoire de l'antenne Toulousaine de notre partenaire Asconit Consultants. Ce protocole établi depuis plus de un an maintenant, garantit la qualité de nos résultats à nos clients.

La liste faunistique a été établie pour chaque station. Cette liste indique pour chaque *taxon*:

- le nombre d'individu collecté ;
- la richesse taxonomique (N : nbre de taxon et D : indice de Margalef)
- la diversité biologique (H' : indice de Shannon et E : indice d'équitabilité de Pielou)
- l'abondance relative ;
- le score IBNC et IBS.

⁷ Elaboration de la clé de détermination des macroinvertébrés de Guyane française (Orth, Dominique et Thomas, 2000).

Description de plus de dix espèces nouvelles et de deux genres nouveaux d'invertébrés aquatique pour la science.

Année 2010**1.5 SUIVI DES COMMUNAUTES****1.5.1 INDICE DE DIVERSITE**

La diversité des éléments d'une communauté est un concept qui recouvre deux aspects distincts :

- le nombre de taxons recensés (familles, genres ou espèces) ;
- la régularité de la répartition numérique des taxons dans l'inventaire : les différents taxons présentent-ils une fréquence d'occurrence voisine ou non ?

La diversité d'une communauté est donc un bon « miroir » de son état de santé, une communauté monospécifique étant souvent synonyme d'un dysfonctionnement de l'écosystème.

Les indices de diversité suivants seront calculés pour chaque station :

- Richesse spécifique (N = nombre total de taxon et D : indice de Margalef) ;
- L'indice de diversité de Shannon et Weaver : cet indice qui n'est autre que l'entropie de l'échantillon possède donc qualitativement et quantitativement les propriétés requises pour traduire les deux aspects de la diversité exposés ci-dessus.
- L'indice d'équitabilité de Pielou.

Le complément méthodologique ci-après expose de manière détaillée les indices de diversité et de similitudes utilisés.

1.5.2 INDICE DE SIMILITUDE

Comme mentionné précédemment, deux des six stations étudiées font l'objet d'un suivi régulier de la part de VALE NC. Les résultats obtenus lors de cette campagne ont donc pu être comparés aux données acquises précédemment afin de quantifier l'impact de l'incident sur les communautés benthiques du creek.

Pour ce faire les méthodes suivantes seront utilisées :

- Calcul de l'indice de similitude de Jaccard ;
- Calcul du coefficient de perte des communautés ;

Outre ces deux méthodes, l'évolution temporelle de la biomasse sera également étudiée.

Année 2010**Complément méthodologique 1 :****1.1 : La diversité taxinomique.**

La diversité des éléments d'une communauté est un concept qui recouvre deux aspects distincts :

- le nombre de taxons recensés (familles, genres ou espèces) ;
- la régularité de la répartition numérique des taxons dans l'inventaire : les différents taxons présentent-ils une fréquence d'occurrence voisine ou non ?

La diversité d'une population peut être caractérisée par un descripteur numérique : l'indice de diversité. Parmi les divers indices de diversité élaborés, l'indice de Shannon (Shannon et Weaver, 1963), qui n'est autre que l'entropie de l'échantillon et de ce fait possède qualitativement et quantitativement les propriétés requises pour traduire les différents aspects exposés ci-dessus de la diversité d'une population, a été choisi. Cet indice noté H' , se calcule selon la formule :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

où p_i est la proportion d'individus de chaque taxon, soit sa fréquence d'occurrence dans la population.

H' prend sa valeur minimale pour un nombre donné d'espèces lorsqu'une seule est représentée par plus d'un individu, toutes les autres étant présentes en un seul exemplaire et sa valeur maximale lorsque toutes les espèces sont équi-représentées.

En milieu naturel, les valeurs de diversité reportées sont comprises entre des maxima de l'ordre de 3,5 à 4,5 pour des communautés bien diversifiées et des minima proches de 1, pour des communautés faiblement diversifiées (Frontier et al., 2004).

L'indice de Shannon sera interprété au regard de la diversité maximale attendue au sein de la population étudiée. Cette diversité peut se calculer au travers de la formule suivante :

$$H_{\max} = \log_2 (S)$$

Où S est la richesse spécifique.

L'indice d'Équitabilité est la résultante de cette comparaison avec :

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

1.2 : Similarité/dissimilarité des communautés.

Le degré de similitude de deux communautés de taxons peut être caractérisé par l'indice de Jaccard (Jaccard, 1912), calculé selon la formule :

$$\text{Indice de Jaccard} = \frac{S_{a-b}}{(S_a + S_b) - S_{a-b}}$$

où S est le nombre de taxons présents dans les différents sites (a et b) et S_{a-b} , le nombre de taxons communs aux deux sites.

Le degré de perte de taxon au sein d'une communauté, qui est en fait le degré de similitude d'une communauté à un temps t_0 , avec la même communauté au temps t , peut également être caractérisé via un coefficient de perte des communautés, calculé selon la formule :

$$I = (S_a - S_b) / S_{a-b}$$

2 PLAN DE SUIVI DES EAUX SUPERFICIELLES

2.1 LE BASSIN VERSANT DU CREEK DE LA BAIE NORD

Au niveau du creek de la Baie Nord, les stations 6-BNOR1 et 6-T ont fait l'objet d'un suivi mensuel du mois de janvier au mois d'Avril dans le cadre du plan de suivi de la rémédiation des communautés d'invertébrés benthiques suite à l'incident du 01 avril 2009. Les résultats de ce suivi sont compilés dans le rapport final de suivi d'incident. Ils ne seront pas détaillés ici.

2.1.1 STATION 6-T

Parmi l'ensemble des stations de suivi du site, la station 6-T est celle au droit de laquelle nous disposons du jeu de données le plus conséquent. Cette station localisée sur le cours inférieur du creek de la Baie Nord, se situe en aval de la confluence du bras principal et de son principal affluent, le bras Sud. Cette station a longtemps permis de suivre l'influence du rejet de la STEP de la base-vie suite à sa dilution du fait de la distance la séparant du point de rejet et des apports d'eau du bras sud. Elle a également permis de suivre l'influence de travaux de terrassement et de construction de l'usine ayant eu lieu sur la partie amont et Est de son bassin versant. Enfin suite à l'entrée en fonctionnement de la centrale électrique de Prony Energie dont les eaux de refroidissement étaient rejetées dans le creek Baie Nord, son suivi permis également d'intégrer la surveillance de l'influence de ce rejet sur la qualité des eaux.

Les données acquises au droit de cette station ont déjà fait l'objet de nombreux traitements et interprétations dans le cadre de différents rapports de synthèse. Pour mémoire, il ressortait de ces analyses que la structuration des communautés benthiques du creek a à la fois été influencée par les variations naturelles hydrologiques du creek et l'activité de l'industriel. Le degré de cette dernière influence ne pouvant être à ce jour quantifié du fait du manque de données de référence sur le niveau de perturbation engendré par les fluctuations hydrologiques naturelles sur l'état de structuration des communautés benthiques de cette région.

En ce qui concerne l'évolution des différentes métriques suivies, nous avons pu voir pour :

a - LA RICHESSE TAXONOMIQUE

Sur la période 2005-2009, la richesse taxonomique évaluée au travers du nombre de *taxa* (N) et l'indice de Margalef (D), ne présentait aucune tendance homogène à la hausse ou à

Année 2010

la baisse (test de corrélation des Rang de Spearman : $R = 0,14$; $p = 0,38$ et $R = 0,29$; $p = 0,072$ pour N et D respectivement – cf. Fig. n°1). Cette métrique semblait plutôt réagir aux fluctuations annuelles et inter-annuelles des conditions pluviométriques. Une chute de celle-ci est en effet observée en saison des pluies, l'intensité de cette chute apparaissant liée à l'intensité et au degré de récurrence des précipitations sur une période donnée. Nous avons pu constater en effet que les conditions humides de la période s'étalant de fin 2007 à la fin de saison des pluies 2009, ont engendré une forte baisse de la richesse. Lors du suivi de la cinétique de rémédiation de ces communautés suite à l'incident « acide » survenu en avril 2009, nous avons pu constater que le retour à des conditions hydrologiques stables avait permis une augmentation rapide de la richesse taxonomique ($N = 20$ et $D = 3$ dès le mois de juin 2009 soit 3 mois après l'incident). La richesse s'est ensuite maintenue à des niveaux élevés sur toute la fin d'année 2009, niveaux identiques à ceux observés lors de la saison sèche 2006.

Les suivis effectués en 2010 (de janvier à avril et en juin, septembre et décembre), nous permettent de constater le maintien de cette métrique à des niveaux élevés ($17 < N < 26$ et $2,35 < D < 3,18$ – Cf. Fig. n°1). Notons que l'année 2010 fut marquée par l'absence de saison des pluies marquée et les conditions hydrologiques des creeks sont restées stables. Une légère chute de la richesse a été observée en juin 2010 et pourrait être liée à l'entrée en saison fraîche, période moins propice au développement des invertébrés.

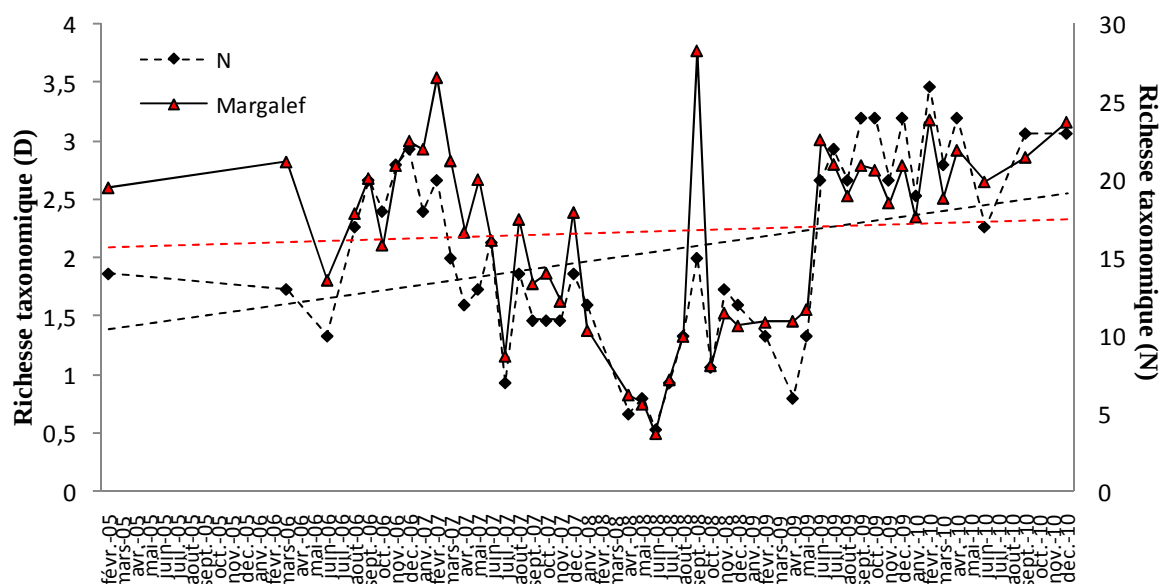


Fig. n°1 : Evolution de la richesse taxonomique (N : ◆ et D : ▲) au droit de la station 6-T sur le creek de la Baie Nord entre 2005 et 2010.

Année 2010

b - DEGRE DE STRUCTURATION DES COMMUNAUTES

L'évolution de la diversité biologique estimée à l'aide de l'indice de Pielou (E), fluctue entre 0,34 et 0,68 sur l'année 2010 (cf. Fig. n°2). Il montre une tendance évolutive à la hausse sur l'année 2010. En effet, ce dernier oscille entre 0,34 et 0,5 en début d'année et se maintient à des valeurs similaires à celles observées en fin d'année 2009 ($E = 0,48 \pm 0,9$ et $E = 0,46 \pm 0,09$; respectivement pour fin 2009 et début 2010), ce dernier prend des valeurs voisines de 0,60 en d'année ($E = 0,60 \pm 0,11$ pour fin 2010).

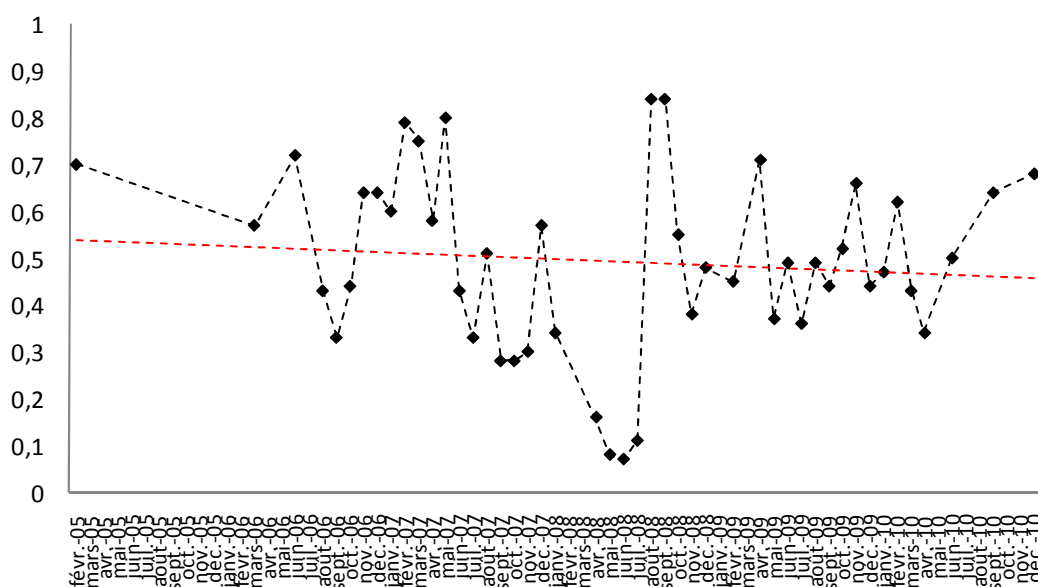


Fig. n°2 : Evolution de la diversité biologique (E) au droit de la station 6-T sur le creek de la Baie Nord entre 2005 et 2010.

Si nous nous intéressons maintenant à l'évolution des taux de larves de *Chironomidae* lors de l'année 2010 (cf. Fig. n°3), nous pouvons constater la présence d'une augmentation de celui-ci sur la période s'étalant de mars à juin, suivie d'un retour à des valeurs plus faibles, restant néanmoins relativement élevées entre septembre et décembre (%Chiro = 42 et 51% respectivement). En ce qui concerne le taux de larves d'EPT, ce dernier fluctue autour de valeurs comprises entre 12 et 20% (cf. Fig. n°3). Ce dernier taux demeure relativement faible comparativement aux valeurs observées lors de la saison humide 2007 (% EPT = 55 ± 16 %). Il apparaît néanmoins similaire à celui observé lors de la saison sèche 2006 (%E = $14,39 \pm 9,38$ %). Les analyses précédentes avaient montré que la déstructuration des communautés observée lors de saisons sèches 2006 était liée à un débit du creek insuffisant pour assurer une bonne dilution des rejets en composants organiques. Le retour à des débits plus élevés

Année 2010

mais non contraignant pour la faune lors de la saison des pluies 2007, en assurant une meilleure dilution de ces rejets, avait permis le retour à un meilleur état de structuration. L'année 2010 a été comme nous l'avons vu marquée par des conditions climatiques sèches, il semblerait que ces conditions aient, en maintenant un débit moyen du creek faible, contribué à maintenir des conditions déstructurant la communauté. Les sources à l'origine de cette déstructuration ne peuvent être déterminées.

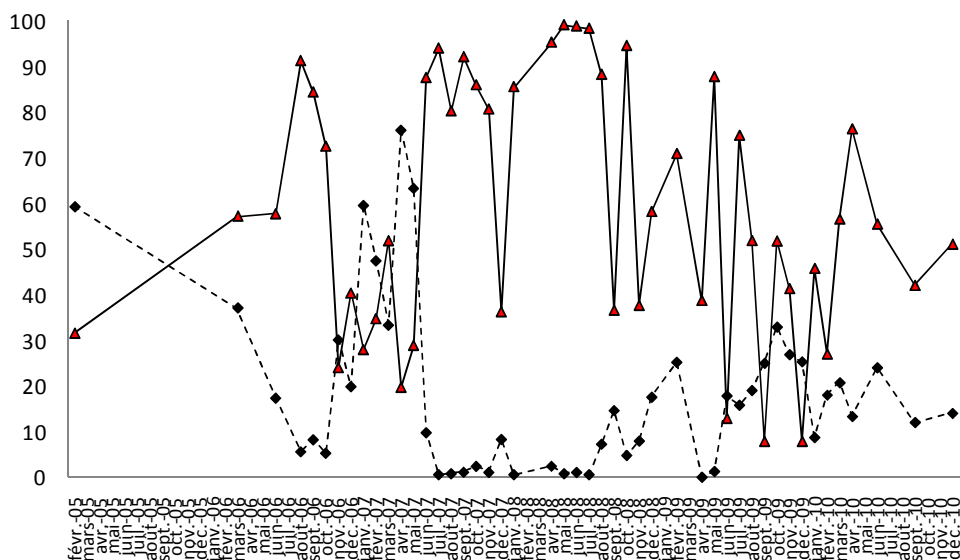


Fig. n°3 : Evolution de taux de larve de *Chironomidae* (% de Chiro : ▲) et du taux de larves d'EPT (% EPT : ♦) au droit de la station 6-T sur le creek de la Baie Nord entre 2005 et 2010.

C - LES NOTES IBNC ET IBS

Lors du suivi effectué en 2010, la note IBNC se maintient entre 4,5 et 5,5 ; gamme de valeurs indiquant une qualité passable de l'eau. Il semblerait au vue de cet indice que si une altération organique est à l'origine de la déstructuration des communautés observée ci-dessus, cette dernière reste limitée aux regards des notes IBNC obtenues.

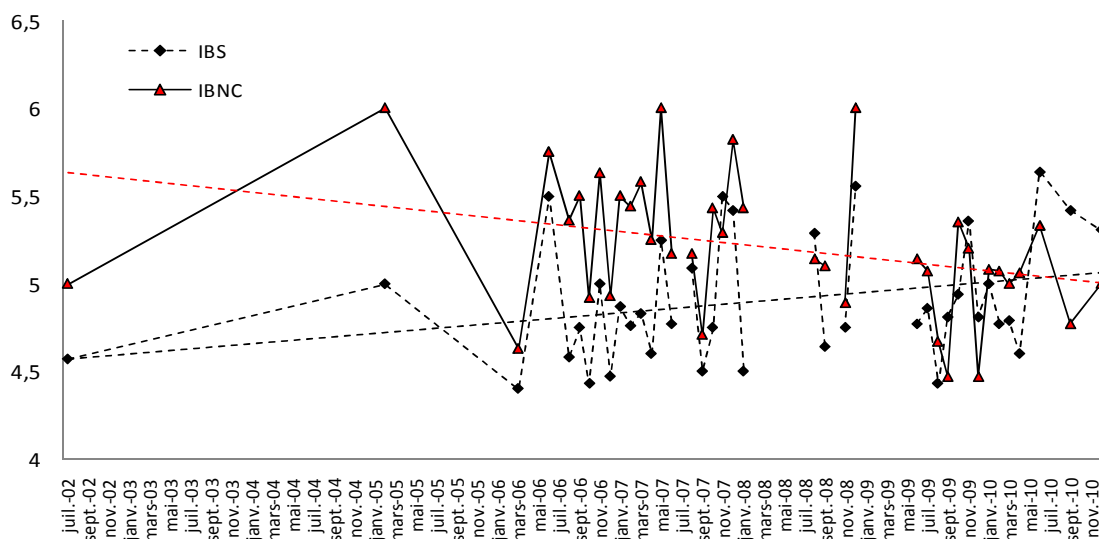


Fig. n°4 : Evolution des notes indicielles IBNC et IBS au droit de la station 6-T sur le creek de la Baie Nord entre 2005 et 2010.

Année 2010

Cette note se maintient dans la gamme de valeurs généralement observée entre 2005 et 2010.

En ce qui concerne la note IBS, sur l'année 2010, cette dernière montre des valeurs inférieures à 5, synonymes de mauvaise qualité biologique. A partir du mois de juin, cette note montre une nette augmentation et fluctue alors entre 5,31 et 5,64. Elles indiquent une qualité passable de l'eau.

De même que pour la note IBNC, cette note nous indique que si la perturbation à l'origine de la déstructuration de la communauté est d'origine minérale, cette dernière a un impact minime aux regards de la note obtenue.

Notons que l'altération à l'origine de la déstructuration peut être d'origine multiple.

2.1.2 STATION 6-U

Au droit de la station 6-U localisée 500 mètres environ en aval de la station 6-T, nous avons vu lors du dernier suivi effectué en novembre 2009 qu'une augmentation de la richesse taxonomique avait été observée. Le nombre de *taxa* atteint était alors de 18. En 2010, suite à une diminution de ce dernier observée en juin (N = 12), nous avons pu observer un retour à une valeur élevée en décembre (N = 17 – cf. Fig. n°5).

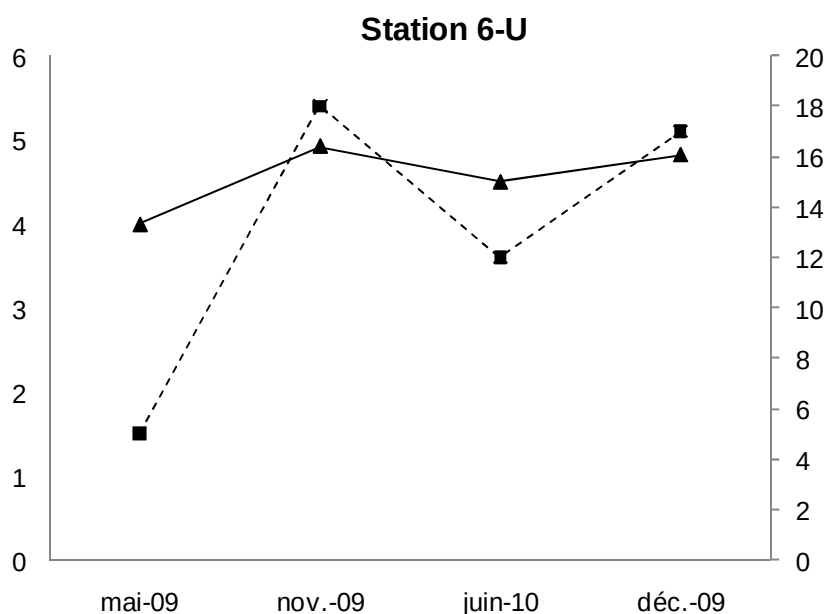


Fig. n°5 : Evolution de la qualité biologique (note IBNC (▲)) et de la richesse taxonomique (N ; ■) au droit de la station 6-U sur le creek de la Baie Nord entre 2009 et 2010.

Le degré de structuration des communautés observées au droit de ce site reste faible entre 2009 et 2010. L'indice d'équitabilité reste en effet faible, compris entre 0,36 et 0,52 et le taux de larve de *Chironomidae* demeure quant à lui proche de 50% (%Chiro = 68 et 48 %

Année 2010

respectivement en juin et décembre 2010). A l'inverse le taux de larves EPT demeure faible (%EPT = 7,8 et 25% respectivement en juin et décembre 2010). Ces observations sont en accord avec les tendances décrites ci-dessus pour la station 6-T.

La note IBNC obtenue nous indique une qualité de l'eau mauvaise en juin. Signalons toutefois que la note de 4,5 obtenue correspond à la valeur seuil, au-delà de laquelle l'eau serait jugée passable. En décembre, la note remonte et indique une qualité passable de l'eau.

En ce qui concerne la note IBS, les notes obtenues indiquent une mauvaise qualité de l'eau tant en juin qu'en décembre (IBS = 4,71 et 4,70 respectivement). Le fait que la qualité de l'eau au regard des altérations organiques demeure mauvaise en décembre, alors qu'au droit de la station 6-T une amélioration a été constatée, semble indiquer que cette station est plus sensible à ce type d'altération. Notons également que la chute de richesse spécifique observée en juin est beaucoup plus marquée au droit de 6-U que de 6-T.

2.1.3 STATIONS 6-BNOR1 ET 6-BNOR2

Au droit des stations 6-BNOR1 et 6-BNOR2 localisées à une centaine de mètres de distance et qui encadraient l'ancien point de rejet de la STEP de la base-vie, nous pouvons constater que les suivis effectués lors de l'année 2010 confirment les tendances observées ci-dessus au droit de 6-T et 6-U situées plus en aval sur le creek de la Baie Nord. Si nous nous intéressons tout d'abord à la richesse taxonomique, nous pouvons constater que suite à l'augmentation observée lors de la dernière campagne de suivi de l'année 2009, une légère baisse, plus marquée au niveau de 6-BNOR2 que de 6-BNOR1, est observée en juin. Cette métrique montre ensuite une augmentation amenant en septembre et décembre à des valeurs similaires à celles observées en novembre 2009 (N = 24, 25 et 18 respectivement pour 6-BNOR1 et N= 21 et 22 respectivement pour 6-BNOR2 - cf. Fig. n°6).

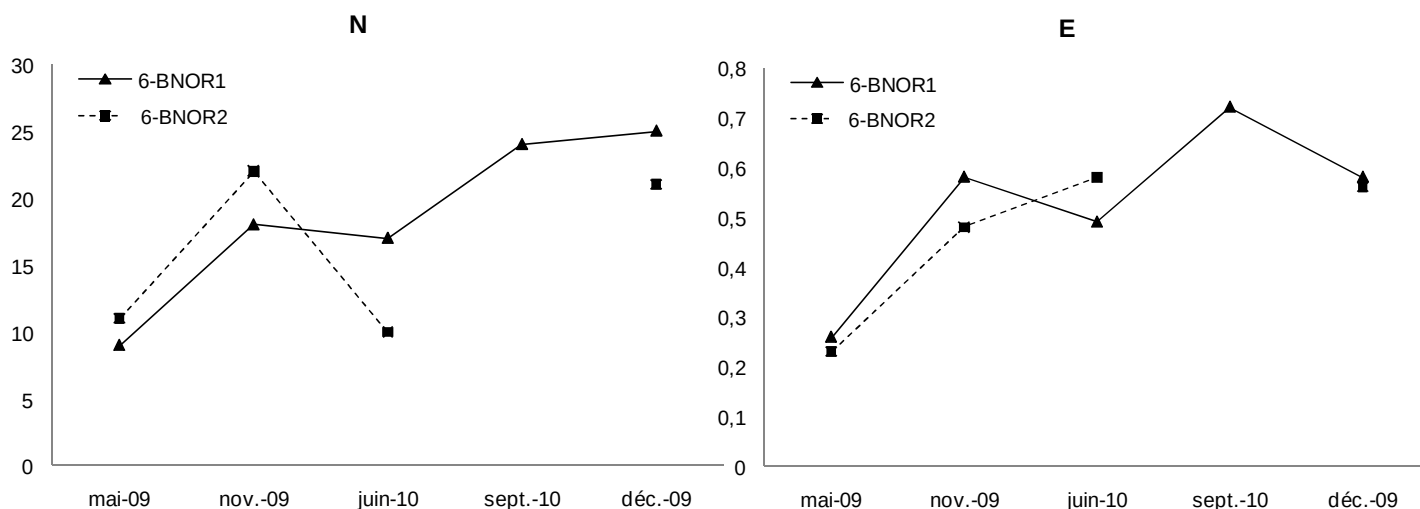


Fig. n°6 : Evolution de la richesse taxonomique (graphe de gauche) et de la diversité biologique estimée avec l'indice de Pielou (E) (graphe de droite) au droit des stations 6-BNOR1 et 6-BNOR2 sur le creek de la Baie Nord entre 2009 et 2010.

Année 2010

En ce qui concerne l'évolution de la diversité biologique, nous pouvons constater que l'indice de Pielou prend des valeurs similaires au droit des deux stations. Il oscille entre 0,5 et 0,6 pour les mois de juin et décembre. Seule une valeur plus élevée est observée au mois de septembre au droit de la station 6-BNOR1 ($E = 0,72$). Cet indice nous indique que le degré de structuration atteint en novembre 2009, se maintient sur la saison sèche 2010 ($E = 0,58$ pour 6-BNOR1 et $E = 0,48$ et $0,56$ respectivement pour 6-BNOR2).

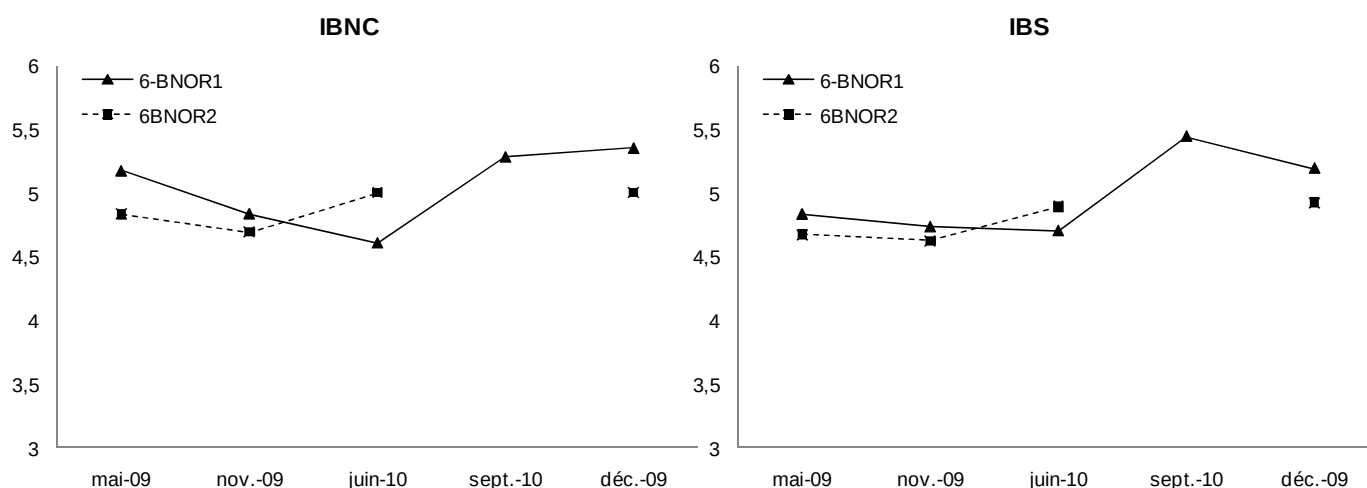


Fig. n°7 : Evolution des notes indicelles IBNC (graphe de gauche) et IBS (graphe de droite) au droit des stations 6-BNOR1 et 6-BNOR2 sur le creek de la Baie Nord entre 2009 et 2010.

L'analyse de l'évolution des notes IBNC au droit de ces deux stations nous montre que la qualité biologique des eaux s'est maintenue à un état passable malgré la légère chute observée en juin. Pour la note IBS, alors que les notes obtenues pour 6-BNOR2 témoignent du maintien à une mauvaise qualité biologique des eaux aux regards des altérations minérales, une amélioration est observée au droit de 6-BNOR1 à partir de septembre 2010. Signalons toutefois que la note IBS obtenues au droit de la station 6-BNOR2 en décembre 2009 est très proche de la valeur seuil qui ferait basculer l'eau à une qualité passable ($IBS = 4,9$, seuil = 5).

2.1.4 CONCLUSION SUR L'EVOLUTION DE LA QUALITE DES EAUX DU CREEK DE LA BAIE NORD

Les différents suivis effectués au droit des différentes stations listées ci-dessus, ont montré globalement que l'état de structuration des communautés benthiques atteint en novembre 2009 se maintenait en 2010. Cette année a connu un déficit de précipitation assez important (pas de saison des pluies marquée), maintenant la stabilité des conditions

Année 2010

hydrologiques. Ces conditions stables ont permis, comme nous pouvons le constater au travers les résultats acquis de janvier à avril au droit de 6-T, un maintien du degré de structuration des communautés atteint en 2009. Seule une légère baisse des différentes métriques a été observée lors de la campagne de juin, baisse qui pourrait être imputable à l'entrée en saison fraîche, période moins propice au développement de la faune. Suite à cette baisse les communautés ont retrouvé au droit de l'ensemble des stations un niveau similaire de structuration. L'état de structuration atteint en saison sèche est similaire à celui observé lors de la même saison en 2006. Il semblerait qu'une altération de ces communautés soit encore perceptible. Les notes IBNC obtenues lors de cette année de suivi montre une qualité passable de l'eau pour toutes les stations. La note IBS montre quant à elle une mauvaise qualité de l'eau en début d'année, qualité qui a tendance à s'améliorer au dire de cet indice à partir de septembre. Au droit des stations 6-T et 6-BNOR1, la qualité devient passable, elle reste mauvaise pour 6-BNOR2 et 6-U, bien que les notes obtenues soient proches des valeurs qui les qualifieraient de passables.

Nous avons également pu voir que les stations 6-BNOR1 et 6-BNOR2 réagissaient désormais de manière identique. 6-BNOR2 où le jeu de données de suivi est moins conséquent, pourrait donc se voir supprimer dans l'optique d'une optimisation du réseau de suivi de l'industriel. En effet, afin d'interpréter au mieux les résultats obtenus sur le creek de la Baie Nord, la mise en place d'un réseau de suivi sur un creek identique mais hors zone d'influence de l'usine serait nécessaire. La rivière des Kaori déjà évoquée par d'autre pourrait peut-être être envisagée.

Année 2010

2.2 LE BASSIN VERSANT DU CREEK KADJI

La station de suivi 5-E, localisée sur le creek Kadji au sein du bassin versant du même nom, a pour principal objectif de suivre annuellement l'impact résiduel du fonctionnement de la base-vie annexée au projet sur ce cours d'eau.

Les résultats des suivis opérés entre 2005 et 2009 au droit de cette station ont montré que la qualité biologique était généralement bonne (cf. Fig. 8). En effet sur les 11 mesures effectuées, 72 % montraient une bonne qualité biologique (note IBNC > 5,5), 18 % une qualité biologique passable ($4,5 < \text{IBNC} < 5,5$) et seulement une mesure a révélé une mauvaise qualité biologique des eaux du creek Kadji en mars 2007 (IBNC < 4,5).

Pour l'année 2010, le suivi annuel effectué en juin, confirme la tendance précédemment observée, la note IBNC indiquant une bonne qualité biologique (IBNC = 5,71). La note IBS se maintient à un niveau similaire à celui observé en 2009 (IBS = 5,5 et 5,31 respectivement en 2009 et 2010) et est synonyme d'une qualité passable au regard des altérations minérales.

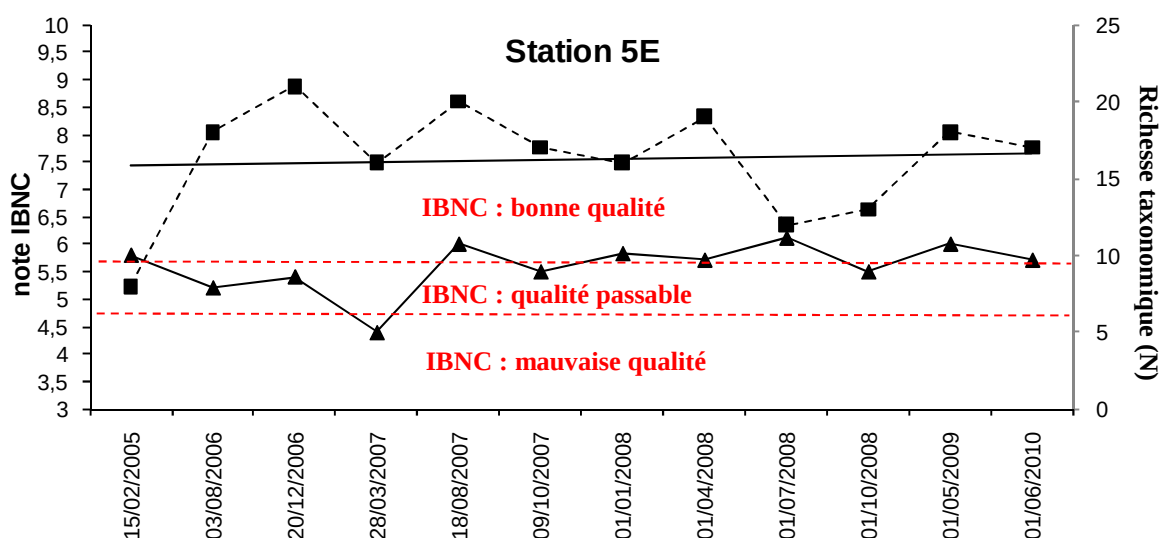


Fig. n°8 : Evolution de la qualité biologique (note IBNC (▲)) et de la richesse taxonomique (N ; ■) au droit de la station 5-E sur le creek Kadji entre 2005 et 2010.

Nous avons vu que la station 5-E présentait depuis 2005 une faune d'invertébrés benthiques présentant une richesse taxonomique plutôt élevée ($N > 15 \text{ taxa}$) et stable, aucune évolution homogène notable de cette métrique n'ayant été constatée (coefficient de corrélation de Spearman $p > 0,05$). La richesse taxonomique observée en 2010 au droit de cette station s'inscrit dans cette tendance. En effet, 17 taxa furent observés dans les prélèvements effectués lors du mois de juin 2010 et leur intégration à l'analyse soutient le coefficient de corrélation de Spearman précédemment observé.

Année 2010

Parmi les *taxa* observés lors de cette campagne nous avons pu retrouver les familles ou genres présentant, selon la notation IBNC, une polluosensibilité élevée aux altérations organiques généralement présents au droit de cette station (Amphipodes, *Empididae*, *Helicopsychiidae*).

Comme en 2009, la communauté benthique observée en 2010 était dominée par les larves de *Chironomidae* de la sous famille des *Orthoclaadiinae*. Il faut toutefois noter que cette dernière ne représentait plus que 32,4 % des spécimens collectés contre plus de 50 % en 2009. Cette régression de l'abondance relative des *Orthoclaadiinae*, s'explique en partie par une très nette augmentation de l'abondance relative des larves de Trichoptères de la famille des *Hydroptilidae* (24% vs 1,4% respectivement en 2010 et 2009) et des Amphipodes (21% vs 1,2% respectivement en 2010 et 2009). Cette régression des *Orthoclaadiinae* se répercute sur le taux de larve de *Chironomidae* calculé pour 2010. En effet celui-ci chute de 65% à 37% entre 2009 et 2010. La baisse de ce taux généralement considéré dans les autres régions du monde comme un indicateur de l'état de structuration, ou plutôt de déstructuration, des communautés benthiques aquatiques, semble donc nous indiquer une tendance à la diversification de la communauté. Tendance soutenue par la ré-augmentation du nombre d'Amphipodes et de Trichoptères *Hydroptilidae* observés. Notons également que des larves d'éphéméroptères de la famille des *Leptophlebiidae* (genre *Paraluma*) ont été observées. Ces dernières, systématiquement présentes lors de campagnes des années 2006 et du début d'année 2007, n'avaient plus été vues au droit de cette station depuis le mois d'août de cette dernière année. De même le nombre d'amphipode observé en 2010, se rapproche des effectifs observés avant septembre 2007 : un nombre important d'amphipodes était généralement observé en 2006 et début d'année 2007 ($N > 150$ ind.), alors que pour la fin 2007 et l'année 2008 et le début d'année 2009 (campagne de mai), ce dernier était généralement faible ($N < 30$ ind.).

Ces dernières observations ont tendance à confirmer l'hypothèse d'une influence négative sur les communautés benthiques des perturbations hydrauliques survenues entre septembre 2007 et la fin de saison des pluies 2009. Néanmoins en l'absence de connaissances précises sur l'autoécologie des espèces calédoniennes cette hypothèse ne peut en l'état actuel des connaissances être confirmée ou infirmée.

2.3 LE BASSIN VERSANT DU CREEK KWE

Le bassin versant du creek Kwé peut être subdivisé en plusieurs sous-bassins versants, chacun drainé par un des affluents amont de la Kwé (kwé Ouest, Kwé Nord et Kwé Est). Au niveau de son plan de surveillance, Vale NC possède une ou plusieurs stations de suivi par sous bassin versant. Ainsi, la Station 3-B est localisée au sein du sous-bassin de la Kwé Ouest

Année 2010

et permet en phase de construction d'évaluer les impacts résiduels des différents chantiers de construction de l'aire de stockage des résidus et de la carrière d'extraction de matériaux du Mamelon. En phase d'exploitation, elle permettra d'évaluer la présence d'impacts ou non liés au stockage des résidus épaissis au sein de l'aire susmentionnée.

Sur les bassins versant de la Kwé Nord et de la Kwé Ouest, respectivement les stations 4-M et 4-N permettent tant en phase de construction que d'exploitation d'évaluer les impacts potentiels de l'usine de préparation de minerai localisée en amont.

Sur le bassin versant de la Kwé Est, la station Paké-1 permet d'évaluer les impacts résiduels de la carrière d'extraction de matériaux.

Enfin la station 1-E localisée sur le bras principal de la Kwé en aval de l'ensemble des bras susmentionnés permet d'évaluer l'impact résiduel de l'ensemble des activités développées sur le bassin versant de la Kwé.

2.3.5 STATIONS 4-M ET 4-N

Les stations 4-M et 4-N présentent des physionomies similaires. Ce sont des stations localisées sur les cours supérieurs des différents affluents de la Kwé, parties où les creeks ne sont encore que des écoulements sur la cuirasse ferrugineuse des eaux de l'aquifère supérieur du plateau suite à leur résurgence. Ces eaux sont faiblement minéralisées et présentent un pH plutôt acide.

Les résultats des suivis opérés depuis fin 2007 sur ces deux stations ont révélé la présence de communautés benthiques caractérisées par des richesses spécifiques relativement faibles, oscillant entre 3 et 12 *taxa*. L'évolution de cette métrique lors de cette période semblait montrer la présence d'une chute de la richesse taxonomique en période humide suivi d'une réaugmentation conduisant à des communautés présentant une richesse maximale en période d'étiage (cf. Fig. n°9). Les résultats acquis lors du suivi effectué en juin 2010 apparaissent confirmer cette tendance. Les richesses taxonomiques se maintiennent autour de 5 *taxa* (N = 7 et N = 5 respectivement au droit des stations 4-M et 4-N), valeurs généralement relevées pour cette métrique à cette période de l'année. Ces dernières valeurs apparaissent s'inscrire dans la tendance évolutive saisonnière susmentionnée (cf. Fig. n°9). Il apparaît encore une fois que le manque de connaissance sur l'autoécologie des espèces calédoniennes ne nous permettent pas de confirmer l'influence des facteurs saisonniers et notamment hydrologiques sur cette métrique au droit de ce type de creek (écoulement sur cuirasse).

Année 2010

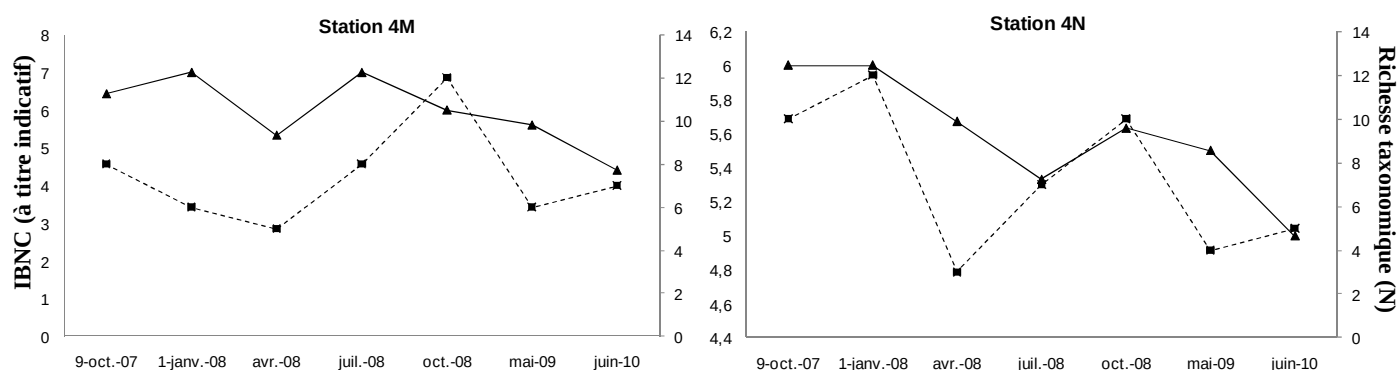


Fig. n°9 : Evolution de la qualité biologique (note IBNC (▲)) et de la richesse taxonomique (N ; ■) au droit des stations 4-M et 4-N sur les affluents Nord de la Kwé entre 2005 et 2010.

En ce qui concerne les notes IBNC et IBS obtenues au droit de ces deux stations, le nombre de taxa indicateurs présents en 2010 est toujours insuffisant pour que les notes calculées aient un sens. En effet, rappelons que selon l'auteur de cet indice, lorsque le nombre de *taxa* indicateurs est inférieur à 7, la note IBNC obtenue ne peut être considérée (N. Mary, com. pers).

Pour mémoire lorsque la note IBNC obtenue a pu être considérée, la qualité de l'eau de ces deux stations fût qualifiée comme « bonne » au regard des perturbations organiques (IBNC des mois d'octobre 2007 et 2008 pour ces deux stations et du mois de janvier 2008 pour 4-N > 5,5). L'IBS, censé répondre aux altérations minérales, montrait une qualité biologique passable pour ces deux sites en octobre (en octobre 2007 IBS = 5,22 et 5 respectivement pour 4-M et 4-N et en octobre 2008 IBS = 5,38 et 5,5 respectivement pour 4-M et 4-N) et seulement pour 4-N en janvier (janvier 2008 IBS = 5,30).

Le taux de larves de *Chironomidae* au droit de ces deux stations reste relativement élevé en 2010 (% Chiro = 66% et 82 % respectivement au droit de 4-M et 4-N). Les indices d'Équitabilité calculés demeurent du même ordre de grandeur que ceux calculés en 2009 pour 4-M (E = 0,6 et 0,57 respectivement en 2009 et 2010). Pour 4-N, l'indice d'équitabilité montre une diminution en 2010 comparativement à l'année 2009 (E = 0,76 et 0,43 respectivement en 2009 et 2010). Cette diminution est liée à la forte abondance relative des larves de *Chironomidae* observée (> 80 %).

Année 2010

2.3.6 STATION PAKE-1

La station PAKE-1 est située sur le cours moyen de l'affluent Est de la Kwé. Elle est actuellement localisée dans la zone d'influence d'une exploitation de roche massive située sur la partie amont de son bassin versant et sera à termes concernée par la zone d'extraction de la mine.

Au niveau de cette station, le suivi réalisé entre janvier 2008 et mai 2009 nous avait révélé une chute de la richesse spécifique des communautés benthiques (cf. Fig. n°10). En effet, en janvier 2008 16 *taxa* furent observés, une richesse comprise entre 4 et 7 *taxa* fût ensuite observée entre avril 2008 et mai 2009. Suite à cette campagne nous soulignons le fait qu'aucune campagne n'avait été réalisée lors de l'étiage 2009, date à laquelle une augmentation de la richesse taxonomique avait été observée au droit des autres stations de suivi du site. Les résultats obtenus en juin 2010 apparaissent nous confirmer que les communautés benthiques de la station PAKE-1 semblent avoir réagi de manière identique aux communautés des autres sites de suivi (cf. Fig. n°10). En effet, la richesse taxonomique observée lors de ce dernier échantillonnage montre une nette augmentation : 20 *taxa* ont été recensés soit un nombre supérieur à celui de janvier 2008 date où la plus forte richesse avait été détectée pour cette station. (N = 16). Ce dernier résultat soutient l'hypothèse d'une influence négative des conditions climatiques particulièrement humides de la période s'étalant de septembre 2007 à la fin de saison des pluies 2009 sur les communautés benthiques de la zone.

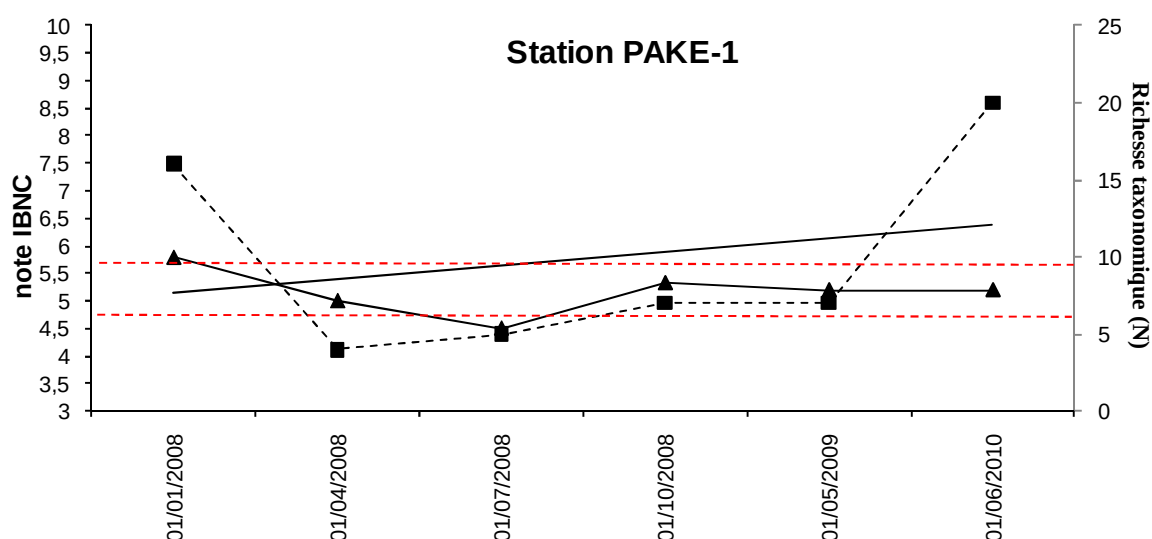


Fig. n°10 : Evolution de la qualité biologique (note IBNC (▲)) et de la richesse taxonomique (N ; ■) au droit de la station PAKE-1 localisée sur l'affluent Est de la Kwé entre 2008 et 2010.

Année 2010

Le taux de larves de *Chironomidae* apparaît relativement faible au droit de cette station comparativement à ce qui peut être observé sur les autres sites de suivi (% Chiro = 23%). En effet, il apparaît que ce soit plutôt les larves de *Simuliidae*, autre taxon de l'ordre des Diptères, qui domine la communauté (abondance relative = 53,4%). L'abondance relative cumulée des *taxa* d'Ephéméroptères et de Trichoptères est de 11 %. On notera le retour des larves d'Ephéméroptères du genre *Lepeorus*, généralement observées sur l'affluent Ouest et le cours inférieur de la Kwé (stations 3-B et 1-E).

Si nous considérons maintenant la note IBNC obtenue au droit de cette station en 2010, nous pouvons observer que cette dernière nous indique une qualité biologique passable (IBNC = 5,2). Notons toutefois que cette note est proche de 5,5, seuil au-delà duquel la qualité est jugée comme bonne par cet indice. Cette même note était de 5,79 en janvier 2008, seule date antérieure à cette campagne où le nombre de *taxa* indicateurs étaient suffisant pour permettre son calcul. En ce qui concerne l'IBS, la note obtenue en 2010 nous indiquerait la présence d'une altération minérale déclassant la qualité biologique au rang de mauvaise qualité (IBS = 4,79).

2.3.7 STATION 3-B

La station 3-B est localisée sur le cours moyen de l'affluent Ouest de la Kwé, à l'aval immédiat du site d'extraction de la carrière du Mamelon et de la zone de travaux dédiée à la construction de l'ouvrage de stockage des résidus solides de l'usine. L'analyse des résultats obtenus au cours des différentes campagnes de suivi menées au droit de cette station entre fin 2007 et fin 2009 (Cf. Fig. n°11), nous avait permis de constater que la richesse taxonomique des communautés après s'être maintenue à des niveaux faibles entre octobre 2007 et octobre 2008 (oscillant entre 5 en saison humide et 11 en période d'étiage), avait lors de l'année 2009 montré une nette augmentation. Les communautés observées au mois de novembre de cette là étaient en effet composées de 18 *taxa*, un nombre élevé pour la région.

Les deux campagnes de suivi menées respectivement en juin et décembre 2010 ont confirmé l'augmentation observée en fin d'année 2009. Nous pouvons en effet constater sur la figure 4 ci-dessous que le nombre de *taxa* s'est maintenue à des valeurs proches de 20 tout au long de cette année de suivi (N = 19 et 21 respectivement en juin et décembre 2010).

Concernant la composition faunistique de cette station nous pouvons constater que le taux de larves de *Chironomidae* qui se maintenait encore à un niveau élevé en novembre 2009 (% Chiro = 68%), montre une nette tendance à la baisse en 2010 (% Chiro = 18% et 21% respectivement en juin et décembre 2010). Au contraire nous pouvons constater que le taux d'EPT est multiplié par un facteur 2 à 3 pour cette dernière année (%EPT = 65% et 54%

Année 2010

respectivement en juin et décembre vs %EPT = 20% en novembre 2009). L'augmentation de ce dernier est essentiellement liée à la nette augmentation des abondances relatives des Epheméroptères du genre *Lepeorus* (A = 10%) et des Trichoptères de la famille des *Hydroptilidae* (A = 28 à 44%). Parallèlement à cela nous pouvons constater que l'indice d'équitabilité nous indique un retour progressif vers un état d'équilibre des communautés (E = 0,57 et 0,75 respectivement en novembre 2009 et décembre 2010).

L'ensemble de ces métriques semble nous indiquer que les conditions climatiques particulièrement sèches de l'année 2010 (quasi absence de saison des pluies) ont permis le maintien de conditions hydrologiques stables permettant aux communautés de la zone de se maintenir et de tendre vers un état d'équilibre.

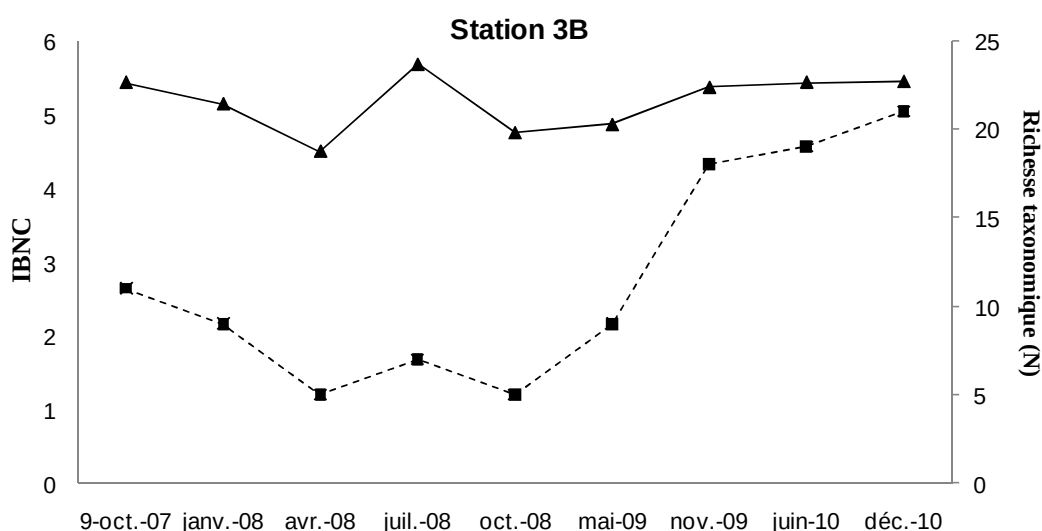


Fig. n°11 : Evolution de la qualité biologique (note IBNC (▲)) et de la richesse taxonomique (N ; ■) au droit de la station 3-B localisée sur l'affluent Ouest de la Kwé entre 2007 et 2010.

Les notes IBNC obtenues pour l'année 2010 montrent le maintien de la qualité biologique de l'eau à un état passable au regard des altérations organiques (IBNC = 5,43 et 5,44 respectivement en juin et décembre 2010). Notons que ces valeurs sont proches de 5,5 seuil au-delà duquel la qualité serait considérée comme bonne.

En ce qui concerne la note IBS, cette dernière nous indique une amélioration de la qualité de l'eau pour l'année 2010. En effet les notes IBS obtenues (IBS = 5,08 et 5 respectivement en juin et décembre 2010), qualifient la qualité de l'eau passable au regard des altérations minérales, alors que cette dernière était qualifiée de mauvais en novembre 2009 par la même métrique (IBS = 4,54).

L'évolution de cet indice apparaît corroborer la tendance à l'amélioration observée au travers l'évolution des métriques descriptives analysées ci-dessus. Nous pouvons penser que

Année 2010

les conditions hydrologiques stables décrites ci-dessus en limitant l'apport de matériel minéral en provenance des différentes zones environnantes aient contribué à permettre le retour à un état passable de la qualité de l'eau du creek.

Il apparaît donc que si l'activité de l'industriel aux alentours de la station 3-B ait contribué à amplifier les effets négatifs des conditions hydrologiques extrêmes qui ont régi la période s'étalant de fin 2007 à mai 2009, le retour à des conditions climatiques sèches, permettent une résilience des communautés. Précisons que ces interprétations restent des hypothèses.

2.3.8 STATION 1-E

La station 1-E localisée sur le cours inférieur du bras principal de la Kwé est suivie depuis 2005 (cf. Fig. n°12). En 2009, l'analyse des données acquises sur la période de suivi s'étalant de 2005 à 2009, nous avait permis de mettre en évidence une tendance évolutive saisonnière similaire entre les années 2006 et 2009 (augmentation de la richesse des communautés en période d'étiage où les conditions hydrauliques favorisent le développement des différents *taxa*). Nous avons également pu observer la présence de communautés présentant des compositions faunistiques relativement similaires (coefficient de similitude de Jaccard = 0,58) et une faible perte de *taxa* est observée ($I = 0,18$), au droit de ces deux stations lors des périodes d'étiage de ces deux années séparées par une phase active de construction et d'aménagement du site de la Mine et de ses environs. Le taux de larves de *Chironomidae* se maintenait autour de 40% (%Chiro = 37 et 39% respectivement en 2006 et 2009) alors que le taux de larves d'Ephéméroptères et de Trichoptères se maintenait autour de 50 % (58 et 45 % respectivement en 2006 et 2009). La légère baisse observée en 2009 pour ces dernières est liée au remplacement dans la communauté d'éphéméroptères des *taxa Paraluma* et *Tenagophila* par le genre *Lepeorus*.

Lors du suivi 2010 nous avons pu observer le maintien à des valeurs élevées de la métrique richesse spécifique ($N = 19$ et 18 respectivement en juin et décembre). Comme nous l'avons vu pour la station 3-B, le maintien à des conditions hydrologiques stables durant toute la période courant de novembre 2009 à décembre 2010 (absence de saison des pluies), a permis aux communautés de maintenir voire d'améliorer l'état de structuration atteint fin 2009. En effet comme pour 3-B, les communautés de la station 1-E ont vu leur diversité biologique s'accroître ($E \approx 0,6$ en 2009 et $E = 0,7$ et $0,76$ respectivement en juin et décembre 2010). En décembre 2009, les taux de larves de *Chironomidae* et de *taxa* EPT sont similaires à ceux observés lors des étiages 2006 et 2009 (% Chiro = 27% et %EPT = 54%).

Année 2010

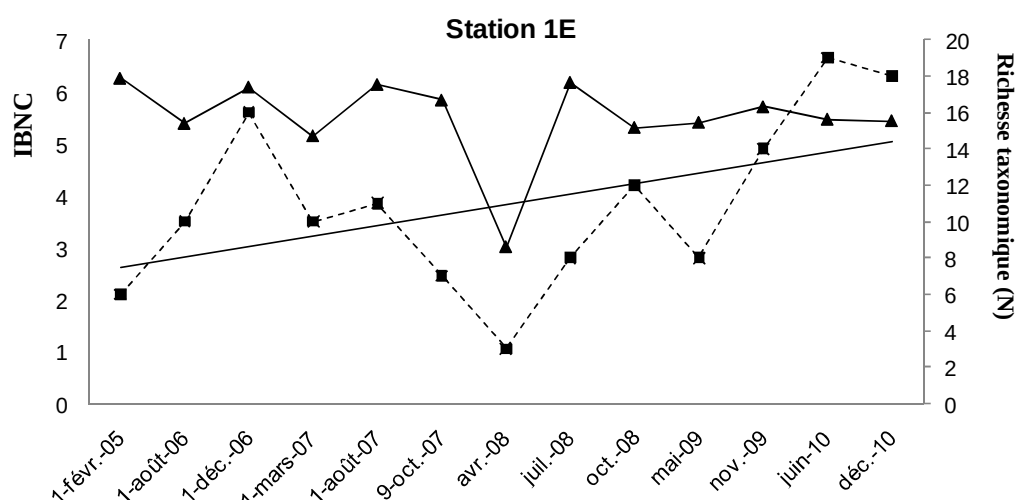


Fig. n°12 : Evolution de la qualité biologique (note IBNC (▲)) et de la richesse taxonomique (N ; ■) au droit de la station 1-E localisée sur le bras principal de la Kwé entre 2005 et 2010.

En ce qui concerne l'évolution de la note IBNC au droit de la station 1-E nous avons vu que cette dernière se maintenait à des valeurs supérieures à 5, indiquant successivement la présence d'une eau de qualité passable à bonne au regard des altérations organiques, durant la période de suivi s'étalant de 2005 à 2009 (la note du mois d'avril 2008 ne peut être considérée du fait du trop faible nombre de *taxa* indicateurs). Les résultats obtenus en 2010 confirment cette tendance avec une note IBNC indiquant aux dates des deux campagnes de suivi une qualité passable de l'eau (IBNC = 5,46 et 5,43 respectivement en juin et décembre 2010).

En ce qui concerne l'IBS, les notes obtenues en 2010 indiquent comme pour 2009 une mauvaise qualité des eaux de la station aux regards des altérations minérales (IBS = 4,85 respectivement en juin et décembre 2010).

2.3.9 BILAN DU SUIVI 2010 SUR LE BASSIN VERSANT DE LA KWE

Nous avons vu fin 2009 que le retour à la normale des précipitations après une période chaotique s'étalant de fin 2007 à la fin de saison des pluies 2009, avait permis le rétablissement du niveau de structuration des communautés benthiques. Ces dernières présentaient en effet une richesse comparable à celle observée en 2006 avant cet épisode. Ce dernier constat nous permet de supposer que les effets liés à cette perturbation ne semblent pas avoir eu un caractère permanent sur la structure de la communauté.

Les données acquises en 2010 sur ce bassin versant nous ont permis de constater que le degré de structuration observé fin 2009 s'est maintenue jusqu'à la fin 2010. Il semblerait que

Année 2010

les conditions climatiques particulièrement sèches de cette année aient contribué au maintien de la stabilité des communautés. En ce qui concerne la qualité de l'eau indiquée par les deux notes indicielles utilisées, nous reviendrons dessus après avoir présenté les résultats de la station 3-C.

2.4 LES DOLINES

Le plan de suivi des eaux douces du site de Vale NC inclue depuis 2009 le suivi de la doline Dol-11 localisée dans la zone d'influence de la STEP chargée de traiter les eaux de la base vie du projet. En 2010, une nouvelle doline Dol-10 a été intégrée au suivi. Cette dernière est également localisée dans la zone d'influence de la STEP susmentionnée. Pour l'année 2010 les dolines Dol-10 et Dol-11 ont fait l'objet d'un premier suivi au mois d'avril. Le second échantillonnage initialement prévu au mois de septembre n'a pu être effectué à cette date du fait de l'assèchement de ces deux plans d'eau temporaires à cette période de l'année 2010. La mise en eau de la doline Dol-11 survenue mi décembre a permis d'effectuer ce second suivi lors de la campagne de prélèvements menée fin décembre 2010. La Doline Dol-10 toujours à sec n'a pu être prospectée.

2.4.1 COMPLEMENT METHODOLOGIQUE

Du fait du caractère lentique⁸ des dolines et devant la difficulté d'échantillonner les zones présentant une profondeur supérieure à 1m à l'aide des techniques classiquement utilisées en milieux lotiques, **la méthode des substrats artificiels** a été mise en œuvre pour l'étude faunistique des communautés de macroinvertébrés benthiques présentes au sein de cette doline. Cette méthode est particulièrement bien adaptée à l'échantillonnage des plans d'eau. Elle est actuellement utilisée en zone tempérée pour échantillonner les zones lentiques présentant une profondeur moyenne à grande. La méthode consiste en l'immersion durant une période déterminée, d'un substrat imitant l'habitat naturel des invertébrés. La durée d'immersion dépend du temps de colonisation du substrat. De manière générale ces derniers sont colonisés en premier lieu par les *taxa* détritivores et brouteurs, les *taxa* carnivores arrivant une fois la population de proies bien développée. Des études récentes menées en milieu tropical et équatorial ont montré que cette technique été également adaptée à ce type de

⁸ Un **lentique** désigne un écosystème d'eaux calmes à renouvellement lent (lacs, marécages, étangs, mares, etc) par opposition aux milieux lotiques d'eaux courantes.

Année 2010

milieu (Dominique, 2006 ; Glemet et *al.*, 2003), un temps de colonisation de 10 à 15 jours étant nécessaire pour que l'ensemble de la faune présente soit représentée dans le substrat.

Au niveau de la doline, 5 substrats ont été immergés. Ce protocole, permettant d'obtenir un nombre d'échantillons par station similaire à celui obtenu au travers des autres protocoles proposés, a été validé par des travaux scientifiques en zones tropicale et équatoriale (Glemet et *al.*, 2003 ; Dominique, 2006).

Comme énoncé ci-dessus les substrats ont été immergés 15 jours. Ils ont ensuite été relevés à l'aide d'un filet troubleau placé sous ces derniers afin que la faune présente ne s'échappe pas lors de la remontée.

Parallèlement à la méthode des substrats, des prélèvements en pleine eau ont été effectués à l'aide d'un filet troubleau afin de collecter les spécimens pélagiques (micro-invertébrés planctoniques) et macro-invertébrés pélagiques de surface.

2.4.2 DOL-11

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des données faunistiques acquises en 2010 sur cette Doline. Nous pouvons constater que la richesse taxonomique se maintient autour de 20 *taxa* lors des deux campagnes de 2010. Ces valeurs sont similaires à celles observées en août 2009 (N = 19). Si nous nous intéressons maintenant au coefficient de similitude calculé entre les communautés observées aux mois d'avril et décembre 2010, nous pouvons voir que ces dernières présentent un fort degré de ressemblance ($J = 0,86$). Il semblerait donc que la phase d'assèchement qui a eut lieu entre les prélèvements d'avril et de décembre 2010, n'ait pas influencé la communauté. Suite à la mise en eau de la doline, cette dernière semble en effet se rétablir rapidement et la quasi-totalité des *taxa* présents en avril sont retrouvés en décembre. De même, les communautés d'avril et décembre 2010, présentent un fort taux de similitude avec la communauté observée au mois d'août 2009 ($J = 0,9$ entre août 2009 et avril 2010 et $0,77$ entre août 2009 et avril 2010).

Année 2010

Embranchement	Classe / sous-classe	Ordre	Famille	Genre et espèce	avr-10	déc-10
Némathelminthes	Nématodes*				4	
Mollusques	Gastéropodes Pulmonés			<i>Physastra</i> *	2	4
Arthropodes	Crustacés Ostracodes				39	3
	Crustacés Copépodes				45	12
	Crustacés Cladocères		Daphnidae		154	382
			Bosminidae		4	34
	Hydracariens				2	2
	Insectes Ptérygotes	Odonatoptères	Lestidae		13	9
			Libellulidae		1	2
			Gerridae		3	1
			Mesoveliidae		35	21
			Notonectidae		25	7
		Diptères	Chironomidae	Chironomini* indéterminés	9	4
				Orthocladinae* spp.	2	1
				Tanypodinae* spp.	37	28
				Tanytarsini	211	24
			Empididae			2
			Stratiomyidae		4	
		Trichoptères	Hydroptilidae*		6	10
		Coléoptères	Dytiscidae*		2	5
			Gyrinidae		3	1
			Hydrophilidae*		1	5
Abondance totale par prélèvement					602	553
Richesse taxonomique					21	20

Liste faunistique des communautés de macro-invertébrés benthiques de la doline Dol-11 obtenue à l'issue des deux campagnes de suivi effectuées en 2010.

La communauté zooplanctonique observée au mois d'août 2009 et composée de petits crustacés Copépodes (*Calanoidae*) et Branchiopodes (*Daphnidae* et *Bosminidae*), est encore présente en 2010 lors des deux campagnes de suivi.

Année 2010

La diversité biologique observée au droit de Dol-11 en avril 2010 apparaît similaire à celle observée en août 2009 ($E = 0,55$ à ces deux dates). La déstructuration observée en 2009 et essentiellement liée à la présence de nombreuses larves de Diptères *Chironomidae* de la tribu des *Tanytarsini*, ainsi que de nombreuses larves de Diptères de *Chironomidae* de la sous-famille des *Tanypodinae*, apparaît encore présente en avril 2010, date précédant l'assèchement de cette doline. Suite à la remise en eau de celle-ci, les communautés observées apparaissent montrer un état de structuration supérieur, similaire à celui observé en février 2009 ($E = 0,89$ en février 2009 et $E = 0,80$ en décembre 2010). Les observations faites en 2010 sembleraient soutenir l'hypothèse émise en 2009 et selon laquelle le processus de d'assèchement de la doline, en entraînant une accumulation des nutriments pouvant entraîner un déficit en oxygène en période nocturne, favorise le développement des *taxa* tolérants de faibles concentrations en O_2 . Nous pouvons voir ici que suite à la remise en eau de la doline et le retour à des conditions pouvant être supposées identiques à celles d'un système lacustre jeune, la déstructuration observée s'estompe. Il apparaît ici que l'établissement d'un profil de concentrations en O_2 sur 24 H nous permettrait de voir si lors de la phase d'assèchement de la doline, un déficit en O_2 survient lors de la période nocturne, période où la respiration algale prend le pas sur la photosynthèse.

2.4.3 DOL-10

Le premier échantillonnage des communautés benthiques de la doline Dol-10 nous a permis de constater que ces dernières présentaient en avril 2010 un fort degré de similitude avec celle de la Doline Dol-11 ($J = 0,75$). On notera cependant la présence de crustacés Concostracés et Isopodes (cf. tableau ci-dessous), non observés au droit de Dol-11. Rappelons que de nombreux Isopodes et Concostracés ont également été observés sur la doline Dol-3 localisée sur le plateau de la mine.

Nous pouvons également constater que les communautés benthiques de cette doline présentent un état de structuration supérieur à celui observé au sein de Dol-11 pour la période d'avril 2010 ($E = 0,76$ et $0,55$ respectivement). La diversité biologique plus élevée observée au droit de cette doline est essentiellement liée au fait que les larves de *Tanytarsini*, bien que présentes au droit de Dol-10 (Abondance relative des *Tanytarsini* = 16%), ne dominent pas les communautés en prenant le pas sur les autres *taxa*. Il apparaît donc ici que pour deux dolines géographiquement proches et présentant des communautés fortement apparentées, des degrés différents de déstructuration soient observés lors de la phase d'assèchement. Cette différence tendrait à soutenir la présence d'une altération organique autre au droit de Dol-11. Il apparaît toutefois encore impossible en l'état actuel des connaissances sur l'évolution des

Année 2010

communautés de macro-invertébrés benthiques lors du processus saisonnier d'assèchement partiel ou total des dolines du Grand Sud Calédonien de se prononcer sur le caractère naturel ou non de cette abondance en larve de *Tanytarsini*.

Embranchement	Classe / sous-classe	Ordre	Famille	Genre et espèce	Total
Némathelminthes	Nématodes*				6
Mollusques	Gastéropodes Pulmonés			<i>Physastra</i> *	5
Arthropodes	Crustacés Ostracodes				35
	Crustacés Copépodes				243
	Crustacés Cladocères		Daphnidae		304
			Bosminidae		23
	Crustacés Concostracae				265
	Crustacés Malacostracés	Isopodes			2
	Hydracariens				5
	Insectes Ptérygotes	Odonatoptères	Lestidae		8
			Libellulidae		5
		Hétéroptères	Mesoveliidae		19
			Notonectidae		20
		Diptères	Chironomidae	Chironomini* indéterminés	1
				Orthocladinae* spp.	10
				Tanypodinae* spp.	75
				Tanytarsini	32
			Empididae*		2
		Trichoptères	Hydroptilidae*		2
		Coléoptères	Dytiscidae*		2
			Hydrophilidae*		8
Abondance totale par prélèvement					1072
Richesse taxonomique					21

Liste faunistique des communautés de macro-invertébrés benthiques de la doline Dol-10 obtenue à l'issue de la campagne de suivi effectuées en avril 2010.

3 PLAN D'ACTION OPERATIONNEL DE LA CONSERVATION DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE : LE CREEK TROU-BLEU

Comme nous l'avons vu en avant-propos, dans le cadre de son plan d'action opérationnel en faveur de la conservation de la biodiversité, Vale NC a initié en 2009 un suivi des communautés benthiques du creek Trou-Bleu. La méthode employée pour évaluer la qualité biologique de ce creek au regard des communautés présentes a été calquée sur le protocole mis en place dans le cadre du calcul de l'IBNC, adapté pour l'IBS. Ce suivi a permis d'initier l'étude de l'évolution saisonnière de la qualité biologique d'un cours d'eau exempt de toute activité anthropique à travers l'utilisation de l'indice biotique de Nouvelle-Calédonie. Le suivi effectué en 2010 a permis de compléter les résultats acquis et présentés au sein du rapport annuel 2009.

Les résultats obtenus en 2009 nous montraient la présence d'une communauté benthique présentant une richesse spécifique oscillant entre 15 et 22 *taxa* en fonction de la période de l'année, un nombre plus élevé de *taxa* étant observé en fin d'année (septembre et novembre), lors de la période d'étiage. Cette tendance se confirme pour l'année 2010, où un nombre de *taxa* compris entre 17 et 24 ont été observés. Le mois de mars présente la plus faible valeur avec 17 *taxa*. La période s'étalant de juin à décembre est caractérisée par des richesses taxonomiques supérieures à 20 *taxa* (cf. Fig. n°13).

Si nous nous intéressons maintenant à la diversité biologique de la communauté benthique observée au droit de la station 3-C (cf. Fig. n°14), nous pouvons constater à travers l'utilisation de l'indice d'équitabilité de Pielou, que celle-ci contrairement à l'année 2009 où la plus faible valeur était observée en mai, présente sa plus faible valeur au mois de septembre 2010 ($E = 0,62$). Comme pour l'année précédente, cette valeur plus faible est expliquée par les abondances relatives élevées des larves de *Chironominae Tanytarsini* (44%) et dans une moindre mesure de Trichoptères *Hydroptilidae* (6%). Hormis cette valeur plus faible, nous pouvons constater par ailleurs que l'indice d'équitabilité de Pielou arbore en 2010 des valeurs moyennes supérieures à celles observées en 2009 ($E = 0,80 \pm 0,02$ et $0,73 \pm 0,02$ respectivement).

Année 2010

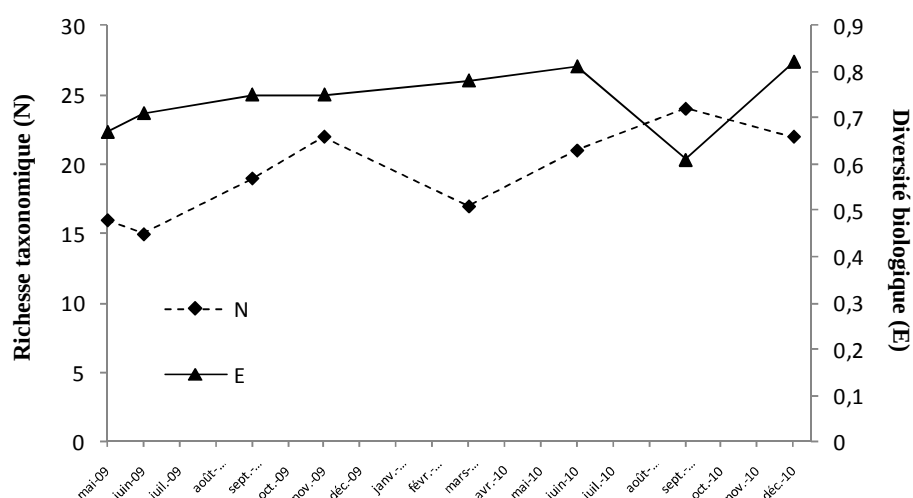


Fig. n°13 : Evolution de la richesse taxonomique et de la diversité biologique au droit de la station 3-C en 2009 et 2010.

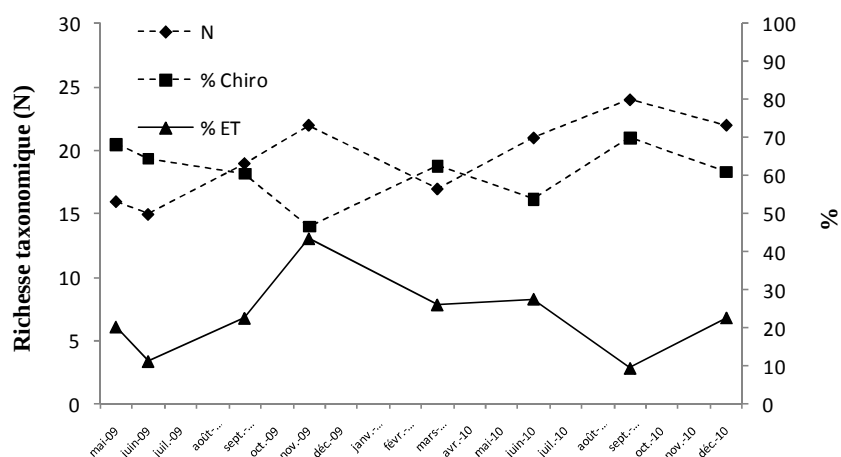


Fig. n°14 : Evolution de la richesse taxonomique et du taux de larves de *Chironomidae* et d'EPT au droit de la station 3-C en 2009 et 2010.

L'évolution du taux de larve de *Chironomidae* montre après une chute observée en fin d'année 2009, une réaugmentation en mars 2010 et se maintient à des niveaux supérieurs à 50% toute l'année 2010 (cf. Fig. n°14). Parallèlement le taux d'EPT décroît et se maintient à des valeurs voisines de 20%, avec une chute en septembre en dessous la barre des 10% (%EPT = 9,5%). Ces deux taux laissent apparaître une déstructuration de la communauté qui ne se traduit pas au niveau de la diversité biologique. Il semble en effet que cette dernière

Année 2010

métrique puisse se maintenir à des niveaux élevés du fait de la prolifération aux côtés des larves de *Chironomidae*, d'autres *taxa* n'appartenant pas aux deux ordres des Trichoptères ou des Ephéméroptères. On constate en effet, une augmentation du nombre de spécimens de larves de Diptères *Ceratopogoninae* et d'Hydracariens.

En ce qui concerne la note IBNC nous pouvons constater que cette dernière après s'être maintenue au dessus de la barre de 5,5 (seuil de bonne qualité) en mars 2010 (IBNC = 5,69), chute en deçà de celle-ci à partir de juin (IBNC = 5,41 et 5,44 en juin et septembre), qualifiant de passable la qualité des eaux du creek. Seule la valeur observée en décembre 2010, reclasse l'eau du creek en classe de bonne qualité (IBNC = 5,53).

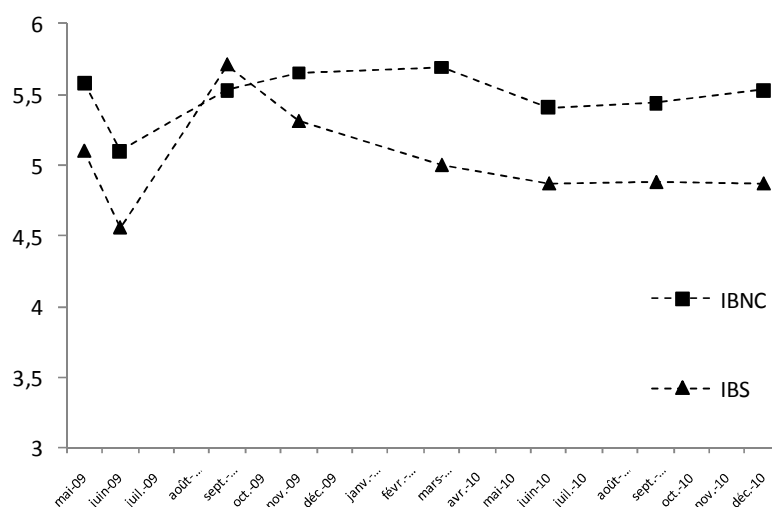


Fig. n°15 : Evolution des notes indicielles IBNC et IBS au droit de la station 3-C en 2009 et 2010.

La note IBS se maintient toute l'année 2010 à des niveaux inférieurs à 5, synonymes de classe de mauvaise qualité aux regards des altérations minérales.

Une des hypothèses qui peut être avancée pour expliquer cela est la diminution progressive des débits du creek observés au cours de l'année 2010. En effet, nous avons vu que l'année a été plutôt déficitaire en termes de précipitation et au fur et à mesure de l'avancée dans les mois nous pouvons constater que les *taxa* tolérants au déficit en oxygène (*Tanytarsini*, *Hydroptilidae*) prennent le pas sur les *taxa* plus réophiles. De même la note IBNC semble traduire cet état de fait, sa chute étant normalement synonyme d'altération organique influençant à la baisse le taux d'oxygène dissous. Si cette hypothèse venait à se confirmer il serait alors important de noter que lors des années sèches, l'IBNC est susceptible de réagir à une altération naturelle de la qualité « organique » des eaux. Ce dernier résultat amène à relativiser les résultats obtenus au droit des stations de suivi du site, tout comme le

Année 2010

fait que la note IBS mesurée sur le creek Trou Bleu exempt de toute altération minérale qualifie sur toute l'année 2010 les eaux comme de mauvaise qualité.

4 CONCLUSION

L'ensemble des mesures effectuées en 2010 dans le cadre du plan de suivi des eaux superficielles du site de Vale NC, nous a permis de constater que l'augmentation de la richesse taxonomique observée en fin d'année 2009, se maintenait sur l'année 2010. Les campagnes menées lors de cette dernière année de suivi ont notamment permis de montrer que la station PAKE-1, station pour laquelle nous ne disposons pas de données pour la période d'étiage 2009, présentait les mêmes tendances évolutives que celles des autres stations du site. Il apparaît donc ici que les conditions climatiques sèches de cette année aient permis aux communautés de se maintenir à un état stable toute l'année.

De manière générale la qualité des eaux du site apparaît se maintenir à des états passables à bon aux regards des notes IBNC obtenues. Seule la note IBS montre une eau de mauvaise qualité au droit de nombreuses stations de suivi. Il convient néanmoins de relativiser ce résultat du fait que la qualité de l'eau au droit de la station 3-C, non soumise à une quelconque source d'altération minérale, demeure de mauvaise qualité aux dires de cette note indicielle.

Les résultats obtenus dans le cadre du plan d'action pour la préservation de la biodiversité intégrant entre autre le suivi des communautés benthiques de la station 3-C localisée sur le cours inférieur du creek Trou-Bleu, nous a permis de constater la présence d'une déstructuration des communautés lors de la fin d'année 2010. Cette déstructuration s'accompagne d'une baisse de la note IBNC qui semble montrer la présence d'une altération organique, qui serait ici naturelle, des eaux du creek. Nos précédents travaux avaient tendance à montrer que les conditions hydrologiques contraignantes des périodes fortement humide influençaient fortement le degré de structuration des communautés benthique. Aux vues de ces derniers résultats il semblerait que les conditions hydrologiques extrêmes survenant lors de longue période de sécheresse, influencent également à la baisse le degré de structuration des communautés benthiques en favorisant le développement des *taxa* saprophiles et la disparition des *taxa* réophiles. Soulignons toutefois que cela reste une hypothèse qui demande confirmation et qu'en l'état actuel des connaissances il s'avère difficile de confirmer celle-ci.