



Rapport final

Campagne d'observation sur la rivière des Pirogues après une pollution accidentelle : caractérisations physico-chimique et biologique de la perturbation signalée et de ses impacts potentiels (campagne du 21 octobre 2019)

N. Mary - ETHYCO
Editeur : OEIL.

Février 2020

ETHYCO
ETude HYdro systèmes COntinentaux



**Observatoire de l'environnement
en Nouvelle-Calédonie (OEIL)**
contact@oeil.nc | Tél. : +687 23 69 69
31 rue Paul Kervistin – Anse Vata
98 800 Nouméa – Nouvelle-Calédonie

Sommaire

Chapitre I - Introduction, contexte de l'étude	5
Chapitre II - Matériels et méthodes.....	5
II.1. Période d'échantillonnage.....	5
II.2. Les sites prospectés.....	5
II.3. Les paramètres analysés.....	7
II.3.1. Qualité physico-chimique de l'eau	7
II.3.2. Qualité physico-chimique des sédiments de rivière	7
II.3.3. Qualité écologique du cours d'eau.....	7
II.4. Méthodologie d'échantillonnage.....	8
II.4.1. Echantillonnage de l'eau et des sédiments.....	8
II.4.2. Echantillonnage de la macrofaune benthique	10
II.4.3. Echantillonnage des diatomées benthiques	13
II.4.4. Autres paramètres mésologiques relevés lors des prélèvements de macrofaune benthique .	14
II.4.5. La bancarisation des données de terrain et faunistiques sous Hydrobio web	14
II.4.6. Le calcul des indices biotiques IBS et IBNC et la détermination de la qualité biologique	15
Chapitre III - Résultats	17
III.1. Description mésologique des stations d'étude, observations.....	17
III.1.1. Station « PIRO AMONT »	17
III.1.2. Station « ACCIDENT »	18
III.1.3. Station « ACCIDENT MIB DIAT ».....	19
III.1.4. Station « PIRO 1 ».....	20
III.1.5. Station « PIRO 2 ».....	21
III.2. Qualité physico-chimique de l'eau.....	22
III.2.1. Mesures in situ	22
III.2.2. Analyses physico-chimiques en laboratoire.....	23
III.3. Qualité physico-chimique des sédiments de rivière et de la terre	25
III.4. Qualité biologique des stations	29
III.4.1. Macrofaune benthique, indices IBS et IBNC	29
III.4.2. Diatomées benthiques, indice IDNC.....	30
Chapitre IV - Conclusions, recommandations.....	33
Annexes.....	35

Résumé exécutif

Titre de l'étude	Campagne d'observation sur la rivière des Pirogues après une pollution accidentelle : caractérisations physico-chimique et biologique de la perturbation signalée et de ses impacts potentiels (campagne du 21 octobre 2019)		
Auteurs	Nathalie MARY (Ethyc'O)		
Collaborateurs	Gilles GASSIOLE (MicPhyc), Florence PERES (Artémis)		
Editeurs	Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL)		
Année d'édition du rapport	2020	Année des données	2019

Objectif	L'objectif de la présente étude, initiée par l'OEIL, est de caractériser les perturbations et les impacts potentiels engendrés par un incident de pollution sur la qualité de la Rivière des Pirogues, au moyen de l'analyse de divers compartiments (eau, sédiments, flore et faune) et d'observations visuelles.
Contexte	L'incident de pollution aux hydrocarbures qui se serait déroulé le 4 octobre 2019 a été signalé, en premier lieu, par des riverains ayant aperçu des taches d'hydrocarbures à la surface de l'eau. Le 10 octobre, la mairie du Mont-Dore publiait un communiqué pour interdire temporairement la pêche à pied et la baignade du pied de la mine Graziella jusqu'à l'embouchure de la rivière des Pirogues.
Méthodologie	La mission de terrain a eu lieu le 21 octobre et a permis de réaliser : <ul style="list-style-type: none"> • des observations visuelles du cours d'eau, de ses berges et de la ripisylve ; • des prélèvements d'eau et de sédiments sur 4 stations (3 stations au droit ou à l'aval du lieu de l'incident et 1 station en amont) ; • des prélèvements d'échantillons de terre sur le lieu du déversement d'hydrocarbures ; • l'étude de la faune et de la flore (macro-invertébrés benthiques et diatomées) en amont et en aval immédiat de l'incident.

Résultats et conclusions	<p>Il n'a pas été observé de traces d'hydrocarbures dans les sédiments ou sur les berges des stations prospectées. En ce qui concerne les analyses d'eau, celles réalisées <i>in situ</i> indiquent des valeurs conformes aux teneurs mesurées en général dans les rivières du Sud de la Grande Terre (conductivité inférieure à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en eau douce stricte, pH proche de 8, plus de 80% de saturation en oxygène). Les analyses physico-chimiques en laboratoire indiquent l'absence de quantification en Hydrocarbures totaux et en Nitrates dissous, de faibles concentrations en MES et en Manganèse dissous, des concentrations en Chrome VI, Chrome dissous et Nickel dissous majoritairement inférieures à 10 $\mu\text{g}/\text{l}$. Les concentrations en Chlorures dissous et Sulfates dissous sont assez élevées à la station « PIRO AMONT », certainement en raison d'une influence anthropique (habitation, centre de tir de l'armée). Il n'a pas été mesuré dans les échantillons d'eau de valeur aberrante ou inquiétante témoignant d'une éventuelle source de perturbation par les hydrocarbures.</p> <p>Les analyses réalisées sur les sédiments montrent des concentrations plus importantes en métaux (Chrome IV, Chrome, Nickel, Manganèse) et en Magnésium à l'aval immédiat de la</p>
---------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Mine Graziella et au site de l'incident. On peut noter que ces fortes teneurs diminuent nettement plus en aval du cours d'eau. Elles sont certainement imputables à l'activité minière en cours.</p> <p>Les échantillons de sédiments et de terre prélevés présentent une prépondérance d'hydrocarbures lourds non volatiles (fractions >nC22-nC30 et >nC30-nC40). En l'absence de données de référence sur les concentrations naturelles dans les sols ou les sédiments des rivières de l'HER D, il reste difficile de conclure sur l'importance et l'origine des teneurs mesurées en hydrocarbures totaux, notamment dans la station localisée le plus en amont (« PIRO AMONT »). En revanche, l'échantillon de terre prélevé sur le lieu présumé de l'incident présente une forte prépondérance d'hydrocarbures lourds non volatiles (>nC30-nC40) qui rendent certainement compte de l'incident. La même empreinte se retrouve dans les échantillons de l'aval « PIRO 1 » et « PIRO 2 », ce qui marquerait le transfert des hydrocarbures depuis le lieu de l'accident vers l'aval par le flux d'eau.</p> <p>En ce qui concerne les analyses biologiques, les indices IBS₂₀₁₆ et IBS₂₀₀₇ témoignent d'une qualité médiocre à mauvaise aux 2 stations prospectées et soulignent principalement l'impact de la mine Graziella sur la qualité écologique du cours d'eau (apports de fines latéritiques colmatant les habitats disponibles pour la faune benthique et induisant une dégradation de la qualité du milieu). Les résultats indiciaires obtenus ne permettent pas de mettre en évidence une éventuelle autre source de perturbation (due à la présence d'hydrocarbures par exemple). En revanche, l'indice diatomique IDNC ne reflète pas cette dégradation, témoignant d'une très bonne qualité biologique en aval immédiat de la mine.</p> <p>En conclusion, il n'a pas réellement été observé de traces d'hydrocarbures dans les sédiments ou sur les berges des stations prospectées. Les résultats des analyses réalisées sur l'eau, la faune et la flore n'indiquent pas de valeur inquiétante témoignant d'une éventuelle source de perturbation par les hydrocarbures. L'échantillon de terre prélevé sur le lieu présumé de l'incident et les échantillons de sédiments de l'aval « PIRO 1 » et « PIRO 2 » présentent une prépondérance d'hydrocarbures lourds non volatiles qui rendent certainement compte de l'incident. La contamination en hydrocarbures a certainement été transférée vers l'aval par le flux d'eau, puis piégée dans les sédiments de rivière.</p>			
<p>Limites de l'étude</p>	<p>Cette étude met en exergue la nécessité de disposer de données de référence sur les concentrations naturelles en hydrocarbures dans les sols ou les sédiments des rivières de l'HER D. De plus, il reste difficile de statuer sur la rémanence de cette pollution aux hydrocarbures constatée sur les sédiments et le sol de la berge impactée.</p>			
<p>Evolutions</p>	<p>Version</p>	<p>Finale</p>	<p>Date de la version</p>	<p>05/02/2020</p>

Chapitre I - Introduction, contexte de l'étude

Le vendredi 4 octobre 2019, un camion de ravitaillement de carburant et d'hydrocarbures de la société Maï Kouaoua Mines (MKM) « aurait manqué de peu la sortie de route, laissant échapper dans la rivière [des Pirogues] une partie du carburant qu'il convoyait. On aurait alors pompé à la hâte ce carburant, limitant la pollution ». La police municipale aurait été alertée par des riverains ayant aperçu des taches d'hydrocarbures à la surface de l'eau. Le 10 octobre, la mairie du Mont-Dore publiait un communiqué pour interdire temporairement la pêche à pied et la baignade du pied de la mine Graziella jusqu'à l'embouchure de la rivière des Pirogues (arrêté n°560/19 du 10 octobre 2019). Il ne restait alors « sur les lieux que quelques traces d'hydrocarbures ». Des prélèvements ont alors été réalisés par la mairie pour définir le degré réel de la pollution (<https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/province-sud/mont-dore/enquete-cours-pollution-riviere-pirogues-758447.html>).

L'objectif de la présente étude, initiée par l'OEIL quelques semaines après l'incident, était de caractériser les perturbations et les impacts potentiels engendrés par l'incident sur la qualité de la Rivière des Pirogues au moyen de l'analyse de divers compartiments (eau, sédiments, flore et faune) et d'observations visuelles : inspection du cours d'eau, de ses berges et de la ripisylve ; recherche de signes de perturbations éventuelles (irisations à la surface de l'eau, organismes morts, végétation affectée, traces d'hydrocarbures, ...) ; présence de poissons et de crustacés décapodes.

Chapitre II - Matériels et méthodes

II.1. Période d'échantillonnage

La journée d'échantillonnage a eu lieu le 21 octobre 2019, en période d'étiage. Les conditions météorologiques ont été favorables à la réalisation des prélèvements (beau temps).

II.2. Les sites prospectés

Par définition, la **station de mesure** est l'entité géographique où l'ensemble des compartiments pertinents nécessaires à une évaluation complète de l'état des eaux est prospecté. C'est donc le lieu situé sur un cours d'eau regroupant des points de prélèvements sur lesquels sont effectués des opérations de contrôle sur une période donnée, afin de déterminer la qualité du milieu aquatique. Ces points de prélèvements sont réputés cohérents et représentatifs de la même station de mesure.

Le **point de prélèvement** (nommé communément « station ») est la portion de cours d'eau délimitée où l'opérateur effectue ses prélèvements ou ses mesures *in situ* (eau, sédiment, diatomées, macrophytes, macro-invertébrés, poissons et crustacés décapodes...). Chaque point de prélèvement est identifié finement en fonction de sa pertinence pour l'échantillonnage. Il reste un sous-espace caractéristique et représentatif d'une station de mesure.

Quatre stations de mesure ont été prospectées le 21/10/2019 :

- une première localisée en amont de l'incident (station « PIRO AMONT »),
- une seconde située au lieu supposé du déversement accidentel d'hydrocarbures (station « ACCIDENT »),

A cette station, la profondeur était trop importante pour effectuer les échantillonnages de faune et de flore. Les prélèvements biologiques ont donc été effectués légèrement en aval, au niveau d'un radier afin d'avoir les conditions adaptées pour l'échantillonnage de la macrofaune benthique et des diatomées (station « ACCIDENT MIB DIAT »).

- deux stations, « PIRO1 » et « PIRO2 », localisées plus en aval, en zone saumâtre, afin d'identifier un éventuel gradient de pollution.

Les coordonnées des points de prélèvement figurent dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Points de prélèvement échantillonnés dans la Rivière des Pirogues le 21/10/2019

Station	Heure d'échantillonnage	Longitude (WGS 84 UTM 58)	Latitude (WGS 84 UTM 58)	Altitude (m)
PIRO AMONT	14H00	166°41'36.8" E	22°15'47.9" S	11
ACCIDENT	08H15	166°41'12.3" E	22°16'23.4" S	9
ACCIDENT MIB DIAT	09H30	166°41'13.5" E	22°16'32.7" S	7
PIRO 1	11H30	166°41'22.6" E	22°17'16.4" S	5
PIRO 2	12H30	166°41'19.6" E	22°17'38.5" S	5

La carte de localisation des stations d'étude figure ci-après.



Figure 2.1 : Localisation des points de prélèvements échantillonnées dans la Rivière des Pirogues le 21/10/2019

II.3. Les paramètres analysés

II.3.1. Qualité physico-chimique de l'eau

Aux 4 stations d'étude « PIRO AMONT », « ACCIDENT », « PIRO 1 » et « PIRO 2 », des prélèvements d'eau ont été effectués en vue d'analyses des éléments suivants :

- les Hydrocarbures totaux permettant de détecter la présence éventuelle de polluants liés à l'incident ;
- les métaux et éléments traceurs de l'érosion des sols dans la fraction dissoute de l'eau : Nickel, Chrome, Chrome VI, Manganèse, Magnésium ;
- les matières en suspension (MES) ;
- certains traceurs de l'activité anthropique dans les rivières : Sulfates dissous, Chlorures dissous, Nitrates dissous.

II.3.2. Qualité physico-chimique des sédiments de rivière

Pour ce compartiment, les paramètres suivants ont été analysés :

- L'indice hydrocarbures C10-C40 détaillé pour les classes suivantes : HCT (nC10-nC16), HCT (>nC16-nC22), HCT (>nC22-nC30) et HCT (>nC30-nC40),
- Les métaux et éléments traceurs de l'érosion des sols : Nickel, Chrome, Chrome VI, Manganèse, Magnésium ;
- la granulométrie pour la fraction inférieure à 1 mm.

Un échantillon de terre a également été prélevé sur la berge à la station « ACCIDENT » (endroit précis de l'incident), afin de mesurer la présence résiduelle d'hydrocarbures dans le sol.

Les analyses physico-chimiques des échantillons d'eau et de sédiments ont été réalisées par le laboratoire LAB'EAU, une partie d'entre elles étant sous-traitée en Métropole. Les analyses granulométriques ont été réalisées par le laboratoire de géologie de l'UNC (Université de la Nouvelle-Calédonie), au moyen d'un Mastersizer 2000.

II.3.3. Qualité écologique du cours d'eau

La qualité écologique du cours d'eau a été mesurée au moyen de 2 compartiments :

- La macrofaune benthique prélevée selon le protocole de Mary (2016)¹, comportant 7 prélèvements unitaires par station, en vue du calcul des indices biotiques IBS et IBNC et autres indices de diversité (richesse taxonomique, abondance, densité, Margalef, Shannon, équitabilité, indice EPT).

¹ MARY N., 2016. Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et Indice Biosédimentaire (IBS). Guide méthodologique et technique. Version révisée 2015. OEIL, DAVAR NC, CNRT, Province Sud, Province Nord. 74 pages. Lien de téléchargement : <https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/13752>

- Les diatomées selon le protocole de calcul de l'IDNC².

Les analyses faunistiques ont été réalisées par N. Mary (ETHYC'O) et les analyses floristiques (diatomées) par Florence Peres (Artemis, Métropole) et Gilles Gassiole (MicPhyc, Ile de la Réunion). Une validation taxonomique des inventaires a été réalisée par Julien Marquié, impliqué dans le développement de l'IDNC.

Le tableau 2.2 récapitule les prélèvements réalisés dans chaque station. Les prélèvements de macrofaune benthique ont été réalisés en amont et en aval immédiat du lieu supposé de l'incident, les stations « PIRO1 » et « PIRO2 » étant en milieu saumâtre. Ceux de diatomées ont été effectués uniquement à l'aval de l'incident (station « ACCIDENT MIB DIAT ») étant donné que la station « PIRO AMONT » ne se prêtait pas à l'échantillonnage de ces algues unicellulaires (absence de sédiments minéraux de taille convenable, fonds essentiellement sablonneux).

Tableau 2.2 : Prélèvements réalisés dans chaque station prospectée

Station	Eau (physico-chimie)	Sédiments (physico-chimie)	Terre (hydrocarbures)	Macrofaune benthique (IBNC/IBS)	Diatomées (IDNC)
PIRO AMONT	X	X		X	
ACCIDENT	X	X	X		
ACCIDENT MIB DIAT				X	X
PIRO 1	X	X			
PIRO 2	X	X			
TOTAL	4	4	1	2	1

II.4. Méthodologie d'échantillonnage

L'ensemble des prélèvements a été réalisé par Nathalie Mary.

II.4.1. Echantillonnage de l'eau et des sédiments

II.4.1.a. Mesures physico-chimiques *in situ*

Les paramètres suivants ont été relevés *in situ* préalablement aux prélèvements d'eau et de sédiments :

- température (°C),
- conductivité (µS/cm),
- O₂ dissous (mg/l) et O₂ à saturation (%),
- pH,
- turbidité (NFU).

Ces paramètres ont été mesurés en eau courante, en se tenant face au courant. Chaque mesure a été notée lorsque sa valeur était stabilisée. Les appareils de terrain utilisés sont les suivants : le multiparamètre Hanna HI-991300 pour la conductivité, le pH et la température de l'eau, l'oxymètre Hanna HI-914604 pour l'oxygène dissous (en % et en mg/l) et le turbidimètre Hanna HI-98713.

Le suivi des appareils de mesure *in situ* a été réalisé selon le protocole suivant :

² Marquié, J. & Lefrançois, E., Boutry, S., Coste, M., Delmas, F., Bertaud, A. (2018). Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Diatomique de Nouvelle-Calédonie (IDNC). Editeur : OEIL. Version du 15/03/2019, 51 pages + Annexes.

- l'étalonnage des sondes a été réalisé le jour précédent la campagne de terrain (le 20 octobre 2019), au moyen des solutions de calibration adéquates (pH de 4,01 ; 7,00 et 9,21, conductivité de 1 413 μ S/cm, turbidité de 0,1 ; 15 et 100 NTU).
- En fin de la journée du 21/10/2019, le pH-mètre et le conductimètre ont été contrôlés au moyen de solutions étalon en sachets individuels Hanna. Le pH a été vérifié en 2 points : pH 4,01 et pH 7,00. Les valeurs mesurées ont été conformes à celles des solutions étalons utilisés.

II.4.1.b. Le prélèvement des échantillons d'eau

L'échantillonnage de l'eau a été réalisé directement dans le chenal d'écoulement principal, en se positionnant face au courant (à contre-courant) :

- depuis la rive pour la station « ACCIDENT »,
- à gué pour les 3 autres stations.

Les contenants ont été rincés trois fois, puis remplis complètement. Ils ont été ouverts au dernier moment et bien fermés aussitôt après avoir été remplis. Sur chaque station de rivière, 4 bocaux ont été remplis : un en plastique d'une contenance d'un litre pour les analyses physico-chimiques (MES, Magnésium), un en verre d'un litre pour les hydrocarbures totaux, un en plastique de 125 ml pour les métaux et les cations et un en verre de 125 ml pour le chrome VI. Il n'y a eu aucune filtration ou ajout de conservateur sur site, ni port de gant nitrile.

II.4.1.c. Le prélèvement des échantillons de sédiments

Pour chaque station, les sédiments ont été prélevés à proximité des berges, dans plusieurs zones de dépôt visibles, bien immergées, où la vitesse du courant était faible, au moyen d'une écope en inox (échantillon composite c'est-à-dire prélevé en plusieurs endroits). Les échantillons prélevés ont été versés directement dans deux flacons d'un litre en polyéthylène, à col large, au fur et à mesure de l'échantillonnage.

II.4.1.d. Les relevés de terrain

Lors des prélèvements des échantillons d'eau et de sédiments, plusieurs mesures ont été notées concernant l'échantillonnage : distance du bord (m), profondeur au point d'échantillonnage (m), profondeur des prélèvements d'eau (m), particularités en amont (le cas échéant).

II.4.1.e. L'identification des échantillons

Sur chaque flacon de prélèvement (eau et sédiments), ont été notées les informations suivantes :

- nom du cours d'eau,
- nom du point de prélèvement,
- date et heure du prélèvement,
- Organisme préleveur.

II.4.1.f. Le conditionnement et le transport des échantillons

Les échantillons d'eau et de sédiment prélevés ont été placés le plus rapidement possible au frais et à l'abri de la lumière dans une glacière propre contenant de la glace. Ils ont été remis au laboratoire LAB'EAU (Nouméa) en fin de la journée du 21/10/2019.

Les échantillons de sédiments pour analyses granulométriques ont été congelés avant d'être remis à l'UNC le lundi 28 octobre 2019.

II.4.2. Echantillonnage de la macrofaune benthique

La macrofaune benthique représente un ensemble d'organismes dont la taille en fin de développement larvaire est supérieure au millimètre. Cette faune comprend deux groupes d'animaux : ceux dont le développement est strictement aquatique tels les oligochètes (vers), les mollusques et les crustacés et des animaux dont le développement larvaire se passe en milieu aquatique et la phase adulte en milieu aérien. Ce groupe concerne la majorité des insectes aquatiques. En effet, il est bien reconnu dans la communauté scientifique que les macro-invertébrés aquatiques constituent de par la diversité de leurs exigences écologiques et la facilité avec laquelle ils peuvent être récoltés, un des groupes les plus performants pour réaliser un éco-diagnostic dans ce domaine.

En effet, les communautés benthiques d'un habitat sont considérées comme l'expression synthétique de l'ensemble des facteurs écologiques qui caractérisent ce milieu. Ainsi, tout changement dans les conditions environnementales va entraîner des modifications de la composition ou de la structure des communautés en place. Une contamination par des produits chimiques, par exemple, peut faire varier un ou plusieurs de ces facteurs, entraînant une régression des organismes les plus sensibles au profit des organismes les plus résistants.

Dans les milieux aquatiques, les observations biologiques sont considérées comme complémentaires des analyses chimiques d'échantillons d'eau. En effet, l'approche physico-chimique permet de caractériser les perturbations par leurs causes, en recherchant en particulier la présence de certaines substances chimiques dans l'eau, à un moment précis. Les résultats des analyses physico-chimiques témoignent donc de la composition de l'eau au moment de l'échantillonnage et les paramètres analysés sont susceptibles de variations rapides au cours du temps.

En revanche, les méthodes biologiques visent à caractériser les perturbations par leurs effets sur les communautés biologiques en place. Elles permettent ainsi une appréciation globale de la qualité d'un milieu, et reposent sur la capacité des organismes vivants à intégrer et à mémoriser, sur des périodes plus ou moins longues, les fluctuations des différents paramètres du milieu.

Le protocole d'échantillonnage utilisé est conforme aux préconisations du guide méthodologique et technique pour l'application de l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et de l'Indice Bio-sédimentaire (IBS), version révisée en 2015 par Mary N. et publiée en 2016. Une fiche de terrain a été remplie pour chaque point de prélèvement sur le modèle proposé dans le protocole.

II.4.2.a. Paramètres mésologiques relevés à l'arrivée sur la station

Le point de prélèvement a été délimité en fonction de la largeur moyenne du lit à plein bord (qui correspond en première approximation à la largeur du lit moyen), et en fonction de la présence de séquences de faciès « radier/mouille » (un point de prélèvement doit généralement en contenir deux). Le début du point (limite aval) est, en général, calé sur une limite de faciès caractéristique, par exemple en tête d'un radier ou d'un plat.

Les substrats dominants D (représentant 5% et plus de 5% de la surface mouillée totale du point de prélèvement) et les substrats marginaux M (représentant moins de 5% de la surface mouillée totale du point) ont été repérés et leur superficie relative estimée visuellement. Ces informations servent de base au plan d'échantillonnage du benthos et sont notées sur la fiche de terrain.

Les différentes classes de vitesses dans lesquelles chaque substrat était présent ont également été précisées (4 classes : rapide, moyenne, faible, nulle).

II.4.2.b. Les prélèvements de faune benthique

Les prélèvements de faune benthique ont été réalisés au moyen d'un filet de type "surber" (maille de diamètre 500 µm ; surface unitaire d'échantillonnage de 0,05 m²), selon les préconisations de Mary (2016). Dans les zones peu accessibles ou particulièrement stagnantes, l'échantillonnage a été effectué au moyen d'un petit filet à main de même maille et avec le même effort d'échantillonnage que le "surber".

Sur chaque point de prélèvement, 7 prélèvements unitaires de faune benthique ont été réalisés en deux phases dans des couples « substrat / vitesse de courant » préalablement définis :

- Phase 1 : 3 prélèvements unitaires réalisés sur les habitats marginaux présents les plus biogènes, en suivant l'ordre d'habitabilité du tableau 2.3, et dans la classe de vitesse de courant la plus représentée pour chaque substrat ;
- Phase 2 : 4 prélèvements unitaires réalisés sur les 3 substrats dominants les plus représentés dans le point de prélèvement, en privilégiant le substrat dominant le mieux représenté.

Pour chaque prélèvement unitaire, le type de substrat, la vitesse de courant, la hauteur d'eau, l'importance du colmatage ont été notées.

Les prélèvements ont été répartis sur l'ensemble du point de prélèvement, de manière à assurer une représentativité adéquate des différents faciès. Lorsqu'un même substrat devait être échantillonné plusieurs fois (roche-mère par exemple), les prélèvements ont été répartis sur l'ensemble des faciès où ce substrat est présent et dans différentes classes de vitesses de courant.

Tableau 2.3 : Ordre de priorité des substrats échantillonnés pour le benthos (les substrats présentant l'ordre le plus élevé ont une habitabilité maximale)

Ordre d'habitabilité	Substrat
11	Bryophytes
10	Branchages/troncs
9	Pierres/galets (25 à 250 mm)
8	Litières (+vase)
7	Hydrophytes
6	Chevelus racinaires
5	Blocs « soulevables » à la main (taille supérieure à 250 mm)
4	Graviers (2 à 25 mm)
3	Sables (< 2 mm)
2	Fines latéritiques (< 2 mm)
1	Roches, dalles (support non déplaçable)
0	Algues

II.4.2.c. Le conditionnement des échantillons

Chaque prélèvement a été fixé séparément sur le terrain dans une solution d'alcool à 90% (titrage final de 70 à 80%). Avant de fixer les échantillons, un pré-tri a été effectué pour enlever les éléments minéraux grossiers (cailloux et graviers) qui peuvent endommager la faune lors de son transport (phase d'élutration). L'ensemble des échantillons collectés a été traité au siège d'ETHYC'O (Nouméa).

La campagne d'échantillonnage a permis de collecter 14 prélèvements unitaires (7 prélèvements X 2 points de prélèvement), conditionnés individuellement sur le terrain.

II.4.2.d. Le traitement des échantillons faunistiques

Les analyses biologiques (tris, identification, comptages) ont été intégralement réalisées par N. Mary au moyen d'une loupe binoculaire (Leica MZ 7,5 ; source de lumière froide Schott KL1500 LED), en novembre 2019. L'identification des spécimens a été réalisée au niveau taxinomique le plus précis possible (ordre, famille, genre, espèce), principalement au moyen du guide réalisé par Mary (2017)³. Tous les individus ont été comptés. Les identifications génériques ont été notées dans la base Hydrobio⁴ pour chaque prélèvement.

³ Mary N., 2017. Les macro-invertébrés benthiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie. Guide d'identification. Version révisée 2017. DAVAR Nouvelle-Calédonie, OEIL, CNRT. 182 p. Lien de téléchargement : <https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/27922>

⁴ Lien vers l'application Hydrobio : <https://www.oeil.nc/fr/hydrobio>

II.4.3. Echantillonnage des diatomées benthiques

II.4.3.a. Contexte

Les diatomées sont des algues microscopiques appartenant à l'embranchement des algues brunes (Chromophytes). Ce sont des micro-organismes eucaryotes unicellulaires qui colonisent tous les milieux aquatiques, qu'ils soient d'eaux douces, saumâtres ou marins. Elles mesurent de quelques microns à plus de 500 µm, pour les plus grandes, ce qui nécessite un microscope pour les observer. Les cellules vivent isolées ou en colonie, fixées à différents types de substrats (diatomées périphytiques) ou en suspension dans l'eau (diatomées planctoniques). A l'œil nu, les diatomées périphytiques apparaissent comme une pellicule brune plus ou moins épaisse et glissante à la surface des cailloux, des rochers ou de n'importe quels autres supports immergés sur lesquels elles viennent se fixer.

Les diatomées jouent un rôle majeur dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, notamment par leur rôle de producteur primaire. Etant situées à la base de l'édifice trophique, toute perturbation de l'écosystème modifiant la communauté de diatomées est susceptible d'avoir des effets directs et indirects sur les organismes aquatiques des niveaux trophiques supérieurs, les invertébrés et *in fine* les poissons. Ces organismes représentent d'excellents bio-indicateurs des eaux courantes et ont été identifiées comme un des maillons biologiques-clés par l'Union Européenne pour diagnostiquer l'état écologique des cours d'eau. Grâce notamment à leur sensibilité aux conditions du milieu et à la rapidité de leur cycle de développement (de quelques heures à quelques jours) les diatomées sont capables de répondre rapidement à de brusques changements de la qualité des milieux.

En Nouvelle-Calédonie un indice diatomique adapté au contexte local, l'IDNC, a été développé récemment, à l'initiative de l'Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL), la Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR) du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et le CNRT Nickel⁵.

II.4.3.b. L'échantillonnage des diatomées benthiques

Les prélèvements de diatomées ont concerné uniquement la station « ACCIDENT MIB DIAT ». Ils ont été réalisés dans une zone de radier, non ombragée, à distance de la berge, au moyen d'une brosse à dent neuve. Une douzaine de pierres, immergées sous une profondeur moyenne de 10 cm, a été brossée. L'échantillon constitué a été immédiatement fixé dans une solution d'éthanol à 90%.

II.4.3.c. Les analyses diatomiques

Les analyses diatomiques et l'interprétation des résultats ont été réalisées en Métropole par le bureau d'études Artémis accrédité COFRAC (directrice : Florence PERES) et par Gilles GASSIOLE (MicPhyc, La Réunion). De plus, une validation des identifications a été réalisée par Julien Marquié, impliqué dans le développement de l'IDNC. Les calculs de l'IDNC ont été effectués par Sébastien BOUTRY (IRSTEA, Cestas).

⁵ Guide méthodologique de mise en œuvre de l'IDNC, lien de téléchargement :

<https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29510>

Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie. OEIL

31 rue Paul Kervistin - Anse Vata - 98 800 Nouméa - Tél. / Fax : 23 69 69 - www.oeil.nc

II.4.4. Autres paramètres mésologiques relevés lors des prélèvements de macrofaune benthique

Les paramètres mésologiques suivants ont également été notés pour chaque point de prélèvement :

- les largeurs maximale, minimale et moyenne du lit mouillé,
- les profondeurs maximale et minimale du cours d'eau,
- le pourcentage d'ombrage du cours d'eau,
- pour les berges : le type de végétation avec une appréciation des strates herbacée, arbustive et arborescente ; la pente ; la nature du substrat prédominant (roche-mère et blocs, pierres/galets, sable, terre, latérites, ...) ; le pourcentage de couverture par la végétation riveraine,
- la présence ou l'absence de matière organique d'origine végétale dans le cours d'eau et son importance (feuilles, branches, ...),
- la présence ou l'absence de végétation aquatique et sa composition : algues vertes filamenteuses ; bryophytes ; autres macrophytes,
- la présence de fines latéritiques dans les zones courantes et stagnantes et son importance.

II.4.5. La bancarisation des données de terrain et faunistiques sous Hydrobio web

Pour chaque point de prélèvement, les données recueillies ont été bancarisées dans le logiciel « Hydrobio web ». Ce logiciel, géré par l'Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL), permet la saisie en ligne des données mésologiques collectées sur le terrain dans le cadre des études se rapportant aux méthodes indicelles IBNC et IBS, ainsi que la bancarisation des données faunistiques issues des analyses biologiques correspondantes. Le logiciel calcule les indices biotiques IBNC et/ou IBS (selon le contexte géologique et les perturbations subies par le cours d'eau), ainsi que divers indices de diversité ce qui permet de faciliter l'interprétation des données.

Le logiciel « Hydrobio web » fournit ainsi pour chaque point de prélèvement :

- les listes taxonomiques correspondantes,
- l'abondance totale obtenue (permettant des mesures de densité),
- la richesse taxonomique totale,
- les valeurs des indices IBNC et/ou IBS en fonction du contexte géologique,
- l'abondance relative des différents taxons prélevés,
- les valeurs de quelques indices de diversité permettant de mettre en évidence les perturbations du milieu et qui complètent l'interprétation des indices IBNC et/ou IBS.

Ces indices se fondent sur le principe selon lequel les communautés faunistiques sont relativement diversifiées (richesse spécifique élevée et uniformité de distribution) dans un milieu non perturbé. Les stress qui surviennent (pollutions diverses, aménagement du lit de la rivière,...) ont en général pour conséquence la réduction de la diversité spécifique, les conditions de vie devenant difficiles pour certaines espèces.

Les principaux indices calculés sont les suivants :

- l'indice EPT qui correspond à la somme du nombre de taxons en insectes éphéméroptères, plécoptères et trichoptères, groupes connus pour contenir de nombreux taxons polluo-sensibles et qui constituent la base des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques. Les plécoptères étant absents en Nouvelle-Calédonie, l'indice EPT représente la richesse taxonomique en insectes éphéméroptères et trichoptères ;
- l'indice de diversité de Margalef D fondé sur le nombre d'espèces et le nombre total d'individus de la population considérée. $D = S - 1 / \ln N$ (où N représente l'effectif total de l'échantillon considéré et S le nombre d'espèces de l'échantillon).
En général, plus le nombre S d'espèces recensées est important pour un nombre d'individus examiné, plus l'indice est élevé, plus la diversité est grande.
- l'indice de diversité de Shannon (1949) H' fondé sur le nombre d'espèces et la régularité de leur distribution de fréquence.

$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$ H' s'exprime en bits par individu. p_i représente l'abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon ($p_i = n_i/N$).

H' fluctue entre 0 et $\log_2 S$. Un indice de Shannon élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces. L'indice de Shannon est couramment utilisé en écologie aquatique en tant que paramètre synthétique de la structure des communautés pour évaluer les effets de la pollution sur les communautés biologiques (Agences de l'Eau, 1993). Généralement, la valeur de H' se situe entre 0,5 (très faible diversité) et 4,5 ou 5 (communautés les plus diversifiées).

- l'indice de régularité ou d'équitabilité E de Pielou qui correspond au rapport de la diversité H' à la diversité maximale pouvant être obtenue avec le même nombre de taxons ($H'_{\max} = \log_2 S$)

$E = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S$

L'indice d'équitabilité E varie entre 0 et 1. Lorsqu'il est proche de 0, cela signifie qu'une espèce domine largement dans la communauté benthique ; lorsqu'il équivaut à 1, toutes les espèces ont la même abondance. Pour beaucoup d'écologistes, une équitabilité élevée est l'indice d'un peuplement équilibré.

II.4.6. Le calcul des indices biotiques IBS et IBNC et la détermination de la qualité biologique

II.4.6.a. Les indices IBNC₂₀₁₆ et IBS₂₀₁₆ (Mary, 2016)

Rappelons ici que l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) permet de mettre en évidence des pollutions de type organique (générées par les effluents domestiques, les élevages,...) dans les milieux d'eau courante peu profonds et que l'Indice Biosédimentaire (IBS) a été élaboré pour évaluer les perturbations de type mécanique générées par les particules sédimentaires, fines en particulier, dans les cours d'eau drainant des terrains à dominante ultrabasique.

L'indice biotique est calculé en considérant le nombre total de taxons répertoriés, selon la formule suivante :

$$\text{IBNC ou IBS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} s_i$$

Avec n : nombre de taxons indicateurs et s_i : score du taxon i pour l'indice correspondant.

Cent dix-huit taxons sont actuellement scorés et participent au calcul de l'IBNC₂₀₁₆ et de l'IBS₂₀₁₆. Les valeurs des scores se situent entre 1 et 10, les taxons les plus sensibles ayant les scores maxima (cf Mary, 2016). Les seuils des classes de qualité biologique pour l'IBS₂₀₁₆ et l'IBNC₂₀₁₆ figurent au tableau 2.4.

Tableau 2.4 : Classes de qualité pour l'IBNC₂₀₁₆ et l'IBS₂₀₁₆ selon la méthodologie de Mary (2016)

IBNC	IBS (Indice Biosédimentaire)	Qualité
IBNC ≤ 4,25	IBS ≤ 4,35	Mauvaise
4,25 < IBNC ≤ 4,75	4,35 < IBS ≤ 4,90	Médiocre
4,75 < IBNC ≤ 5,30	4,90 < IBS ≤ 5,45	Passable
5,30 < IBNC ≤ 5,70	5,45 < IBS ≤ 6,00	Bonne
IBNC > 5,70	IBS > 6,00	Très bonne

II.4.6.b. Calcul des indices biotiques équivalents à l'ancien protocole (IBS₂₀₀₇)

Pour conserver la continuité des données, les indices IBS₂₀₀₇ et IBNC₁₉₉₉ « équivalents » à ceux de l'ancien protocole peuvent être calculés par le logiciel « Hydrobio » de la façon suivante : parmi le pool des 7 prélèvements élémentaires réalisés dans chaque point de prélèvement, les 5 substrats les plus biogènes sont sélectionnés par l'opérateur dans leur classe de vitesse la plus représentée. Le calcul des indices « équivalents » à ceux de l'ancien protocole (IBS₂₀₀₇ et IBNC₁₉₉₉) se fait sur la base de la méthodologie préconisée par Mary & Archaimbault (2012), c'est-à-dire que sont pris en compte les mêmes scores, les mêmes taxons indicateurs et les mêmes classes de qualité biologique que ceux préconisés par l'ancien protocole.

Chapitre III - Résultats

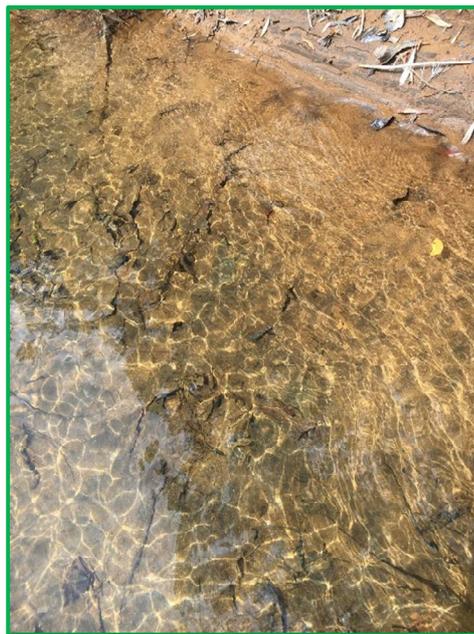
III.1. Description mésologique des stations d'étude, observations

III.1.1. Station « PIRO AMONT »

La station « PIRO AMONT » se situe en amont de la mine Graziella, au niveau d'une propriété privée (exploitation de kaoris). La rivière est de largeur importante (> 25 m), les fonds sablonneux, les berges proches de l'habitation sont érodées, amenant de faibles dépôts latéritiques le long des berges.



Vue vers l'amont depuis la rive gauche



Dépôts de fines latéritiques en rive gauche (berge érodée)



Vue vers l'aval. Plage de sable en rive droite.

L'environnement immédiat de la station est constitué de forêts (Kaoris en rive gauche). L'eau était limpide.

III.1.2. Station « ACCIDENT »

La station « ACCIDENT » se situe en aval de la mine Graziella. Elle est de largeur et de profondeur importantes (respectivement >30 m de large et >2 m de profondeur en moyenne). La berge droite est stabilisée au moyen d'enrochements. L'eau était limpide. Des dépôts latéritiques en couche épaisse (plusieurs centimètres d'épaisseur) ont été observés sur le fond du cours d'eau, notamment au niveau des zones de bordure.



Vue vers l'amont depuis la rive droite. Dépôts de fines latéritiques sur le fond (point de prélèvement des sédiments).



Plage de sable en rive gauche



Végétation riveraine arrachée (au lieu supposé de l'incident)



Point de prélèvement de la terre

L'environnement immédiat de la station est constitué de maquis miner. Il n'a pas été aperçu de terre souillée d'hydrocarbures ou d'irisations à la surface de l'eau. Quelques doules à queue jaune (*Kuhlia munda*) ont été aperçues proche des zones de bordure. Des prélèvements d'eau, de sédiments et de terre ont été réalisés en rive droite.

III.1.3. Station « ACCIDENT MIB DIAT »

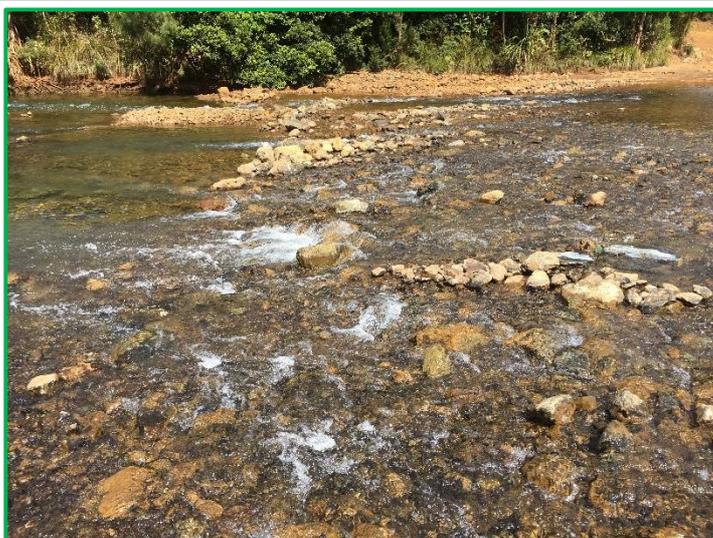
Elle se situe en aval immédiat de la station « ACCIDENT », au niveau d'un radier. De largeur importante (50 m en moyenne), les rives sont naturelles et présentent une végétation arborée. L'eau était limpide. Les fonds sont colmatés par des fines latéritiques, dans les zones lotiques et lenticles (plusieurs centimètres d'épaisseur).



Vue vers l'aval depuis la rive gauche



Vue vers l'amont. Présence d'un camion venant s'approvisionner en eau pour l'arrosage des pistes minières.



Radier. Point de prélèvement de la faune benthique et des diatomées.

Il n'a pas été aperçu de terre souillée d'hydrocarbures. En revanche quelques irisations légères ont été observées à la surface de l'eau durant les prélèvements de faune benthique, lorsque le substrat était remué. Plusieurs doules à queue jaune (*Kuhlia munda*) occupaient la station.

III.1.4. Station « PIRO 1 »

La station « PIRO 1 » se situe en aval de « ACCIDENT MIB DIAT ». Elle est de largeur et de profondeur importantes (>50 m de large et >2 m de profondeur en moyenne). Les berges sont naturelles. L'eau était limpide, le milieu saumâtre. Les zones de bordure présentent des dépôts latéritiques en fine couche.



Vue vers l'amont depuis la rive gauche



Vue de la rive droite



Vue vers l'aval. Fonds sablonneux.



Dépôts de fines latéritiques en rive gauche. Point de prélèvement des sédiments.

L'environnement immédiat de la station PIRO 1 est constitué de maquis miner. Il n'a pas été aperçu de terre souillée d'hydrocarbures, ni d'irisations à la surface de l'eau. Des prélèvements d'eau et de sédiments ont été réalisés en rive gauche.

III.1.5. Station « PIRO 2 »

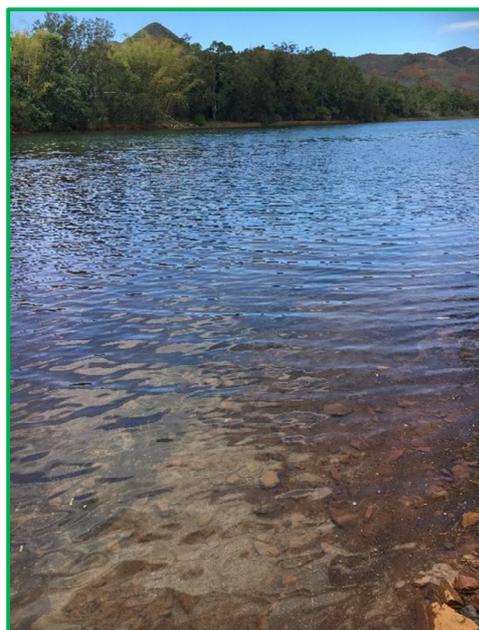
La station « PIRO 2 » se situe le plus en aval qu'il nous a été possible d'échantillonner (en amont des propriétés privées). Elle est de largeur et de profondeur importantes (>100 m de large). Les berges sont naturelles. L'eau était limpide.



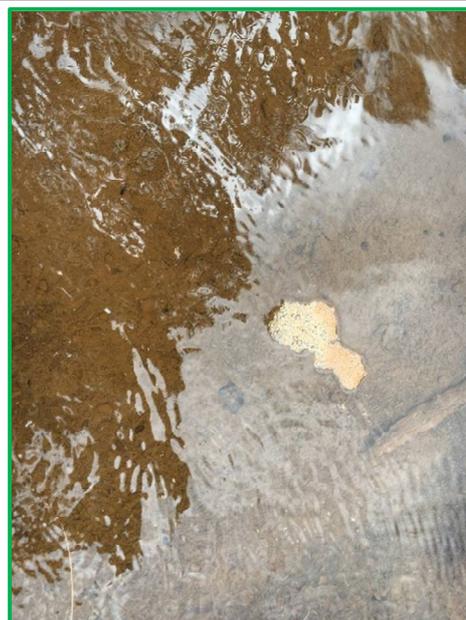
Vue vers l'amont depuis la rive droite



Vue de la rive gauche



Vue vers l'aval. Fonds sablonneux.



Dépôts de fines latéritiques en rive droite (point de prélèvement des sédiments). Présence de mousse à la surface de l'eau.

L'environnement immédiat de la station est constitué de maquis miner. Il n'a pas été constaté de terre souillée d'hydrocarbures, ni d'irisations à la surface de l'eau, mais de la mousse par endroits (certainement due à l'influence marine). Des prélèvements d'eau et de sédiments ont été réalisés en rive droite.

Conclusions

En général, sur l'ensemble du tronçon étudié, la largeur du cours d'eau est importante (25 à plus de 100 mètres) et la profondeur également. Les fonds sont essentiellement constitués de particules granulométriques fines (sable, limon). La végétation des rives est de type arborée. Les berges du cours d'eau sont naturelles sur la majorité du tronçon étudié. Seule la partie du lieu de l'incident présente des enrochements permettant de retenir la berge. L'eau est limpide.

Il n'a pas été observé de traces d'hydrocarbures dans les sédiments ou sur les berges des stations prospectées. Des irisations à la surface de l'eau ont été notées à la station « ACCIDENT MIB DIAT » au cours des prélèvements de la macrofaune benthique. Plusieurs camions sont venus s'approvisionner en eau sur ce site durant les échantillonnages.

III.2. Qualité physico-chimique de l'eau

III.2.1. Mesures *in situ*

Les relevés de terrain pour les stations « PIRO AMONT » et « ACCIDENT » figurent en annexe 1 (format Hydrobio Web). Le [tableau 3.1](#) présente les mesures physico-chimiques relevées *in situ*.

Tableau 3.1 : Paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* dans chaque point de prélèvement le 21/10/2019

Station	Heure d'échant.	température (°C)	pH	conductivité (µS/cm)	oxygène dissous		Turbidité (NTU)
					mg/l	% de saturation	
PIRO AMONT	14H00	26,6	8,05	132	7,67	97,2	2,54
ACCIDENT	08H15	25,4	8,07	155	6,30	78,8	2,76
PIRO 1	11H30	27,6	8,05	> 4000	6,77	87,4	2,20
PIRO 2	12H30	27,4	8,10	> 4000	6,71	86,7	5,10

Les résultats indiquent :

- un pH, basique, proche de 8 aux quatre stations. Ces valeurs sont habituelles des cours d'eau drainant des substrats péridotitiques ;
- une conductivité⁶ se situant entre 130 et 155 µS/cm aux stations « PIRO AMONT » et « ACCIDENT ». Elle est supérieure à 4 000 µS/cm dans les stations « PIRO1 » et « PIRO2 », indiquant l'influence de la remontée d'eaux marines (milieux saumâtres, marée montante au moment des prélèvements).
- une faible turbidité aux quatre stations (moins de 6 NTU), témoignant d'eaux peu chargées en matières en suspension et colloïdales, ce qui corrobore les observations de terrain (eau claire).

⁶ La conductivité est proportionnelle à la quantité de sels ionisables et indique le degré de minéralisation d'une eau. D'une manière générale, elle croît progressivement de l'amont vers l'aval des rivières et est directement liée à la nature géologique des terrains traversés par les cours d'eau et à l'érosion des roches superficielles.

- un pourcentage en oxygène dissous⁷ proche de la saturation aux quatre stations (il se situe entre 80 % et 100 %), témoignant d'eaux bien oxygénées et favorables à la vie aquatique.

III.2.2. Analyses physico-chimiques en laboratoire

L'annexe 2 présente les rapports fournis par le laboratoire d'analyse LAB'EAU pour la qualité physico-chimique des eaux. Ces résultats sont repris au tableau 3.2.

Tableau 3.2 : Données physico-chimiques mesurées dans les échantillons d'eau collectés le 21/10/2019 (annexe 2)

Paramètres	Méthode	PIRO AMONT	PIRO ACCIDENT	PIRO1	PIRO2	Unité	Norme Française*	Limite de quantif.	Valeurs de référence NC**
Paramètres concernant les substances toxiques									
Chrome VI	NF EN ISO 10304-3	9,36	9	6,2	6,44	µg/l		1	5 à 10 µg/l
Chrome dissous	NF EN ISO 17294-2	13	9,48	7,81	9,71	µg/l		1	5 à 10 µg/l
Nickel dissous	NF EN ISO 17294-2	5,61	4,91	9,41	10,2	µg/l		1	10 à 20 µg/l
Paramètres indésirables									
Manganèse dissous	NF EN ISO 17294-2	1,7	<1	7,52	9,41	µg/l		1	5 à 12 µg/l
Hydrocarbures totaux *	NF EN ISO 9377-2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	mg/l	0,2	0,1	/
Matières en suspension (MES)	NF EN 872	<2	<2	3,6	2,8	mg/l	25	2	2,5 à 5 mg/l
Nitrates dissous	NF EN ISO 10304-1	<0.05	<0.05	<0.5	<0.5	mg/l	25	0,05	0,2 à 0,7 mg/l
Paramètres physico chimiques									
Chlorures dissous	NF EN ISO 10304-1	18,3	9,27	7288	6960	mg/l	200	0,125	10 à 16 mg/l
Magnésium dissous	NF EN ISO 11885	19,5	22	577	613	mg/l		0,1	7 à 11 mg/l
Sulfates dissous	NF EN ISO 10304-1	4,63	2,2	2348	2198	mg/l	150	0,1	2 à 3 mg/l

* Arrêté ministériel du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-8 du code de la santé publique

** Etude pilotée par l'OEIL, en cours de réalisation (valeurs prises en compte : médiane et percentile 90). A noter que ces valeurs ont été déterminées sur des stations non soumises à une influence haline

Les résultats montrent :

- des concentrations en Chrome VI, Chrome dissous et Nickel dissous majoritairement inférieures à 10 µg/l, sauf pour l'échantillon « PIRO AMONT » où la valeur de 13 µg/l en Chrome dissous a été mesurée ;
- des teneurs en Manganèse dissous faibles dans les stations « PIRO AMONT » et « ACCIDENT », localisées en eau douce stricte (moins de 2 µg/l). Elles sont plus élevées en milieu saumâtre (stations « PIRO 1 » et « PIRO 2 ») et se situent entre 7 et 10 µg/l ;

⁷ La teneur en oxygène dissous des eaux courantes est directement liée à la température et à l'agitation de l'eau. L'oxygène est d'une extrême importance dans un milieu aquatique : il permet la respiration des êtres vivants et contribue de façon importante à l'auto-épuration des charges polluantes.

- l'absence de quantification en Hydrocarbures totaux et en Nitrates dissous pour les 4 échantillons analysés ;
- des teneurs en MES négligeables aux 4 stations (inférieures à la limite de quantification pour les stations localisées en eau douce stricte) et comprises entre 2 et 4 mg/l pour les stations « PIRO 1 » et « PIRO 2 » ;
- des concentrations en Chlorures dissous et Sulfates dissous supérieures à « PIRO AMONT » par rapport à la station « ACCIDENT » (respectivement 18,3 et 9,3 mg/l pour les Chlorures et 4,6 et 2,2 mg/l pour les Sulfates) ;
- des concentrations en Magnésium dissous du même ordre de grandeur sur les échantillons « PIRO AMONT » et « ACCIDENT », avoisinant les 20 mg/l ;
- des concentrations en Chlorures dissous, Magnésium dissous et Sulfates dissous particulièrement élevées dans les échantillons collectés à « PIRO 1 » et « PIRO 2 », en raison du caractère saumâtre des eaux.

En se référant à l'étude actuellement pilotée par l'OEIL et ayant pour objectif de construire des seuils de référence pour une trentaine de paramètres physico-chimiques suivis en routine dans les eaux superficielles de l'HER D (étude en cours de réalisation, valeurs figurant dans le tableau 3.2), les concentrations relevées dans la rivière des Pirogues pour les paramètres Chrome IV, Chrome dissous, Nickel dissous, Manganèse, MES et Nitrates dissous restent dans les gammes de valeurs habituellement mesurées dans des cours d'eau hors influence anthropique.

Les concentrations en Chlorures dissous et Sulfates dissous sont légèrement supérieures aux seuils de référence à la station « PIRO AMONT » et celles en Magnésium dissous deux fois plus élevées dans les stations « PIRO AMONT » et « ACCIDENT ».

Conclusions

Les analyses réalisées *in situ* (pH, conductivité, oxygène dissous et turbidité) présentent des valeurs conformes à celles mesurées en général dans les rivières du Sud de la Grande Terre : conductivité inférieure à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en eau douce stricte, pH proche de 8, plus de 80% de saturation en oxygène.

Les analyses physico-chimiques en laboratoire indiquent l'absence de quantification en Hydrocarbures totaux et en Nitrates dissous dans les quatre stations prospectées, de faibles concentrations en MES et en Manganèse dissous, des concentrations en Chrome VI, Chrome dissous et Nickel dissous majoritairement inférieures à 10 $\mu\text{g}/\text{l}$. Les concentrations en Chlorures dissous et Sulfates dissous sont relativement élevées à la station « PIRO AMONT », certainement en raison d'une influence anthropique (présence d'une habitation, centre de tir de l'armée à proximité, fréquentation humaine).

Celles en Magnésium dissous, proches de 20 mg/l, sont supérieures à ce qui est habituellement relevé dans les rivières du Grand Sud, peut-être en relation avec la taille plus importante du bassin versant de la Rivière des Pirogues par rapport aux cours d'eau environnant l'usine du Sud et habituellement étudiés (creek du Baie Nord, Wajana, Kaoris, Kuebini, Carénage)⁸. Ces teneurs peuvent également traduire une érosion conséquente du bassin versant.

Il n'a pas été mesuré dans les échantillons d'eau de valeur aberrante ou inquiétante témoignant d'une éventuelle source de perturbation par les hydrocarbures.

III.3. Qualité physico-chimique des sédiments de rivière et de la terre

Les annexes 3 et 4 présentent respectivement les rapports fournis par le laboratoire d'analyse LAB'EAU (physico-chimie des sédiments et de la terre) et l'UNC (analyses granulométriques). Ces résultats sont repris aux tableaux 3.3 et 3.4.

Tableau 3.3 : Données physico-chimiques mesurées dans les échantillons de sédiments et de terre collectés le 21/10/2019 (annexe 3)

Analyse	Méthode	PIRO AMONT	PIRO ACCIDENT	PIRO1	PIRO2	TERRE ACCIDENT	Limite quantif.	Valeurs de référence (Mary, 2017) ^{***}
Paramètres concernant les substances toxiques								
Chrome VI*	NF T 90-043	<0.5	1,5	<0.5	<0.5	<0.5	0,05	0,289 à 0,500
Chrome*	NF EN ISO 11885	4920	5410	4900	4880	5380	0,5	15 555 à 22 061
Nickel*	NF EN ISO 11885	2970	7150	4630	3750	5710	0,5	4 202 à 5 523
Paramètres indésirables								
HCT (nC10-nC16)*	Calcul	1,98	0,76	5,92	2,32	6,20		
HCT (>nC16-nC22)*	Calcul	2,56	1,81	7,85	4,79	4,79		
HCT (>nC22-nC30)*	Calcul	7,45	7,68	19,9	14,5	14,0		
HCT (>nC30-nC40)*	Calcul	16,4	9,79	30	34,9	69,5		
Indice hydrocarbures (C10-C40)*	NF EN ISO 16703	28,4	20	72,7	56,5	94,5	15	
Manganèse*	NF EN ISO 11885	2120	3600	2570	2520	3190	0,5	3 263 à 4 507
Paramètres physico-chimiques								
Magnésium*	NF EN ISO 11885	7950	20900	22200	14000	14600	2,5	
Matières sèches (MS)**	NF EN 12880	63,6	67,6	66,5	70,5	70,4	0,01	

* unité : mg/kg MS ; ** unité : %

^{***}Mary, 2017. Acquisition de données sur un réseau de stations de référence en milieu dulçaquicole : physicochimie et macro-invertébrés benthiques – Campagne d'étiage 2017. 25 pages + annexes. Editeur OEIL.

Valeurs prises en compte : médiane et percentile 90 en considérant les données mesurées en janvier (<https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/27814>) et octobre 2017 (<https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/27954>) sur les stations de référence. A noter que ces valeurs ont été mesurées sur des stations non soumises à une influence haline.

⁸ Les teneurs en Magnésium des cours d'eau sont liées à la nature géologique des roches traversées et à l'érosion des roches superficielles. Les péridotites contiennent d'importantes quantités de silicates de Magnésium à l'origine de la formation du Magnésium dissous. Les rivières dont une partie au moins du bassin versant draine des péridotites (Boghen, Confiance, Coulée, Dumbéa, Ouenghi, Thio) présentent des teneurs comprises entre 12 et 25 mg/l de Magnésium (Mary, 1999).

Les résultats montrent :

- l'absence de quantification en Chrome IV (<0,5 mg/kg MS) dans l'échantillon de terre et dans trois échantillons de sédiments sur les quatre analysés, la station « ACCIDENT » présentant une teneur de 1,5 mg/kg MS. Cette valeur est plus importante que celles qui avaient été mesurées dans les stations de référence en janvier et octobre 2017 ;
- des concentrations supérieures en Chrome (5410 mg/kg MS), en Nickel (7150 mg/kg MS) et en Manganèse (3600 mg/kg MS) dans l'échantillon de sédiment « ACCIDENT » par rapport à ceux des trois autres stations « PIRO AMONT », « PIRO 1 » et « PIRO 2 » (dans ces 3 stations : 4900 mg/kg MS pour le Chrome, moins de 4600 mg/kg MS pour le Nickel et moins de 2600 mg/kg MS pour le Manganèse).
- des teneurs élevées en Magnésium dans les échantillons de sédiment « ACCIDENT » et « PIRO 1 » (plus de 20 000 mg/kg MS) ;
- une diminution des teneurs en métaux (Chrome, Nickel, Manganèse) et en Magnésium dans les sédiments en aval de la station « ACCIDENT » (stations « PIRO 1 » et « PIRO 2 ») ;
- un indice hydrocarbure (C10-C40) plus faible dans les sédiments des stations « PIRO AMONT » et « ACCIDENT » (28 et 20 mg/kg MS respectivement) par rapport à celui mesuré à « PIRO 1 » et « PIRO 2 » (73 mg/kg MS et 56 mg/kg MS respectivement) ;
- une prépondérance des hydrocarbures lourds HCT (>nC22-nC30) et HCT (>nC30-nC40) dans l'ensemble des échantillons de sédiments prélevés ;
- un indice hydrocarbure (C10-C40) élevé dans l'échantillon de terre (94,5 mg/kg MS), avec une majorité d'hydrocarbures lourds non volatiles HCT (>nC30-nC40).

Tableau 3.4 : Volume en % des différentes classes granulométriques de la fraction inférieure à 1 mm pour les échantillons de sédiments collectés le 21/10/2019 (analyses réalisées par l'UNC, valeurs calculées au moyen de l'annexe 4)

Station	PIRO AMONT	PIRO ACCIDENT	PIRO1	PIRO2
Argiles (< 2 µm)	2,78	9,13	1,69	3,02
Limons fins (2-20 µm)	14,11	40,99	9,8	28,67
Limons grossiers (20-50 µm)	9,23	20,65	8,59	18,62
Sables fins (50-200 µm)	24,26	22,43	38,96	21,16
Sables grossiers (200-1000 µm)	49,62	6,78	40,97	28,51

Les sédiments de rivière prélevés sont majoritairement de type limoneux à la station « ACCIDENT », sableux aux stations « PIRO AMONT » et « PIRO 1 » et limono-sableux à la station la plus en aval « PIRO 2 » (tableau 3.4 ; figure 3.1). La figure 3.1 montre bien ces tendances.

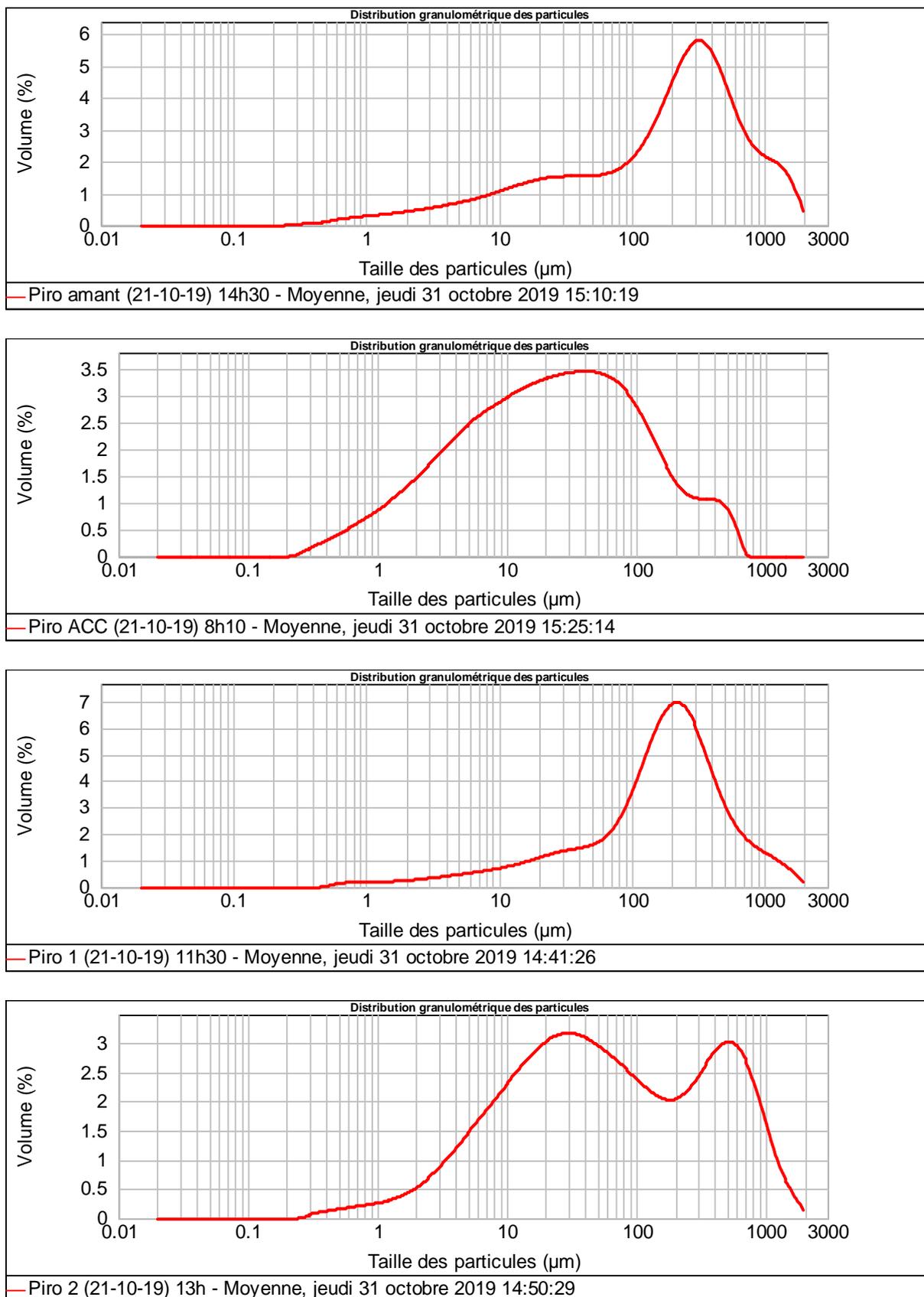


Figure 3.1 : Distribution granulométrique des particules dans les échantillons de sédiments collectés le 21/10/2019 dans la rivière des Pirogues

Conclusions

Les analyses réalisées sur les sédiments de la Rivière des Pirogues montrent des concentrations plus importantes en métaux (Chrome IV, Chrome, Nickel, Manganèse) et en Magnésium à la station « ACCIDENT » située à l'aval immédiat de la Mine Graziella, par rapport aux trois autres stations étudiées. Les teneurs en Chrome VI, en particulier, semblent élevées. On peut noter que ces fortes teneurs diminuent nettement, plus en aval du cours d'eau. Elles sont certainement imputables à l'activité minière en cours. De même, les sédiments s'avèrent majoritairement de type limoneux à la station « ACCIDENT » (apport de fines latéritiques générées par les activités minières) et plus grossiers (sableux) dans les autres stations.

En ce qui concerne les Hydrocarbures totaux, les quatre échantillons de sédiments prélevés, ainsi que l'échantillon de terre présentent une prépondérance d'hydrocarbures lourds non volatiles (fractions $>nC22-nC30$ et $>nC30-nC40$). Les teneurs les plus faibles ont été mesurées dans les sédiments de « PIRO AMONT » et « ACCIDENT » (moins de 30 mg/kg MS), les échantillons plus en aval « PIRO 1 », « PIRO 2 » et l'échantillon de terre présentant des teneurs comprises entre 56 et 95 mg/kg MS.

Les feux de forêt, la présence de matières organiques ou de vase, l'érosion des roches émettent naturellement dans l'environnement certains contaminants (métaux et hydrocarbures). Les concentrations naturelles de ces contaminants retrouvées dans les sols, l'eau et les sédiments des rivières, correspondant à un bruit de fond dit « naturel » qu'il est possible de mesurer (Clozel-Leloup & Freyssinet, 2003⁹). En Nouvelle-Calédonie, ce bruit de fond naturel local n'a jamais été évalué. Il n'existe donc pas de valeurs de référence de concentrations en métaux ou en hydrocarbures correspondant au fond géochimique naturel pour les sédiments des rivières de l'HER D, auxquelles nous pourrions nous référer. En conséquence, il reste difficile à ce stade de conclure sur l'importance et l'origine des teneurs mesurées en HCT au cours de notre étude, notamment dans la station localisée le plus en amont (« PIRO AMONT »).

Nous pouvons tout de même constater que l'échantillon de terre prélevé sur le lieu présumé de l'incident présente une forte prépondérance d'hydrocarbures lourds non volatiles ($>nC30-nC40$) qui rendent certainement compte de l'incident (déversement d'hydrocarbures, la nature précise et la composition des substances déversées n'ont jamais été communiquées à l'OEIL). Cette empreinte est « normale » puisque les HCT lourds, hydrophobes, ont tendance à s'infiltrer dans le sol. Les terres contaminées peuvent ensuite être transférées par le cours d'eau et être déposées plus en aval. On retrouve ainsi les mêmes empreintes (prédominance d'HCT lourds $>nC22-nC30$ et $>nC30-nC40$) dans les échantillons de l'aval « PIRO 1 » et « PIRO 2 », ce qui indique probablement le transfert des hydrocarbures depuis le lieu de l'accident.

Ainsi, même si la station « ACCIDENT » semble être peu affectée par l'incident (sédiments avec une teneur en HCT de 20 mg/kg MS), la contamination en hydrocarbures a certainement été transférée vers l'aval par le flux d'eau, puis piégée dans les sédiments de rivière comme en témoignent les teneurs plus importantes relevées à « PIRO 1 » (72,7 mg/kg MS) et « PIRO 2 » (56,5 mg/kg MS), avec une forte empreinte des HCT lourds et non volatiles. Les plus faibles teneurs en HCT mesurées dans la station « ACCIDENT » pourraient également s'expliquer par une reconstruction de la berge suite à l'incident de pollution, avec l'apport de matériaux inertes pour le remblai.

⁹ Clozel-Leloup B., avec la participation Freyssinet Ph., 2003. Valeurs guides intervenant dans la gestion des sédiments et méthodologie d'élaboration de ces valeurs : synthèse bibliographique. BRGM/RP-51735-FR. 131 pp.

III.4. Qualité biologique des stations

III.4.1. Macrofaune benthique, indices IBS et IBNC

Les bulletins faunistiques des points de prélèvement de référence figurent en annexe 5. Le tableau 3.5 présente les indices de diversité et indices biotiques calculés pour chaque point de prélèvement.

Tableau 3.5 : Indices biotiques et de diversité calculés sur les points de prélèvement.

Station	PIRO AMONT	ACCIDENT MIB DIAT
IBS ₂₀₁₆ *	4,70	4,44
Qualité IBS ₂₀₁₆	médiocre	médiocre
IBS ₂₀₀₇	4,80	3,90
Qualité IBS ₂₀₀₇	médiocre	mauvaise
IBNC ₂₀₁₆ *	4,50	4,22
Qualité IBNC ₂₀₁₆	médiocre	mauvaise
IBNC ₁₉₉₉	5,69	4,25
Qualité IBNC ₁₉₉₉	bonne	médiocre
Abondance*	346	149
Densité (nombre d'ind./m ²)*	988	425
Richesse taxonomique*	21	19
Indice EPT*	6	3
Indice de Margalef*	3,42	3,60
Indice de Shannon*	2,05	2,32
Equitabilité de Pielou*	0,67	0,79

* indices calculés sur la base de 7 prélèvements

Les richesses taxonomiques (une vingtaine de taxons) et les densités faunistiques sont faibles dans les deux stations (500 à 1 000 individus au m²). La qualité biologique évaluée au moyen de l'IBS₂₀₁₆ est **médiocre** avec une valeur légèrement supérieure à la station « PIRO AMONT » (4,70 et 4,44 respectivement). L'IBS₂₀₀₇ indique une qualité **médiocre** à la station « PIRO AMONT » (4,80) et **mauvaise** à la station « ACCIDENT MIB DIAT » (3,90).

Les données biologiques confirment ces observations : la macrofaune benthique de la station « ACCIDENT MIB DIAT » est constituée essentiellement de taxons tolérants au colmatage par les particules sédimentaires fines (latérites) tels que les Oligochètes, les insectes trichoptères Hydroptilidae et les insectes diptères Chironomidae et Ceratopogoninae. L'indice EPT¹⁰ est faible (3).

A la station « PIRO AMONT », les peuplements faunistiques présentent deux fois plus de taxons polluo-sensibles (indice EPT de 6). Cependant, les notes indicelles restent faibles, s'expliquant en partie par la faible disponibilité en supports granulométriques grossiers (pierres/galets, blocs, ...), ces supports étant particulièrement biogènes.

¹⁰ L'indice EPT correspond à la somme du nombre de taxons en insectes éphéméroptères, plécoptères et trichoptères, groupes connus pour contenir de nombreux taxons polluo-sensibles et qui constituent la base des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques. Les plécoptères étant absents en Nouvelle-Calédonie, l'indice EPT représente la richesse taxonomique en insectes éphéméroptères et trichoptères.

Les indices biotiques calculés (IBS) témoignent ainsi principalement de l'impact de la mine Graziella sur la qualité écologique du cours d'eau : apports de fines latéritiques en aval de la mine colmatant les habitats disponibles pour la faune benthique et induisant une dégradation de la qualité du milieu. Les résultats indiciaires obtenus ne permettent pas de mettre en évidence une éventuelle autre source de perturbation (notamment celle due à la présence d'hydrocarbures).

III.4.2. Diatomées benthiques, indice IDNC

III.4.2.a. Inventaires

Les tableaux 3.6 et 3.7 présentent l'inventaire obtenu sur la station « ACCIDENT MIB DIAT », ainsi que les taxons d'alerte de l'IDNC.

Tableau 3.6 : Inventaire des diatomées à la station « ACCIDENT MIB DIAT » (Ab. Rel. : Abondance relative ; en grisé les taxons indiciaires de l'IDNC)

Nombre	Ab. Rel	Code	Taxon
107	21,3	GRIC	<i>Gomphonema ricardii</i> Maillard
73	14,5	GNBP	<i>Gomphonema neobourrellyi</i> morphotype <i>parvum</i> Moser & Lange-Bertalot
70	13,9	ADKO	<i>Achnantheidium koghisense</i> (Moser Lange-Bertalot & Metzeltin) Lange-Bertalot
65	12,9	ADPD	<i>Achnantheidium peridotiticum</i> (Moser Lange-B. & Metzeltin) Lange-Bertalot
34	6,8	GNEO	<i>Gomphonema neobourrellyi</i> Moser & Lange-Bertalot
27	5,4	GPUM	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot
27	5,4	ADPI	<i>Achnantheidium pirogueanum</i> (Maillard) Lange-Bertalot
14	2,8	BBLA	<i>Brachysira blancheana</i> (Maillard) Lange-Bertalot & Moser
14	2,8	ESFO	<i>Encyonopsis subfonticola</i> Krammer
14	2,8	BNEO	<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot
9	1,8	ETNS	<i>Encyonema tenuissimum</i> (Hustedt) D.G.Mann
8	1,6	ABLA	<i>Achnantheidium blancheanum</i> (Maillard) Lange-Bertalot
7	1,4	EIGU	<i>Eileencoxia guillauminii</i>
6	1,2	ADMI	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki
4	0,8	APGC	<i>Achnanthes pirogueana</i> Maillard fo. <i>capitata</i> Lange-Bertalot & Steindorf
4	0,8	KOSA	<i>Kobayasiella saxicola</i> (Manguin) Lange-Bertalot
4	0,8	DGAJ	<i>Delicata gadjana</i> Krammer
3	0,6	GNET	<i>Gomphonema netriviale</i> Moser Lange-Bertalot & Metzeltin
2	0,4	DENT	<i>Denticula</i> F.T. Kützing
2	0,4	DEFO	Diatomée anormale Abnormal diatom valve (unidentified) or sum of
2	0,4	ETIO	<i>Encyonema thioense</i> Lange-Bertalot & Krammer
2	0,4	ANCL	<i>Achnanthes neocaledonica</i> Manguin ex Kociolek & Reviere
2	0,4	ACTR	<i>Achnantheidium contrarea</i> (Lange-Bertalot & Steindorf) Lange-Bertalot
1	0,2	ROPE	<i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh) Håkansson
1	0,2	NSUP	<i>Navicula suprinii</i> Moser Lange-Bertalot & Metzeltin
1	0,2	DDEL	<i>Delicata delicatula</i> (Kützing) Krammer var. <i>delicatula</i>

Tableau 3.7 : Taxons d'alerte de l'IDNC – Tableau récapitulatif selon les métriques d'altération de l'IDNC
 (Ab. Rel. : Abondance relative des taxons d'alerte / au nombre total d'individus, Occ. : Nombre de taxons d'alerte), les codes des taxons d'alerte retrouvés sont indiqués pour chaque métrique retenue.

Enrichissement trophique

DBO5		Ammonium		Phosphates		Nitrates	
Ab. Rel.	Occ.	Ab. Rel.	Occ.	Ab. Rel.	Occ.	Ab. Rel.	Occ.
2,8	1	5,6	2	0	0	6,8	1
ESFO		ESFO, BNEO		Aucun		GNEO	

Altération minière

Chrome		Nickel		Fines latéritiques		% forme anormale
Ab. Rel.	Occ.	Ab. Rel.	Occ.	Ab. Rel.	Occ.	
4	3	14,9	8	11,7	6	
ETNS, EIGU, DGAJ		GNEO, ESFO, ABLA, EIGU, KOSA, DGAJ, ANCL, ACTR		GNEO, ABLA, DGAJ, EIGU, ACTR, KOSA		0,4

Cinq cent trois individus ont été dénombrés et plus de 98% sont pris en compte dans le calcul de l'IDNC, le résultat obtenu est donc considéré comme fiable.

La richesse spécifique est de 26, la diversité de 3,59 et l'équitabilité de 0,76. Les indicateurs de diversité sont d'un assez bon niveau, le peuplement est à l'équilibre et bien développé. Les taxons dominants sont endémiques et appartiennent à deux genres différents. Il s'agit de *Gomphonema ricardii*, *G. neobourrellyi* morphotype *parvum*, *Achnantheidium koghiense* et *A. peridotiticum*. Ces espèces, bien qu'indicielles, n'appartiennent pas aux taxons d'alerte de l'IDNC. Les taxons d'alerte relevés sont toujours en faible abondance ce qui tend à montrer qu'aucune ou qu'une très faible perturbation d'ordre trophique ou minière existe sur cette station. La présence de formes tératologiques est à noter, mais celles-ci restent très peu abondantes. Les résultats de l'IDNC et des différentes métriques confirment cette tendance en indiquant une qualité qualifiée de **très bonne** (tableau suivant).

Tableau 3.8 : Résultats des différentes métriques de l'IDNC (calcul S. Boutry – IRSTEA) - Résultats présentés sous forme d'EQR (Ecological Quality Ratio) variant de 0 (mauvais) à 1 (très bon)

Métriques	
Ammonium	0,91
DBO5	0,96
<u>Pollution organique</u>	0,94
<u>Phosphates</u>	1,00
<u>Nitrates</u>	0,90
Trophie	0,95
Nickel	1,00
Chrome	1,00
<u>Pollution métallique</u>	1,00
<u>Colmatage latéritique</u>	1,00
Altération minière	1,00
IDNC	0,95

Chapitre IV - Conclusions, recommandations

En ce qui concerne les observations réalisées, sur l'ensemble du tronçon étudié, la largeur du cours d'eau est importante (25 à plus de 100 mètres) et la profondeur également. Les fonds sont essentiellement constitués de particules granulométriques fines (sable, limon). La végétation des rives est de type arboré. Les berges du cours d'eau sont naturelles sur la majorité du tronçon étudié. Seule la partie du lieu présumée de l'incident présente des enrochements permettant de retenir la berge. L'eau est limpide.

Il n'a pas été observé de traces d'hydrocarbures dans les sédiments ou sur les berges des stations prospectées. Des irisations à la surface de l'eau ont été notées à la station « ACCIDENT MIB DIAT » au cours des prélèvements de la macrofaune benthique. Plusieurs camions sont venus s'approvisionner en eau sur ce site durant les échantillonnages.

Pour l'eau, les analyses réalisées *in situ* (pH, conductivité, oxygène dissous et turbidité) présentent des valeurs conformes à celles mesurées en général dans les rivières du Sud de la Grande Terre (conductivité inférieure à 200 µS/cm en eau douce stricte, pH proche de 8, plus de 80% de saturation en oxygène). Les analyses physico-chimiques en laboratoire indiquent l'absence de quantification en Hydrocarbures totaux et en Nitrates dissous, de faibles concentrations en MES et en Manganèse dissous, des concentrations en Chrome VI, Chrome dissous et Nickel dissous majoritairement inférieures à 10 µg/l. Les concentrations en Chlorures dissous et Sulfates dissous sont assez élevées à la station « PIRO AMONT », certainement en raison d'une influence anthropique (proximité d'une habitation, centre de tir de l'armée). Celles en Magnésium dissous, proches de 20 mg/l, sont supérieures à ce qui est habituellement relevé dans les rivières du Grand Sud, peut-être en relation avec la taille importante du bassin versant de la Rivière des Pirogues. Il n'a pas été mesuré dans les échantillons d'eau de valeur aberrante ou inquiétante témoignant d'une éventuelle source de perturbation par les hydrocarbures.

Les analyses réalisées sur les sédiments de la Rivière des Pirogues montrent des concentrations plus importantes en métaux (Chrome IV, Chrome, Nickel, Manganèse) et en Magnésium à l'aval immédiat de la Mine Graziella. On peut noter que ces fortes teneurs diminuent nettement plus en aval du cours d'eau. Elles sont certainement imputables à l'activité minière en cours.

Les échantillons de sédiments et de terre prélevés présentent une prépondérance d'hydrocarbures lourds non volatiles (fractions : >nC22-nC30 et >nC30-nC40). Les teneurs les plus faibles ont été mesurées dans les sédiments de « PIRO AMONT » et « ACCIDENT » (moins de 30 mg/kg MS), les échantillons plus en aval « PIRO 1 », « PIRO 2 » et l'échantillon de terre présentant des teneurs comprises entre 56 et 95 mg/kg MS. En l'absence de données de référence concernant le bruit de fond naturel dans les sols ou les sédiments des rivières de l'HER D, il reste difficile de conclure sur l'importance et l'origine des teneurs mesurées en HCT, notamment dans la station localisée le plus en amont (« PIRO AMONT »). Cette étude met ainsi en exergue la nécessité de disposer de données de référence plus solides sur les sédiments des rivières.

En revanche, l'échantillon de terre prélevé sur le lieu présumé de l'incident présente une forte prépondérance d'hydrocarbures lourds non volatiles (>nC30-nC40) qui rendent certainement compte de l'incident. On retrouve la même empreinte dans les échantillons de l'aval « PIRO 1 » et « PIRO 2 », ce qui indiquerait le transfert des hydrocarbures depuis le lieu de l'accident. Ainsi, même si la station « ACCIDENT » semble être peu affectée par l'incident (teneur en HTC de 20 mg/kg MS dans les sédiments), la contamination en hydrocarbures a certainement été transférée vers l'aval par le flux d'eau, puis piégée dans les sédiments de rivière comme en témoignent les teneurs plus importantes relevées à « PIRO 1 » et « PIRO 2 », avec une forte empreinte des HCT lourds et non volatiles. On ignore cependant la capacité du milieu à évacuer ces substances.

En parallèle de ce travail, des données ont été récupérées auprès de la Mairie du Mont-Dore et de la DAVAR qui ont également réalisé des analyses sur des échantillons d'eau de la rivière des Pirogues les 7 et 21 octobre 2019. Les résultats montrent ainsi la présence d'Huiles et de Graisses Totales¹¹ en quantité non négligeable le 21/10/2019 (32 mg/l). En l'absence d'informations plus précises sur la nature de l'incident et sur le type de substance déversées, il reste difficile de conclure. A l'avenir, il serait important de mener des investigations plus poussées lorsque ce genre d'incident se produit, notamment via la réalisation d'analyses permettant une meilleure discrimination des substances déversées.

En ce qui concerne les analyses biologiques, les indices IBS₂₀₁₆ et IBS₂₀₀₇ témoignent d'une qualité **médiocre** à **mauvaise** aux 2 stations « PIRO AMONT » et « ACCIDENT MIB DIAT » et soulignent principalement l'impact de la mine Graziella sur la qualité écologique du cours d'eau : les apports de fines latéritiques en aval de la mine colmatent les habitats disponibles pour la faune benthique et induisent une dégradation de la qualité du milieu. Les résultats indiciaires obtenus ne permettent pas de mettre en évidence une éventuelle autre source de perturbation (notamment celle due à la présence d'hydrocarbures). En revanche, l'indice diatomique IDNC ne reflète pas ces dégradations, indiquant une **très bonne** qualité biologique à la station « ACCIDENT MIB DIAT ».

En conclusion, il n'a pas réellement été observé de traces d'hydrocarbures dans les sédiments ou sur les berges des stations prospectées. Les résultats des analyses réalisées sur l'eau, la faune et la flore n'indiquent pas de valeur inquiétante témoignant d'une éventuelle source de perturbation par les hydrocarbures. En revanche, l'échantillon de terre prélevé sur le lieu présumé de l'incident et les échantillons de sédiments de l'aval « PIRO 1 » et « PIRO 2 » présentent une prépondérance d'hydrocarbures lourds non volatiles qui rendent certainement compte de l'incident. La contamination en hydrocarbures a certainement été transférée vers l'aval par le flux d'eau, puis piégée dans les sédiments de rivière. On ignore cependant la capacité du milieu à évacuer ces substances.

¹¹ Le paramètre « Huiles et Graisses totales » permet de quantifier les matières organiques en suspension dans l'eau, extractibles à l'hexane, dont les Hydrocarbures (méthode d'analyse NF T 90.202).

Annexes

Annexe 1 : Relevés de terrain.

Annexe 2 : Rapports d'analyse de LAB'EAU. Physico-chimie de l'eau.

Annexe 3 : Rapport d'analyse de LAB'EAU. Physico-chimie des sédiments et de l'échantillon de terre.

Annexe 4 : Rapports d'analyses de l'UNC. Granulométrie des sédiments (Mastersizer 2000).

Annexe 5 : Bulletins d'analyse biologique des stations « PIRO AMONT » et « ACCIDENT MIB DIAT » (2016 et 2012). Format Hydrobio.

Annexe 1 : Relevés de terrain.

RELEVÉS TERRAIN 2016 DONNÉES MÉSOLOGIQUES ET FAUNISTIQUES

1-IDENTIFICATION DU POINT DE PRÉLÈVEMENT			
Commune :	Mont-Dore (Le)	Bassin versant :	Pirogues
Nom du cours d'eau :	Pirogues	Date :	21/10/2019
Point de prélèvement (nom ou code) :	PIRO AMONT	Heure :	14 h 00
Organisme préleveur:	ETHYCO - Etude des Hydrosystèmes Continentaux tropicaux	Prélèvement fait par :	N. MARY
Coordonnées du point de prélèvement:	GPS	X Aval (m) : 471 483 Y Amont (m) : 471 483	Y Aval (m) : 215 328 Y Amont (m) : 215 328
Système de réf./projection X Y :	RGNC91-93 Lambert NC		
Altitude sur carte IGN	11 m		

2- ENVIRONNEMENT GÉNÉRAL	
Environnement global rive droite	forêt
Environnement global rive gauche	forêt
Pente au point de prélèvement	faible
Ganulométrie dominante	sables/limons
Substrat du B.V. au point de prélèvement	ultramafique
Point de prélèvement sous influence	Sédimentaire -> Ultramafique
Sources d'interférence	; Proche petite habitation
Phénomène anormal observé	

3- CONDITIONS D'OBSERVATION
Hydrologie : Etiage normal
Traces de laisses de crues récentes ou pluie importante ayant précédé l'échantillonnage : Non
Conditions climatiques : soleil
Couleur eau : claire
Fond visible : Oui

4- CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU POINT DE PRÉLÈVEMENT						
	Appareil terrain	Propriétaire	Valeurs mesurées <i>in situ</i>	Date dernier étalonnage	Contrôle sonde après terrain	Qualité de la mesure
Conductivité	Hanna HAN-HI 991300	Ethyc'O	27,0 °C 132,000 µS/cm Temp. de Réf : 25,0 °C	20/10/2019	Oui	+++
Oxygène dissous	Hanna HAN-HI 9146	Ethyc'O	7,67 mg/L 97 % 25°C	20/10/2019	Oui	+++
pH / Rédox	Hanna HAN-HI 991300	Ethyc'O	8,1 Unité 0,00 mV	20/10/2019	Oui	+++
Turbidité	Hanna HI-98713	Ethyc'O	3 NTU	20/10/2019	Oui	++
Prélèvement d'eau	Oui, Effectué par : N. MARY heure prélèvement : 14H00 distance /berge (m) : 2 profondeur eau (m) : 1			Analyse MES : Oui Autres analyses physico-chimiques : Oui Analyses bactériologiques : Non Laboratoire d'analyse : LAB'EAU		

5- DESCRIPTION DU POINT DE PRELEVEMENT										
Longueur approximative du bief échantillonné		40,00 m		Faciés d'écoulement : Plat				Nombre de séquences : 1		
Largeur minimale du lit mouillé		23,00 m		Profondeur minimale				0,05 m		
Largeur maximale du lit mouillé		30,00 m		Profondeur maximale				1,50 m		
Largeur moyenne du lit mouillé		25,00 m		Sur-engravement du lit : Non						
Distance entre les 2 berges		25,00 m		% d'ombrage du lit mouillé				0 %		
Granulométrie des sédiments de la partie non mouillée du lit : S/L :Sable/Limon (<2mm); La : Latérites (<2mm); Tr : Terre (<2mm)										
Berges / Rives										
Berge gauche Structure : naturelle						Berge droite Structure : naturelle				
Pente : verticale						Pente : verticale				
	%Art	%R/D	%B	%P/G	%Gr	%S/L	%Tr	%La	Végétation	% couverture par la végétation
Rive droite	0	0	0	0	0	50	20	30	arborée	100
Rive gauche	0	0	0	0	0	50	20	30	arborée	90
Art : Substrats artificiels ; R/D : Roches/Dalles ; B : Blocs (> 250 mm) ; P/G : Pierres et galets (25 à 250 mm) ; Gr : Gravier (2 à 25 mm) ; S/L : Sables et limons (< 2 mm) ; Tr : terre (< 2 mm) ; La : latérites (< 2 mm).										
Lit mouillé										
Matière organique végétale			Feuilles Branches Tronc				Importance		faible	
Fréquentation animale ou humaine :										
Etat du substrat : Dépôts latéritiques; Autre, à préciser										
Latérites		zones lotiques			zones lentiques			globalement sur le site		
% de dépôts latéritiques		0			5			2		
Colmatage (+, ++, +++)		+			+			+		
+ : couche facilement déplaçable ; ++ quelques mm d'épaisseur ; +++ plus d'un cm d'épaisseur										
Remarques description du point de prélèvement :										

6- REPÉRAGE DES SUBSTRATS (REPRÉSENTATIVITÉ) ET DES CLASSES DE VITESSE DE COURANT							
Habitabilité	Substrat (Granulométrie le cas échéant)	% de recouvrement	Représentativité (M,D)	Vitesse (V) en cm/s			
				Cascade V>150	Rapide 150>V>75	Moyenne 75>V>25	Faible à nulle V<25
11	Bryophytes	0					
10	Branchages, troncs	5	D			1	
9	Pierres, galets (25 à 250)	1	M				1
8	Litières (+vase)	6	D				1
7	Hydrophytes	0					
6	Chevelus racinaires	1	M				1
5	Blocs soulevables à la main (> 250 mm)	0					
4	Graviers (2 à 25 mm)	0					
3	Sables (< 2 mm)	85	D				1
2	Fines latéritiques (< 2 mm)	0					
1	Roches, dalles	2	M				1
0	Algues	0				1	

Les classes de vitesse caractérisant chaque substrat sont identifiées selon leur ordre d'importance (1, 2, 3 ou 4), la valeur la plus faible correspondant à la classe la plus représentée.
M : Marginal : substrat occupant moins de 5% de la superficie totale mouillée du point de prélèvement (< 5%) ; D : Dominant : substrat occupant 5% et plus de 5% de la superficie totale mouillée du point de prélèvement (5%).

7- TABLEAU D'ÉCHANTILLONNAGE								
	Prélèvement	Substrat	Vitesse du courant	Hauteur d'eau (cm)	Substrat		Végétation aquatique	
					Colmatage	Stabilité	Nature	Abondance (%)
Phase 1	P1	Pierres, galets	nulle	10	fort	stable		0
	P2	Chevelus racinaires	faible	40	fort	stable		0
	P3	Roches, dalles	faible	30	moyen	stable		0
Phase 2	P4	Sables	faible	40	fort	stable		0
	P5	Sables	moyenne	20	faible	stable		0
	P6	Litières(+vase)	moyenne	40	faible	stable		0
	P7	Branchages, troncs	moyenne	50	moyen	stable		0
Nombre de flacons prélevés : 7					Echantillons fixés dans : Ethanol			
Remarques relatives à l'échantillonnage et aux conditions de prélèvement : 1 araignée en P1. Présence des genres Oxyethira, Acritoptila, Helyethira (Hydroptilidae), Bezzia (Ceratopogoninae), Laccobius Yateberosus (Hydrophilidae). Hydracariens : Oribatidae et Hydracariens vrais. Point de prélèvement très homogène au niveau du substrat. Fonds couverts de sable en grande partie. Largeur importante.								

RELEVÉS TERRAIN 2016 DONNÉES MÉSOLOGIQUES ET FAUNISTIQUES

1-IDENTIFICATION DU POINT DE PRÉLÈVEMENT			
Commune :	Mont-Dore (Le)	Bassin versant :	Pirogues
Nom du cours d'eau :	Pirogues	Date :	21/10/2019
Point de prélèvement (nom ou code) :	PIRO ACCIDENT	Heure :	10 h 00
Organisme préleveur:	ETHYCO - Etude des Hydrosystèmes Continentaux tropicaux	Prélèvement fait par :	N. MARY
Coordonnées du point de prélèvement:	GPS	X Aval (m) : 470 810 Y Amont (m) : 470 810	Y Aval (m) : 213 953 Y Amont (m) : 213 953
Système de réf./projection X Y :	RGNC91-93 Lambert NC		
Altitude sur carte IGN	7 m		

2- ENVIRONNEMENT GÉNÉRAL	
Environnement global rive droite	forêt
Environnement global rive gauche	forêt
Pente au point de prélèvement	faible
Ganulométrie dominante	pierres/galets
Substrat du B.V. au point de prélèvement	ultramafique
Point de prélèvement sous influence	Sédimentaire -> Ultramafique
Sources d'interférence	; piste de roulage le long du cours d'eau. Camions venant s'approvisionner en eau
Phénomène anormal observé	

3- CONDITIONS D'OBSERVATION
Hydrologie : Etiage normal
Traces de laisses de crues récentes ou pluie importante ayant précédé l'échantillonnage : Non
Conditions climatiques : soleil
Couleur eau : claire
Fond visible : Oui

4- CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU POINT DE PRÉLÈVEMENT						
	Appareil terrain	Propriétaire	Valeurs mesurées <i>in situ</i>	Date dernier étalonnage	Contrôle sonde après terrain	Qualité de la mesure
Conductivité	Hanna HAN-HI 991300	Ethyc'O	25,0 °C 155,000 µS/cm Temp. de Réf : 25,0 °C	20/10/2019	Oui	+++
Oxygène dissous	Hanna HAN-HI 9146	Ethyc'O	6,30 mg/L 79 % 25°C	20/10/2019	Oui	+++
pH / Rédox	Hanna HAN-HI 991300	Ethyc'O	8,1 Unité 0,00 mV	20/10/2019	Oui	+++
Turbidité	Hanna HI-98713	Ethyc'O	3 NTU	20/10/2019	Oui	++
Prélèvement d'eau	Oui, Effectué par : N. MARY heure prélèvement : 08H00 distance /berge (m) : 1			profondeur eau (m) : 1	Analyse MES : Oui Autres analyses physico-chimiques : Oui Analyses bactériologiques : Non Laboratoire d'analyse : LAB'EAU	

5- DESCRIPTION DU POINT DE PRELEVEMENT											
Longueur approximative du bief échantillonné		30,00 m			Faciés d'écoulement : Mouille; Radier				Nombre de séquences : 1		
Largeur minimale du lit mouillé		40,00 m			Profondeur minimale				0,05 m		
Largeur maximale du lit mouillé		50,00 m			Profondeur maximale				1,50 m		
Largeur moyenne du lit mouillé		50,00 m			Sur-engravement du lit : Non						
Distance entre les 2 berges		50,00 m			% d'ombrage du lit mouillé				0 %		
Granulométrie des sédiments de la partie non mouillée du lit : R/D : Roche/Dalle; B : Blocs (>250 mm); P/G : Pierres et Galets (25-250mm)											
Berges / Rives											
Berge gauche Structure : naturelle						Berge droite Structure : naturelle					
Pente : inclinée						Pente : inclinée					
	%Art	%R/D	%B	%P/G	%Gr	%S/L	%Tr	%La	Végétation	% couverture par la végétation	
Rive droite	0	0	20	0	0	10	50	20	arborée	80	
Rive gauche	0	0	20	0	0	10	50	20	arborée	80	
Art : Substrats artificiels ; R/D : Roches/Dalles ; B : Blocs (> 250 mm) ; P/G : Pierres et galets (25 à 250 mm) ; Gr : Gravier (2 à 25 mm) ; S/L : Sables et limons (< 2 mm) ; Tr : terre (< 2 mm) ; La : latérites (< 2 mm).											
Lit mouillé											
Matière organique végétale			Feuilles Branches Tronc				Importance			faible	
Fréquentation animale ou humaine : piste de roulage de la mine Graziella. Prélèvements de faune et diatomées au niveau du gué. Passage de camions et présence de camions dans la rivière venant s'approvisionner en eau.											
Etat du substrat : Dépôts latéritiques; Autre, à préciser											
Latérites		zones lotiques			zones lenticues			globalement sur le site			
% de dépôts latéritiques		10			80			50			
Colmatage (+, ++, +++)		+			+			+			
+ : couche facilement déplaçable ; ++ quelques mm d'épaisseur ; +++ plus d'un cm d'épaisseur											
Remarques description du point de prélèvement :											

6- REPÉRAGE DES SUBSTRATS (REPRÉSENTATIVITÉ) ET DES CLASSES DE VITESSE DE COURANT							
Habitabilité	Substrat (Granulométrie le cas échéant)	% de recouvrement	Représentativité (M,D)	Vitesse (V) en cm/s			
				Cascade V>150	Rapide 150>V>75	Moyenne 75>V>25	Faible à nulle V<25
11	Bryophytes	0					
10	Branchages, troncs	2	M				1
9	Pierres, galets (25 à 250)	65	D		2	3	1
8	Litières (+vase)	1	M				1
7	Hydrophytes	0					
6	Chevelus racinaires	1	M			2	1
5	Blocs soulevables à la main (> 250 mm)	5	D				1
4	Graviers (2 à 25 mm)	2	M				1
3	Sables (< 2 mm)	20	D				1
2	Fines latéritiques (< 2 mm)	3	M				1
1	Roches, dalles	0					
0	Algues	1	M			1	

Les classes de vitesse caractérisant chaque substrat sont identifiées selon leur ordre d'importance (1, 2, 3 ou 4), la valeur la plus faible correspondant à la classe la plus représentée.
M : Marginal : substrat occupant moins de 5% de la superficie totale mouillée du point de prélèvement (< 5%) ; D : Dominant : substrat occupant 5% et plus de 5% de la superficie totale mouillée du point de prélèvement (5%).

7- TABLEAU D'ÉCHANTILLONNAGE								
	Prélèvement	Substrat	Vitesse du courant	Hauteur d'eau (cm)	Substrat		Végétation aquatique	
					Colmatage	Stabilité	Nature	Abondance (%)
Phase 1	P1	Branchages, troncs	nulle	20	fort	stable		0
	P2	Chevelus racinaires	faible	60	fort	stable	Algues	60
	P3	Litières(+vase)	faible	30	fort	stable		0
Phase 2	P4	Pierres, galets	faible	20	fort	stable		0
	P5	Pierres, galets	rapide	10	faible	stable		0
	P6	Blocs soulevables à la main	nulle	25	faible	stable		0
	P7	Sables	moyenne	20	moyen	stable		0
Nombre de flacons prélevés : 7					Echantillons fixés dans : Ethanol			
Remarques relatives à l'échantillonnage et aux conditions de prélèvement : Présence des genres Bezzia sp. (Ceratopogoninae), Oxyethira et Hellyethira sp. (Hydroptilidae). Hydracariens : Oribatidae. Longueur du point de prélèvement restreinte, étant donné la profondeur importante en dessous du radier. Peu de possibilité réelle pour prélever plus en aval.								

Annexe 2 : Rapports d'analyse de LAB'EAU. Physico-chimie de l'eau.

BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0010

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0231
Lieu du prélèvement : -
Date de début d'analyse : 21/10/2019
Nature de l'échantillon : Eau superficielle
Référence Client : Piro amont
Température à réception : 19.2°C

Date de prélèvement : 21/10/2019 14h30
Date de réception : 21/10/2019 16h30
Date de fin d'analyse : 19/11/2019
Préleveur : le client
Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Normes Françaises arrêté du 11/01/2007 eaux superficielles	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI	NF EN ISO 10304-3	9.36	µg/l		1
Chrome dissous	NF EN ISO 17294-2	13	µg/l		1
Nickel dissous	NF EN ISO 17294-2	5.61	µg/l		1
Paramètre indésirable					
Manganèse dissous	NF EN ISO 17294-2	1.70	µg/l		1
Hydrocarbures totaux *	NF EN ISO 9377-2	<0.1	mg/L	0,2	0.1
Matières en suspension (MES)	NF EN 872	<2	mg/L	25	2
Nitrates dissous	NF EN ISO 10304-1	<0.05	mg NO3/L	25	0,05
Paramètre physico chimique					
Chlorures dissous	NF EN ISO 10304-1	18.3	mg Cl/L	200	0.125
Magnésium dissous	NF EN ISO 11885	19.5	mg Mg/L		0.1
Sulfates dissous	NF EN ISO 10304-1	4.63	mg SO4/L	150	0.1

Remarques/Commentaires :

- (1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.
- (2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
- (3) Les résultats précédés du signe « < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.
- (4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)
- (5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.
- (6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 19/11/2019
Corinne CHRISTINA
Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0010

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0232
Lieu du prélèvement: -
Date de début d'analyse : 21/10/2019
Nature de l'échantillon : Eau superficielle
Référence Client : Piro accident
Température à réception : 19.2°C

Date de prélèvement : 21/10/2019 08h00
Date de réception : 21/10/2019 16h30
Date de fin d'analyse : 19/11/2019
Préleveur : le client
Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Normes Françaises arrêté du 11/01/2007 eaux superficielles	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI	NF EN ISO 10304-3	9	µg/l		1
Chrome dissous	NF EN ISO 17294-2	9.48	µg/l		1
Nickel dissous	NF EN ISO 17294-2	4.91	µg/l		1
Paramètre indésirable					
Manganèse dissous	NF EN ISO 17294-2	<1	µg/l		1
Hydrocarbures totaux *	NF EN ISO 9377-2	<0.1	mg/L	0,05	0.1
Matières en suspension (MES)	NF EN 872	<2	mg/L	25	2
Nitrates dissous	NF EN ISO 10304-1	<0.05	mg NO3/L	25	0,05
Paramètre physico chimique					
Chlorures dissous	NF EN ISO 10304-1	9.27	mg Cl/L	200	0.125
Magnésium dissous	NF EN ISO 11885	22	mg Mg/L		0.1
Sulfates dissous	NF EN ISO 10304-1	2.20	mg SO4/L	150	0.1

Remarques/Commentaires :

- (1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.
- (2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
- (3) Les résultats précédés du signe « < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.
- (4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)
- (5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.
- (6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 19/11/2019
Corinne CHRISTINA
Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0010

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0229

Lieu du prélèvement: -

Date de début d'analyse : 21/10/2019

Nature de l'échantillon : Eau superficielle

Référence Client : Piro 1

Température à réception : 19.2°C

Date de prélèvement : 21/10/2019 11h30

Date de réception : 21/10/2019 16h30

Date de fin d'analyse : 19/11/2019

Préleveur : le client

Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Normes Françaises arrêté du 11/01/2007 eaux superficielles	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI	NF EN ISO 10304-3	6.2	µg/l		1
Chrome dissous	NF EN ISO 17294-2	7.81	µg/l		1
Nickel dissous	NF EN ISO 17294-2	9.41	µg/l		1
Paramètre indésirable					
Manganèse dissous	NF EN ISO 17294-2	7.52	µg/l		1
Hydrocarbures totaux *	NF EN ISO 9377-2	<0.1	mg/L	0,2	0.1
Matières en suspension (MES)	NF EN 872	3.6	mg/L	25	2
Nitrates dissous	NF EN ISO 10304-1	<0.5	mg NO3/L	25	0,05
Paramètre physico chimique					
Chlorures dissous	NF EN ISO 10304-1	7288	mg Cl/L	200	0.125
Magnésium dissous	NF EN ISO 11885	577	mg Mg/L		0.1
Sulfates dissous	NF EN ISO 10304-1	2348	mg SO4/L	150	0.1

Remarques/Commentaires :

Nitrates : LQ augmentée, eau salée.

(1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.

(2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.

(3) Les résultats précédés du signe « < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.

(4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)

(5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.

(6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 19/11/2019

Corinne CHRISTINA

Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0010

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0230
Lieu du prélèvement: -
Date de début d'analyse : 21/10/2019
Nature de l'échantillon : Eau superficielle
Référence Client : Piro 2
Température à réception : 19.2°C

Date de prélèvement : 21/10/2019 13h00
Date de réception : 21/10/2019 16h30
Date de fin d'analyse : 19/11/2019
Préleveur : le client
Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Normes Françaises arrêté du 11/01/2007 eaux superficielles	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI	NF EN ISO 10304-3	6.44	µg/l		1
Chrome dissous	NF EN ISO 17294-2	9.71	µg/l		1
Nickel dissous	NF EN ISO 17294-2	10.2	µg/l		1
Paramètre indésirable					
Manganèse dissous	NF EN ISO 17294-2	9.41	µg/l		1
Hydrocarbures totaux *	NF EN ISO 9377-2	<0.1	mg/L	0,2	0.1
Matières en suspension (MES)	NF EN 872	2.8	mg/L	25	2
Nitrates dissous	NF EN ISO 10304-1	<0.5	mg NO3/L	25	0,05
Paramètre physico chimique					
Chlorures dissous	NF EN ISO 10304-1	6960	mg Cl/L	200	0.125
Magnésium dissous	NF EN ISO 11885	613	mg Mg/L		0.1
Sulfates dissous	NF EN ISO 10304-1	2198	mg SO4/L	150	0.1

Remarques/Commentaires :
Nitrates : LQ augmentée : eau salée

- (1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.
 (2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
 (3) Les résultats précédés du signe « < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.
 (4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)
 (5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.
 (6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 19/11/2019
Corinne CHRISTINA
Responsable de laboratoire



Annexe 3 : Rapport d'analyse de LAB'EAU. Physico-chimie des sédiments et de l'échantillon de terre.

BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0011

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0249
Lieu du prélèvement: -
Date de début d'analyse : 21/10/2019
Nature de l'échantillon : Sédiment
Référence Client : Piro amont
Température à réception : 19.2°C

Date de prélèvement : 21/10/2019 14h30
Date de réception : 21/10/2019 16h30
Date de fin d'analyse : 29/11/2019
Préleveur : le client
Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Norme sans libellé	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI*	NF T 90-043	<0.5	mg/KG MS		0.050
Chrome*	NF EN ISO 11885	4920	mg Cr/kg MS		0.50
Nickel*	NF EN ISO 11885	2970	mg Ni/kg MS		0,5
Paramètre indésirable					
HCT (nC10-nC16)*	Calcul	1.98	mg/kg MS		
HCT (>nC16-nC22)*	Calcul	2.56	mg/kg MS		
HCT (>nC22-nC30)*	Calcul	7.45	mg/kg MS		
HCT (>nC30-nC40)*	Calcul	16.4	mg/kg MS		
Indice hydrocarbures (C10-C40)*	NF EN ISO 16703	28.4	mg/kg MS		15
Manganèse*	NF EN ISO 11885	2120	mg Mn/kg MS		0.50
Paramètre physico-chimique					
Magnésium*	NF EN ISO 11885	7950	mg Mg/kg MS		2.5
Matières sèches (MS)	NF EN 12880	63.6	%		0.01

Remarques/Commentaires :

- (1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.
- (2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
- (3) Les résultats précédés du signe * < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.
- (4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)
- (5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.
- (6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 29/11/2019
Corinne CHRISTINA
Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0011

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0250
Lieu du prélèvement : -
Date de début d'analyse : 21/10/2019
Nature de l'échantillon : Sédiment
Référence Client : Piro accident
Température à réception : 19.2°C

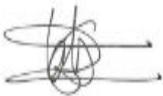
Date de prélèvement : 21/10/2019 08h00
Date de réception : 21/10/2019 16h30
Date de fin d'analyse : 29/11/2019
Préleveur : le client
Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Norme sans libellé	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI*	NF T 90-043	1.5	mg/KG MS		0.050
Chrome*	NF EN ISO 11885	5410	mg Cr/kg MS		0.50
Nickel*	NF EN ISO 11885	7150	mg Ni/kg MS		0,5
Paramètre indésirable					
HCT (nC10-nC16)*	Calcul	0.76	mg/kg MS		
HCT (>nC16-nC22)*	Calcul	1.81	mg/kg MS		
HCT (>nC22-nC30)*	Calcul	7.68	mg/kg MS		
HCT (>nC30-nC40)*	Calcul	9.79	mg/kg MS		
Indice hydrocarbures (C10-C40)*	NF EN ISO 16703	20.0	mg/kg MS		15
Manganèse*	NF EN ISO 11885	3600	mg Mn/kg MS		0.50
Paramètre physico-chimique					
Magnésium*	NF EN ISO 11885	20900	mg Mg/kg MS		2.5
Matières sèches (MS)	NF EN 12880	67.6	%		0.01

Remarques/Commentaires :

- (1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.
- (2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
- (3) Les résultats précédés du signe * < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.
- (4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)
- (5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.
- (6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 29/11/2019
Corinne CHRISTINA
Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0011

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0247
Lieu du prélèvement : -
Date de début d'analyse : 21/10/2019
Nature de l'échantillon : Sédiment
Référence Client : Piro 1
Température à réception : 19.2°C

Date de prélèvement : 21/10/2019 11h30
Date de réception : 21/10/2019 16h30
Date de fin d'analyse : 29/11/2019
Préleveur : le client
Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Norme sans libellé	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI*	NF T 90-043	<0.5	mg/KG MS		0.050
Chrome*	NF EN ISO 11885	4900	mg Cr/kg MS		0.50
Nickel*	NF EN ISO 11885	4630	mg Ni/kg MS		0,5
Paramètre indésirable					
HCT (nC10-nC16)*	Calcul	5.92	mg/kg MS		
HCT (>nC16-nC22)*	Calcul	7.85	mg/kg MS		
HCT (>nC22-nC30)*	Calcul	19.9	mg/kg MS		
HCT (>nC30-nC40)*	Calcul	30.0	mg/kg MS		
Indice hydrocarbures (C10-C40)*	NF EN ISO 16703	72.7	mg/kg MS		15
Manganèse*	NF EN ISO 11885	2570	mg Mn/kg MS		0.50
Paramètre physico-chimique					
Magnésium*	NF EN ISO 11885	22200	mg Mg/kg MS		2.5
Matières sèches (MS)	NF EN 12880	66.5	%		0.01

Remarques/Commentaires :

- (1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.
- (2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
- (3) Les résultats précédés du signe * < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.
- (4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)
- (5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.
- (6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 29/11/2019
Corinne CHRISTINA
Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0011

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0248
Lieu du prélèvement: -
Date de début d'analyse : 21/10/2019
Nature de l'échantillon : Sédiment
Référence Client : Piro 2
Température à réception : 19.2°C

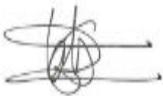
Date de prélèvement : 21/10/2019 13h00
Date de réception : 21/10/2019 16h30
Date de fin d'analyse : 29/11/2019
Préleveur : le client
Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Norme sans libellé	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI*	NF T 90-043	<0.5	mg/KG MS		0.050
Chrome*	NF EN ISO 11885	4880	mg Cr/kg MS		0.50
Nickel*	NF EN ISO 11885	3750	mg Ni/kg MS		0,5
Paramètre indésirable					
HCT (nC10-nC16)*	Calcul	2.32	mg/kg MS		
HCT (>nC16-nC22)*	Calcul	4.79	mg/kg MS		
HCT (>nC22-nC30)*	Calcul	14.5	mg/kg MS		
HCT (>nC30-nC40)*	Calcul	34.9	mg/kg MS		
Indice hydrocarbures (C10-C40)*	NF EN ISO 16703	56.5	mg/kg MS		15
Manganèse*	NF EN ISO 11885	2520	mg Mn/kg MS		0.50
Paramètre physico-chimique					
Magnésium*	NF EN ISO 11885	14000	mg Mg/kg MS		2.5
Matières sèches (MS)	NF EN 12880	70.5	%		0.01

Remarques/Commentaires :

- (1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.
- (2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
- (3) Les résultats précédés du signe * < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.
- (4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)
- (5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.
- (6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 29/11/2019
Corinne CHRISTINA
Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n° 2019/10/D0011

ETHYCO
Nathalie MARY

NOUMEA
Tel : - 70.72.99
ethyco2005@gmail.com

Echantillon : 2019/10/E0251

Lieu du prélèvement : -
Date de début d'analyse : 21/10/2019
Nature de l'échantillon : Sédiment
Référence Client : Piro accident terre
Température à réception : 19.2°C

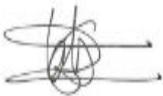
Date de prélèvement : 21/10/2019 08h00
Date de réception : 21/10/2019 16h30
Date de fin d'analyse : 27/11/2019
Préleveur : le client
Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Norme sans libellé	Limite de quantification
Paramètre concernant les substances toxiques					
Chrome VI*	NF T 90-043	<0.5	mg/KG MS		0.050
Chrome*	NF EN ISO 11885	5380	mg Cr/kg MS		0.50
Nickel*	NF EN ISO 11885	5710	mg Ni/kg MS		0,5
Paramètre indésirable					
HCT (nC10-nC16)*	Calcul	6.20	mg/kg MS		
HCT (>nC16-nC22)*	Calcul	4.79	mg/kg MS		
HCT (>nC22-nC30)*	Calcul	14.0	mg/kg MS		
HCT (>nC30-nC40)*	Calcul	69.5	mg/kg MS		
Indice hydrocarbures (C10-C40)*	NF EN ISO 16703	94.5	mg/kg MS		15
Manganèse*	NF EN ISO 11885	3190	mg Mn/kg MS		0.50
Paramètre physico-chimique					
Magnésium*	NF EN ISO 11885	14600	mg Mg/kg MS		2.5
Matières sèches (MS)	NF EN 12880	70.4	%		0.01

Remarques/Commentaires :

- (1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.
- (2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
- (3) Les résultats précédés du signe * < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.
- (4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)
- (5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.
- (6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 27/11/2019
Corinne CHRISTINA
Responsable de laboratoire



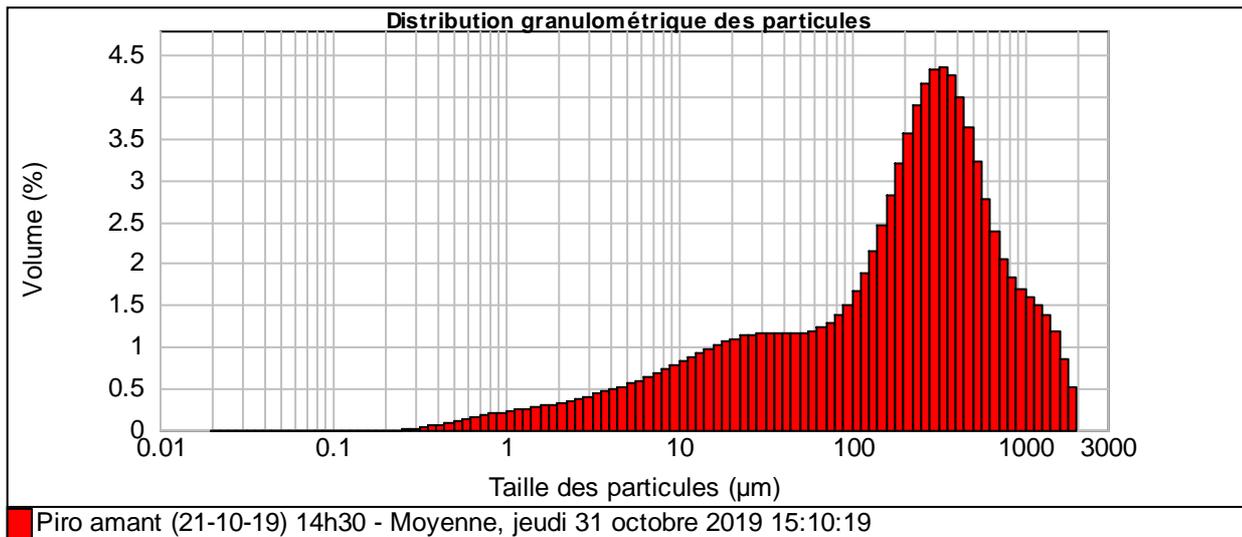
Annexe 4 : Rapports d'analyses de l'UNC. Granulométrie des sédiments (Mastersizer 2000).

Rapport d'analyse

Nom de l'échantillon: Piro amant (21-10-19) 14h30 - **Ref SOP:** **Moyenne** **Mesuré le:** jeudi 31 octobre 2019 15:10:19
Origine: **Mesuré par:** Inconnu **Calculé le:** jeudi 31 octobre 2019 15:10:20
Référence de lot: **Source du résultat:** Moyenne établie

Particule: Fraunhofer **Accessoire:** Hydro 2000S (A) **Obscurcissement:** 6.30 %
Indice de réfraction particule: 0.000 **Absorption:** 0 **Modèle de calcul:** Analyse standard
Dispersant : Eau **Gamme:** 0.020 à 2000.000 µm **Résiduel pondéré:** 0.787 %
Indice de réfraction dispersant: 1.330 **Result Emulation:** Dé...

Concentration: 0.0164 %Vol **Moyenne en volume D[4,3]:** 328.990 µm **Surface spécifique:** 0.342 m²/g
Span (10% - 90%): 3.675 **Moyenne en surface D[3,2]:** 17.534 µm **Uniformité:** 1.14
Type de distribution: Volume
d(0.1): 9.873 µm **d(0.5):** 221.692 µm **d(0.9):** 824.507 µm



Taille (µm)	Volume en %										
0.020	0.00	0.142	0.00	1.002	0.22	7.096	0.67	50.238	1.17	355.656	4.24
0.022	0.00	0.159	0.00	1.125	0.24	7.962	0.72	56.368	1.19	399.052	3.99
0.025	0.00	0.178	0.00	1.262	0.24	8.934	0.72	63.246	1.19	447.744	3.63
0.028	0.00	0.200	0.00	1.416	0.26	10.024	0.77	70.963	1.23	502.377	3.21
0.032	0.00	0.224	0.00	1.589	0.27	11.247	0.82	79.621	1.28	563.677	2.78
0.036	0.00	0.252	0.00	1.783	0.29	12.619	0.87	89.337	1.37	632.456	2.38
0.040	0.00	0.283	0.00	2.000	0.31	14.159	0.93	100.237	1.49	709.627	2.06
0.045	0.00	0.317	0.02	2.244	0.33	15.887	0.98	112.468	1.66	796.214	1.83
0.050	0.00	0.356	0.04	2.518	0.36	17.825	1.03	126.191	1.88	893.367	1.68
0.056	0.00	0.399	0.05	2.825	0.38	20.000	1.07	141.589	2.14	1002.374	1.59
0.063	0.00	0.448	0.06	3.170	0.41	22.440	1.10	158.866	2.46	1124.683	1.51
0.071	0.00	0.502	0.07	3.557	0.43	25.179	1.13	178.250	2.81	1261.915	1.38
0.080	0.00	0.564	0.10	3.991	0.46	28.251	1.14	200.000	3.19	1415.892	1.20
0.089	0.00	0.632	0.13	4.477	0.49	31.698	1.15	224.404	3.56	1588.656	0.86
0.100	0.00	0.710	0.15	5.024	0.52	35.566	1.16	251.785	3.90	1782.502	0.53
0.112	0.00	0.796	0.17	5.637	0.55	39.905	1.16	282.508	4.17	2000.000	
0.126	0.00	0.893	0.19	6.325	0.59	44.774	1.16	316.979	4.33		
0.142	0.00	1.002	0.21	7.096	0.63	50.238	1.16	355.656	4.35		

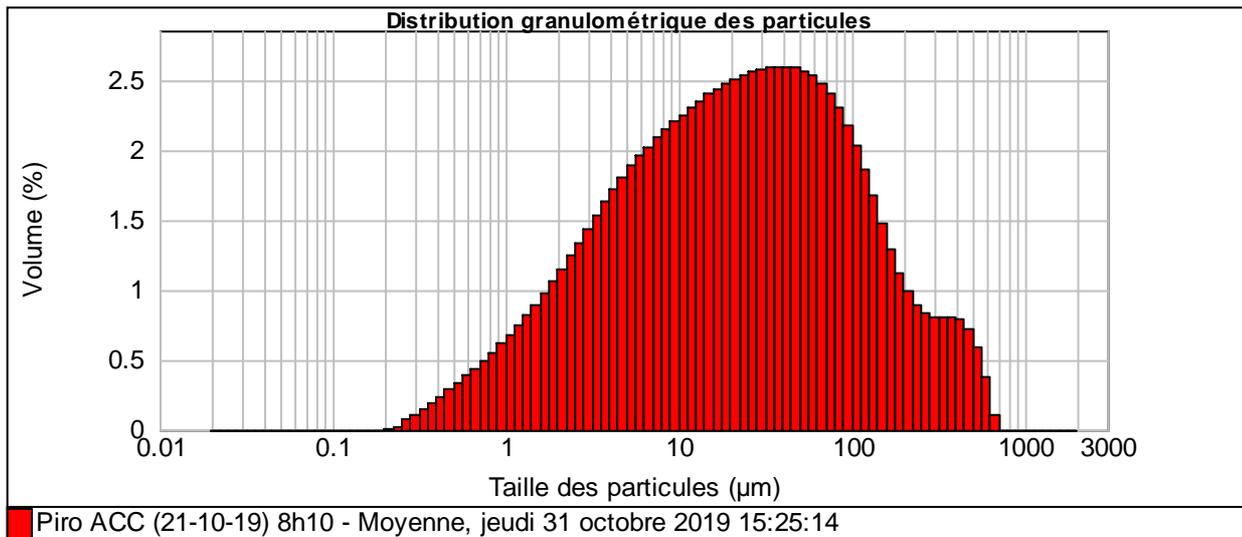
Notes de l'opérateur:

Rapport d'analyse

Nom de l'échantillon: Piro ACC (21-10-19) 8h10 - **Ref SOP:** **Mesuré le:** jeudi 31 octobre 2019
Origine: **Mesuré par:** Inconnu **Calculé le:** jeudi 31 octobre 2019
Référence de lot: **Source du résultat:** Moyenne établie

Particule: Fraunhofer **Accessoire:** Hydro 2000S (A) **Obscurcissement:** 17.83 %
Indice de réfraction particule: 0.000 **Absorption:** 0 **Modèle de calcul:** Analyse standard
Dispersant : Eau **Gamme:** 0.020 à 2000.000 µm **Résiduel pondéré:** 0.870 %
Indice de réfraction dispersant: 1.330 **Result Emulation:** Dé...

Concentration: 0.0155 %Vol **Moyenne en volume D[4,3]:** 61.454 µm **Surface spécifique:** 1.08 m²/g
Span (10% - 90%): 7.148 **Moyenne en surface D[3,2]:** 5.565 µm **Uniformité:** 2.4
Type de distribution: Volume
d(0.1): 2.184 µm **d(0.5):** 22.287 µm **d(0.9):** 161.497 µm



Taille (µm)	Volume en %										
0.020	0.00	0.142	0.00	1.002	0.68	7.096	2.09	50.238	2.58	355.656	0.81
0.022	0.00	0.159	0.00	1.125	0.75	7.962	2.15	56.368	2.54	399.052	0.79
0.025	0.00	0.178	0.00	1.262	0.82	8.934	2.21	63.246	2.49	447.744	0.73
0.028	0.00	0.200	0.00	1.416	0.90	10.024	2.26	70.963	2.41	502.377	0.60
0.032	0.00	0.224	0.03	1.589	0.98	11.247	2.31	79.621	2.31	563.677	0.38
0.036	0.00	0.252	0.07	1.783	1.06	12.619	2.36	89.337	2.19	632.456	0.10
0.040	0.00	0.283	0.11	2.000	1.15	14.159	2.41	100.237	2.04	709.627	0.00
0.045	0.00	0.317	0.15	2.244	1.25	15.887	2.45	112.468	1.86	796.214	0.00
0.050	0.00	0.356	0.20	2.518	1.34	17.825	2.48	126.191	1.68	893.367	0.00
0.056	0.00	0.399	0.24	2.825	1.44	20.000	2.51	141.589	1.48	1002.374	0.00
0.063	0.00	0.448	0.29	3.170	1.54	22.440	2.54	158.866	1.30	1124.683	0.00
0.071	0.00	0.502	0.34	3.557	1.63	25.179	2.56	178.250	1.13	1261.915	0.00
0.080	0.00	0.564	0.39	3.991	1.72	28.251	2.58	200.000	1.00	1415.892	0.00
0.089	0.00	0.632	0.44	4.477	1.81	31.698	2.59	224.404	0.90	1588.656	0.00
0.100	0.00	0.710	0.50	5.024	1.89	35.566	2.60	251.785	0.84	1782.502	0.00
0.112	0.00	0.796	0.56	5.637	1.96	39.905	2.60	282.508	0.82	2000.000	0.00
0.126	0.00	0.893	0.62	6.325	2.03	44.774	2.60	316.979	0.81		
0.142	0.00	1.002		7.096		50.238		355.656			

Notes de l'opérateur:

Rapport d'analyse

Nom de l'échantillon: Piro 1 (21-10-19) 11h30 - MoyenrRef SOP:

Mesuré le: jeudi 31 octobre 2019

Origine:

Mesuré par: Inconnu

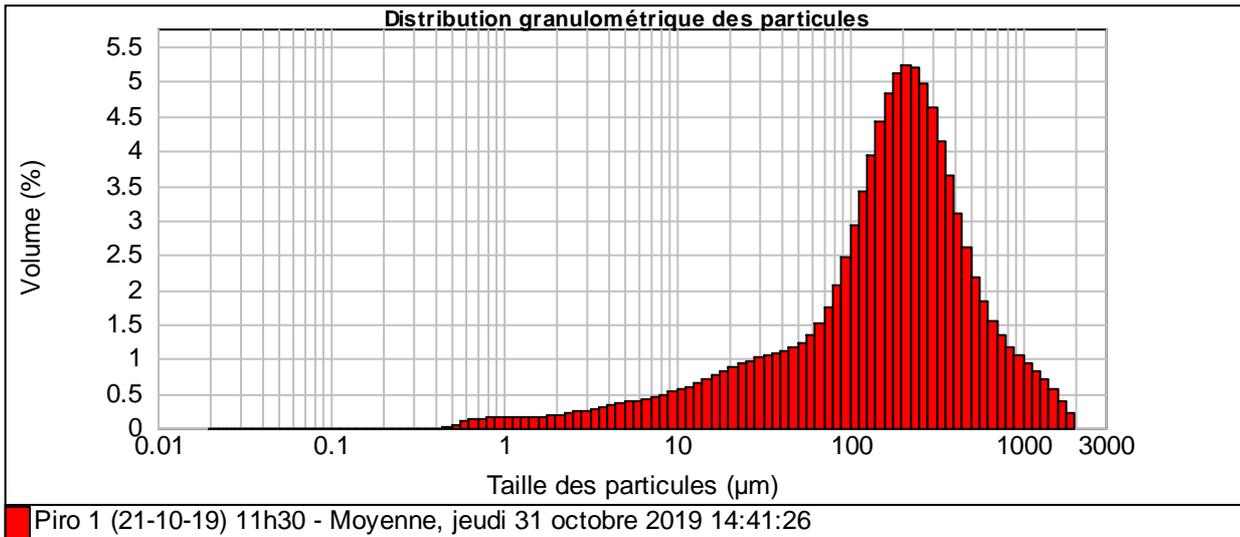
Calculé le: jeudi 31 octobre 2019

Référence de lot:

Source du résultat: Moyenne

Particule:	Fraunhofer	Accessoire:	Hydro 2000S (A)	Obscurcissement:	4.03 %
Indice de réfraction particule:	0.000	Absorption:	0	Modèle de calcul:	Analyse standard
Dispersant :	Eau	Gamme:	0.020 à 2000.0... µm	Résiduel pondéré:	0.248 %
Indice de réfraction dispersant:	1.330	Result Emulation:	Dé...		

Concentration:	0.0160 %Vol	Moyenne en volume D[4,3]:	262.619 µm	Surface spécifique:	0.222 m ² /g
Span (10% - 90%):	3.067	Moyenne en surface D[3,2]:	27.084 µm	Uniformité:	0.982
Type de distribution:	Volume				
	d(0.1): 18.388 µm	d(0.5): 183.722 µm		d(0.9): 581.892 µm	



Taille (µm)	Volume en %										
0.020	0.00	0.142	0.00	1.002	0.16	7.096	0.46	50.238	1.23	355.656	3.63
0.022	0.00	0.159	0.00	1.125	0.16	7.962	0.49	56.368	1.34	399.052	3.10
0.025	0.00	0.178	0.00	1.262	0.16	8.934	0.52	63.246	1.34	447.744	2.60
0.028	0.00	0.200	0.00	1.416	0.16	10.024	0.56	70.963	1.73	502.377	2.17
0.032	0.00	0.224	0.00	1.589	0.17	11.247	0.60	79.621	2.05	563.677	1.82
0.036	0.00	0.252	0.00	1.783	0.18	12.619	0.65	89.337	2.45	632.456	1.54
0.040	0.00	0.283	0.00	2.000	0.20	14.159	0.70	100.237	2.91	709.627	1.33
0.045	0.00	0.317	0.00	2.244	0.22	15.887	0.75	112.468	3.43	796.214	1.18
0.050	0.00	0.356	0.00	2.518	0.24	17.825	0.81	126.191	3.94	893.367	1.05
0.056	0.00	0.399	0.00	2.825	0.26	20.000	0.87	141.589	4.43	1002.374	0.94
0.063	0.00	0.448	0.01	3.170	0.28	22.440	0.93	158.866	4.83	1124.683	0.82
0.071	0.00	0.502	0.04	3.557	0.30	25.179	0.98	178.250	5.11	1261.915	0.69
0.080	0.00	0.564	0.09	3.991	0.33	28.251	1.02	200.000	5.24	1415.892	0.56
0.089	0.00	0.632	0.12	4.477	0.35	31.698	1.06	224.404	5.19	1588.656	0.38
0.100	0.00	0.710	0.14	5.024	0.38	35.566	1.09	251.785	4.97	1782.502	0.23
0.112	0.00	0.796	0.15	5.637	0.40	39.905	1.12	282.508	4.62	2000.000	
0.126	0.00	0.893	0.15	6.325	0.43	44.774	1.16	316.979	4.15		
0.142	0.00	1.002	0.15	7.096	0.43	50.238	1.16	355.656			

Notes de l'opérateur:

Rapport d'analyse

Nom de l'échantillon: Piro 2 (21-10-19) 13h - Moyenne Ref SOP:

Mesuré le: jeudi 31 octobre 2019

Origine:

Mesuré par: Inconnu

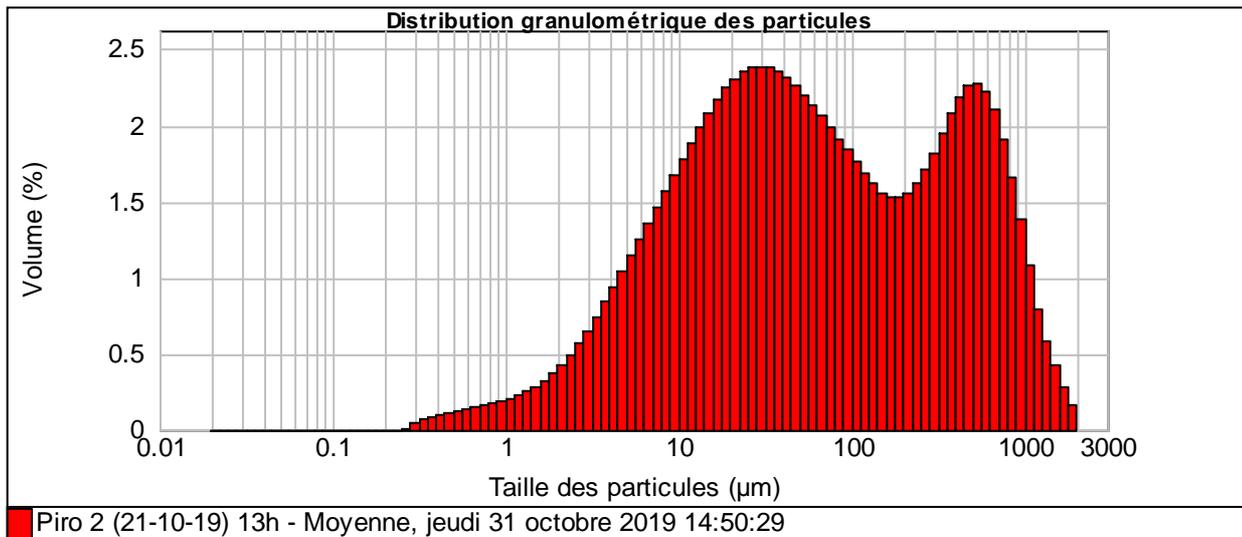
Calculé le: jeudi 31 octobre 2019

Référence de lot:

Source du résultat: Moyenne établie

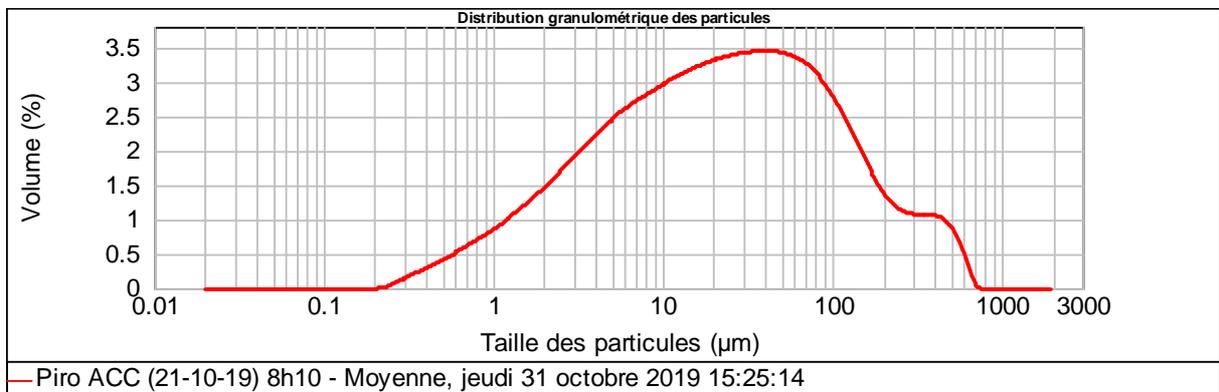
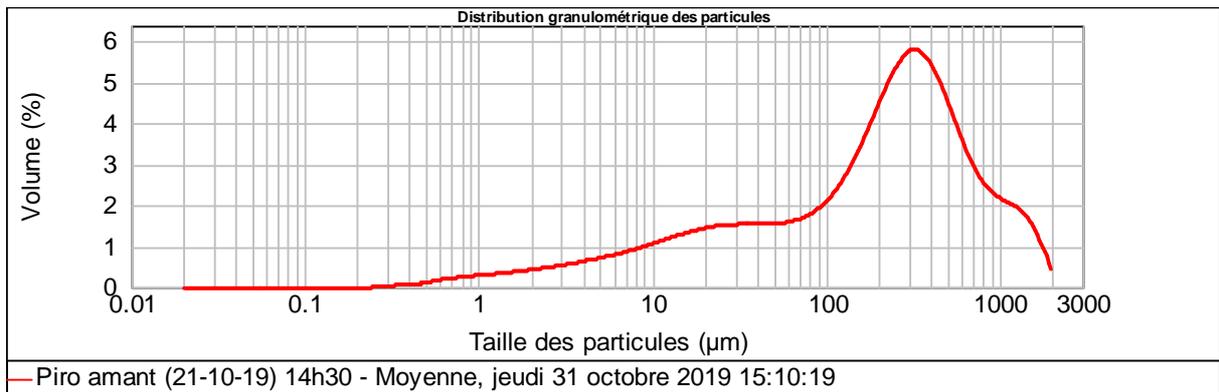
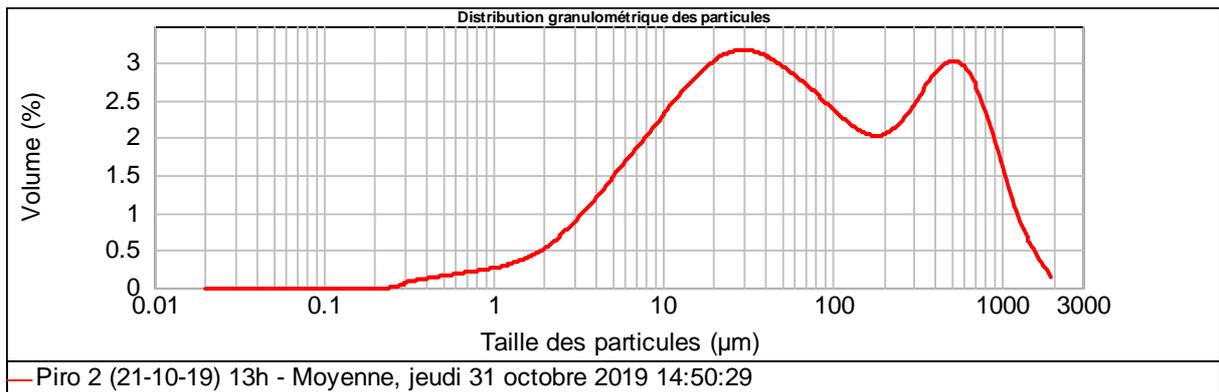
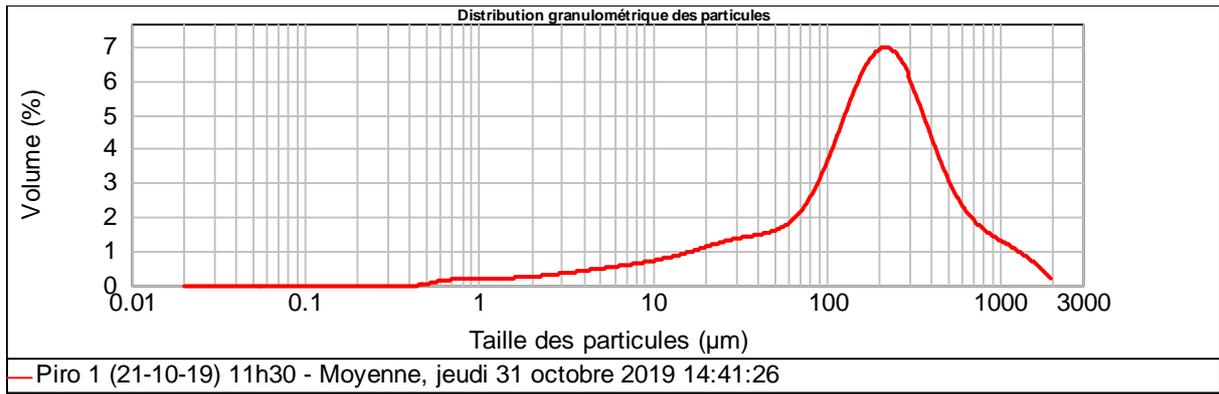
Particule:	Fraunhofer	Accessoire:	Hydro 2000S (A)	Obscurcissement:	6.69 %
Indice de réfraction particule:	0.000	Absorption:	0	Modèle de calcul:	Analyse standard
Dispersant :	Eau	Gamme:	0.020 à 2000.000 µm	Résiduel pondéré:	0.211 %
Indice de réfraction dispersant:	1.330	Result Emulation:	Dé...		

Concentration:	0.0119 %Vol	Moyenne en volume D[4,3]:	206.705 µm	Surface spécifique:	0.497 m ² /g
Span (10% - 90%):	11.551	Moyenne en surface D[3,2]:	12.070 µm	Uniformité:	3.38
Type de distribution:	Volume				
	d(0.1): 5.689 µm		d(0.5): 55.425 µm		d(0.9): 645.893 µm



Taille (µm)	Volume en %										
0.020	0.00	0.142	0.00	1.002	0.21	7.096	1.47	50.238	2.20	355.656	2.08
0.022	0.00	0.159	0.00	1.125	0.23	7.962	1.57	56.368	2.13	399.052	2.19
0.025	0.00	0.178	0.00	1.262	0.23	8.934	1.57	63.246	2.13	447.744	2.26
0.028	0.00	0.200	0.00	1.416	0.25	10.024	1.68	70.963	2.06	502.377	2.27
0.032	0.00	0.224	0.00	1.589	0.28	11.247	1.78	79.621	1.99	563.677	2.22
0.036	0.00	0.252	0.01	1.783	0.32	12.619	1.89	89.337	1.92	632.456	2.10
0.040	0.00	0.283	0.01	2.000	0.37	14.159	1.99	100.237	1.84	709.627	1.91
0.045	0.00	0.317	0.04	2.244	0.43	15.887	2.08	112.468	1.76	796.214	1.67
0.050	0.00	0.356	0.07	2.518	0.49	17.825	2.17	126.191	1.68	893.367	1.39
0.056	0.00	0.399	0.08	2.825	0.57	20.000	2.25	141.589	1.62	1002.374	1.09
0.063	0.00	0.448	0.10	3.170	0.65	22.440	2.31	158.866	1.56	1124.683	0.79
0.071	0.00	0.502	0.11	3.557	0.74	25.179	2.35	178.250	1.53	1261.915	0.58
0.080	0.00	0.564	0.13	3.991	0.84	28.251	2.38	200.000	1.52	1415.892	0.43
0.089	0.00	0.632	0.14	4.477	0.94	31.698	2.39	224.404	1.55	1588.656	0.28
0.100	0.00	0.710	0.15	5.024	1.05	35.566	2.38	251.785	1.61	1782.502	0.16
0.112	0.00	0.796	0.16	5.637	1.15	39.905	2.35	282.508	1.71	2000.000	
0.126	0.00	0.893	0.18	6.325	1.26	44.774	2.31	316.979	1.82		
0.142	0.00	1.002	0.19	7.096	1.36	50.238	2.26	355.656	1.95		

Notes de l'opérateur:



Annexe 5 : Bulletins d'analyse biologique des stations « PIRO AMONT » et « ACCIDENT MIB DIAT » (2016 et 2012). Format Hydrobio.

BULLETIN D'ANALYSE BIOLOGIQUE

Rivière : Pirogues

Date prélèvement : 21/10/2019

Station : PIRO AMONT

Heure : 14:00

Substrat station : ultramafique

X aval (m) : 471 483 X amont (m) : 471 483

Commande : PIROGUES ACCIDENT 2019 OEIL

y aval (m) : 215 328 y amont (m) : 215 328

Prélèvement effectué par : N. MARY

Ref. XY : RGNC91-93 Lambert NC

Analyse effectuée par :

Validée par :

Abr. Nom Taxon	Scores IBNC	Scores IBS	1	2	3	4	5	6	7	Nb Indiv	Abon relat
	2016	2016									
Aty - Crustacé décapode Atyidae indéterminé	5	7		1				9		10	2,89%
Oli - Oligochète indéterminé	1	7		2		1		1	1	5	1,45%
Hyd - Hydracarien indéterminé	5	4						1	1	2	0,58%
Par - Ins. Ephéméroptère Leptophlebiidae Paraluma Paraluma sp.	5	4			1			1		2	0,58%
Iso - Ins. Odonate Isostictidae Isosticta Isosticta spp.	7	9	1							1	0,29%
Lib - Ins. Odonate Libellulidae indéterminé	3	4	1							1	0,29%
Hyf - Ins. Coléoptère Hydrophilidae indéterminé	3	3	1							1	0,29%
Ecn - Ins. Trichoptère Ecnomidae indéterminé	6	4	3	6		3	1			13	3,76%
Hep - Ins. Trichoptère Helicopsychidae Helicopsyche Helicopsyche spp.	6	9		1						1	0,29%
Hyt - Ins. Trichoptère Hydropsychidae indéterminé	4	2		17	2	1	1	1	12	34	9,83%
Oec - Ins. Trichoptère Leptoceridae Oecetis Oecetis spp.	5	6							1	1	0,29%
Pol - Ins. Trichoptère Polycentropodidae indéterminé	7	8		2					7	9	2,60%
Das - Ins. Diptère Ceratopogonidae Dasyheleinae indéterminé	0	0		1						1	0,29%
Cer - Ins. Diptère Ceratopogonidae Ceratopogoninae indéterminé	5	2	6	14	2	2			3	27	7,80%
Chi - Ins. Diptère Chironomidae Chironomini indéterminé	5	3		2	1			1	2	6	1,73%
Chu - Ins. Diptère Chironomidae Chironomus Chironomus spp.	1	4				4				4	1,16%
Tan - Ins. Diptère Chironomidae Tanytarsini indéterminé	2	4	10	43	19	21			20	113	32,66%
Har - Ins. Diptère Chironomidae Harrisius Harrisius spp.	5	4						1	1	2	0,58%
Oto - Ins. Diptère Chironomidae Orthocladiinae indéterminé	1	2	17	32	18			7	12	86	24,86%
Tap - Ins. Diptère Chironomidae Tanypodinae Tanypodinae indéterminé	5	3	7	4		1	1	1	11	25	7,23%
Pse - Ins. Diptère Chironomidae Pseudochironomini Pseudochironomini spp.	9	5	2							2	0,58%

Abondance (nb d'individus sur la station) :	346	Richesse taxonomique (nb de taxons) :	21
Densité (nb d'individus par m ²) :	988,57	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBNC 2016:	20
INDICE EPT : <i>(indice éphéméroptères, plécoptères et trichoptères)</i>	6	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBS 2016:	20
Abondance relative en diptères Chironomidae (%) :	68,79		
INDICE Margalef :	3,42		
INDICE Shannon (H) :	2,05		
Equitabilité de Pielou (E) :	0,67		

**Les habitats marginaux (couvrant moins de 5% de la surface du lit mouillé) sont désignés par la lettre M, les habitats dominants sont désignés par la lettre D, D3 s'ils couvrent plus de 50% du lit mouillé, D2 entre 25 et 50% et D1 entre 5 et 25%.*

INDICE BIOTIQUE DE NC (IBNC)

2016 :

4,50

QUALITÉ BIOLOGIQUE MÉDIOCRE

INDICE BIOSÉDIMENTAIRE (IBS)

2016 :

4,70

QUALITÉ BIOLOGIQUE MÉDIOCRE

Remarques :

1 araignée en P1.

Présence des genres Oxyethira, Acritoptila, Helyethira (Hydroptilidae), Bezzia (Ceratopogoninae), Laccobius Yateberosus (Hydrophilidae).

Hydracariens : Oribatidae et Hydracariens vrais.

BULLETIN D'ANALYSE BIOLOGIQUE

Rivière : Pirogues

Date prélèvement : 21/10/2019

Station : PIRO AMONT

Heure : 14:00

Substrat station : ultramafique

X aval (m) : 471 483 X amont (m) : 471 483

Commande : PIROGUES ACCIDENT 2019 OEIL

y aval (m) : 215 328 y amont (m) : 215 328

Prélèvement effectué par : N. MARY

Ref. XY : RGNC91-93 Lambert NC

	Scores IBNC	Scores IBS	1	2	5	6	7	Nb Indiv	Abon relat
Abr. Nom Taxon	1999	2007							
Aty - Crustacé décapode Atyidae indéterminé	5			1		9		10	3,70%
Oli - Oligochète indéterminé	3	2		2		1	1	4	1,48%
Hyd - Hydracarien indéterminé						1	1	2	0,74%
Par - Ins. Ephéméroptère Leptophlebiidae Paraluma Paraluma sp.		4				1		1	0,37%
Iso - Ins. Odonate Isostictidae Isosticta Isosticta spp.	7	7	1					1	0,37%
Lib - Ins. Odonate Libellulidae indéterminé	5	3	1					1	0,37%
Hyf - Ins. Coléoptère Hydrophilidae indéterminé	5	5	1					1	0,37%
Ecn - Ins. Trichoptère Ecnomidae indéterminé	8	4	3	6	1			10	3,70%
Hep - Ins. Trichoptère Helicopsychidae Helicopsyche Helicopsyche spp.	8	8		1				1	0,37%
Hyt - Ins. Trichoptère Hydroptilidae indéterminé	5	3		17	1	1	12	31	11,48%
Oec - Ins. Trichoptère Leptoceridae Oecetis Oecetis spp.	6	6					1	1	0,37%
Pol - Ins. Trichoptère Polycentropodidae indéterminé	8	6		2			7	9	3,33%
Das - Ins. Diptère Ceratopogonidae Dasyheleinae indéterminé	0	0		1				1	0,37%
Cer - Ins. Diptère Ceratopogonidae Ceratopogoninae indéterminé	6	3	6	14			3	23	8,52%
Chi - Ins. Diptère Chironomidae Chironomini indéterminé	4	4		2		1	2	5	1,85%
Tan - Ins. Diptère Chironomidae Tanytarsini indéterminé	0	0	10	43			20	73	27,04%
Har - Ins. Diptère Chironomidae Harrisius Harrisius spp.	6	4				1	1	2	0,74%
Oto - Ins. Diptère Chironomidae Orthocladiinae indéterminé	2	4	17	32		7	12	68	25,19%
Tap - Ins. Diptère Chironomidae Tanypodinae Tanypodinae indéterminé	5		7	4	1	1	11	24	8,89%
Pse - Ins. Diptère Chironomidae Pseudochironomini Pseudochironomini spp.	8	9	2					2	0,74%

Abondance (nb d'individus sur la station) :	270	Richesse taxonomique (nb de taxons) :	20
Densité (nb d'individus par m ²) :	1080	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBNC1999 :	16
INDICE EPT : (indice éphéméroptères, plécoptères et trichoptères)	6	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBS2007:	15
Abondance relative en diptères Chironomidae (%) :	28,52		
INDICE Margalef :	3,39		
INDICE Shannon (H) :	2,12		
Equitabilité de Pielou (E) :	0,71		

*Les habitats marginaux (couvrant moins de 5% de la surface du lit mouillé) sont désignés par la lettre M, les habitats dominants sont désignés par la lettre D, D3 s'ils couvrent plus de 50% du lit mouillé, D2 entre 25 et 50% et D1 entre 5 et 25%.

INDICE BIOTIQUE DE NC (IBNC)

1999 :

5,69

QUALITÉ BIOLOGIQUE BONNE

INDICE BIOSÉDIMENTAIRE (IBS)

2007 :

4,80

QUALITÉ BIOLOGIQUE MAUVAISE

Remarques :

1 araignée en P1.

Présence des genres Oxyethira, Acritoptila, Hellyethira (Hydroptilidae), Bezzia (Ceratopogoninae), Laccobius Yateberosus (Hydrophilidae).

Hydracariens : Oribatidae et Hydracariens vrais.

BULLETIN D'ANALYSE BIOLOGIQUE

Rivière : Pirogues

Date prélèvement : 21/10/2019

Station : PIRO ACCIDENT

Heure : 10:00

Substrat station : ultramafique

X aval (m) : 470 810 X amont (m) : 470 810

Commande : PIROGUES ACCIDENT 2019 OEIL

y aval (m) : 213 953 y amont (m) : 213 953

Prélèvement effectué par : N. MARY

Ref. XY : RGNC91-93 Lambert NC

Analyse effectuée par :

Validée par :

Abr. Nom Taxon	Scores IBNC	Scores IBS	1	2	3	4	5	6	7	Nb Individ	Abon relat
	2016	2016									
Aty - Crustacé décapode Atyidae indéterminé	5	7	10	11			1		1	23	15,44%
Net - Nématode indéterminé	2	3	1							1	0,67%
Oli - Oligochète indéterminé	1	7	18		2					20	13,42%
Os - Crustacé Ostracode indéterminé	2	9	1							1	0,67%
Cop - Crustacé Copépode indéterminé	9	5	1							1	0,67%
Hyd - Hydracarien indéterminé	5	4	3	2					1	6	4,03%
Noc - Ins. Ephéméroptère Leptophlebiidae Notachalcus Notachalcus corbassoni Peters & Peters, 1981	7	8					1			1	0,67%
Par - Ins. Ephéméroptère Leptophlebiidae Paraluma Paraluma sp.	5	4					2			2	1,34%
Lib - Ins. Odonate Libellulidae indéterminé	3	4	1							1	0,67%
Hyt - Ins. Trichoptère Hydroptilidae indéterminé	4	2	3	30		4				37	24,83%
Das - Ins. Diptère Ceratopogonidae Dasyheleinae indéterminé	0	0	4			1				5	3,36%
Cer - Ins. Diptère Ceratopogonidae Ceratopogoninae indéterminé	5	2	14	1	2	1		1	2	21	14,09%
Chi - Ins. Diptère Chironomidae Chironomini indéterminé	5	3						3		3	2,01%
Chu - Ins. Diptère Chironomidae Chironomus Chironomus spp.	1	4	1		1					2	1,34%
Tan - Ins. Diptère Chironomidae Tanytarsini indéterminé	2	4	1			4				5	3,36%
Har - Ins. Diptère Chironomidae Harrisius Harrisius spp.	5	4				1	1			2	1,34%
Oto - Ins. Diptère Chironomidae Orthocladiinae indéterminé	1	2		7			1			8	5,37%
Tap - Ins. Diptère Chironomidae Tanypodinae Tanypodinae indéterminé	5	3			1	6			2	9	6,04%
Pse - Ins. Diptère Chironomidae Pseudochironomini Pseudochironomini spp.	9	5						1		1	0,67%

Abondance (nb d'individus sur la station) :	149	Richesse taxonomique (nb de taxons) :	19
Densité (nb d'individus par m ²) :	425,71	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBNC 2016:	18
INDICE EPT : <i>(indice éphéméroptères, plécoptères et trichoptères)</i>	3	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBS 2016:	18
Abondance relative en diptères Chironomidae (%) :	20,13		
INDICE Margalef :	3,60		
INDICE Shannon (H) :	2,32		
Equitabilité de Pielou (E) :	0,79		

*Les habitats marginaux (couvrant moins de 5% de la surface du lit mouillé) sont désignés par la lettre M, les habitats dominants sont désignés par la lettre D, D3 s'ils couvrent plus de 50% du lit mouillé, D2 entre 25 et 50% et D1 entre 5 et 25%.

INDICE BIOTIQUE DE NC (IBNC) 2016 :	4,22	QUALITÉ BIOLOGIQUE MAUVAISE
INDICE BIOSEDIMENTAIRE (IBS) 2016 :	4,44	QUALITÉ BIOLOGIQUE MÉDIOCRE

Remarques :

Présence des genres Bezzia sp. (Ceratopogoninae), Oxyethira et Hellyethira sp. (Hydroptilidae).
Hydracariens : Oribatidae.

BULLETIN D'ANALYSE BIOLOGIQUE

Rivière : Pirogues

Date prélèvement : 21/10/2019

Station : PIRO ACCIDENT

Heure : 10:00

Substrat station : ultramafique

X aval (m) : 470 810 X amont (m) : 470 810

Commande : PIROGUES ACCIDENT 2019 OEIL

y aval (m) : 213 953 y amont (m) : 213 953

Prélèvement effectué par : N. MARY

Ref. XY : RGNC91-93 Lambert NC

	Scores IBNC	Scores IBS	1	2	3	4	6		
Abr. Nom Taxon	1999	2007						Nb Indiv	Abon relat
Aty - Crustacé décapode Atyidae indéterminé	5		10	11				21	15,33%
Net - Nématode indéterminé	1	3	1					1	0,73%
Oli - Oligochète indéterminé	3	2	18		2			20	14,60%
Os - Crustacé Ostracode indéterminé			1					1	0,73%
Cop - Crustacé Copépode indéterminé			1					1	0,73%
Hyd - Hydracarien indéterminé			3	2				5	3,65%
Lib - Ins. Odonate Libellulidae indéterminé	5	3	1					1	0,73%
Hyt - Ins. Trichoptère Hydroptilidae indéterminé	5	3	3	30		4		37	27,01%
Das - Ins. Diptère Ceratopogonidae Dasyheleinae indéterminé	0	0	4			1		5	3,65%
Cer - Ins. Diptère Ceratopogonidae Ceratopogoninae indéterminé	6	3	14	1	2	1	1	19	13,87%
Chi - Ins. Diptère Chironomidae Chironomini indéterminé	4	4					3	3	2,19%
Chu - Ins. Diptère Chironomidae Chironomus Chironomus spp.	1	4	1		1			2	1,46%
Tan - Ins. Diptère Chironomidae Tanytarsini indéterminé	0	0	1			4		5	3,65%
Har - Ins. Diptère Chironomidae Harrisius Harrisius spp.	6	4				1		1	0,73%
Oto - Ins. Diptère Chironomidae Orthocladiinae indéterminé	2	4		7				7	5,11%
Tap - Ins. Diptère Chironomidae Tanypodinae Tanypodinae indéterminé	5				1	6		7	5,11%
Pse - Ins. Diptère Chironomidae Pseudochironomini Pseudochironomini spp.	8	9					1	1	0,73%

Abondance (nb d'individus sur la station) :	137	Richesse taxonomique (nb de taxons) :	17
Densité (nb d'individus par m ²) :	548	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBNC1999 :	12
INDICE EPT : <i>(indice éphéméroptères, plécoptères et trichoptères)</i>	3	Nombre de taxons participant au calcul de l'IBS2007:	10
Abondance relative en diptères Chironomidae (%) :	10,22		
INDICE Margalef :	3,25		
INDICE Shannon (H) :	2,22		
Equitabilité de Pielou (E) :	0,78		

*Les habitats marginaux (couvrant moins de 5% de la surface du lit mouillé) sont désignés par la lettre M, les habitats dominants sont désignés par la lettre D, D3 s'ils couvrent plus de 50% du lit mouillé, D2 entre 25 et 50% et D1 entre 5 et 25%.

**INDICE BIOTIQUE DE NC (IBNC)
1999 :**

4,25

QUALITÉ BIOLOGIQUE MAUVAISE

**INDICE BIOSÉDIMENTAIRE (IBS)
2007 :**

3,90

QUALITÉ BIOLOGIQUE TRÈS MAUVAISE

Remarques :

Présence des genres *Bezzia* sp. (Ceratopogoninae), *Oxyethira* et *Hellyethira* sp. (Hydroptilidae).
Hydracariens : Oribatidae.