

■ Réseau de suivi de la qualité écologique des cours d'eau du centre minier de DOTHIO: Etat initial



AFFAIRE : 2061
DATE : Juin 2011
CA : Dr Dominique Yannick



AVANT-PROPOS

Suite à l'entrée en vigueur en 2009 du nouveau Code Minier de la Nouvelle-Calédonie, la SLN se doit de régulariser la situation de la mine de Dothio appartenant au centre minier de Thio au regard des nouvelles dispositions dudit Code. Pour ce faire, elle se doit notamment de réaliser un dossier de demande d'autorisation contenant une étude d'impact du projet sur l'environnement. Cette étude d'impact a pour objectif d'identifier les principaux enjeux environnement, au sens large, en présences et de caractériser les impacts potentiels de l'exploitation sur ces derniers. Cette étude prévoit également les mesures préventives, protectrices et le cas échéants compensatoires à mettre en œuvre.

Au sein des centres miniers, un des principaux enjeux de la « bonne gestion » environnementale est la bonne gestion des eaux de ruissellement. En effet, l'exploitation à ciel ouvert des différents gisements est, suite à la suppression du couvert végétal, à l'origine d'une augmentation des phénomènes de lessivage et d'érosion des sols par les eaux de pluies. Les matériaux terrigènes arrachés au sol par les pluies sont ensuite transportés par les eaux de ruissellement jusqu'au creeks environnant qui vont à leur tour charrier ces matériaux des massifs vers le lagon. Durant ce transport, une partie des matériaux sédimente au sein même des creeks et participe à l'altération de la qualité écologique de ces derniers en détruisant les différents habitats présents (colmatages des substrats immergés). Outre l'hypersédimentation, les matériaux terrigènes transportés participent également à l'enrichissement en métaux lourds des différents écosystèmes qu'ils traversent. Rappelons en effet, que les différents horizons ultramafiques sont naturellement riches en métaux (Ni, Fe, Co, Cr, Al., notamment).

Afin de gérer les eaux de ruissellement il est généralement mis en place au sein des sites d'exploitation des ouvrages de gestion des eaux (bassin de sédimentation, drains, fossés,...) Ces différents ouvrages ont pour principal objectif de collecter l'ensemble des eaux de ruissellement et de les « épurer » de leur matières en suspension, avant de les restituer au milieu naturel. Afin de vérifier le bon fonctionnement de ces ouvrages, des analyses de la qualité physico-chimique des eaux en sortie peuvent être faites. Ces analyses ont le mérite de nous donner une bonne image de la qualité de l'eau à un instant « t », par contre elles ne permettent pas d'inférer la qualité des eaux hors des périodes de mesure. Par exemple, lors d'un événement pluvieux important, le pic de MES généré par l'arrivée des eaux de ruissellement est décelable durant une période donnée, suite à cette période, toute analyse qui sera faite ne permettra pas de détecter ce pic. C'est pourquoi pour analyser l'état écologique des eaux de surface, il est aujourd'hui fait de plus en plus appel aux indicateurs biologiques ou bioindicateurs. En effet, ces organismes vont subir toute altération touchant leur milieu, aussi brève soit-elle. Si l'ampleur de cette dernière dépasse les seuils tolérables pour ces

organismes, elle aura alors pour effet d'entraîner des modifications sur le bioindicateur, modifications qui seront visibles durant une période plus ou moins longue (modification de structure des communautés, modification au niveau cellulaire, modification du comportement,...) En Nouvelle-Calédonie, comme partout ailleurs de par le monde, les macroinvertébrés benthiques sont actuellement utilisés comme bioindicateurs de la qualité écologique des eaux de surface. Ils ont servi de base à l'élaboration de deux notes indicielles permettant d'évaluer la qualité des eaux courantes (IBNC et IBS). Si ces notes indicielles ne sont soit pas adaptée au contexte minier (IBNC), soit non encore officialisée par les gestionnaires de la ressource en eau (IBS), le suivi des communautés de macroinvertébrés benthiques selon des méthodes éprouvées par ailleurs, permet cependant d'avoir une bonne image de la qualité écologique intégrée d'un cours d'eau.

La présente étude a donc pour objectif la caractérisation de l'état écologique actuel des différents creeks qui seront soumis à l'influence du nouveau projet d'exploitation de la mine de Dothio, au travers l'étude des communautés de macroinvertébrés benthiques.

SOMMAIRE

1	METHODE D'ECHANTILLONNAGE	4
1.1	METHODOLOGIE	4
1.2	PRELEVEMENT	5
1.3	CONSERVATION DES ECHANTILLONS	6
1.4	COLLECTE DES DONNEES AFFERENTES A LA STATION	6
1.5	DETERMINATION TAXONOMIQUE DES ECHANTILLONS	7
1.6	SUIVI DES COMMUNAUTES	7
2	CARACTERISATION DU RESEAU DE SUIVI	11
3	CARACTERISATION DE LA QUALITE ECOLOGIQUE DES CREEKS DU CENTRE MINIER DE KOUAOUA	15
3.1	COMPOSITION DES PEUPLEMENTS DE MACROINVERTEBRES BENTHIQUES	15
3.2	STRUCTURATION DES COMMUNAUTES DE MACROINVERTEBRES BENTHIQUES	17
4	CONCLUSION	18

1 METHODE D'ECHANTILLONNAGE

1.1 METHODOLOGIE

Les 4 stations du réseau de suivi du centre minier de Dothio retenues par le demandeur ont été échantillonnées. Il a également été défini un réseau de contrôle du centre minier. En effet, il est important de souligner que la mise en place de réseau de contrôle, réseau présentant des caractéristiques mésologiques primaires (géologie, climat, pentes) similaires à celles du réseau de suivi, est devenue avec l'application de la DCE européenne, une étape indispensable à la bonne interprétation des résultats biologiques obtenus dans le cadre de l'analyse de l'état écologique des cours d'eau. Ces réseaux de contrôle sont d'autant plus importants en milieu tropical insulaire du fait de l'existence d'importantes variations hydrologiques intra et inter-annuelles influençant fortement la structure des communautés de macro-invertébrés benthiques et par conséquent les résultats obtenus au travers l'utilisation de notes indicielles (IBNC, IBS). La mise en place d'un réseau de contrôle permet de s'astreindre de toutes ces contraintes, puisque nous ne travaillons plus par la suite par comparaison à un état initial réalisé dans des conditions données, pour calculer l'écart à la référence, mais par écart à une référence spatiale (station de contrôle échantillonnée au même moment que les stations de suivi).

Ce type de réseau de contrôle apparaît dorénavant indispensable afin de disposer de bases fiables pour l'interprétation des résultats obtenus au droit des différents réseaux de suivi. C'est à cette fin que la détermination des HydroEcoRégions (HER) calédonniennes, première étape de la typologie des masses d'eau, a été lancée fin 2010. La typologie des différentes masses d'eau qui en sera issue permettra de fournir les éléments nécessaires pour juger du positionnement des différents réseaux de contrôles et de suivi à l'échelle du territoire. Dans l'attente des résultats de cette première étude, sur les bases des données géologiques, climatologiques et de reliefs disponibles, nous avons posé comme hypothèse de départ que l'ensemble du réseau de suivi du centre se localisait au sein d'une même HER de niveau 1 (côte Est exposée aux précipitations, sous-sols ultramafique et relief de forte pente). Nous avons ensuite ordonné le réseau de suivi du centre en utilisant la méthode des rangs de Strahler. En effet, rappelons que c'est la combinaison « HER x rang » qui permet de typer les différentes masses d'eau. Sur cette base nous avons ainsi pu caractériser les différentes masses d'eau en présence sur le réseau de suivi du centre. A partir de là, nous avons pu définir un réseau de contrôle sur un bassin versant non impacté par une quelconque activité anthropique. Pour ce réseau de contrôle, une station par grand type de masse d'eau présente au sein du réseau de suivi a été retenue.

1.2 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 intégré 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 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).

1.3 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° diluée¹. 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 appendices² : 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.

1.4 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.

L'ensemble de ces données sera compilé au sein de fiches techniques terrain normalisées.

¹ 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.

² Les appendices sont des éléments importants permettant la détermination taxonomique des spécimens collectés.

1.5 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 en Ecotoxicologie Dominique Yannick³, 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 docteur en hydrobiologie N. Mary, spécialiste de la macrofaune benthique calédonienne. 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 taux de larves d'EPT et de *Chironomidae* ;
- le score IBNC et IBS.

1.6 SUIVI DES COMMUNAUTES

1.6.1 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 ?

³ 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.

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.

1.6.2 INDICE DE SIMILITUDE

Les résultats obtenus au droit du réseau de suivi ont pu être comparés aux données acquises au droit du réseau de contrôle afin de caractériser et quantifier de potentielles différences.

Pour ce faire les méthodes suivantes seront utilisées :

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

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 :

$$I = (S_a - S_b) / S_a - b$$

1.6.3 ANALYSES UNIVARIEES ET MULTIVARIEES

Afin d'étudier la variabilité spatiale des données collectées, des méthodes d'analyses statistiques univariées et multivariées ont été mises en œuvre.

Afin de dégager les grandes tendances des jeux de données faunistiques et abiotiques collectées des analyses multivariées ont été menées. Ce type d'analyse nous a permis de représenter graphiquement, dans un espace de dimension faible (typiquement un plan à 2 dimensions), la structure des données (relations entre les variables et les individus), sur les axes factoriels estimés. Deux types d'analyses ont été utilisés en fonction de la nature des données :

- pour les données qualitatives (noms d'espèces, nature du substrat, ...), dans le cas de 2 variables qualitatives, la structure des relations existantes entre les différents individus et variables sera étudiée à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances simples (AFC). Pour un nombre de variables qualitatives supérieur à 2, une analyse des correspondances multiples (ACM) sera utilisée ;
- pour les données quantitatives, une analyse factorielle en composantes principales (ACP) sera appliquée pour étudier la structure des relations entre les individus et les variables;

La qualité de la projection des observations (variables et individus) sur le plan principal (plan engendré par les deux premiers axes) sera vérifiée en utilisant différents critères statistiques : indicateurs de perspectives et de contribution d'erreurs (valeurs des \cos^2 ,...), pourcentage de variation expliqué.

L'ensemble de ces analyses sera réalisé à l'aide du logiciel *SPAD* version 5.6.

Lorsque le jeu de données collectées impose l'utilisation de moyenne, les données ont été exprimés sous la forme de valeurs moyennes \pm erreurs standards (écart-type de la moyenne = écart-type/ \sqrt{N}). Afin de tester les effets/différences significatives, des méthodes paramétriques ou non paramétriques ont été utilisées, selon que l'hypothèse de distribution des données était vérifiée ou non (normalité). Dans un cadre paramétrique, une hypothèse d'homogénéité des variances et d'indépendance des données est classiquement admise. Afin de vérifier la normalité des distributions, les tests d'adéquation de Kolmorov-Smirnov et du χ^2 ont été utilisés. L'homogénéité des variances a été testée à l'aide du test de Levene.

Si les hypothèses paramétriques sont vérifiées, les moyennes de deux échantillons ont été comparées à l'aide d'un test t de Student (dans le cas de petits échantillons) ou de test Z (dans le cas de grands échantillons). Une analyse des variances/covariances à un ou plusieurs facteurs (ANOVA/ANCOVA) a été utilisée afin de tester l'effet d'une ou plusieurs variables qualitatives sur la variable quantitative étudiée.

Si, au contraire, les hypothèses paramétriques ne sont pas vérifiées, les moyennes de deux échantillons ont été comparées à l'aide du test U de Mann et Whitney, alternative non paramétrique la plus robuste par rapport au test t de Student. Une analyse des variances non paramétrique (Kruskal Wallis) a été utilisée afin de tester l'effet d'une variable qualitative sur la variable quantitative étudiée et de comparer les moyennes de plus de 2 échantillons.

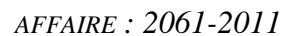
Pour l'ensemble de ces tests, $p < 0,05$ a été considéré comme significatif. Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel *STATISTICA* version 6.1.

2 CARACTERISATION DU RESEAU DE SUIVI

Avant de nous intéresser aux différents paramètres biologiques mesurés dans le cadre de notre étude, il nous est apparu important de revenir sur la typologie « naturelle » des différentes stations composant le réseau de suivi de la qualité écologique des eaux douces du centre minier de Dothio. En effet, rappelons que les variables mésologiques ou conditions du milieu environnant influencent fortement les paramètres abiotiques et biotiques des cours d'eau. En Nouvelle-Calédonie la composition faunistique des cours d'eau est fortement influencée par la nature géologique du bassin versant (les creeks drainant les massifs de roches ultrabasiques et latéritiques possèdent une faune moins dense et moins diversifiée que les creeks des zones métamorphiques et volcano-sédimentaires). La distance à l'estuaire apparaît également comme un facteur pouvant influencer la composition de certains peuplements dulçaquicoles. Il apparaît donc primordial de considérer l'influence de ces variables dans l'étude des différences observées entre les stations d'un réseau de suivi, avant de conclure sur l'interprétation des données physico-chimiques et biologiques mesurées.

Le réseau de suivi du centre minier de Dothio tel que défini par la SLN se composait initialement de 4 stations. Du fait de l'assèchement de la partie amont du creek Nemèji, la station Dothio Nord Amont n'a pu être prospectée. Elle n'a donc pas été retenue pour ce suivi.

L'ensemble des stations prospectées présentent des modalités mésologiques proches. En effet, si nous considérons en premier lieu la nature géologique du substrat présent au droit de chaque station, nous pouvons constater que ces dernières sont toutes localisées sur des creeks drainant des environnements ultramafiques (cf. tableau 1 et Fig. n°1). De même nous pouvons constater que les deux bassins versant suivis sont caractérisés par la présence dans leur partie médiane et inférieure de cônes de déjection et de coulées de matériaux assez importants pour être cartographiés. Du fait d'un contexte géologique similaire, la ripisylve rencontrée au droit de chaque station apparaît semblable (formation de maquis minier paraforestier ou arbustif, cf. tableaux 2).



Station	nature géologique du substrat à la station	rang de strahler	altitude (m)	vitesse du courant	substrat immergé				Riphsylve	
					% RM	% bloc	% G	% GS	formation végétale	% ombrage
DOTHIO SUD	ultramafique	1	106	forte	40	40	10	10	maquis arbustif	30
DOTHIO NORD AVAL	ultramafique	2	74	moyenne	10	10	75	5	maquis arbustif et paraforestier	0
OUAGNA	ultramafique	2	98	forte	40	40	10	10	maquis paraforestier	0

Tableau 1 : Variables mésologiques des différentes stations étudiées considérées dans l'ACM.

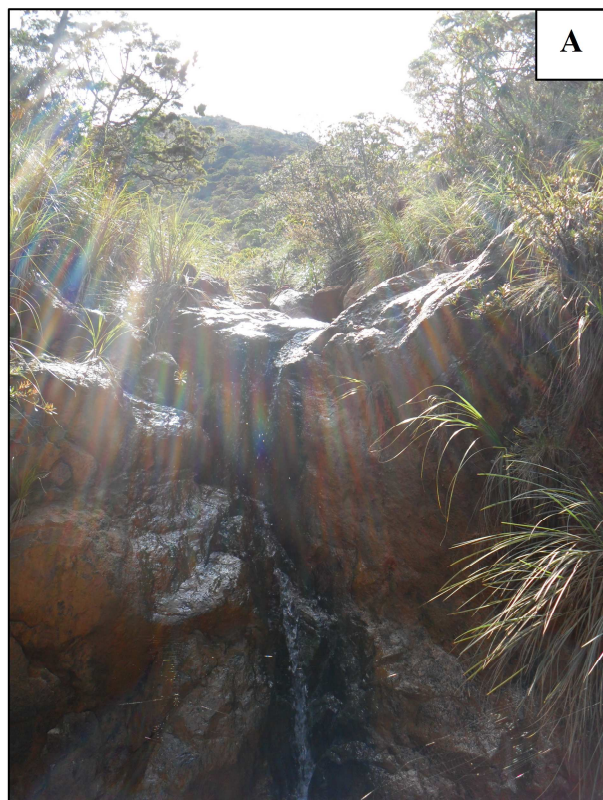


Figure n°2 : Photos des formations végétales des stations Dothio Sud (A) et Dothio Nord Aval (B).

De même nous pouvons constater que les masses d'eau suivies sont des masses d'eau présentant une vitesse moyenne moyenne à forte et situées sur de petits ou très petits cours d'eau.

En conclusion, il apparaît donc que le réseau de suivi du site de Dothio soit composé uniquement de stations sur substrat ultramafique localisées sur de petits bassins (cours d'eau principal d'ordre 2). Deux de ces stations, Dothio Sud et Ouagna sont localisées en tête de bassin, alors qu'une seule Dothio Nord Aval est localisée en queue de bassin.

Cette première analyse nous permet d'affecter à chacune de ces stations une station de contrôle localisées à ce stade de l'avancée des travaux sur l'ensemble des sites miniers SLN de la côte Est sur le secteur de Kouaoua. Notons que suite à la finalisation des travaux entrepris sur l'ensemble du secteur de Thio, un réseau de contrôle sera établi pour ce secteur. Soulignons toutefois que les premières analyses menées sur l'ensemble du territoire par notre bureau, semble montrer à ce jour que les secteurs de Dothio et Thio Plateau présentent des caractéristiques climatiques (régime des précipitations) et orographiques similaires à celui de Kouaoua. Le camp des Sapins localisé un peu plus au Sud au sein de la chaîne entre Thio et Boulouparis, présente quant à lui des caractéristiques climatiques et orographiques légèrement différentes : le plus fort relief de cette zone et son exposition au vent dominant entraîne en effet un cumul de précipitations moyen annuel légèrement supérieur à celui de la zone susmentionnée ($P > 2\,500$ mm/an vs $1\,700 < P < 2\,500$ mm/an). Les stations de référence localisées sur Kouaoua semblent donc à ce jour constituer des références pour une zone s'étirant de Thio à Ponérihouen.

A ce stade les stations de contrôle retenues sont donc :

- Doudou 1 du site de Kouaoua pour les masses d'eau de rang 1 ;
- Me Fao 2 pour les masses d'eau de rang 2 ;
- Me Fao 1 pour les masses d'eau de rang > 2 .

A l'issue du travail mené sur l'ensemble des sites miniers SLN de la côte Est et en adéquation avec les conclusions du travail mené sur les HER calédoniennes dont les conclusions devraient être validées d'ici fin juillet 2011, nous établirons un réseau de contrôle pour l'ensemble de ces sites.

3 CARACTERISATION DE LA QUALITE ECOLOGIQUE DES CREEKS DU CENTRE MINIER DE KOUAOUA

3.1 COMPOSITION DES PEUPLEMENTS DE MACROINVERTEBRES BENTHIQUES

Lors de la campagne de collecte effectuée suite à la saison humide 2011 (mai), plus de 830 adultes et larves d'invertébrés benthiques appartenant à près de 30 *taxa* différents ont été collectés et identifiés. Le nombre de *taxa* observés au niveau du centre de Dothio peut de primes abords apparaître inférieur à celui observé au droit d'autres réseaux de suivi (Kouaoua : 65 *taxa*, Koniambo : 50 *taxa*). Il faut cependant garder à l'esprit que les trois stations prospectées présentent des caractéristiques mésologiques similaires (cours d'eau à pente moyenne à forte sur substrat ultramafique), réduisant ainsi le panel de microhabitats échantillonnés comparativement à celui des autres réseaux composés de masses d'eau sur substrat ultramafiques et volcano-sédimentaire et à courant variable.

Parmi ces *taxa*, le sous Embranchement des *Hexapoda* regroupant les clades des *Collembola*, *Protura*, *Diplura* et *Insecta*, domine largement nos prélèvements : plus de 98% des individus collectés appartiennent en effet à ce taxon. Cette forte abondance des *Hexapoda*

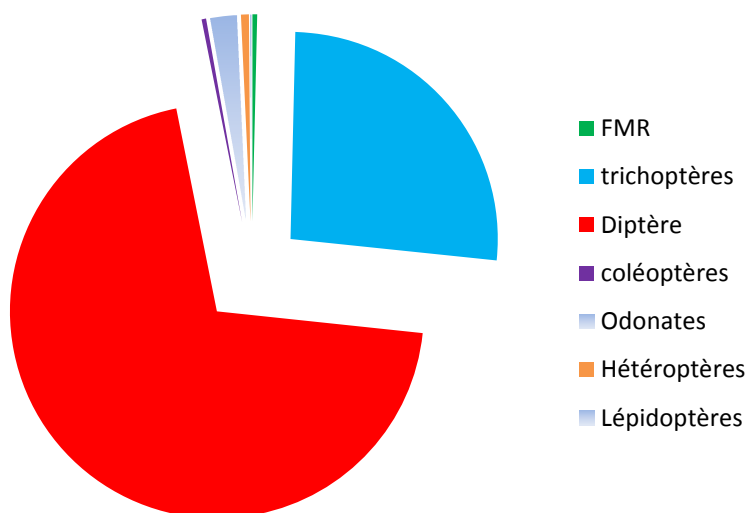


Fig. 3 Abondance relative des différents Ordres au sein de la classe des *Insecta*.

est essentiellement liée à la forte abondance de la Classe des *Insecta* qui représente à elle seule plus de 99% des *Hexapoda* collectés. Au sein de cette Classe, l'ordre des Diptères domine les communautés (plus de 69% des individus collectés sont des Diptères). Suivent ensuite les Ordres des Trichoptères (25,98%) et des Odonates (2,03%), notamment du fait de

la forte abondance de larves de la famille des *Megapodagrionidae*. Soulignons que l'ordre des Epheméroptères est peu représenté sur ce site puisque seules quelques larves du genre Kouma ont été collectées au niveau de la station Dothio Nord Aval. Les autres ordres représentés (Coléoptères, Epheméroptères, Hétéroptères et Lépidoptères), présentent des abondances relatives totales égales ou inférieures à 1% (cf. Fig. n°3).

L'abondance relative élevée de l'ordre des Diptères s'explique du fait de la présence de nombreuses larves de Diptères *Chironomidae*, notamment ceux de la sous famille des *Orthocladiinae*, qui présentent au droit du centre de Dothio une forte densité moyenne (328 ind/m²). La sous famille des *Chironominae* tribu des *Chironomini* est également bien représentée avec près de 80 ind/m² en moyenne (cf. Fig.n°4). Nous pouvons également constater que les larves de Trichoptères de l'ordre des *Symphitoneuria* sont présentes en abondance au niveau du centre (85 ind/m² en moyenne). Aux côtés de ces *taxa* dominant, nous pouvons constater que la majorité des autres *taxa* collectés sont présents en faibles densités (généralement $D < 10$ ind/m²).

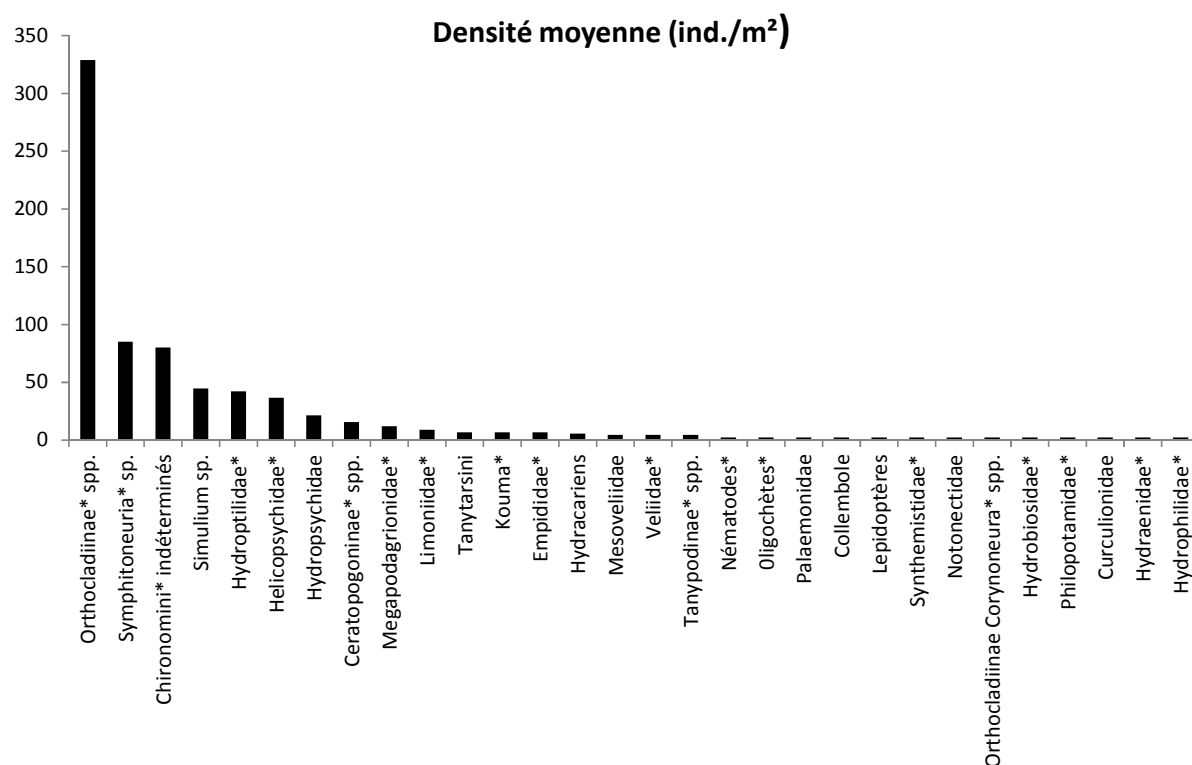


Fig. 4 Densité moyenne (ind./m²) des différents *taxa* collectés au sein du réseau de suivi du centre minier de Dothio.

Bien que la composition générale des communautés benthiques décrite ci-dessus pour le centre de Dothio, apparaisse similaire à celle habituellement rencontrée au sein des massifs

ultramafiques de la Grande Terre (communautés dominées par les ordres des Diptères, Trichoptères), la faible représentation de l'ordre des Ephéméroptères couplée à une domination nette (forte abondance relative et densité) des larves d'*Orthocladinae*, suggère la présence d'un déséquilibre au sein de l'ensemble des communautés du réseau de suivi. Ce point est abordé plus en détail dans le paragraphe suivant.

3.2 STRUCTURATION DES COMMUNAUTÉS DE MACROINVERTEBRES BENTHIQUES

Après nous avoir décrit la composition faunistique des différentes communautés benthiques observées au droit des différentes stations de la zone d'étude, nous allons maintenant décrire de manière factuelle le degré de structuration observé pour chacune de ces communautés. Pour ce faire les principales métriques descriptives du degré de structuration ont été analysées. L'ensemble de ces métriques et les valeurs calculées pour ces dernières, ainsi que celles calculées au droit des stations de référence sur substrat ultramafique du réseau de Kouaoua sont reportées dans le tableau 2 ci-dessous :

station	N	H'	E	EPT	%EPT	%Chiro	IBS
Dothio Nord Aval	19	2,94	0,69	6	42,32	41,94	5,69
Dothio Sud	22	2,73	0,61	5	16,88	69,26	5,47
Ouagna	8	1,06	0,35	4	20,17	75,66	-
Doudou1	19	3,57	0,84	6	16,7	58,3	5,41
Me Fao1	20	2,62	0,61	10	44,8	37,8	5,47
Me Fao2	27	4,18	0,88	9	40,7	15,9	6,5

Tableau n°2 : Synthèse des résultats obtenus pour les différentes métriques descriptives de la structure des communautés benthiques collectés au droit des stations de suivi du centre minier de Dothio suite à la saison des pluies 2011 et de celles obtenues au droit des stations de référence du centre de Kouaoua (en rouge).

A la lecture de ce tableau nous pouvons constater que la station Dothio Sud localisé sur une très petite masse d'eau présente une richesse taxonomique similaire à celle observée au droit de la station Doudou 1 retenue comme référence pour les très petites masses d'eau sur substrat ultramafique (N = 22 et 19 *taxa* respectivement). Tout comme pour la richesse taxonomique l'indice EPT et le taux de larves d'EPT de la station Dothio Sud prennent des valeurs similaires à celles observées au droit de la station de référence.

Par contre, une légère chute de la diversité biologique peut être constatée au regard de l'indice de Pielou calculé à la station Dothio Sud (E = 0.61 vs E = 0.84 au droit de Doudou 1). Cette légère chute s'accompagne d'une légère augmentation du taux de larves de *Chironomidae*

(%Chiro = 69.26 vs %Chiro = 58.3, respectivement). Ces deux métriques témoignent de la présence d'un léger déséquilibre au sein des communautés de cette station. Notons toutefois que ce déséquilibre n'entraîne pas de modification de la note indiciaire IBS qui demeure similaire à celle observée au droit de Doudou 1 (IBS = 5.4).

En ce qui concerne la station Ouagna, une forte chute de la richesse taxonomique peut être constaté ($N = 8$ vs $N = 20$ taxa au droit de la station de référence Me Fao1). Cette chute de la richesse s'accompagne d'une chute des valeurs de l'ensemble des métriques descriptives du bon état de structuration des communautés ($E = 1.06$ vs 2.62 ; $EPT = 4$ vs 10 et $\%EPT = 20,17\%$ vs 44.8%). A contrario, une forte augmentation du taux de larve de *Chironomidae*, synonyme de déséquilibre et d'altération de la communauté, est observée ($\%Chiro = 75.66\%$ vs 37.8%).

Au niveau de la station Dothio Nord Aval localisée en queue de bassin, nous pouvons constater que la richesse taxonomique bien qu'élevée (proche de 20), apparaît plus faible que celle observée au droit de la station de référence retenue pour ce type de masse d'eau ($N = 27$ taxa). De même une légère chute de la diversité biologique ($E = 0.69$ vs $E = 0.88$ respectivement au droit de Dothio Nord Aval et de Me Fao 2) et de l'indice EPT ($EPT = 6$ vs $EPT = 9$ respectivement au droit de Dothio Nord Aval et de Me Fao 2), est observée. Le taux de larves EPT demeure quant à lui similaire à celui observé au droit de la station de référence. On note donc que malgré une richesse moindre en EPT, la contribution de ces larves à l'abondance totale de la communauté demeure inchangée. Parallèlement une légère augmentation du taux de larves de *Chironomidae* ($\%Chiro = 41.94\%$ vs 15.9% au droit de la station de référence), traduisant la présence d'une légère déstructuration, est observée. Cette déstructuration est également mise en évidence au travers la note IBS qui montre une légère chute aux regards de la valeur de référence retenue pour ce type de masse d'eau, chute qui entraîne le déclassement de la qualité écologique à un niveau passable.

4 CONCLUSION

Cette première étude menée sur le réseau de suivi de la qualité écologique des cours d'eau localisés dans la zone d'influence du centre minier de Dothio, a permis dans un premier temps de caractériser le type de masses d'eau en présence. Notre étude a ainsi pu montrer que ce site est caractérisé par la présence d'un seul des grands types d'environnement habituellement rencontrés au droit des réseaux de suivi des sites miniers calédoniens : stations sur substrat ultramafique. Au sein de cet ensemble, différent type de masses d'eau ont pu être mis en évidence :

- Très petit et petit cours d'eau de tête de bassin ($\text{Rang} \leq 2$) ;
- cours d'eau de queue de bassin ($\text{Rang} > 2$).

Cette première classification des stations de suivi a ainsi permis de définir des stations de référence pour chacun des grands types de masses d'eau suivies et ainsi définir un réseau de contrôle pour le centre minier de Dothio. Ce réseau de contrôle pourra évoluer lorsque les HER calédoniennes seront définies et se voir remplacer par le ou les réseaux de contrôle définis pour la ou les HER de niveau 2 auxquelles appartient le site SLN de Dothio (vraisemblablement le même que celui de Kouaoua et de Thio Plateau).

D'autre part notre analyse a également permis de constater que les communautés peuplant les stations Ouagna et Dothio Nord Aval présentaient un déséquilibre plus ou moins important aux regards des conditions de référence établies pour ces types de masses d'eau.

station	coordonnées lambert (RGNC 91-93)	nature géologique du substrat à la station	N	IBNC	IBS
Dothio Nord Aval	X: 417 293 Y: 292 785	ultramafique	19	6,15	5,69
Dothio Sud	X: 417 355 Y: 291 966	ultramafique	22	5,88	5,47
Ouagna	X : 417 621 Y: 291 654	ultramafique	8	-	-

Tableau n°3 : synthèse valeurs obtenues pour les métriques (N, IBS et IBN) au droit des différentes stations de suivi du site de Dothio.

Annexes

Annexe 1 : Fiche terrain

Annexe 2 : rapport d'analyse

Rapport d'analyse :



Qualité Ecologique milieu lotique dulçaquicole

Référence Affaire : 2061

Date d'émission : 17/06/2011

Client : Société Le Nickel

Informations générales :

Lieu-dit : Centre minier de Dothio

Creek : Nemèji

Station : Dothio Nord Aval

Coordonnées GPS (Lambert RGNC 91) :

- X : 417 293
- Y : 292 785
- Z : 74 m

Date de prélèvement : 11/05/2011

Conditions météo : soleil et nuages

Préleveur : DA & YD

Rang de Strahler : R = 3

Géologie : type ultramafique

Type de masse d'eau : petit cours d'eau

Résultats :

Liste faunistique :

Embranchement	Classe / sous-classe	Ordre	Famille	Genre et espèce	Score IBS	Total
Annélides	Oligochètes*		Naididae		2	1
Arthropodes	Hydracariens					1
	Insectes Ptérygotes	Ephéméroptères	Leptophlebiidae	<i>Kouma</i> *	9	3
		Lepidoptères				1
		Odonatoptères	Megapodagrionidae*		6	11
Arthropodes	Insectes Ptérygotes	Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae* spp.	3	1
			Chironomidae	Chironomini* indéterminés	4	6
				Orthoclaeniinae* spp.	4	101
				Tanypodinae* spp.		1
				Tanytarsini		4
			Empididae*		6	5
			Limoniidae*		5	1
			Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	6	20
		Trichoptères	Hydroptilidae*		3	18
			Helicopsychidae*		8	32
			Hydropsychidae			18
			Leptoceridae	<i>Symphitoneuria</i> * sp.	9	41
			Philopotamidae*		9	1
		Coléoptères	Curculionidae			1

Richesse taxonomique : N = 19 taxa (N = 27¹ taxa)

Nbre de taxa indicateurs (IBS) : N = 13

Diversité biologique (indice de Pielou) : E = 0.69 (E > 0.88)

Taux de larves d'EPT : 42.32% (> 40%)

Indice BioSédimentaire : IBS : 5.69 (qualité passable)

Taux de larves de Chironomidae : 41.95% (≤ 15%)

Commentaires :

La richesse taxonomique et la diversité biologique observées à la station présentent une légère chute au regard de celles observées au droit des cours d'eau de queue de bassin sur substrat ultramafique. On notera néanmoins au droit des rapides de cette station la présence de larves d'Ephéméroptères du genre *Kouma* et de larves de Trichoptères du genre *Symphitoneuria* et de la famille des *Philopotamidae*, taxa plutôt sensibles aux altérations minérales. Une augmentation du taux de larves de *Chironomidae* est également observée et

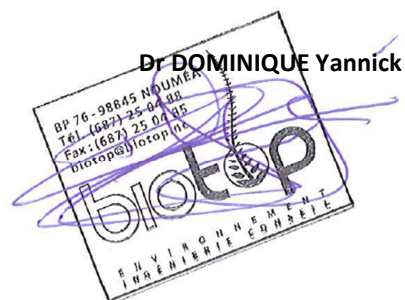
¹ En bleu : valeur de référence.

Rapport d'analyse :



Qualité Ecologique milieu lotique dulçaquicole

apparaît traduire la présence d'un léger déséquilibre au sein des communautés. Ce léger déséquilibre est également mis en évidence par la note IBS qui indique la présence d'une légère altération déclassant la qualité écologique des eaux de la station en classe de qualité passable, alors qu'une classe de qualité bonne est atteinte au droit de la station de référence



Rapport d'analyse :



Qualité Ecologique milieu lothique dulçaquicole

Référence Affaire : 2061

Date d'émission : 17/06/2011

Client : Société Le Nickel

Informations générales :

Lieu-dit : Centre minier de Dothio

Creek :

Station : Dothio Sud

Coordonnées GPS (Lambert RGNC 91) :

- X : 417 355
- Y : 291 966
- Z : 106 m

Date de prélèvement : 11/05/2011

Conditions météo : soleil et nuages

Préleveur : DA & YD

Rang de Strahler : R = 1

Géologie : type ultramafique

Type de masse d'eau : Très petit cours

Résultats :

Liste faunistique :

Embranchement	Classe / sous-classe	Ordre	Famille	Genre et espèce	Score IBS	Total
Annélides	Oligochètes*		Naididae		2	1
Arthropodes	Crustacés	Décapodes	Palaemonidae			1
	Malacostracés					4
	Hydracariens					1
	Insectes Aptérygotes	Collembolae				4
	Insectes Ptérygotes	Odonatoptères	Megapodagrionidae*		6	1
			Synthemistidae*		8	1
		Hétéroptères	Notonectidae			1
			Veliidae*		6	2
Arthropodes	Insectes Ptérygotes	Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae* spp.	3	13
			Chironomidae	Chironomini* indéterminés	4	66
				Orthoclaudiinae	7	1
				Corynoneura* spp.	4	88
				Orthoclaudiinae* spp.		3
				Tanypodinae* spp.		2
				Tanytarsini	6	1
			Empididae*		5	2
			Limoniidae*		3	20
			Hydroptilidae*		8	1
			Helicopsychidae*		6	1
			Hydrobiosidae*			9
			Hydropsychidae		9	8
			Leptoceridae	Symphitoneuria* sp.	5	1
		Coléoptères	Hydrophilidae*			

Richesse taxonomique : N = 22 taxa (N > 19¹ taxa)

Diversité biologique (indice de Pielou) : E = 0.61 (E > 0.7)

Indice BioSédimentaire : IBS : 5.47 (qualité passable)

Nbre de taxa indicateurs (IBS) : N = 15

Taux de larves d'EPT : 16.88% (> 40%)

Taux de larves de Chironomidae : 69.26% (≤ 15%)

¹ En bleu : valeur de référence.

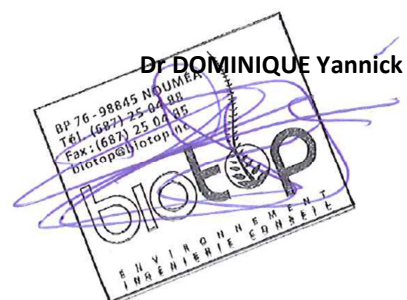
Rapport d'analyse :



Qualité Ecologique milieu lotique dulçaquicole

Commentaires :

La richesse taxonomique observée à la station est conforme à celle observée au droit des très petits cours d'eau sur substrat ultramafique. Toutefois une légère chute de la diversité biologique est constatée ($E = 0.61$ vs $E = 0.7$), traduisant la présence d'une altération de la communauté. Cette altération est également visible aux regards des résultats obtenus pour les taux de larves de *Chironomidae* et d'EPT : net recul de l'abondance relative des larves d'Ephéméroptères (absence) et de Trichoptères (16.88%) sensibles aux perturbations et forte augmentation de l'abondance relative des larves polluo-résistantes de *Chironomidae* (69.26%). La note indicelle IBS obtenue est conforme à celle observée au droit de la station de référence ($IBS = 5.41$ vs $IBS = 5.47$), indiquant que le déséquilibre observé ne se répercute pas sur la qualité écologique du creek.



Rapport d'analyse :



Qualité Ecologique milieu lotique dulçaquicole

Référence Affaire : 2061

Date d'émission : 17/06/2011

Client : Société Le Nickel

Informations générales :

Lieu-dit : Centre minier de Dothio

Creek : Ouagna

Station : Ouagna

Coordonnées GPS (Lambert RGNC 91) :

- X : 417 621

- Y : 291 654

- Z : 98 m

Date de prélèvement : 11/05/2011

Conditions météo : soleil et nuages

Préleveur : DA & YD

Rang de Strahler : R = 2

Géologie : type ultramafique

Type de masse d'eau : petit cours d'eau

Résultats :

Liste faunistique :

Embranchement	Classe / sous-classe	Ordre	Famille	Genre et espèce	Score IBNC	Total
Plathelminthes*					3	0
Némathelminthes	Nématodes*				1	1
Arthropodes	Insectes Ptérygotes	Odonates	Megapodagrionidae*		9	1
			Mesoveliidae			2
		Diptères	Chironomidae	Orthoclaadiinae* spp.	2	255
			Limoniidae*		4	9
		Trichoptères	Hydropsychidae			2
			Leptoceridae	Symphitoneuria* sp.	9	66
		Coléoptères	Hydraenidae*		8	1

Richesse taxonomique : N = 8 taxa (N > 19¹ taxa)

Nbre de taxa indicateurs (IBS) : N = 6

Diversité biologique (indice de Pielou) : E = 0.35 (E > 0.6)

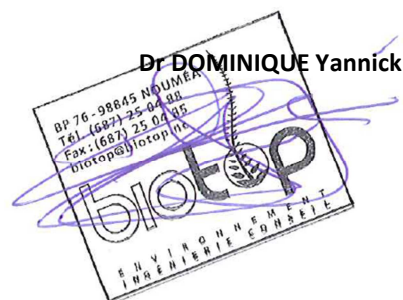
Taux de larves d'EPT : 20.17% (> 40%)

Indice BioSédimentaire : IBS : trop faible nbre de taxa indicateurs

Taux de larves de Chironomidae : 75.66% (≤ 40%)

Commentaires :

Une forte chute de la richesse taxonomique est observée à la station. Le faible nombre de taxa indicateurs (< 7) rend les valeurs des différentes métriques indicielles calculées non interprétables. L'ensemble des autres métriques utilisées témoignent de la présence d'un déséquilibre au sein de la communauté (faible indice de diversité) et fort taux de larves de Chironomidae (% Chiro > 75%), synonyme d'une altération de la qualité écologique de l'eau à la station.



¹ En bleu : valeur de référence.