



Rapport final

Etude des impacts environnementaux de la fuite des eaux de drainage de l'aire de stockage des résidus dans la rivière Kwé d'août à octobre 2022

Auteur : Bertaud A, Desoutter L, Albouy F, Rouet I
Editeur : OEIL

Date : septembre 2023



OEIL
Observatoire de
l'environnement
Nouvelle-Calédonie

**Observatoire de l'environnement en
Nouvelle-Calédonie – OEIL**

contact@oeil.nc | Tél.: +687 23 69 69
12 rue de Tourville – Quartier Latin
98 800 Nouméa – Nouvelle-Calédonie

Etapes de production du document :

Rédaction initiale	31/07/2023	Adrien Bertaud
Relecture et modification	23/08/2023	Léa Desoutter, Adrien Bertaud
Relecture et modification	21/09/2023	Léa Desoutter, Fabien Albouy, Adrien Bertaud

Citation du document :

Bertaud A, Desoutter D, Albouy F, Rouet I (2023). Etude des impacts environnementaux de la fuite des eaux de drainage de l'aire de stockage des résidus dans la rivière Kwé d'août à octobre 2022. Rapport de l'OEIL. 41 pages sans annexes.

Table des matières

Chapitre I - Contexte	6
I.1. Gestion des eaux issues de l'Aire de Stockage des Résidus (ASR).....	6
Chapitre II - Matériel et méthode	10
II.1. Site d'étude.....	10
II.2. Stratégie d'échantillonnage mise en place.....	11
II.2.1. Echantillons d'eau.....	12
II.2.2. Echantillon de diatomées	13
Chapitre III - Résultats	14
III.1. Première campagne (septembre 2022).....	14
III.1.1. Mesures physicochimiques in situ.....	14
III.1.2. Observations.....	15
III.2. Seconde campagne (octobre 2022).....	19
III.2.1. Mesures physicochimiques in situ.....	20
III.3. Analyse globale des échantillons d'eau.....	21
III.4. Analyse globale des échantillons de diatomées.....	28
III.5. Informations issues des campagnes de PRNC.....	30
III.5.1. Résultats des analyses physicochimiques menées par PRNC.....	30
III.5.2. Résultats des inventaires de macro-invertébrés benthiques.....	31
III.5.3. Résultats des inventaires de poissons et crustacés.....	33
Chapitre IV - Synthèse des résultats.....	35
Chapitre V - Recommandations et perspectives	38
Chapitre VI - Conclusions	39
Chapitre VII - Bibliographie.....	41
Chapitre VIII - Annexes	42
VIII.1. Communiqués de presse.....	43
VIII.2. Bulletins d'analyses	47
VIII.3. Analyses complémentaires des données physicochimiques des campagnes de septembre et octobre 2022 de l'OEIL	48
VIII.4. Rapport d'expertise Artemis	50

Résumé exécutif

Titre de l'étude	Etude des impacts environnementaux de la fuite des eaux de drainage de l'aire de stockage des résidus dans la rivière Kwé d'août à octobre 2022		
Auteurs	Bertaud A, Desoutter D, Albouy F, Rouet I		
Collaborateurs	Conseil scientifique de l'OEIL		
Editeurs	Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie - OEIL		
Année d'édition du rapport	2023	Année des données	2007-2022

Objectif	L'objectif de la présente étude était de permettre à l'OEIL de mener son propre diagnostic sur les conséquences environnementales de l'incident survenu à partir d'août 2022 suite à la fuite des eaux de drainage de l'aire de stockage des résidus dans la rivière Kwé.
Contexte	Le 14/09/2022 au soir, l'OEIL a pris connaissance par voie de presse d'un dysfonctionnement de la gestion des eaux de drainage de l'aire de stockage des résidus (ASR) entraînant des rejets non-contrôlés perturbant la physicochimie de la rivière Kwé. Dans ce contexte, le Président de l'OEIL a souhaité que l'équipe technique mène des campagnes d'observation et de prélèvement afin d'évaluer l'impact potentiel de l'évènement sur le cours d'eau.
Méthodologie	Deux campagnes de terrain ont été organisées par l'OEIL avec une première intervention sur le terrain le 20 septembre 2022 puis une deuxième période de campagne qui s'est étendue sur la période du 06 au 27 octobre 2022. La zone d'étude a concerné la rivière Kwé, une doline sur le bassin versant de la Kwé et la rivière Trou bleu employée comme site témoin. Au total, 7 stations ont été étudiées. A l'exception de la station sur la doline, toutes les stations en rivière étaient localisées sur le réseau de suivi réglementaire de Prony Ressources Nouvelle-Calédonie (PRNC) afin de pouvoir exploiter les données historiques dans les analyses. Sur le terrain, les activités menées par l'OEIL ont concerné la réalisation : - d'observations visuelles sur l'état du milieu naturel ; - de prélèvements d'échantillons d'eau ; - de prélèvements de diatomées. L'ensemble des résultats obtenus ont été analysés afin de qualifier l'effet de l'incident sur la zone d'étude et d'évaluer le niveau de perturbation observé sur le milieu naturel. En complément des analyses intégrant les résultats des campagnes commanditées par l'OEIL, les informations issues des campagnes menées par PRNC sur la physicochimie du cours, les macro-invertébrés et les poissons ont également été étudiées.
Résultats et conclusions	L'étude menée a permis de qualifier les effets de la fuite des eaux de l'ASR survenue à partir du 18 août 2022. Les principaux résultats sont les suivants : - au regard des données historiques disponibles, cet épisode de perturbation physicochimique des eaux de la rivière Kwé est le plus intense jamais enregistré. - le 20 septembre 2022, une perturbation conséquente de la physicochimie des eaux de surface de la rivière Kwé, pour les paramètres présents en surconcentration dans les résidus de l'ASR était constatée. - sur la période de septembre au 27 octobre 2022, une baisse significative des valeurs mesurées sur l'ensemble des paramètres perturbés a été constatée. Un rétablissement

	d'une physicochimie proche de celle connue avant incident est constatée avec la persistance de perturbations sur des éléments comme les sulfates, le magnésium, et la conductivité qui sont des traceurs de l'influence chronique de l'ASR. - la baisse des valeurs des paramètres physicochimiques observées entre septembre et octobre 2022 témoigne de l'efficacité des mesures de gestion (pompages supplémentaires) mises en place par PRNC durant cette période. - l'incident sur l'ASR a potentiellement eu un effet sur les communautés de diatomées situées à proximité immédiate de l'installation, sur la station 3-B. Ce résultat est toutefois à prendre avec précaution dans la mesure où l'état pré-accident disponible sur ce site remonte à 2019 et ne concerne qu'un seul relevé. - concernant les macro-invertébrés benthiques et les poissons et crustacés du cours d'eau, aucun impact en lien avec l'incident n'est constaté. - les inventaires de tous les compartiments du vivant (poissons, crustacés, macro-invertébrés, diatomées) ont permis d'observer un niveau de colmatage important des habitats du cours d'eau par les dépôts sédimentaires, depuis les bras Ouest et Nord jusqu'à l'aval de la rivière. Concernant les diatomées et les macro-invertébrés, les résultats obtenus indiquent une qualité écologique parmi les plus basses enregistrées au regard des données historiques et ce en rapport avec des métriques de pression sédimentaire. - globalement un gradient des perturbations physicochimiques et biologiques causées par l'ASR est constaté, depuis la proximité immédiate de l'installation où les perturbations sont les plus fortes jusqu'à la zone aval où les perturbations enregistrées sont moindres. - aucune perturbation liée à l'incident sur l'ASR n'a été relevé sur la rivière Trou Bleu et une doline située sur le bassin versant de la Kwé.			
Recommandations	L'étude a permis de formuler des recommandations en réponse notamment aux limites et difficultés rencontrées dans le cadre de l'étude. Ces recommandations abordent les sujets suivants : - la relation et la communication entre l'OEIL et les parties prenantes. - les analyses et suivis mis en œuvre pour caractériser l'évènement. - les travaux de recherche et développement à mener.			
Limites de l'étude	Parmi les limites rencontrées, l'étude a révélé les aspects suivants : - les limites de quantifications employées dans le cadre des analyses physicochimiques pour les suivis réglementaires et la granularité des données (arrondis) ne sont pas optimales pour certains paramètres afin de mener une bonne analyse des impacts potentiels de l'incident (ex : nickel, calcium et manganèse). - trop peu de données sur les diatomées sont disponibles afin de produire des résultats solides sur les tendances d'évolution. - l'OEIL n'a pas eu un accès direct à l'ensemble du cours d'eau de la rivière Kwé pour mener à bien ses campagnes. - l'ensemble des données physicochimiques en la possession de l'industriel n'a pas été transmis à l'OEIL. - il n'est pas possible de statuer sur la potentielle toxicité de tels épisodes de pollution pour la faune et la flore dans la mesure où le territoire ne dispose pas de seuils adaptés aux espèces locales. - le caractère indépendant de l'étude menée par l'OEIL est discutable dans la mesure où, une part conséquente des informations exploitées a été fournie par PRNC.			
Evolutions	Version	Finale	Date de la version	Septembre 2023

Chapitre I - Contexte

Le 14/09/2022 au soir, l'OEIL a pris connaissance par voie de presse d'un dysfonctionnement de la gestion des eaux de drainage de l'aire de stockage des résidus (ASR) entraînant des rejets non-contrôlés perturbant la physicochimie de la rivière Kwé. Les informations communiquées ultérieurement¹ indiquent que l'incident survenu remontait au 18 août 2022 et qu'il avait été causé par les fortes pluies et la saturation du système de pompage des eaux.

Plusieurs communiqués de presse de Prony Ressources Nouvelle-Calédonie (PRNC) et de la Province Sud ont fait état de cet événement les 14, 16 et 23 septembre 2022 (voir annexes).

Le Comité Consultatif Coutumier Environnemental (CCCE) a transmis à l'Observatoire le 14/09/2022 des informations reçues de PRNC concernant des valeurs anormales mesurées « *entre le 9 et le 13 septembre* » en conductivité, sulfates et manganèse sur la station 1A, située sur la Kwé principale.

Le 15/09/2022, le président de l'OEIL adresse un courrier à la direction de PRNC pour l'informer du manque de fluidité dans le transfert des données/rapports de suivis environnementaux réglementaires, ainsi qu'en cas d'accident environnemental. Il est également demandé par courriel, à l'industriel et à l'autorité de tutelle, de disposer de davantage de précisions sur l'incident de déversement d'eau de drainage dans la Kwé.

Le 20/09/2022, à la demande du président de l'OEIL, une première mission est organisée par l'équipe technique de l'OEIL afin de réaliser des observations du cours d'eau et de la faune/flore, ainsi que des prélèvements. Une seconde mission commanditée par l'OEIL a été effectuée sur le cours d'eau courant octobre 2022 avec l'intervention de prestataires. Les échantillons effectués ont concerné les eaux de surface ainsi que les diatomées benthiques.

L'objectif des missions organisées était de permettre à l'OEIL de mener son propre diagnostic sur les conséquences environnementales de l'incident sur la rivière Kwé.

Le présent rapport présente les résultats de ces travaux.

I.1. Gestion des eaux issues de l'Aire de Stockage des Résidus (ASR)

Les résidus envoyés vers l'ASR depuis l'usine de traitement des effluents (unité 285 qui se trouve au niveau de l'usine de traitement du minerai) se présentent sous forme de pulpe (cf. Figure 1: Emprise des installations de PRNC (en rouge) sur les différents bassins versants impactés – Source : OEIL pour la localisation des installations de PRNC). Ils renferment donc une quantité d'eau non négligeable dont la composition physico chimique peut être une source potentielle de perturbation des milieux récepteurs (eaux superficielles et eaux souterraines).

¹ Information précisée lors du Comité d'Information, de Concertation et de Surveillance sur les impacts environnementaux du site industriel de Goro, du 30/11/2022

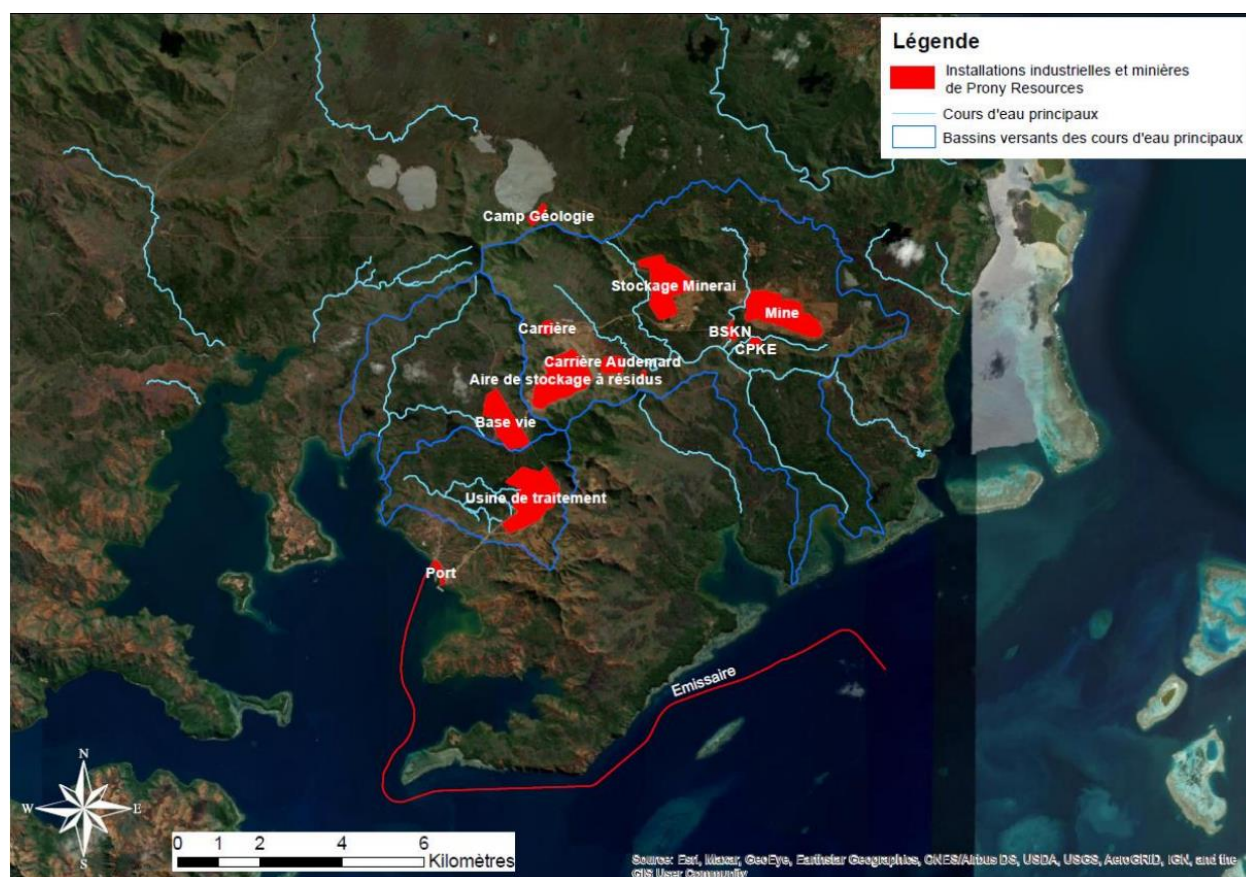


Figure 1: Emprise des installations de PRNC (en rouge) sur les différents bassins versants impactés – Source : OEIL 2022

Les eaux de pluie qui ruissellent à la surface des résidus se mélangent à l'eau qui ressort des résidus (eaux d'exhaure) pour constituer « **le surnageant** ». Ce surnageant se concentre au niveau d'une zone de l'ASR appelée « bassin de décantation » (cf. Figure 2), depuis lequel il est pompé puis systématiquement renvoyé vers l'unité de traitement des effluents (unité 285).

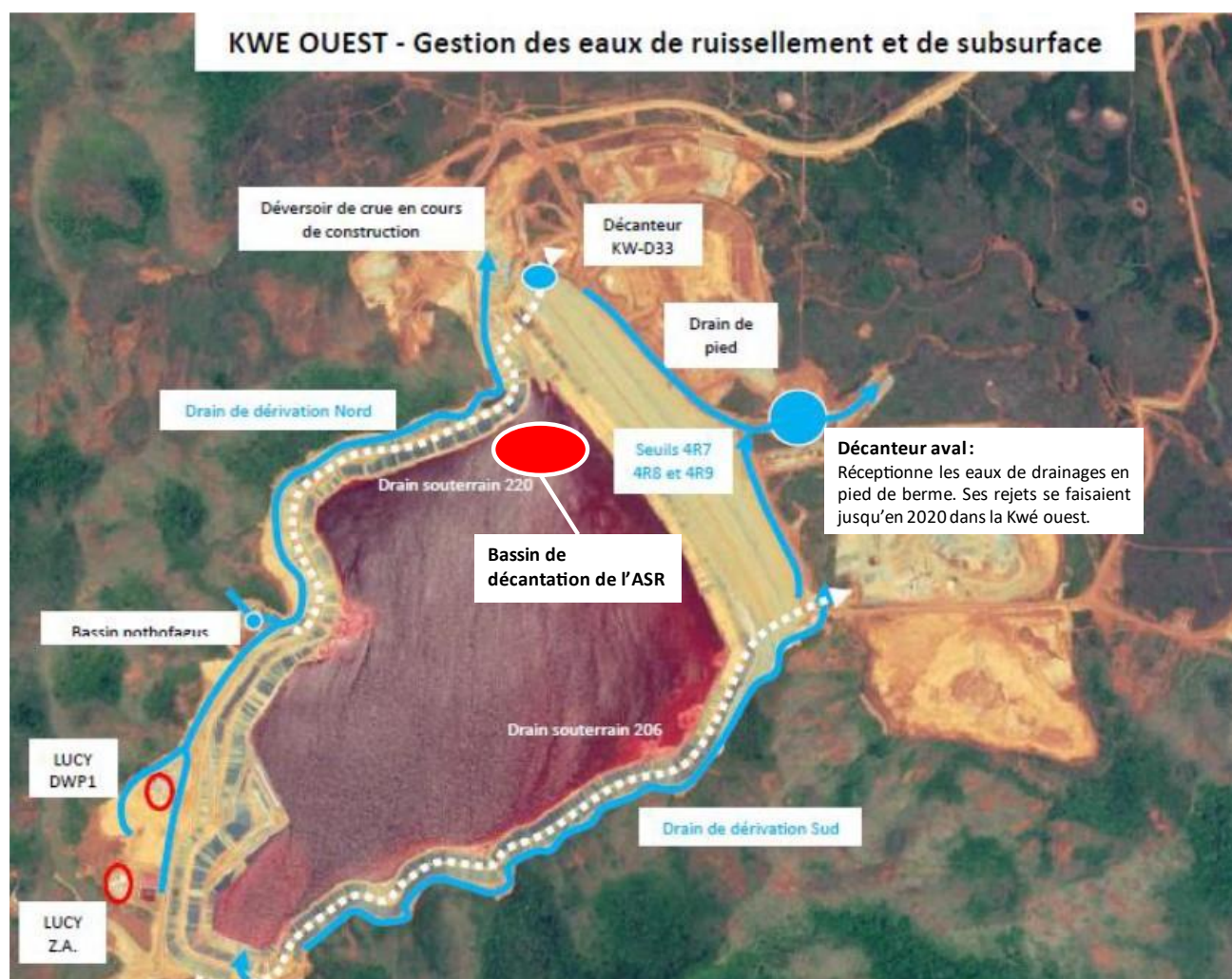


Figure 2 : Localisation du bassin de décantation d'où est pompé le surnageant et du décanteur aval qui collecte les eaux de drainage en pied de berme – source : extrait du rapport d'exploitation de l'ASR 2020 - PRNC.

Les **eaux souterraines captées par les 4 drains du système de drainage** sous la géomembrane (représenté par des traits bleus sur la Figure 3) sont quant à elles perturbées notamment du fait de la perforation de la géomembrane et sont donc également pompées et systématiquement envoyées vers l'unité 285.

Berme de

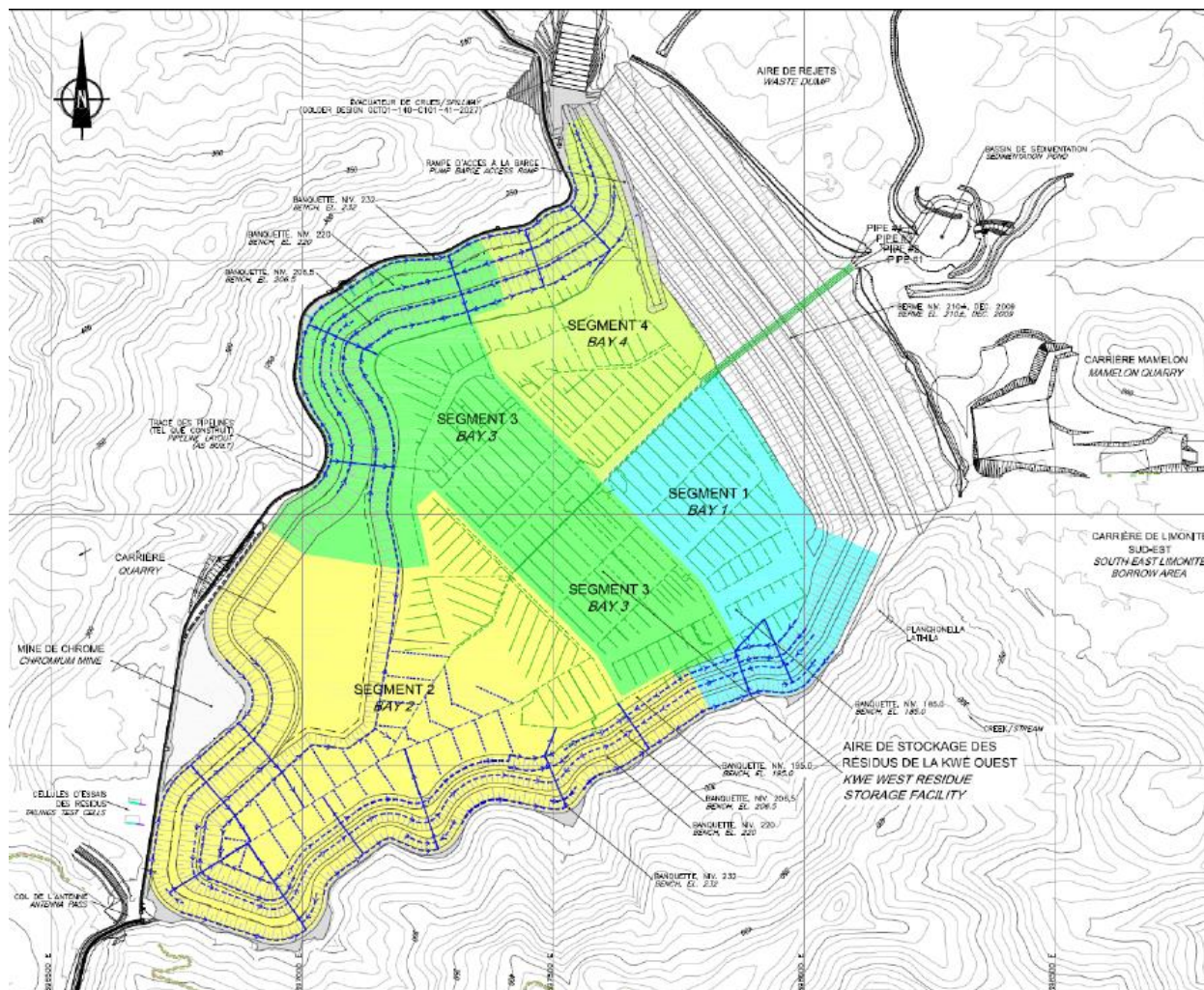


Figure 3 : Présentation du système de drainage (constitué de 4 secteurs drainés alimentant 4 drains) situé sous la géomembrane de l'ASR – source : extrait du rapport d'exploitation de l'ASR 2020.

Enfin, en ce qui concerne **les eaux internes à la berme² de l'ASR**, elles sont également dirigées vers un système de drainage, composé de 3 drains (nord, central et sud) -cf. figure 4. Jusqu'au second semestre 2020, ces eaux étaient ensuite dirigées vers un décanteur aval (cf. figure 2) avant de rejoindre la rivière Kwé ouest. A noter cependant qu'à la suite d'une demande du service de contrôle de la DIMENC ayant constaté des perturbations, un puisard de reprise des flux a été construit au second semestre 2020 à l'aval de la confluence des 3 drains pour éviter tout rejet direct dans l'environnement. Le dimensionnement de la pompe de reprise correspond à 75% des écoulements, laissant passer les épisodes de très fort débit où l'effet de dilution est jugé suffisamment important.

Remarque : d'après le communiqué de presse de PRNC du 14/09/2022, les capacités de pompage ont été augmentées d'un facteur 4 suite à l'incident (voir annexes).

² Correspond au barrage

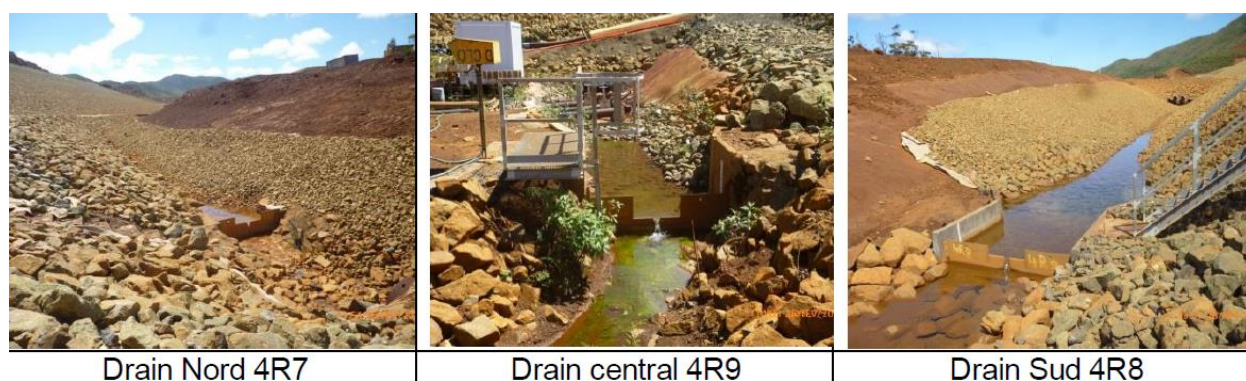


Figure 4 : Photographies des déversoirs des 3 drains (nord, central et sud) de la berme - extrait du rapport d'exploitation de l'ASR 2020 - PRNC.

Chapitre II - Matériel et méthode

II.1. Site d'étude

La zone d'étude concerne la rivière Kwé, affectée par les déversements des eaux de drainage provenant de l'ASR, et le cours d'eau de la rivière Trou bleu, considéré comme un cours d'eau de référence (hors influence du complexe industriel et minier de PRNC).

Au cours des deux campagnes conduites par l'Observatoire et ses prestataires aux mois de septembre et d'octobre 2022, 7 stations ont été étudiées avec :

- cinq stations situées sur la rivière Kwé : Stations 3-B, KO-01, 4-M, 1-A et 1-E ;
- une station située sur le cours d'eau Trou bleu afin de servir de point témoin : Station 3-C ;
- une station située sur une doline contenue dans le bassin versant de la Kwé : Station Doline-D1.

Remarque : le programme d'échantillonnage n'a pas concerné l'intégralité des stations lors des deux campagnes de septembre et d'octobre 2022. La première campagne avait vocation à faire un premier état des lieux sur le cours d'eau de la Kwé et concernait donc un nombre restreint de stations. Par ailleurs, l'étude de la station 3-B située au plus proche de l'ASR nécessitait une autorisation d'accès dont l'OEIL ne disposait pas. La station KO-01 était la plus proche de l'ASR pouvant être échantillonnée sans demande d'accès. Les premières analyses de l'eau ayant confirmé la présence de perturbations, le réseau de stations étudié a été étoffé durant la seconde mission et une prestation a été établie avec un bureau d'études disposant des autorisations d'accès délivrées par PRNC afin de disposer de stations situées dans l'enceinte du site d'exploitation.

Le détail du plan d'échantillonnage est donné dans la partie suivante.

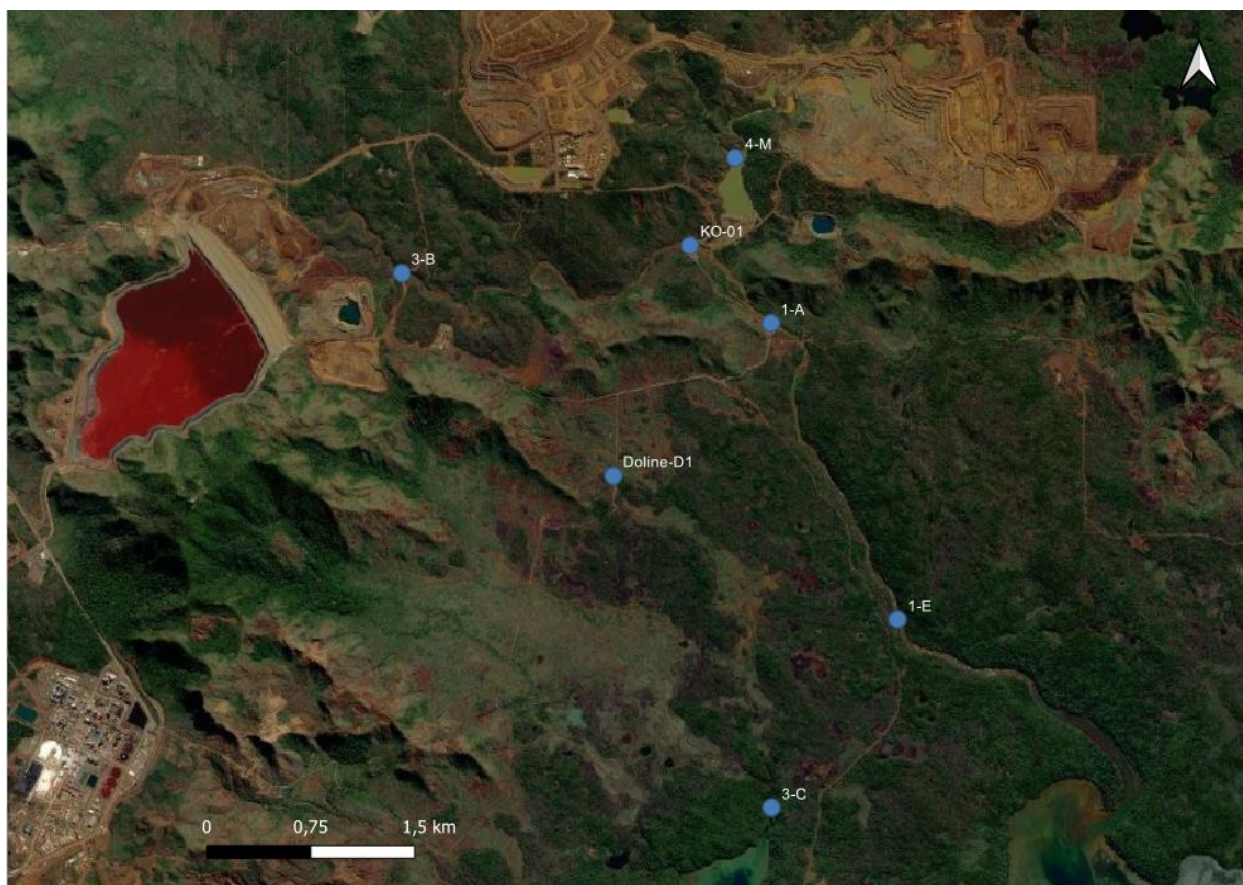


Figure 5: Carte représentant la position des stations (points bleus) échantillonnées durant les missions menées sur la période septembre-octobre 2022. (source : OEIL)

L'ensemble des stations échantillonnées est inclu dans le réseau de suivi réglementaire de PRNC à l'exception de la station Doline-D1, rajoutée à la suite d'inquiétudes des riverains concernant l'atteinte potentielle de celle-ci.

La figure suivante donne les coordonnées géographiques et précise les influences des stations étudiées :

Nom de la station	Cours d'eau/ Bassin versant	X (RGNC 91-93)	Y (RGNC 91-93)
3-B	Rivière Kwé - bras Ouest	496478	210820
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	498561	211007
1-A	Rivière Kwé - bras principal	499142	210447
1-E	Rivière Kwé - bras principal	500042	208315
4-M	Rivière Kwé - bras Nord	498889	211632
3-C	Rivière Trou bleu	499124	206972
Doline-D1	BV de la rivière Kwé	497997	209357

Figure 6: coordonnées géographiques en Lambert RGNC 91-93 des stations échantillonnées durant les campagnes de septembre-octobre 2022.

II.2. Stratégie d'échantillonnage mise en place

Au cours des deux missions, les activités suivantes ont été menées :

Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie - OEIL

12 rue Tourville I 98800 Nouméa - Tél. : 23 69 69 – courriel : contact@oeil.nc - www.oeil.nc

- observation du milieu et prises de clichés photographiques. Une attention particulière a été portée à la présence éventuelle de signes de perturbation tels que la mortalité de poissons ou crustacés, l'état de la végétation sur la ripisylve ou l'aspect de l'eau (couleur, turbidité, irisation, mousse...);
- mesures physico-chimiques *in situ* (température, la conductivité, le pH, la turbidité et l'oxygène dissous) à l'aide d'instruments de mesure portables ;
- prélèvements d'eau de surface ;
- prélèvements de diatomées³.

Sur le terrain, l'équipe de l'OEIL est intervenue avec le renfort de trois prestataires différents :

- JBS Environnement pour la campagne du 20 septembre 2022 ;
- Ethyco et BioEko consultants pour la campagne d'octobre qui s'est déroulée sur la période du 06 au 27 octobre 2022.

Le plan d'échantillonnage mis en œuvre et la contribution des différents intervenants sont présentés dans le tableau ci-après.

Nom de la station	Cours d'eau/ Bassin versant	Equipe	Date	Prélèvement d'eau	Prélèvement de diatomées
3-B	Rivière Kwé	Ethyco	25/10/2022	X	X
KO-01	Rivière Kwé	CEIL / JBS Env.	20/09/2022	X	X
		BioEko	14/10/2022	X	X
1-A	Rivière Kwé	BioEko	14/10/2022	X	X
1-E	Rivière Kwé	CEIL / JBS Env.	20/09/2022	X	
		BioEko	06/10/2022		X
		BioEko	14/10/2022	X	
4-M	Rivière Kwé	Ethyco	27/10/2022		X
3-C	Rivière Trou bleu	CEIL / JBS Env.	20/09/2022	X	
		BioEko	06/10/2022		X
		BioEko	14/10/2022	X	
Doline-D1	Rivière Kwé	CEIL / JBS Env.	20/09/2022	X	

Figure 7: tableau précisant le plan d'échantillonnage mis en œuvre durant les campagnes de septembre et octobre 2022 par l'OEIL et ses prestataires.

II.2.1. Echantillons d'eau

Les échantillons d'eau ont été prélevés par les équipes de terrain puis confiés aux laboratoires de la Calédonienne Des Eaux (CDE) et AEL pour analyse.

³ Les diatomées constituent un compartiment biologique complémentaire aux macro-invertébrés benthiques et poissons/ crustacés qui est intéressant pour le diagnostic des cours d'eau en Nouvelle-Calédonie. Le projet de développement de l'Indice Diatomique de Nouvelle-Calédonie (IDNC) restitué en 2019 par l'CEIL permet actuellement de définir des scores indiciaires de la qualité écologiques des cours d'eau du territoire selon différentes métriques d'altérations dont celles liées à la pression sédimentaire.

Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie - OEIL

12 rue Tourville I 98800 Nouméa - Tél. : 23 69 69 – courriel : contact@oeil.nc - www.oeil.nc

Les paramètres physicochimiques analysés dans l'eau correspondent à :

- des éléments permettant de tracer l'influence des eaux en provenance de l'ASR (conductivité, manganèse, sulfates principalement et dans une moindre mesure magnésium, nickel, calcium, chlorures) ;
- d'autres éléments chimiques correspondant aux influences potentielles de l'activité minière et des apports sédimentaires (chrome et chrome VI, cobalt, fer, zinc, hydrocarbures totaux) ;
- d'autres éléments chimiques toxiques (cadmium, cuivre, plomb).

Lors de la seconde campagne de prélèvement d'octobre, la liste des paramètres analysés a été ajustée en ne reconduisant que les analyses sur les paramètres ayant été détectés durant la première campagne de prélèvement de septembre.

Le tableau suivant précise la liste des éléments chimiques analysés par station.

	Nom de la station								
	3-B	KO-01		1-A	1-E		3-C		Doline-D1
	25/10/2022	20/09/2022	14/10/2022	14/10/2022	20/09/2022	14/10/2022	20/09/2022	14/10/2022	20/09/2022
Cadmium dissous		X			X		X		X
Calcium	X		X	X		X		X	
Chlorures	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chrome dissous	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chrome VI dissous	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cobalt dissous	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Conductivité	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cuivre dissous		X			X		X		X
Fer dissous	X		X	X		X		X	X
Hydrocarbures totaux (C10-C40)		X			X		X		
Magnésium	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manganèse dissous	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nickel dissous	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plomb dissous		X			X		X		X
Sulfates	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zinc dissous		X			X		X		X

Figure 8: tableau présentant le détail des paramètres analysés sur les échantillons d'eau prélevés aux différentes dates de campagne terrain.

Remarque : un changement de fraction d'analyse a été opéré sur les paramètres chlorures, magnésium, sulfates entre les campagnes de septembre et octobre avec respectivement l'analyse des fractions totales puis dissoutes.

II.2.2. Echantillon de diatomées

Le prélèvement des échantillons de diatomées a été réalisé selon les préconisations du guide technique et méthodologique de mise en œuvre de l'Indice Diatomique de Nouvelle-Calédonie (Marquié *et al.*, 2022).

Les échantillons ont été stabilisés avec de l'éthanol.

Le traitement des échantillons et leur analyse ont été confiés à F. Peres du bureau d'études ARTEMIS basé en France métropolitaine.

L'ensemble des résultats a été saisi dans l'outil de bancarisation HYDROBIO qui permet, outre la bancarisation des données, le calcul de métriques, de l'indice diatomique de Nouvelle-Calédonie (IDNC) et la production de graphiques.

L'IDNC a été développé afin de détecter deux types de perturbations que sont :

- l'enrichissement organique et trophique, associé aux 4 paramètres suivants : demande biochimique en oxygène pendant 5 jours, ammonium, phosphates et nitrates ;
- l'altération d'origine minière, associée aux 3 paramètres suivants : chrome, nickel et colmatage ;

Il s'agit d'un indice multimétrique permettant de déterminer l'altération en cause la plus importante parmi les 7 paramètres évalués. Il est basé sur une liste de 217 taxons indiciaires. En fonction des taxons indiciaires présents dans le prélèvement, une métrique élémentaire est attribuée à chacun des 7 des paramètres, suivi d'un étalonnage par rapport à la référence de l'HER et enfin d'une agrégation des 7 notes permettant d'obtenir la note finale correspondant à l'IDNC, qui peut varier de 0 à 1 (cf. Tableau ci-après).

IDNC	Score
0,8-1	Non perturbé
0,6-0,8	Non perturbé
0,4-0,6	Modérément perturbé
0,2-0,4	Fortement perturbé
0-0,2	Fortement perturbé

Figure 9 : Grille de notation de référence de l'IDNC (E. Lefrançois et al., 2018).

Chapitre III - Résultats

III.1. Première campagne (septembre 2022)

Le 20/09/2022, devant l'absence de transmission d'informations de la part de PRNC et à la demande du président de l'OEIL, une mission est organisée par l'équipe technique de l'OEIL afin de réaliser des observations du cours d'eau et de la faune/flore, ainsi que des prélèvements d'eau et de diatomées.

Les 4 stations suivantes ont été prospectées :

- KO-01 et 1-E sur la rivière Kwé ;
- 3-C sur la rivière Trou Bleu ;
- Doline D1, doline située sur le bassin versant de la Kwé.

Quatre prélèvements d'eau et un prélèvement de diatomées ont été effectués. Le détail du plan d'échantillonnage est donné en figure 7. Le plan d'analyse des échantillons d'eau est précisé en figure 8.

III.1.1. Mesures physicochimiques in situ

Les paramètres suivants ont été mesurés sur place dans les eaux superficielles : température, pH, oxygène dissous et conductivité. Le tableau ci-après présente les valeurs relevées.

Station	Cours d'eau/ Bassin versant	Date de prélèvement	Préleveur	Paramètre	Valeur	Unité
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Température in situ	24	°C
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	pH in situ	7,7	unités de pH
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Conductivité in situ	225	µS/cm
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Oxygène dissous in situ	8,45	mg/l
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Oxygène dissous in situ	101,1	%
1-E	Rivière Kwé - bras principal	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Température in situ	25	°C
1-E	Rivière Kwé - bras principal	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	pH in situ	7,6	unités de pH
1-E	Rivière Kwé - bras principal	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Conductivité in situ	147	µS/cm
1-E	Rivière Kwé - bras principal	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Oxygène dissous in situ	8,2	mg/l
1-E	Rivière Kwé - bras principal	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Oxygène dissous in situ	101	%
Doline-D1	BV de la rivière Kwé	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Température in situ	27	°C
Doline-D1	BV de la rivière Kwé	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	pH in situ	6,8	unités de pH
Doline-D1	BV de la rivière Kwé	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Conductivité in situ	45	µS/cm
Doline-D1	BV de la rivière Kwé	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Oxygène dissous in situ	8,3	mg/l
Doline-D1	BV de la rivière Kwé	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Oxygène dissous in situ	105	%
3-C	Rivière Trou bleu	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Température in situ	25	°C
3-C	Rivière Trou bleu	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	pH in situ	7,6	unités de pH
3-C	Rivière Trou bleu	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Conductivité in situ	72,8	µS/cm
3-C	Rivière Trou bleu	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Oxygène dissous in situ	8,16	mg/l
3-C	Rivière Trou bleu	20/09/2022	JBS Env. /CEIL	Oxygène dissous in situ	99	%

Figure 10: résultats des mesures physicochimiques effectuées lors de la campagne de septembre 2022.

Pour la température, le pH et l'oxygène dissous, les mesures physicochimiques effectuées *in situ* ne révèlent aucune anomalie au regard des valeurs classiquement observées dans les autres cours d'eau ou doline de la région. En revanche, les valeurs en conductivité apparaissent particulièrement perturbées sur la rivière Kwé au regard des valeurs mesurées sur les cours d'eau hors influence. Les résultats sur la conductivité sont discutés dans la partie « analyse globale des échantillons d'eau ».

III.1.2. Observations

A proximité immédiate des stations de mesure, les observations visuelles révèlent :

- des eaux superficielles claires (absence de turbidité ou d'aspect laiteux, etc.) ;
- l'absence de mortalité d'organismes vivants (espèces végétales ou animales) qui pourrait être reliée à l'incident.

Photos de la station KO- 01 - Kwé ouest



Figure 11 : Photo 1 de la station KO-01 - Kwé ouest – le 20/09/22 – source : OEIL



Figure 12 : Photo 2 de la station KO-01 - Kwé ouest – le 20/09/22 – source : OEIL

Photos de la station 1-E - Kwé aval



Figure 13 : Photo 1 de la station 1-E - Kwé aval – le 20/09/22 – source : OEIL

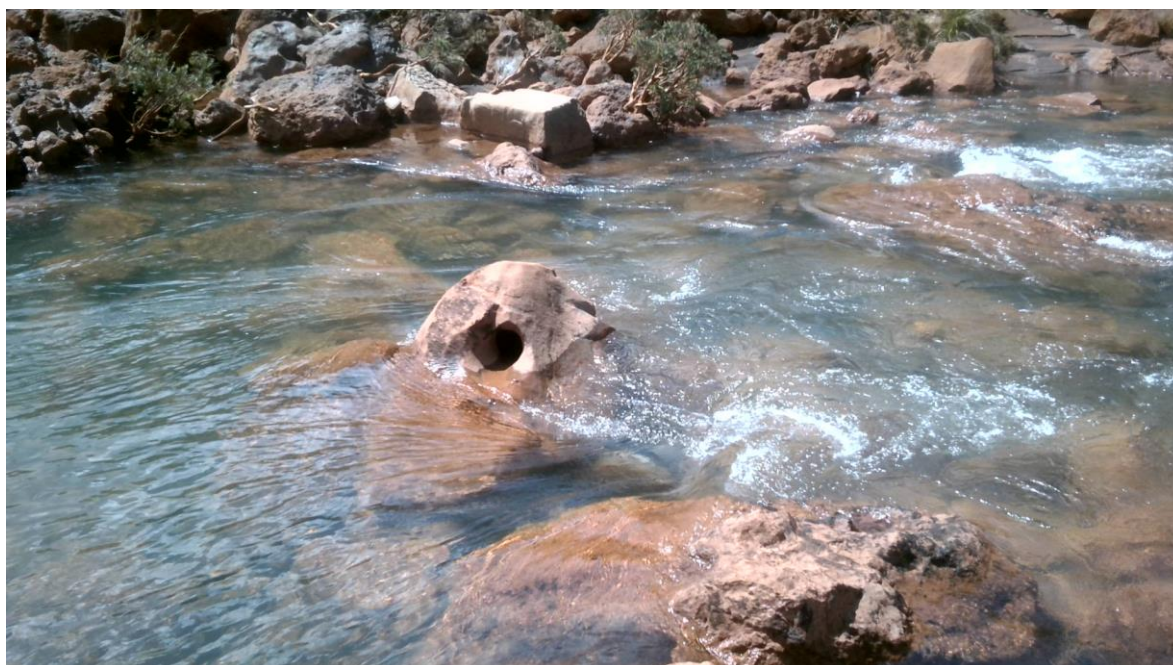


Figure 14 : Photo 2 de la station 1-E - Kwé aval – le 20/09/22 – source : OEIL

Photos de la station 3-C – Trou bleu aval



Figure 15 : Photo 1 de la station 3-C – Trou bleu aval – le 20/09/22 – source : OEIL



Figure 16 : Photo 2 de la station 3-C – Trou bleu aval – le 20/09/22 – source : OEIL

Photos de la station Doline 1 – Bassin versant de Kwé



Figure 17 : Photo 1 de la station Doline 1 – bassin versant de Kwé – le 20/09/22 – source : OEIL



Figure 18 : Photo 2 de la station Doline 1 – bassin versant de Kwé – le 20/09/22 – source : OEIL

III.2. Seconde campagne (octobre 2022)

A la demande de l'ŒIL, deux bureaux d'études, Ethyco et BioEko consultants, sont intervenus au mois d'octobre 2022 afin d'analyser l'évolution des perturbations sur la rivière Kwé. Les prélèvements effectués par les deux intervenants couvrent la période du 06 au 27 octobre 2022.

Remarque : BioEko consultants avait déjà été missionné par l'ŒIL pour des suivis des cours d'eau dans le Grand Sud, mais l'intervention d'Ethyco était nécessaire dans la mesure où les procédures de sécurité pour l'accès à la zone d'exploitation de PRNC, cours d'eau compris, limitent les interventions aux prestataires disposant de toutes les autorisations nécessaires. L'ŒIL ne dispose pas des autorisations d'accès aux milieux naturels situés dans l'enceinte du site industriel et minier.

Les 6 stations suivantes ont été prospectées :

- 3-B, KO-01, 1-A, 4-M et 1-E sur la rivière Kwé ;
- 3-C sur la rivière Trou Bleu ;

Six prélèvements d'eau et 5 prélèvements de diatomées ont été effectués. Le détail du plan d'échantillonnage est donné en figure 7. Le plan d'analyse des échantillons d'eau est précisé en figure 8.

III.2.1. Mesures physicochimiques in situ

Les paramètres suivants ont été mesurés sur place dans les eaux superficielles : température, pH, oxygène dissous, turbidité et conductivité. Le tableau ci-après présente les valeurs relevées.

Station	Cours d'eau/ Bassin versant	Date de prélèvement	Préleveur	Paramètre	Valeur	Unité
3-B	Rivière Kwé - bras Ouest	25/10/2022	Ethyco	Température in situ	22,6	°C
3-B	Rivière Kwé - bras Ouest	25/10/2022	Ethyco	pH in situ	8,51	unités de pH
3-B	Rivière Kwé - bras Ouest	25/10/2022	Ethyco	Conductivité in situ	121	µS/cm
3-B	Rivière Kwé - bras Ouest	25/10/2022	Ethyco	Oxygène dissous in situ	8,54	mg/l
3-B	Rivière Kwé - bras Ouest	25/10/2022	Ethyco	Oxygène dissous in situ	101	%
3-B	Rivière Kwé - bras Ouest	25/10/2022	Ethyco	Turbidité in situ	3,25	NTU
1-A	Rivière Kwé - bras principal	14/10/2022	BioEko	Température in situ	25,5	°C
1-A	Rivière Kwé - bras principal	14/10/2022	BioEko	pH in situ	8,09	unités de pH
1-A	Rivière Kwé - bras principal	14/10/2022	BioEko	Conductivité in situ	98	µS/cm
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	14/10/2022	BioEko	Température in situ	25,5	°C
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	14/10/2022	BioEko	pH in situ	7,84	unités de pH
KO-01	Rivière Kwé - bras Ouest	14/10/2022	BioEko	Conductivité in situ	204	µS/cm
1-E	Rivière Kwé - bras principal	14/10/2022	BioEko	Température in situ	24,59	°C
1-E	Rivière Kwé - bras principal	14/10/2022	BioEko	pH in situ	8,14	unités de pH
1-E	Rivière Kwé - bras principal	14/10/2022	BioEko	Conductivité in situ	140	µS/cm
3-C	Rivière Trou bleu	14/10/2022	BioEko	Température in situ	25,5	°C
3-C	Rivière Trou bleu	14/10/2022	BioEko	pH in situ	7,07	unités de pH
3-C	Rivière Trou bleu	14/10/2022	BioEko	Conductivité in situ	98	µS/cm

Figure 19: résultats des mesures physicochimiques effectuées lors des missions d'octobre 2022.

Pour la température, le pH, la turbidité et l'oxygène dissous, les mesures physicochimiques effectuées *in situ* ne révèlent aucune anomalie au regard des valeurs classiquement observées dans les autres cours

d'eau de la région. En revanche, les valeurs en conductivité apparaissent particulièrement perturbées sur la rivière Kwé au regard des valeurs mesurées sur les cours d'eau hors influence. Les résultats sur la conductivité sont discutés dans la partie « analyse globale des échantillons d'eau ».

III.3. Analyse globale des échantillons d'eau

L'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux superficielles mesurés au cours des deux campagnes repose sur une confrontation de ces résultats aux :

- **valeurs physicochimiques de référence** dans les cours d'eau de l'HER D (Hydro Eco Région du Grand Sud) (Etude OEIL, Dexen & BioEko 2020⁴). A noter que ces valeurs de référence correspondent aux eaux superficielles des cours d'eau et ne sont pas adaptées aux milieux lenticques tels que les dolines. Le percentile 75 de ces valeurs de référence est utilisé pour les 11 paramètres disponibles.
- **données historiques**⁵ collectées sur chaque station du réseau étudié, acquises principalement dans le cadre des suivis réglementaires de PRNC sur la période 2007-2020. Un cas particulier est la station Doline-D1 qui n'a fait l'objet d'aucun suivi et ne dispose donc pas de mesures historiques. Les résultats obtenus sur la station Doline-D1 seront donc comparés aux mesures réalisées dans le cadre du projet « diagnose doline » du CNRT et des campagnes de suivi de dolines hors d'influence menées par l'OEIL.

Plusieurs métriques sont calculées avec :

- la médiane des données historiques (uniquement l'année 2020⁶) afin de bénéficier d'un élément de comparaison récent avant l'incident sur l'ASR et permettant ainsi d'apprécier l'impact potentiel de l'incident;
- les valeurs du percentile 75, de la médiane et la valeur maximum de l'ensemble des données historiques. Ces métriques permettent d'interpréter la position de la valeur mesurée lors des campagnes menées par rapport aux caractéristiques physico-chimiques historiques de chaque station.
- **mesures obtenues sur la station 3-C** située en aval du cours d'eau Trou Bleu, hors influence des activités de PRNC, constitue également un référentiel permettant d'interpréter le niveau de perturbation sur les stations de rivière considérées sous influence.

L'ensemble des bulletins d'analyse des échantillons d'eau sont disponibles en annexes du présent rapport. Les tableaux suivants donnent le détail des mesures physicochimiques réalisées lors des campagnes menées en septembre et en octobre 2022 pour l'ensemble des stations concernées, ainsi que les valeurs des trois référentiels évoqués (valeurs de référence HER D, données historiques et mesures obtenues sur la station de rivière 3-C).

⁴ <https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29882>

⁵ Les analyses ayant donné lieu à des non-détection ont été exploitées en intégrant la valeur de la limite de quantification divisée par deux.

⁶ Idéalement, l'étude des données pré-incident aurait dû concerner les données du premier semestre 2022 ou les données 2021 à défaut, mais ces informations n'étaient pas disponibles au moment de la production de l'étude.

Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie - OEIL

12 rue Tourville I 98800 Nouméa - Tél. : 23 69 69 – courriel : contact@oeil.nc - www.oeil.nc

Nom de la station	Paramètre	Unité	Valeur mesurée en septembre (20/09/22)	Valeur mesurée en octobre (14 au 25/10/2022)	Valeur de référence HER D (percentil e 75)	Données historiques					
						Médiane 2020	Médiane	Percentile 75	Valeur maximum	Période des données	Nombre de valeurs
3-B	Manganèse dissous	µg/l		19,1	8,25	5	25,00	25,00	370,00	2007-2020	434
KO-O1			540,6	7,92		5	8,00	10,00	20,00	2008-2020	115
1-A				4,92		5	5,00	5,00	90,00	2007-2020	415
1 - E			44,8	4,32		5	5,00	5,00	20,00	2007-2020	180
3 - C			1,6	< 0,5		5	5,00	5,00	70,00	2007-2020	138
Doline-D1			4,7		NA	NA	2,15	4,75	10,20	2013-2017	14
3-B	Nickel dissous	µg/l		16,2	16	10	50,00	50,00	900,00	2007-2020	428
KO-O1			27	16,1		10	20,00	25,00	40,00	2008-2020	115
1-A				12,1		10	10,00	20,00	200,00	2007-2020	408
1 - E			17,2	14,1		10	10,00	15,00	50,00	2007-2020	175
3 - C			7,8	8,79		20	10,00	20,00	110,00	2007-2020	132
Doline-D1			21,4		NA	NA	6,55	9,80	25,90	2013	12
3-B	Cobalt dissous	µg/l		0,3	10	5	50,00	50,00	300,00	2007-2020	428
KO-O1			0,7	< 0,5		5	10,00	10,00	200,00	2008-2020	115
1-A				< 0,5		5	5,00	5,00	5,00	2007-2020	159
1 - E			0,4	< 0,5		5	5,00	5,00	90,00	2007-2020	174
3 - C			0,1	< 0,5		5	5,00	5,00	70,00	2007-2020	131
Doline-D1			0,4		NA	NA	0,00	0,00	0,20	2013	12
3-B	Chrome dissous	µg/l		5,2	10	5	50,00	50,00	100,00	2007-2020	424
KO-O1			8,3	6,54		10	10,00	10,00	20,00	2008-2020	115
1-A				13,2		10	10,00	10,00	50,00	2007-2020	404
1 - E			17,4	14,5		10	5,00	10,00	30,00	2007-2020	170
3 - C			1,7	2,14		5	5,00	5,00	30,00	2007-2020	129
Doline-D1			0,6		NA	NA	3,25	7,63	23,50	2013	12
3-B	Chrome VI dissous	µg/l		< 5	10	5	5,00	10,00	40,00	2007-2020	107
KO-O1			8,1	< 10		10	10,00	10,00	30,00	2008-2020	114
1-A				12,6		10	10,00	10,00	180,00	2007-2020	392
1 - E			17,8	15		10	5,00	10,00	40,00	2007-2020	175
3 - C			1,1	< 10		5	5,00	5,00	50,00	2007-2020	135
Doline-D1			< 1		NA	NA	pas de données				
3-B	Zinc dissous	mg/l			NA						
KO-O1			0,01			0,05	0,05	0,10	0,10	2008-2020	98
1-A											
1 - E			< 0,01			0,05	0,05	0,05	0,10	2015-2020	151
3 - C			< 0,01			0,05	0,05	0,05	0,10	2007-2020	111
Doline-D1			0,01		NA	NA	pas de données				
3-B	Plomb dissous	µg/l			10						
KO-O1			< 0,2			5	10,00	10,00	100,00	2008-2020	115
1-A											
1 - E			< 0,2			5	5,00	5,00	50,00	2007-2020	173
3 - C			< 0,2			5	5,00	5,00	50,00	2007-2020	132
Doline-D1			< 0,2		NA	NA	pas de données				
3-B	Cuivre dissous	mg/l			NA						
KO-O1			0,001			0,005	0,01	0,01	0,01	2008-2020	115
1-A											
1 - E			0,001			0,005	0,01	0,01	0,02	2007-2020	173
3 - C			< 0,001			0,005	0,01	0,01	0,05	2007-2020	132
Doline-D1			< 0,001		NA	NA	0,00	0,00	0,00	2013	12

Légende

 : valeur supérieure d'au moins 25% à la référence de l'HER D

 : valeur supérieure d'au moins 25% à la médiane 2020

 : valeur supérieure d'au moins 25% à la référence de l'HER D et à la médiane 2020

 : pas de données

Figure 20 : Tableau (1/2) détaillant les mesures physicochimiques obtenues durant les campagnes menées en septembre et en octobre 2022. « NA » correspond à « Non Applicable ». Un signe « < » indique que le paramètre n'a pas été détecté et la valeur affichée correspond à la limite de quantification.

Nom de la station	Paramètre	Unité	Valeur mesurée en septembre (20/09/22)	Valeur mesurée en octobre (14 au 25/10/2022)	Valeur de référence HER D (percentile 75)	Données historiques					
						Médiane 2020	Médiane	Percentile 75	Valeur maximum	Période des données	Nombre de valeurs
3-B	Cadmium dissous	µg/l			5						
KO-O1			< 0,1			5	10,00	10,00	30,00	2008-2020	115
1-A											
1-E			< 0,1			0,5	5,00	5,00	5,00	2007-2020	35
3-C			< 0,1			5	5,00	5,00	5,00	2007-2020	128
Doline-D1			< 0,1		NA	NA	0,00	650,00	3000,00	2013	12
3-B	Sulfates	mg/l		23,6	2,4	18,9	28,90	44,30	286,00	2007-2020	421
KO-O1			65,3	35		28,6	5,70	16,85	49,10	2008-2020	115
1-A				18		18,9	15,30	17,50	60,60	2007-2020	402
1-E			26,4	16		16,2	11,40	14,80	54,70	2007-2020	170
3-C			2	< 2		2,6	2,30	2,40	8,60	2007-2020	126
Doline-D1			1,5		NA	NA	1,61	1,79	8,92	2013	24
3-B	Magnésium	mg/l		10,1	8,7	9	11,00	14,93	71,00	2007-2020	424
KO-O1			21,6	18,24		15,95	9,80	11,70	21,00	2008-2020	115
1-A				18		15,45	12,90	15,00	23,60	2007-2020	404
1-E			13,2	13,5		14,6	11,10	13,50	22,60	2007-2020	170
3-C			5,1	6,54		1,2	5,20	7,00	114,00	2007-2020	129
Doline-D1			2,1		NA	NA	0,48	0,62	0,75	2013	24
3-B	Calcium	mg/l		1,2	NA	0,5	1,10	2,00	16,90	2007-2020	427
KO-O1				1,07		0,5	1,00	1,00	2,00	2008-2020	115
1-A				0,802		0,5	0,50	0,50	6,00	2007-2020	408
1-E				0,74		0,5	0,50	0,50	2,00	2007-2020	172
3-C				0,344		0,5	0,50	0,50	34,00	2007-2020	129
Doline-D1					NA						
3-B	Chlorures	mg/l		11,1	11,8	7,117	10,10	10,80	18,00	2007-2020	102
KO-O1			10,5	11,2		10,9	10,10	10,78	12,40	2008-2020	114
1-A				10,3		10,5	10,10	10,70	13,50	2007-2020	402
1-E			9,6	10,3		10,6	10,10	0,50	14,60	2007-2020	170
3-C			10,1	11,3		11,75	11,50	12,10	24,30	2007-2020	125
Doline-D1			9,6		NA	NA	7,26	8,31	108,00	2013	24
3-B	Conductivité	µS/cm		121	116,25	129	130,00	170,50	1140,00	2007-2020	467
KO-O1			234,5	204		141,5	109,00	126,00	289,00	2008-2020	155
1-A				98		154	134,00	151,00	391,00	2007-2020	1097
1-E			152,6	140		152	143,00	156,00	298,00	2005-2020	769
3-C			75,8	98		81,75	80,00	95,50	256,00	2007-2020	195
Doline-D1			47		NA	NA	33,00	37,00	44,00	2013	440
3-B	Hydrocarbures totaux - C10 à C40	mg/l			NA						
KO-O1			< 0,1			Pas de données					
1-A											
1-E			< 0,1			5	5,00	5,00	5,00	2007-2020	154
3-C			< 0,1			5	5,00	5,00	5,00	2007-2021	40
Doline-D1					NA						

Légende

 : valeur supérieure d'au moins 25% à la référence de l'HER D

 : valeur supérieure d'au moins 25% à la médiane 2020

 : valeur supérieure d'au moins 25% à la référence de l'HER D et à la médiane 2020

 : pas de données

Figure 21 : Tableau (2/2) détaillant les mesures physicochimiques obtenues durant les campagnes menées en septembre et en octobre 2022. « NA » correspond à « Non Applicable ». Un signe « < » indique que le paramètre n'a pas été détecté et la valeur affichée correspond à la limite de quantification.

L'ensemble des mesures physicochimiques sur l'eau de la station Doline-D1 effectuées durant la campagne de septembre 2022 ne montre pas d'anomalie notable en comparaison avec les quelques valeurs de référence à notre disposition. Certaines valeurs obtenues vont au-delà des données historiques

disponibles, comme pour la conductivité (47 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mesuré contre une valeur maximum historique de 44 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et le cobalt (0,4 $\mu\text{g}/\text{l}$ mesuré contre une valeur maximum historique de 0,2 $\mu\text{g}/\text{l}$), mais ces valeurs restent néanmoins très proches et ne traduisent donc pas de perturbation. A noter que le paramètre sulfates, qui est un bon traceur de l'influence de l'ASR, est mesuré à une concentration faible de 1,5 mg/l , qui est équivalente aux données historiques. En l'absence d'anomalie, les prélèvements d'eau sur cette doline n'ont pas été reconduits durant la campagne d'octobre 2022.

Lors de la première campagne de l'OEIL (septembre 2022), les résultats des analyses physicochimiques ne révèlent pas de perturbation sur les paramètres suivants : zinc, plomb, cuivre, cadmium et hydrocarbures totaux. Ces éléments n'ont pas été détectés dans la majorité des relevés ou à des niveaux de concentrations faibles et équivalents à la limite de détection des méthodes d'analyse (cuivre et zinc sur les stations KO-01 et 1-E). En l'absence de perturbation sur ces paramètres, leur analyse n'a pas été reconduite lors de la campagne d'octobre 2022.

En octobre, le paramètre calcium montre des concentrations qui sont supérieures à la valeur médiane 2020 sur les stations de la Kwé, toutefois cette différence est essentiellement liée à de nombreuses non-détection avec des limites de quantification dans le jeu de donnée historique qui sont plus hautes que celles employées dans les analyses des campagnes (LQ = 0,05 mg/l durant la campagne d'octobre contre LQ=1 mg/l dans les données historiques de PRNC). Au regard des données historiques pré-accident les plus récentes, les concentrations de cet élément ne peuvent donc pas être considérées comme perturbées. En comparaison à la concentration de la station 3-C sur la Trou bleu, les concentrations en calcium sur les stations de la rivière Kwé sont toutefois supérieures (2,15 fois à 3,49 fois) avec un gradient depuis la station 3-B (1,2 mg/l) jusqu'à l'aval sur la station 1-E (0,74 mg/l). Ce gradient semble marquer l'influence de l'ASR sur cet élément.

Lors des deux campagnes, le cobalt et les chlorures sont globalement restés dans des concentrations faibles et proches des référentiels historiques ou de l'HER D.

La station 3-C de la rivière Trou bleu, située hors influence des activités de PRNC ne présente aucune anomalie sur les mesures physicochimiques effectuées durant les campagnes de septembre et d'octobre 2022. Les valeurs obtenues restent inférieures ou proches des valeurs historiques et de référence définies pour les cours d'eau de l'HER D. Ces résultats viennent confirmer l'absence d'influence des activités de PRNC sur la physicochimie de ce cours d'eau. La stabilité relative des résultats obtenus entre septembre et octobre pour les paramètres chlorures, sulfates et magnésium traduit une influence négligeable des différences de fraction d'analyse.

Pour les stations 3-B, KO-01, 1-A et 1-E situées sur le bassin versant de la rivière Kwé, les paramètres manganèse, nickel, chrome, chrome VI, sulfates, magnésium et conductivité présentent des mesures perturbées au regard des valeurs médianes 2020 et/ou de l'HER D. Les niveaux de perturbation les plus importants sont constatés sur les valeurs mesurées en septembre sur la station KO-01, notamment pour le manganèse (108 fois la médiane 2020 et 65,5 fois la valeur de référence de l'HER D) et les sulfates (2,3 fois la médiane 2020 et 27,2 fois la valeur de référence de l'HER D).

Des éléments d'analyse complémentaires sur les niveaux de perturbation au regard des valeurs de référence de l'historique 2020 ou de l'HER D sont disponibles en annexes.

Pour les stations KO-01 et 1-E, les deux seules à avoir été échantillonnées lors des deux campagnes de septembre et d'octobre 2022, une diminution du niveau de perturbation pour l'ensemble de ces

paramètres peut être observée ce qui traduit l'effet des mesures de gestion mises en place par PRNC (pompages supplémentaires). Les diminutions constatées sur la station KO-01, située sur la bras Ouest accueillant l'ASR, sont de l'ordre de 1,15 fois pour la conductivité passant de 234,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 204 $\mu\text{S}/\text{cm}$, à 68,26 fois pour le manganèse qui passe d'une concentration de 540 $\mu\text{g}/\text{l}$ à 7,92 $\mu\text{g}/\text{l}$. Les diminutions sur la station 1-E sont globalement d'intensité moindre que celles constatées sur la station KO-01 avec une réduction de la conductivité de l'ordre de 1,1 fois pour des valeurs passant de 152,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et une diminution des concentrations en manganèse d'un facteur 10,4 passant de 44,8 $\mu\text{g}/\text{l}$ à 4,32 $\mu\text{g}/\text{l}$ ⁷. La station 1-E étant à l'aval du bassin versant de la rivière Kwé, c'est l'effet de dilution qui explique des niveaux de perturbation et de diminution moindre que sur la station KO-01 plus directement exposée à l'influence de l'ASR.

Les résultats de la seconde campagne d'octobre 2022, qui concernaient 4 stations sur la rivière Kwé, illustrent bien l'effet de dilution des perturbations (causées par l'ASR), avec des concentrations qui tendent à diminuer depuis les stations 3-B et KO-01 (les plus proches de l'ASR) jusqu'à la station 1-E (la plus éloignée) en passant par la station 1-A (en situation intermédiaire) pour les paramètres manganèse, nickel, sulfates, magnésium et conductivité.

Cette diminution rapide de la perturbation physicochimique liée aux rejets non contrôlés des eaux de l'ASR dans la rivière Kwé s'illustre également par la comparaison entre les mesures rapportées par PRNC sur la station 1-A pour la période du 9 au 13 septembre et les mesures obtenues près d'un mois plus tard, lors de la seconde campagne de l'OEIL (le 14/10/22). Sur cette période, la conductivité est passée de 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (9 fois moins) ; la concentration en Sulfates de 300 mg/l à 18 mg/l (16,5 fois moins) ; la concentration en manganèse de 3700 $\mu\text{g}/\text{l}$ à 4,92 $\mu\text{g}/\text{l}$ (752 fois moins). L'analyse détaillée des résultats de PRNC au regard des données historiques et des valeurs de référence est disponible dans la partie du rapport dédiée à l'étude des informations issues des campagnes de PRNC.

L'effet de gradient de perturbation entre l'amont et l'aval permet de bien discriminer les paramètres ayant réagi à l'incident au niveau de l'ASR, à savoir le manganèse, les sulfates, le magnésium et la conductivité, tous bien identifiés comme étant de bons traceurs de l'influence de l'ASR, ainsi que le nickel retrouvé en forte concentration sur la station 3-B en septembre (1,7 fois la médiane 2020 et 2,7 fois la valeur de référence de l'HER D).

Les niveaux de perturbations observés sur les stations de la rivière Kwé ont globalement diminué entre les campagnes de septembre et d'octobre 2022, pour revenir à ceux connus avant l'accident, avec parfois des niveaux de concentrations supérieures aux valeurs de référence de l'HER D mais équivalentes aux valeurs médianes 2020. Ainsi, les résultats suivants sont obtenus en octobre 2022 :

- pour le manganèse, des concentrations non perturbées sur les stations aval 1-A et 1-E au regard des données historiques récentes pré-accident (respectivement 0,98 et 0,86 fois la médiane 2020) et au regard de la référence de l'HER D (respectivement 0,6 et 0,52 fois). Sur la station KO-01, la concentration est perturbée au regard de la médiane 2020 (1,58 fois la médiane 2020) mais cela est potentiellement lié à des différences de limite de quantification et non-perturbée au regard de la référence de l'HER D (0,96 fois). Sur la station 3-B, la concentration est perturbée au regard de la médiane 2020 (3,82 fois la médiane 2020) et au regard de la référence de l'HER D (2,32 fois).

⁷ Des éléments d'analyse complémentaires sur les niveaux de variation entre les valeurs de septembre et d'octobre 2022 sont disponibles en annexes.

- pour les sulfates, des concentrations non ou peu perturbées sur l'ensemble des stations de la Kwé au regard de la médiane 2020 (valeurs allant de 1,25 à 0,91 fois la médiane 2020) et perturbées au regard de la référence de l'HER D (valeurs allant de 14,58 à 6,67 fois la valeur de référence).
- pour le magnésium, des concentrations non perturbées sur l'ensemble des stations de la Kwé au regard de la médiane 2020 (valeurs allant de 1,17 à 0,92 fois la médiane 2020) et perturbées sur les stations KO-01, 1-A, 1-E au regard de la référence de l'HER D (valeurs allant de 2,1 à 1,55 fois la valeur de référence). Pour la station 3-B, la concentration en magnésium est proche de la référence de l'HER D (1,16 fois la valeur de référence) ce qui s'explique probablement par un échantillonnage plus tardif de cette station, 11 jours après les autres, dans un contexte de diminution de l'influence de l'ASR.
- pour la conductivité, des concentrations non perturbées sur les stations KO-01, 1-A, 1-E de la Kwé au regard de la médiane 2020 (valeurs allant de 0,64 à 0,94 fois la médiane 2020) et au regard de la référence de l'HER D (valeurs allant de 1,2 à 0,84 fois la valeur de référence). Sur la station 3-B, la concentration est perturbée au regard de la médiane 2020 (1,44 fois la médiane 2020) et au regard de la référence de l'HER D (1,75 fois).
- pour le nickel, des concentrations perturbées sur l'ensemble des stations de la Kwé au regard de la médiane 2020 (valeurs allant de 1,62 à 1,21 fois la médiane 2020) et non perturbées au regard de la référence de l'HER D (valeurs allant de 1,01 à 0,76 fois la valeur de référence). Les potentielles perturbations au regard de la médiane 2020 sont questionnables dans la mesure où cet écart peut être lié à la granularité des données historiques qui sont arrondies à 5 µg/l près pour les concentrations de cet élément.

Les graphiques ci-après permettent de bien représenter les perturbations physicochimiques chroniques sur les quatre principaux paramètres traceurs de l'influence de l'ASR (manganèse, les sulfates, le magnésium et la conductivité) mesurés sur la période 2005 à 2020, sur les stations 3-B et 1-E.

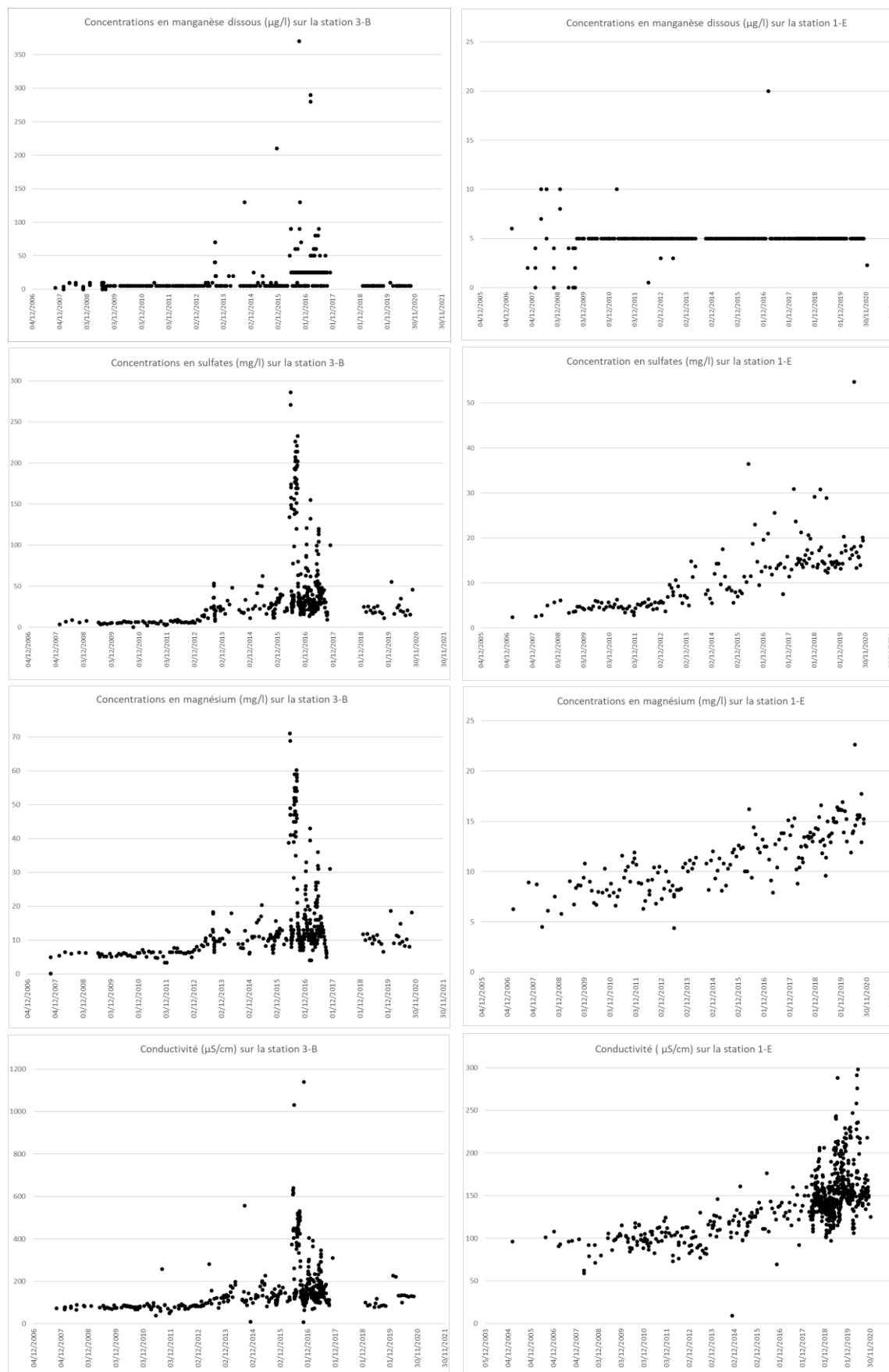


Figure 22 : les graphiques ci-dessus présentent les mesures physicochimiques effectuées sur les eaux superficielles des stations 3-B (gauche) et 1-E (droite) pour les paramètres manganèse dissous, sulfates, magnésium et conductivité sur la période 2005-2020.

Les graphiques montrent bien des perturbations physicochimiques à partir de 2012 pour le manganèse, les sulfates, le magnésium et la conductivité qui témoignent d'une influence grandissante de l'ASR sur la physicochimie de l'eau depuis 2012. Cette observation est rapportée depuis plusieurs années dans les synthèses annuelles des suivis environnementaux du Grand Sud produits par l'OEIL⁸.

Remarque : en octobre 2022, la station 3-B qui est plus directement exposée à l'influence de l'ASR affiche des niveaux de perturbation physicochimiques souvent inférieurs à ceux constatés sur la station KO-01 pourtant située un peu plus en aval et bénéficiant donc d'un effet de dilution. Cette observation est probablement expliquée par le décalage de 11 jours entre le prélèvement effectué sur la station 3-B (25/10/22) avec celui de la station KO-01 (14/10/2022). Ce différentiel témoigne d'une modification rapide de la physicochimie de l'eau en réponse aux mesures de gestion mise en œuvre par PRNC sur cette période (pompages supplémentaires).

Concernant les **paramètres chrome et chrome VI**, il est intéressant de constater que les concentrations sont plus importantes pour ces paramètres sur les stations 1-A et 1-E (cumulant l'influence de l'ensemble des activités minières et industrielles) que sur les stations de la branche Ouest de la rivière Kwé, 3 -B et KO-01 (sous influence de l'activité industrielle). Cela indique potentiellement l'impact des activités minières situées sur les branches Nord et Est. La concentration en chrome VI obtenue durant la campagne d'octobre 2022 sur la station 1-E est 1,45 fois supérieure à la médiane 2020 et à la référence de l'HER D. Le Chrome est décrit dans la littérature scientifique comme étant un marqueur des activités minière en Nouvelle-Calédonie (Juillot F *et al.* 2019 ; Gunkel-Grillon *et al.*, 2014).

III.4. Analyse globale des échantillons de diatomées

L'analyse des échantillons de diatomées a été réalisée en avril-mai 2023 par le bureau d'étude Artemis missionné par l'OEIL. Seuls les principaux résultats de l'analyse réalisée sont repris ci-après mais le rapport complet est disponible en annexes.

L'étude de ce compartiment a reposé sur l'exploitation des résultats obtenus pour les prélèvements effectués lors des campagnes de septembre et d'octobre 2022 commanditées par l'OEIL pour les stations 3-C sur la rivière Trou bleu et 3-B, 1-A, 4-M, 1-E sur la rivière Kwé. Ces informations ont été complétées par les résultats des prélèvements de diatomées commandités par PRNC et réalisés le 28/09/2022 pour les stations 3-B, 1-A, et 1-E sur la rivière Kwé. L'ensemble des données historiques disponibles sur les deux cours d'eau a été exploité pour étudier la réponse des communautés de diatomées benthiques à l'accident intervenu sur l'ASR. La majorité des données exploitées correspond à des informations acquises par l'OEIL.

Les données ont été extraites depuis l'application de bancarisation des données hydrobiologiques (Hydrobio) administrée par l'OEIL⁹.

Le tableau suivant donne le détail des informations relatives aux prélèvements de diatomées qui ont été exploitées.

⁸ Lien vers la synthèse 2019-2020 : <https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/30552>

⁹ Lien vers Hydrobio : <https://oeil.nc/fr/hydrobio>

Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie - OEIL

12 rue Tourville I 98800 Nouméa - Tél. : 23 69 69 – courriel : contact@oeil.nc - www.oeil.nc

Nom de la station	Cours d'eau	Date prélèvement	Commanditaire	Préleveur
3-B	Rivière Kwé	08/11/2019	CEIL	Ethyco
3-B	Rivière Kwé	28/09/2022	PRNC	Ethyco
3-B	Rivière Kwé	25/10/2022	CEIL	Ethyco
KO-01	Rivière Kwé	20/09/2022	CEIL	CEIL/JBS Env.
KO-01	Rivière Kwé	14/10/2022	CEIL	BioEko
1-A	Rivière Kwé	23/04/2013	CEIL	BioEko
1-A	Rivière Kwé	21/11/2013	CEIL	BioEko
1-A	Rivière Kwé	26/04/2014	CEIL	BioEko
1-A	Rivière Kwé	15/12/2020	CEIL	CEIL
1-A	Rivière Kwé	28/09/2022	PRNC	Ethyco
1-A	Rivière Kwé	14/10/2022	CEIL	BioEko
1-E	Rivière Kwé	08/11/2019	CEIL	Ethyco
1-E	Rivière Kwé	15/12/2020	CEIL	CEIL
1-E	Rivière Kwé	28/09/2022	PRNC	Ethyco
1-E	Rivière Kwé	06/10/2022	CEIL	BioEko
4-M	Rivière Kwé	08/11/2019	CEIL	Ethyco
4-M	Rivière Kwé	27/10/2022	CEIL	Ethyco
3-C	Rivière Trou bleu	08/11/2019	CEIL	Ethyco
3-C	Rivière Trou bleu	06/10/2022	CEIL	BioEko

Figure 23: Tableau présentant les informations exploitées pour l'analyse des diatomées. Les lignes en vert correspondent aux relevés effectués avant l'accident intervenu sur l'ASR.

Le détail des résultats obtenus pour les prélèvements effectués dans le cadre des campagnes de l'OEIL de septembre et octobre 2022 sont disponibles en annexes.

L'étude réalisée par Artemis conclut sur les éléments suivants :

« L'analyse des communautés de diatomées a permis de mettre en évidence un effet qui peut certainement être lié à l'accident au niveau de la station directement impactée **3B** par :

- disparition de taxons sensibles comparativement à la station de référence 3C,
- dominance de taxons résistants tels que *Eileencoxia guillauminii* et *Brachysira angusta*. Toutes deux sont des diatomées endémiques inféodées aux substrats ultramafiques, taxons « moins » vis-à-vis de l'IDNC,
- baisse drastique de la richesse taxonomique et diversité des peuplements entre 2019 et 2022,
- baisse de l'IDNC et passage de qualité bonne avant accident à mauvaise après accident,
- sélection de formes de grande taille sans doute moins sensibles à cause d'un rapport S/V [Surface sur Volume] plus petit comparativement à de petites espèces. »

Ces résultats semblent donc attester d'une perturbation potentielle en lien avec l'incident pour les communautés de diatomées sur la station 3-B située au plus proche de l'ASR. Des diminutions des indices de diversité et de qualité des communautés sont également enregistrées sur d'autres stations de la rivière Kwé après accident. Cependant, considérant que la station 4-M située hors influence de l'ASR est également concernée, l'effet de l'incident sur l'ASR ne semble pas en cause sur ces zones. A noter que comparativement aux stations de la rivière Kwé, les variables écologiques, et notamment l'IDNC (Indice Diatomique de Nouvelle-Calédonie), sur la station 3-C de la rivière Trou bleu restent relativement stables et témoignent d'une qualité écologique supérieure.

A noter enfin que la description des stations prélevées sur la période septembre-octobre 2022 sur la rivière Kwé mentionne une présence généralisée de fines latéritiques qui témoigne d'apports terrigènes

substantiels dans le cours d'eau. Cette pression sédimentaire corrobore les notes indicielles obtenues puisque ce sont essentiellement des métriques associées à la pression sédimentaire qui présentent des valeurs basses sur ce cours d'eau.

III.5. Informations issues des campagnes de PRNC

PRNC a effectué des mesures physicochimiques au mois de septembre 2022 avant l'intervention de l'OEIL. Ces informations sont étudiées dans cette partie du rapport.

En parallèle, l'exploitant a également commandité des inventaires des macro-invertébrés benthiques et des communautés de poissons et crustacés sur la rivière Kwé.

Ainsi, PRNC a fourni deux documents à l'OEIL :

- « Suivi de la qualité biologique de la rivière Kwé. Stations 1-A, 1-E et 3-B. Macrofaune benthique et diatomées. Campagne du 28/09/2022 »
- « Inventaires poissons et crustacés des stations KWO-10, KWO-20 et KWO-60 de la rivière Kwé Ouest des 22 et 23 septembre 2022 »

Une analyse de ces documents a été réalisée et les principaux résultats sont présentés.

III.5.1. Résultats des analyses physicochimiques menées par PRNC

Les informations suivantes ont tout d'abord été transmises au CCCE par PRNC, puis à l'Observatoire. Ce sont des mesures physicochimiques réalisées par PRNC sur la station 1-A située sous influence de l'ensemble des installations de PRNC présentes sur la Kwé, puisqu'elle se trouve à la confluence de la Kwé Ouest (sous influence de l'ASR/UPM), de la Kwé Nord (sous influence de l'UPM et de la mine) et de la Kwé Est (sous influence de la mine).

Les informations transmises correspondent aux paramètres conductivité, sulfates et manganèse. Nous n'avons pas connaissance de la date exacte de ces mesures qui d'après PRNC sont « *celles qui étaient rencontrées entre le 9 et le 13 septembre.* ». Nous ignorons s'il s'agit de mesures ponctuelles ou de métriques (moyenne, médiane, etc.) calculées à partir d'une série de valeurs. Nous avons considéré dans l'analyse qu'il s'agissait de mesures ponctuelles.

Il n'est pas précisé par PRNC (dans ses communiqués de presse ou courriels) la fraction mesurée (dissoute ou totale) pour les métaux. Nous avons considéré qu'il s'agissait de la fraction dissoute, étant donné qu'il s'agit de la fraction classiquement mesurée par PRNC dans le cadre du suivi des métaux dans les eaux douces.

Nom de la station	Paramètre	Unité	Valeur mesurée entre le 9 et 13 septembre 2022	Valeur de référence HER D (percentile 75)	Données historiques				
					Médiane 2020	Médiane	Valeur maximum	Période des données	Nombre de valeurs
1-A	Manganèse dissous	µg/l	3700	8,25	5	5,00	90,00	2007-2020	415
1-A	Sulfates	mg/l	300	2,4	18,9	15,30	60,60	2007-2020	402
1-A	Conductivité	µS/cm	900	116,25	154	134,00	391,00	2007-2020	1097

Figure 24 : tableau présentant les données physicochimiques communiquées par PRNC pour la période du 9 au 13 septembre 2022 sur la station 1-A ainsi que des éléments de comparaison basés sur la valeur de référence pour des cours d'eau hors influence dans la même région (HER D) et les données historiques sur la station 1-A.

Nom de la station	Paramètre	Unité	Rapport entre valeur mesurée et valeur de comparaison		
			Val. mesurée / réf. HER D	Val. Mesurée / médiane 2020	Val. Mesurée / val. max. historique
1-A	Manganèse dissous	µg/l	448,48	740,00	41,11
1-A	Sulfates	mg/l	125,00	15,87	4,95
1-A	Conductivité	µS/cm	7,74	5,84	2,30

Figure 25 : tableau présentant les rapports calculés entre les valeurs mesurées par PRNC et trois métriques de comparaison : les valeurs de référence de l'HER D, la médiane des données 2020, et la valeur maximum des données historiques sur la station 1-A.

Les tableaux ci-dessus permettent de comparer les valeurs mesurées « entre le 9 et le 13 septembre » sur la station 1-A, avec les données de suivi historiques sur cette même station sur la période 2007-2020 et la valeur de référence sur l'HER D. Il en ressort les résultats suivants :

- **manganèse** : la valeur mesurée est 41,11 fois plus élevée que la valeur maximum historique, 740 fois plus élevée que la valeur médiane 2020 et 448,48 fois plus élevée que la valeur de référence de l'HER D.
- **sulfates** : la valeur mesurée est 4,95 fois plus élevée que la valeur maximum historique, 15,87 fois plus élevée que la valeur médiane 2020 et 125 fois plus élevée que la valeur de référence de l'HER D.
- **conductivité** : la valeur mesurée est 2,3 fois plus élevée que la valeur maximum historique, 5,84 fois plus élevée que la valeur médiane 2020 et 7,74 fois plus élevée que la valeur de référence de l'HER D.

Remarque : L'OEIL effectue un important travail de bancarisation de l'ensemble des données de suivi de PRNC et rend accessible à tous depuis son site internet l'ensemble des données brutes et les rapports à travers différents outils ([geoportail](#), [centre de ressources numériques](#)).

III.5.2. Résultats des inventaires de macro-invertébrés benthiques

Trois stations de la rivière Kwé ont été concernées par les inventaires de macro-invertébrés commandités par PRNC. Les prélèvements se sont déroulés le 28/09/22 pour les stations 1-A, 1-E et 3-B.

La méthode de prélèvement mise en œuvre est conforme au guide méthodologique et technique de 2016 pour la mise en œuvre de l'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC)¹⁰ et l'Indice Bio-Sédimentaire (IBS)^{11,12}.

Les principaux résultats issus de l'étude sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Il donne pour chaque station :

¹⁰ L'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC) a été développé afin de détecter des pollutions organiques générées par les effluents domestiques, les élevages, etc

¹¹ L'Indice Bio Sédimentaire (IBS) a été développé afin de détecter des pollutions de type sédimentaire, notamment la pollution aux particules fines de sols latéritiques.

¹² 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.

Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie - OEIL

12 rue Tourville I 98800 Nouméa - Tél. : 23 69 69 – courriel : contact@oeil.nc - www.oeil.nc

- la valeur de chacune des 9 variables environnementales calculées à partir des prélèvements de macro-invertébrés obtenus lors de la mission (abondance, densité, richesse taxonomique, indice EPT, indice de Margalef, indice de Shannon, indice de Pielou, IBNC, IBS) ;
- ainsi qu'une mise en perspective des valeurs de ces 9 variables environnementales par rapport aux données historiques sur la période 2016-2022.

	Station 3-B		Station 1-A		Station 1-E	
	28/09/2022	Analyse de l'historique de 2016 à 2022	28/09/2022	Analyse de l'historique de 2016 à 2022	28/09/2022	Analyse de l'historique de 2016 à 2022
Abondance	159	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 111 < valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 11/11/20 - Valeur min. le 08/10/18	28	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 227 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 23/10/20 - Valeur min. le 28/09/22	69	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 98 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 23/10/20 - Valeur min. le 04/10/18
Densité (nbre d'ind/m²)	455	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 317 < valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 11/11/20 - Valeur min. le 08/10/18	80	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 649 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 23/10/20 - Valeur min. le 28/09/22	197	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 280 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 23/10/20 - Valeur min. le 04/10/18
Richesse taxonomique	9	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 17 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 11/11/20 - Valeur min. le 28/09/22	5	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 18 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 23/10/20 - Valeur min. le 28/09/22	12	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 14,5 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 09/11/21 - Valeur min. le 28/09/22 & 04/10/18
Indice EPT (nbre taxons)	2	-Tendance d'évolution stable - Valeur médiane 2016-2021, 7 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 24/10/19 - Valeur min. le 28/09/22	2	-Tendance d'évolution stable - Valeur médiane 2016-2021, 7,5 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 23/10/20 - Valeur min. le 28/09/22	2	-Tendance d'évolution stable - Valeur médiane 2016-2021, 6,5 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 24/10/19 & 23/10/20 - Valeur min. le 28/09/22
Indice de Margalef	1,58	-Tendance d'évolution stable - Valeur médiane 2016-2021, 3,89 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 24/10/19 - Valeur min. le 28/09/22	1,2	-Tendance d'évolution stable - Valeur médiane 2016-2021, 3,09 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 23/10/20 - Valeur min. le 28/09/22	2,6	-Tendance d'évolution stable - Valeur médiane 2016-2021, 3,14 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 09/11/21 - Valeur min. le 28/09/22
Indice de Shannon	0,94	-Tendance d'évolution stable - Valeur médiane 2016-2021, 2,38 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 21/10/16 - Valeur min. le 28/09/22	1,22	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 2,02 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 25/10/16 - Valeur min. le 28/09/22	2,04	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 2,17 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 24/10/16 - Valeur min. le 18/10/17
Equitabilité (Pielou)	0,43	-Tendance d'évolution stable - Valeur médiane 2016-2021, 0,78 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 21/10/16 - Valeur min. le 28/09/22	0,76	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 0,75 < valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 18/10/17 - Valeur min. le 23/10/19	0,82	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 0,74 < valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 24/10/16 - Valeur min. le 18/10/17
IBNC (2016)	4,78 -> Qualité passable	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 4,8 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 21/10/16 - Valeur min. le 10/11/21	3,6 -> Qualité mauvaise	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 4,65 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 18/10/17 - Valeur min. le 28/09/22	4,5 -> Qualité médiocre	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 4,63 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 09/11/21 - Valeur min. le 23/10/20
IBS (2016)	3,89 -> Qualité mauvaise	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 5,05 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 11/11/20 - Valeur min. le 28/09/22	4,2 -> Qualité mauvaise	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 5,07 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 23/10/19 - Valeur min. le 28/09/22	3,5 -> Qualité mauvaise	-Tendance d'évolution variable - Valeur médiane 2016-2021, 4,43 > valeur du 28/09/22 - Valeur max. le 24/10/19 - Valeur min. le 28/09/22

Figure 26 : Tableau synthétisant les informations obtenues pour chaque variable environnementale calculée. Le texte en rouge signale les cas où la valeur obtenue en 2022 est inférieure à la valeur médiane calculée sur la période 2016-2021 ou bien lorsque cette valeur est la plus faible observée sur la période 2016-2022.

L'analyse du tableau permet de constater que les relevés effectués la 28/09/22 sont particulièrement perturbés au regard des données historiques analysées mais également des indices de qualité IBNC (passable à mauvais) et IBS (mauvais).

Sur les 9 variables environnementales calculées, les relevés de septembre 2022 sont inférieurs à la valeur médiane 2016-2021 pour 7 à 8 variables selon les stations. Les valeurs de septembre 2022 constituent également les plus basses enregistrées sur la période 2016-2022 pour 4 à 8 variables selon les stations.

Les 4 variables les plus perturbées au regard de cette analyse sont la richesse spécifique, l'indice EPT, l'indice de Margalef et l'IBS. Pour les trois stations considérées, les valeurs de septembre 2022 de ces quatre variables sont inférieures à la valeur médiane 2016-2021 et constituent même les plus basses valeurs enregistrées sur la période 2016-2022.

Selon le bureau d'étude en charge de l'analyse des relevés, l'IBNC ne constitue pas vraiment une note d'indice pertinente pour l'analyse des perturbations dans la mesure où il n'y a pas de pollution organique. C'est donc l'IBS qui doit être pris en considération.

A noter que la mauvaise qualité des communautés de macro-invertébrés au regard de l'IBS peut être mise en parallèle du fort niveau de colmatage du milieu rapporté par le bureau d'étude avec 80 à 100% de recouvrement par des fines latéritiques sur les trois stations.

Selon l'appréciation du prestataire, cette pression sédimentaire accrue observée au niveau des 3 stations, qui serait à l'origine de la baisse marquée des différents indices de qualité et de diversité des communautés, est davantage à mettre en lien avec l'activité minière et les travaux en cours pour le projet LUCY qu'à un impact lié à l'incident sur l'ASR.

III.5.3. Résultats des inventaires de poissons et crustacés

Trois stations de la rivière Kwé ont été concernées par les inventaires de poissons et crustacés commandités par PRNC. Les prélèvements se sont déroulés les 22 et 23 septembre 2022 pour les stations KWO-10, KWO-20 et KWO-60. Toutes ces stations sont situées sur le bras Ouest de la rivière Kwé sous l'influence de l'ASR.

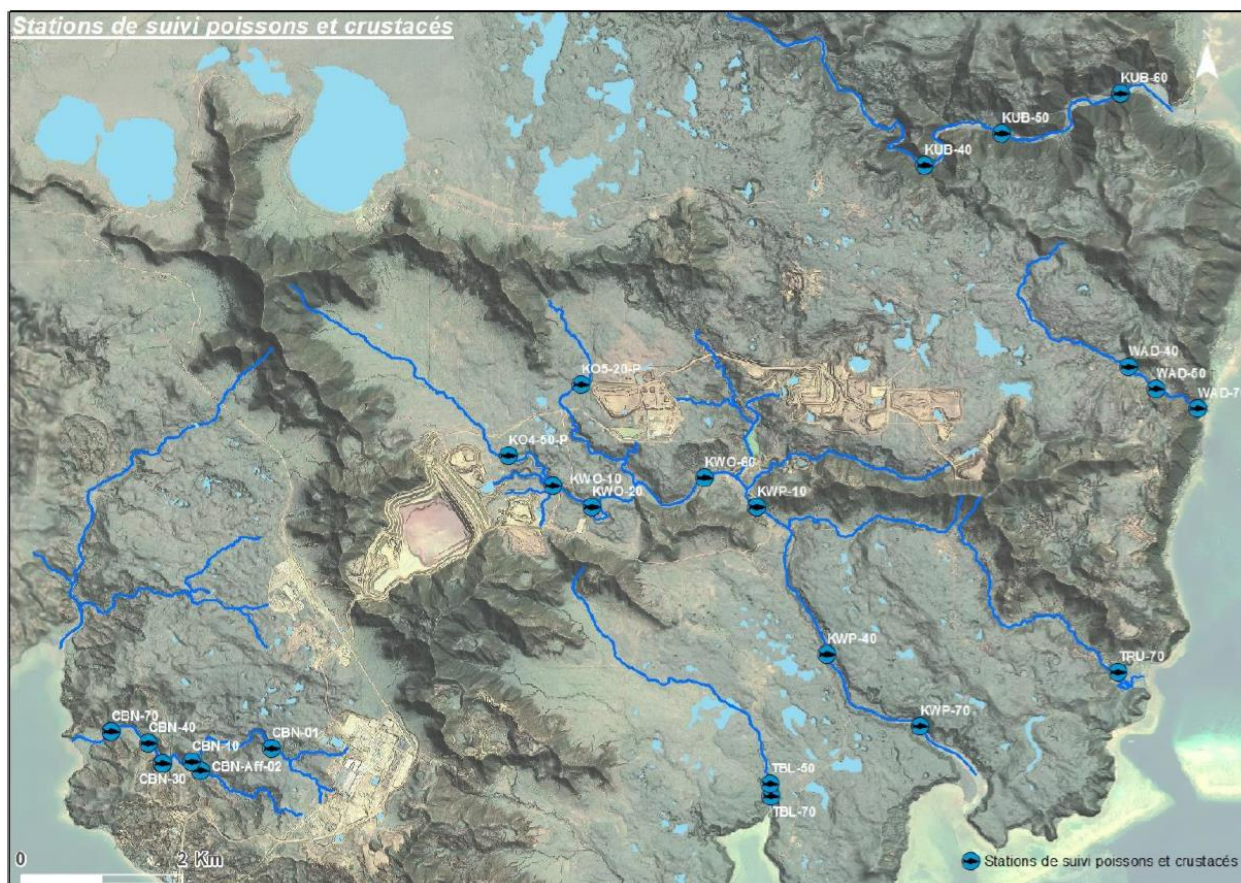


Figure 27 : carte présentant le positionnement des stations du réseau de suivi réglementaire de PRNC. (source : Vale NC 2020¹³).

Dans le cadre des suivis réglementaires mis en œuvre par PRNC, des suivis avaient été menés sur ces mêmes stations en juin 2022 avant le début de l'incident sur l'ASR. La méthode de prélèvement mise en œuvre en septembre 2022 est identique à celle de juin 2022 pour garantir la comparabilité des données. A noter que le protocole d'inventaire mis en œuvre ne se conforme pas au guide méthodologique et technique édité en 2018 pour la standardisation du suivi des peuplements par pêche électrique¹⁴.

Si le protocole des campagnes de juin et septembre était identique, il est toutefois signalé que les niveaux d'eau dans la rivière étaient supérieurs en septembre.

Les principaux résultats issus de l'étude sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Cette figure donne pour chaque station :

- la description du substrat ;
- la valeur des 3 variables environnementales déterminées/calculées pour les poissons et crustacés à partir des inventaires menés lors des missions de juin et septembre 2022 (tendance d'évolution des peuplements, abondance, richesse taxonomique).

¹³ Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2019 - Eaux douces de surface. Vale NC 2020. Lien vers le rapport : <https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/30425>

¹⁴ Bouchard J., Roset N. & T. Vigneron (2018). Standardisation du suivi par pêche électrique des peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie. Guide technique et méthodologique. AFB – OEIL, 44 p + annexes. Lien vers le guide : <https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29508>

Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie - OEIL

12 rue Tourville I 98800 Nouméa - Tél. : 23 69 69 – courriel : contact@oeil.nc - www.oeil.nc

		Station KWO-10		Station KWO-20		Station KWO-60	
		juin-22	sept-22	juin-22	sept-22	juin-22	sept-22
Description substrat de la station			"fort taux de recouvrement sédimentaire"		"fort taux de recouvrement sédimentaire"		"fort taux de recouvrement sédimentaire"
Poissons	Tendance des peuplements	"En dégradation"		"En dégradation"		non précisé	
	Abondance totale	18	22	6	11	8	6
	Richesse taxonomique	3	4	2	3	2	5
Crustacés	Abondance totale	82	68	51	21	134	38
	Richesse taxonomique	2	2	2	1	2	2

Figure 28 : Tableau synthétisant les informations obtenues lors de la campagne d'inventaire des poissons et crustacés commanditée par PRNC en juin et septembre 2022. Les cases grisées indiquent l'absence d'information dans le document étudié.

L'analyse des résultats montre que sur les variables d'abondance totale ou de richesse taxonomique, les données obtenues avant et après l'incident sur l'ASR (juin et septembre 2022, respectivement) sont globalement assez proches pour les poissons. Concernant les crustacés, la méthode d'inventaire employée ne permet pas de réaliser de suivi robuste sur l'abondance et les variations observées ne peuvent pas vraiment être interprétées. L'ensemble des relevés de juin et de septembre permette d'identifier la présence des deux mêmes espèces de crustacés, *Paratya bouvieri* et *Macrobrachium aemulum*, à l'exception de la station KWO-20 en septembre 2022 où seule une des deux espèces est présente.

Sur les stations au plus proche de l'ASR, KWO-10 et KWO-20, le bureau d'étude rapporte une tendance à la dégradation des habitats dans ces zones.

Globalement, les peuplements piscicoles de la rivières Kwé Ouest sont jugés comme faiblement diversifiés avec en cause un fort taux de recouvrement sédimentaire qui altère la qualité des habitats. Cette pression sédimentaire est toutefois antérieure à l'incident sur l'ASR et la comparaison des résultats entre les campagnes de juin et septembre 2022 amène le bureau d'étude à conclure à l'absence d'effet de l'incident sur l'ASR.

Chapitre IV - Synthèse des résultats

- **Observations visuelles du milieu récepteur**

Avec une apparence « normale », les cours d'eau de la Kwé, de la Trou bleu ainsi que la doline prospectée le 20 septembre 2022 n'ont révélé aucun signe visuel de perturbation.

- **Analyses physicochimiques des eaux superficielles**

Au regard des données historiques disponibles, cet épisode de perturbation physicochimique des eaux de la rivière Kwé est le plus intense jamais enregistré depuis que le complexe industriel et minier de PRNC fait l'objet d'un suivi (2005-2007). A titre de comparaison, la plus forte concentration en manganèse avait été mesurée sur la station 1-A (située à la convergence des bras Ouest, Nord et Est de la rivière) le 10/11/2014 à une valeur de 90 µg/l, alors que la concentration rapportée par PRNC entre le 09 et le 13 septembre 2022 sur cette même station était de 3700 µg/l, soit 448,5 fois la valeur de référence dans les cours d'eau de la région, 41 fois la valeur maximale précédemment enregistrée et 740 fois la médiane 2020.

Les analyses physicochimiques réalisées par l'OEIL en septembre 2022 ont révélé une perturbation sur la rivière Kwé liée à l'incident avec en particulier certains paramètres physicochimiques qui sont de bons

traceurs de l'influence des eaux de l'ASR : manganèse, les sulfates, le magnésium et la conductivité. Les plus forts niveaux de perturbation ont été enregistrés pour le manganèse sur la station la plus proche de l'ASR (station KO-01) en septembre 2022 (108,12 fois la médiane 2020 et 65,5 fois la valeur de référence de l'HER D). Les concentrations en nickel ont également été perturbées par l'incident en septembre 2022 (sur la station KO-01, 2,7 fois la médiane 2020 et 1,69 fois la valeur de référence de l'HER D).

Dans une moindre mesure, des perturbations ont été observées sur les concentrations en Chrome et Chrome VI des stations aval 1-A et 1-E qui sont plutôt associées aux activités de défrichement et d'excavation.

Quelques semaines plus tard, les prélèvements effectués en octobre 2022 ont montré une diminution rapide des concentrations sur l'ensemble des paramètres physicochimiques perturbés : la plus forte diminution a été observée sur la station KO-01 pour le manganèse passé de 540,6 µg/L à 8,25 µg/L. Globalement, pour les paramètres perturbés par l'incident, on note un retour à des concentrations équivalentes ou proches à celles mesurées avant l'incident mais qui restent perturbées sur certains paramètres au regard des valeurs des cours d'eau hors influence dans l'HER D. En effet, depuis 2014, l'OEIL informe régulièrement sur l'influence grandissante de l'ASR dont les eaux modifient la physicochimie du cours d'eau.

Le rétablissement d'une physicochimie comparable à celle connue avant l'incident est lié aux mesures de gestion mises en place par PRNC et ayant permis de limiter le rejet des eaux de l'ASR dans la rivière Kwé grâce à des moyens de pompage supplémentaires.

En dehors du bassin versant de la rivière Kwé, aucune perturbation physicochimique sur la rivière Trou Bleu ou bien de la doline située sur le même bassin versant (Kwé) n'a été relevée.

Les paramètres suivants n'ont pas montré de perturbation : zinc, plomb, cuivre, cadmium, cobalt, chlorures et hydrocarbures totaux. Une influence potentielle de l'ASR est cependant notée sur le calcium avec des concentrations supérieures à celles relevées dans la rivière Trou bleu (2,15 fois à 3,49 fois) et avec un gradient depuis la station 3-B (1,2 mg/l) jusqu'à l'aval sur la station 1-E (0,74 mg/l).

- ***Analyses biologiques***

Au-delà des perturbations que l'incident a engendré sur la physicochimie du cours d'eau, un effet potentiel a été observé sur la période septembre-octobre 2022 pour un compartiment de la biodiversité : les diatomées benthiques. Au regard des données historiques étudiées, des diminutions record de la diversité des communautés et des indices de qualité ont été enregistrées. C'est la station 3-B, la plus proche de l'ASR, qui présente un impact potentiel. Il convient toutefois de noter que les données disponibles restent très partielles compte tenu du fait que l'OEIL est resté le principal utilisateur de cet indice dans la mesure où son usage n'a pas été imposé dans le cadre des suivis réglementaires de PRNC. Sur la station 3-B, seule une mesure avant l'incident est disponible et remonte à l'année 2019. La portée des résultats obtenus doit donc être appréhendée avec prudence.

En parallèle, les inventaires des poissons et crustacés menés à la même période ne montrent pas d'impact particulier sur ces organismes. Une campagne menée en juin 2022 a permis de bénéficier d'une connaissance des assemblages d'espèces quelques semaines avant l'incident et la comparaison des variables environnementales obtenues avant et après l'incident en septembre 2022 ne montre aucune perturbation.

Au-delà de l'effet potentiel de l'incident sur l'ASR sur les peuplements biologiques, l'ensemble des suivis biologiques décrivent des habitats très colmatés par des fines latéritiques et les indices calculés sur la base des inventaires de diatomées et de macro-invertébrés qui présentent des scores mauvais à médiocre témoignent de perturbations d'origine sédimentaire. Au regard des données historiques, les scores indiciaires sont parmi les plus bas jamais observés. Cet impact sur les habitats est davantage à mettre en relation avec l'érosion accrue des sols sur le bassin versant. La cartographie des figures d'érosion 2018 en province Sud éditée par l'OEIL indique que le bassin versant drainé en amont de la station 1-E est exposé à l'érosion sur 22,8% de sa surface dont 16,9% sont d'origine minière (Desoutter et Bertaud 2022). Ainsi les grandes surfaces décapées, les activités d'exploitation minière en cours et de construction (projet LUCY pour l'assèchement des résidus) viennent très probablement amplifier l'érosion et les apports terrigènes vers le cours d'eau. Les concentrations perturbées en chrome et chrome VI, plus particulièrement observées dans le bras principal, viennent également souligner les apports terrigènes.

- **Mesures de gestion**

La première mesure de gestion de l'incident survenu au niveau de l'ASR a été le renforcement des capacités de pompage des eaux de drainages qui ont été acheminées vers l'unité de traitement des effluents avant rejet dans l'émissaire marin. Cette mesure a vraisemblablement permis de rétablir dès octobre 2022 l'état physicochimique du cours d'eau selon la composition connue avant incident.

Afin de traiter le problème, PRNC a présenté lors du CICS du 30/11/2022 les mesures additionnelles mises en œuvre. A court terme, la solution retenue est de colmater l'infiltration des eaux de l'ASR à l'aide de résidus solides et de différentes couches de liner et géomembrane. A moyen et long terme, les mesures évoquées consistent à conforter la berme à l'aide de résidus solides, en installant une barge de pompage pour déplacer contre la berme les résidus solides déjà présents dans le parc à résidus et en installant à proximité de la berme une nouvelle ligne de dépose des résidus solides.

- **Limites rencontrées dans le cadre de l'étude**

Parmi les limites rencontrées, l'étude a révélé les aspects suivants :

- Les limites de quantifications employées pour les suivis ayant alimenté la base de données historiques se sont avérées parfois trop hautes pour permettre une bonne analyse des niveaux de perturbation rencontrés (ex : calcium). De même les arrondis sur certaines valeurs ont limité nos capacités d'interprétation des résultats (ex : manganèse, nickel).
- trop peu de données sur les diatomées sont disponibles afin de produire des résultats solides sur les tendances d'évolution de compartiment biologique.
- l'OEIL n'a pas eu un accès direct à l'ensemble du cours d'eau de la rivière Kwé pour mener à bien ses campagnes ce qui a notamment entravé l'accès au champs d'influence proche de l'ASR.
- l'ensemble des données physicochimiques en la possession de l'industriel n'a pas été transmis à l'OEIL.
- le caractère indépendant de l'étude menée par l'OEIL est discutable dans la mesure où, une part conséquente des informations exploitées a été fournie par PRNC.
- il n'est pas possible de statuer sur la potentielle toxicité de tels épisodes de pollution pour la faune et la flore dans la mesure où le territoire ne dispose pas de seuils adaptés aux espèces locales.

Chapitre V - Recommandations et perspectives

A l'issue de cet incident et au regard des limites et difficultés rencontrées au cours de l'étude, l'OEIL émet les recommandations suivantes :

- Concernant l'accès aux informations par l'OEIL :

Il est nécessaire d'améliorer les flux d'information entre l'industriel, l'autorité de tutelle et l'OEIL permettant une communication à l'équipe technique, de toute information utile à l'établissement de son propre diagnostic, neutre et scientifique, de l'état de santé de la rivière afin de mener les missions statutaires de la structure.

Deux outils sont identifiés pour améliorer les flux d'information :

- l'existence de stations de suivi physicochimique en continu sur la rivière Kwé. La mise à disposition des informations collectées en temps réel sur le cours d'eau permettrait à l'OEIL de rester informé de la situation et d'assurer plus efficacement son rôle d'observation et d'information de ses membres.
- une procédure d'information des membres du CICS a été mise en place par l'industriel et la province Sud à la suite de l'incident.

De manière générale, il est également recommandé que l'Observatoire puisse mettre en œuvre, via la délivrance des autorisations d'accès par PRNC, toute méthode qui lui semble adaptée au suivi des milieux naturels sous influence des installations énergétiques, industrielles et minières de l'usine du Sud (ex : cheminement pédestre, survol drone, etc).

- En lien avec l'analyse des données

Les limites de quantifications employées dans le cadre des suivis réglementaires nécessiteraient d'être abaissées et la granularité des données soumises à des arrondies affinée pour certains paramètres (ex : nickel, manganèse, calcium). Cela permettrait de mener des analyses plus précises sur les données physicochimiques.

L'impact potentiel de cet incident sur la physicochimie des eaux souterraines n'a pas été décrit à ce stade. Une attention particulière devra donc être portée sur l'analyse des résultats du suivi physicochimique sur le réseau de piézomètres réglementaires et volontaires opéré par l'exploitant. Si les eaux souterraines ont été atteintes, il serait intéressant de déterminer le niveau de perturbation engendré, l'évolution spatio-temporelle du panache d'eau contaminée et son influence sur les eaux superficielles.

- En lien avec les suivis réglementaires de PRNC dans les cours d'eau

Les résultats obtenus sur les diatomées illustrent le potentiel intéressant de ces organismes pour réaliser des suivis biologiques complémentaires à ceux classiquement opérés sur les macro-invertébrés benthiques et les communautés de poissons et crustacés. Il est donc recommandé d'intégrer le suivi des diatomées au plan de suivi réglementaire des cours d'eau de PRNC. Une optimisation des déplacements des prestataires peut être effectuée dans la mesure où les prélèvements de diatomées peuvent être réalisés en même temps que ceux des macro-invertébrés benthiques. A noter que tous les outils sont

aujourd'hui mis à disposition pour la mise en œuvre d'une bio-indication basée sur l'étude de ces organismes (guide méthodologique, atlas d'identification des taxons indicels, outil de bancarisation).

- En lien avec les travaux de recherche et développement

L'impact potentiel de l'incident sur les diatomées de la station 3-B semble avoir entraîné une sélection des taxons les plus grands au détriment des plus petits. Il est recommandé d'explorer cette relation potentielle entre tailles des taxons et pollution et également l'impact des perturbations sur la reproduction des taxons. En effet, la reproduction sexuée de ces organismes peut se retrouver bloquée par des perturbations et la reproduction asexuée entraîne alors une diminution de la taille des générations suivantes.

Il n'est pas possible de statuer sur la potentielle toxicité de tels épisodes de pollution pour la faune et la flore et il convient de maintenir les efforts de recherche et d'acquisition de connaissances afin de déterminer des seuils d'écotoxicité qui soient adaptés aux organismes du territoire. En l'absence de tels outils, le maintien du suivi des communautés biologiques est essentiel.

Chapitre VI - Conclusions

Les missions post-incident menées sur la période du 20 septembre au 27 octobre 2022 ont permis à l'OEIL d'établir un diagnostic concernant les effets du rejet direct des eaux de drainage de l'ASR dans la rivière Kwé intervenu à partir du 18 août 2022.

Au terme de cette étude, les principaux résultats sont les suivants :

- au regard des données historiques disponibles, cet épisode de perturbation physicochimique des eaux de la rivière Kwé est le plus intense jamais enregistré depuis la mise en route du complexe industriel et minier de PRNC (2009-2010).
- le 20 septembre 2022, une perturbation conséquente de la physicochimie des eaux de surface de la rivière Kwé, pour les paramètres présents en surconcentration dans les résidus de l'ASR comme le manganèse ou les sulfates, était constatée.
- sur la période de septembre au 27 octobre 2022, une baisse significative des valeurs mesurées sur l'ensemble des paramètres perturbés a été constatée. Cette baisse conduit au rétablissement de l'état physicochimique de la rivière Kwé connu peu avant l'accident (données 2020). Les valeurs de certains paramètres restent néanmoins perturbées au regard du profil physicochimique connu dans les cours d'eau hors influence de la région. Cette perturbation résiduelle est causée notamment par une influence chronique et croissante des eaux de l'ASR depuis 2012. Cette observation est décrite par l'OEIL depuis 2014 dans les bilans environnementaux établis régulièrement.
- la baisse des valeurs des paramètres physicochimiques observées entre septembre et octobre 2022 témoigne de l'efficacité des mesures de gestion (pompages supplémentaires) mises en place par PRNC durant cette période.
- l'incident sur l'ASR a potentiellement eu un effet sur les communautés de diatomées situées à proximité immédiate de l'installation, sur la station 3-B. L'effet décrit est une disparition des taxons sensibles à la faveur de taxons résistants, une forte baisse de la diversité des peuplements associée

à une diminution des indices de qualité et une sélection des taxons de grandes tailles. Ce résultat est toutefois à prendre avec précaution dans la mesure où l'état pré-accident disponible sur ce site remonte à 2019 et ne concerne qu'un seul relevé. Concernant les macro-invertébrés benthiques et les poissons et crustacés du cours d'eau, aucun impact en lien avec l'incident n'est constaté.

Par ailleurs, les inventaires de tous les compartiments du vivant (poissons, crustacés, macro-invertébrés, diatomées) ont permis d'observer un niveau de colmatage important des habitats du cours d'eau par les dépôts sédimentaires, depuis les bras Ouest et Nord jusqu'à l'aval de la rivière. Ces observations traduisent des apports terrigènes importants dans le cours d'eau qui sont indépendants de l'incident sur l'ASR. L'emprise importante des surfaces défrichées pour la mise en place des installations minières et industrielles, les travaux de construction en cours et l'activité minière seraient vraisemblablement la principale origine de ces apports. La présence de concentrations perturbées en Chrome et Chrome VI sur les stations 1-A et 1-E situées en aval de la fosse minière témoigne probablement d'impacts de cette partie du site.

Concernant les diatomées et les macro-invertébrés, les résultats obtenus indiquent une qualité écologique parmi les plus basses enregistrées au regard des données historiques et ce en rapport avec des métriques de pression sédimentaire. De même, le prestataire en charges des suivis des communautés de poissons et crustacés évoque des habitats en dégradation au regard de l'altération par colmatage sédimentaire.

- globalement un gradient des perturbations physicochimiques et biologiques causées par l'ASR est constaté, depuis la proximité immédiate de l'installation où les perturbations sont les plus fortes jusqu'à la zone aval où les perturbations enregistrées sont moindres. En cause, l'effet de dilution qui s'opère depuis la tête du bassin versant jusqu'à son exutoire.
- aucune perturbation liée à l'incident sur l'ASR n'a été relevé sur la rivière Trou Bleu et une doline située sur le bassin versant de la Kwé.

Chapitre VII - Bibliographie

Bargier N, Dominique Y, Humbert JF, Parpet JF, Lacroix G, Jeanpert J, Genthon P. 2017. Diagnose des dolines de Nouvelle-Calédonie. Rapport scientifique final. CNRT « Nickel et son environnement ». 109 p

Desoutter L, Bertaud A. 2022. Bilan technique 2019-2020 : Synthèse annuelle des résultats des suivis environnementaux du Grand Sud (années 2019 et 2020). Rapport de l'OEIL. 365 pages.

Eleotris consultant. 2022. Inventaires poissons et crustacés des stations KWO-10, KWO-20 et KWO-60 de la rivière Kwé Ouest des 22 et 23 septembre 2022. Rapport de mission. PRNC

Guillemot N, Dominique Y. 2020. Seuils indicateurs pour la surveillance des paramètres physico-chimiques dans les eaux douces superficielles du Grand Sud - Phase 2 : Finalisation de l'approche analytique et implication des futurs utilisateurs, calcul et présentation des gammes de référence, recommandations. Rapport OEIL, 59 pages.

Gunkel-Grillon P, Laporte-Magoni C, Le Mestre M, Bazire N. 2014. Toxic chromium release from nickel mining sediments in surface waters, New Caledonia. Environmental Chemistry Letters, 12, N°4, 511-516.

Juillot F et coll. 2019. Rapport scientifique final. Programme « Dynamique des métaux de la mine au lagon ». CNRT « Nickel & son environnement ». 202 pages.

Marquié J, Lefrançois E, Boutry S, Coste M, Delmas F, Bertaud A. 2022. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomique de Nouvelle-Calédonie (IDNC). Éditeur : OEIL. Version du 15/03/2019, 51 pages + Annexes.

Mary N, ETHYC'O. 2017. Acquisition de données sur un réseau de stations de référence en milieu dulçaquicole : physicochimie et macroinvertébrés benthiques. Rapport de mission. OEIL. 71p.

Mary N, Gassiole G. 2022. Suivi de la qualité biologique de la rivière Kwé. Stations 1-A, 1-E et 3-B. Macrofaune benthique et diatomées. Campagne du 28/09/2022. Rapport de mission. PRNC

Peres F, Artemis. 2023. Etude du peuplement de diatomées de la Kwé avant et après l'accident de septembre 2022. Rapport d'expertise. Rapport de l'OEIL.

Touron-Poncet H. 2016. Acquisition de données sur un réseau de stations de référence en milieu dulçaquicole. Rapport de mission. OEIL. 21p.

Chapitre VIII - Annexes

VIII.1. Communiqués de presse



Communiqué de Presse

Mercredi 14 septembre 2022

Gestion des eaux sur la zone KO2 :

PRONY RESOURCES redimensionne son installation de pompage

Le Grand Sud a connu des épisodes de fortes pluies qui ont fortement augmenté le débit des ruissellements au pied du bassin KO2 : plus de 500mm en août sur la pépinière de Goro, portant le total cumulé pour les 12 derniers mois à 4.5m contre 2,8m/an habituellement.

Pendant cette période, nous avons constaté une augmentation de la conductivité et du débit dans un secteur du réseau de drainage. Son fonctionnement normal est notamment de permettre l'écoulement des eaux de pluie et ainsi d'éviter toute pression excessive sur la structure.

Le dispositif de pompage a provisoirement été saturé et entraîné une augmentation de la teneur en magnésium, sulfate, et manganèse dans les eaux de ruissellement en aval du bassin KO2 en direction de la rivière KWE.

Prony Resources a donc dû remplacer le dispositif de pompage. Sa capacité a été multipliée par 4 pour faire face à ce genre de situation.

Une campagne de comptage et de contrôle de la faune et de la flore aquatique sera spécialement réalisée pour vérifier l'absence d'impact de l'incident.

La sécurité du barrage n'est pas remise en cause.

Contact Presse

Adélie Ballande



Info presse

Vendredi 16 septembre 2022

POINT DE SITUATION : Gestion des eaux sur la zone KO2 :

PRONY RESOURCES revient progressivement à une situation normale

Pour faire suite à la situation relative à la gestion des eaux sur la zone KO2, PRONY RESOURCES tenait à faire part des avancées et observations suivantes :

- Comme déjà indiqué, suite à l'augmentation constatée de débit et de conductivité dans un secteur du réseau de drainage, la capacité du dispositif de pompage situé en aval des drains a été augmentée suffisamment pour contrôler tout écoulement extérieur. Les travaux se poursuivent pour fiabiliser dans le temps ce système de pompage.
- La conductivité et les concentrations des éléments magnésium, sulfates et manganèse au niveau de la station d'échantillonnage ont fortement diminué pour revenir à des niveaux habituellement mesurés. Les concentrations mesurées en sortie de site pendant l'évènement dans la rivière KWE se situaient bien en dessous des seuils de toxicité aigus (recommandés sur une courte durée).
- Il n'a pas été observé de perturbations sur la faune et la flore le long de la rivière KWE. Une campagne de comptage et de contrôle de la faune et de la flore aquatique sera spécialement réalisée au cours de la semaine prochaine pour vérifier l'absence d'impact de l'incident.
- Les équipes Géosciences de Prony Resources continuent de travailler à des méthodes pour rechercher la provenance de cette arrivée d'eau de drainage. L'incident ne remet pas en cause l'intégrité du barrage, comme cela a pu être vérifié auprès de notre « Engineer of Records », expert externe en charge du suivi du barrage.
- Bien entendu, la surveillance tant du pompage que de l'ensemble du barrage a été renforcée. La situation est suivie en relation étroite avec la DIMENC, et en transparence avec le CCCE.
- Prony Resources a informé ses parties prenantes selon son Plan d'Action en Réponse à un Incident de ce type, de façon directe et transparente. Des visites ont été également organisées pour montrer les dispositifs mis en place.



Info presse

Le 23 septembre

La qualité des eaux de la rivière Kwé revenue aux valeurs habituelles

Tous les écoulements issus des drains de pied du barrage restent contrôlés et renvoyés dans le système de traitement des eaux de l'Usine.

La qualité des eaux de la rivière Kwé est revenue aux valeurs habituelles.

Les 22 et 23 septembre, le bureau d'étude Ecotone a réalisé un inventaire des poissons et crustacés au niveau de trois stations de la Kwé Ouest qui font partie du plan de suivi réglementaire de PRNC. D'après les premiers résultats, le nombre et la diversité des espèces sont proches de ceux observés au mois de juin/juillet 2022. Une comparaison plus fine des résultats sera disponible en début de semaine prochaine.

Dans le cadre des nombreuses études effectuées pour comprendre l'origine de ces écoulements, des essais de traçage à la fluorescéine, permettant de repérer les flux d'eau avec un colorant vert inoffensif pour l'environnement, sera réalisée à partir du 24 septembre sur la zone de KO2.

Nous continuerons à vous tenir informés.

COMMUNIQUÉ DE PRESSE

PROVINCE SUD



16 septembre 2022

La province Sud a été informée par Prony Resources d'une saturation du dispositif de pompage sur une section du réseau de drainage de la berme du parc à résidus de la Kwé Ouest due aux fortes pluies.

La province Sud suit cet incident avec attention. Si des déversements dans le milieu ont pu avoir lieu à cette occasion, ils l'ont été de manière brève et sans dépassement des seuils de toxicité aiguë à l'aval immédiat de l'installation, excepté toutefois pour le nickel (0.7 mg/l contre 0,5 mg/l).

A ce stade, il peut être confirmé d'une part, la stabilité de la berme et d'autre part, que la totalité des eaux de drainage sont dorénavant pompées pour traitement. Aucun rejet de polluant n'est constaté directement dans le milieu naturel.

Des investigations à l'aval sont cependant exigées auprès de l'industriel pour s'assurer de l'absence d'impact dans la rivière.

Les opérations visant à préciser l'origine de cet incident sont toujours en cours et sont suivies avec attention par la province Sud qui veillera auprès de l'industriel à un strict respect de ses obligations.

VIII.2. Bulletins d'analyses

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur	: MR JEAN BAPTISTE SAVE	Echantillon prélevé par	: JEAN-BAPTISTE SAVE
N° d'enregistrement	: 2204445	Date de prélèvement	: 20/09/22 à 11:40
Nature du prélèvement	: EAU DEST. CONSOM. HUMAINE	Date d'arrivée au laboratoire	: 20/09/22 à 15:50
Lieu du prélèvement	: TB1	Date début d'analyse	: 20/09/22
		Date de validation	: 18/10/22
Type du prélèvement	: EAU SUPERFICIELLE	Température du contenant	: 4,4°C
Niveau du prélèvement	: RESSOURCE		

Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de qualité(*)	Référence de qualité(***)	Limite de Quantification
---------------------	-----------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------------

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Chlorures (2).....	10,1	mg/l en Cl	200,0	0,4
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)				
Conductivité (2).....	75,8	µS/cm		4,0
(Méthode d'analyse : NF EN 27888)				
Magnésium (2).....	5,1	mg/l en Mg		0,5
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 14911)				
Sulfates (2).....	2,0	mg/l en SO4	250,0	0,4
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)				
Température de mesure de la conductivité..	17,5	°C		0,1
(Méthode d'analyse : CORRECTION MATHÉMATIQUE)				
Zinc dissous.....	< 0,010	mg/l en Zn		0,010
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				

PARAMETRES INDESIRABLES

Cuivre dissous.....	< 0,001	mg/l en Cu		0,001
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				
Manganèse dissous.....	1,6	µg/l en Mn		0,5
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				

PARAMETRES TOXIQUES

Cadmium dissous.....	< 0,1	µg/l en Cd		0,1
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				
Cobalt dissous.....	0,1	µg/l en Co		0,1
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				
Chrome dissous.....	1,7	µg/l en Cr		0,5
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				
Chrome VI.....	1,1	µg/l en Cr VI		1,0
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 23913)				
Nickel dissous.....	7,8	µg/l en Ni		0,5
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				

	Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de qualité(*)	Référence de qualité(***)	Limite de Quantification
Plomb dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	< 0,2	µg/l en Pb			0,2

PARAMETRES HYDROCARBURES

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (1)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 9377-2)	< 0,10	mg/l			0,10
---	--------	------	--	--	------

(*) *Limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine).JORF*

(1) *Paramètre sous-traité*

(2) *Paramètre couvert par l'accréditation*

COMMENTAIRES :

Paramètres analysés conformes à la réglementation NE

La concentration en chlorures est inférieure à la limite de qualité fixée à 200 mg/l en Cl.

La concentration en sulfates est inférieure à la limite de qualité fixée à 250 mg/l en SO₄.

Les résultats ne se rapportent qu'à l'échantillon analysé.

- Le rapport d'analyses ne doit être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

- Toutes les informations techniques relatives aux analyses sont disponibles auprès du laboratoire. Nous tenons à vous préciser, que les éventuelles déclarations de conformité aux spécifications réglementaires ou client, ne tiendront pas explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.

- 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.

- Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre. Leur masse est comprise entre 0,0850g et 0,170g.

Il est interdit d'utiliser la marque d'accréditation COFRAC, en dehors de la reproduction intégrale du rapport d'analyses.

Le laboratoire de la CDE n'est pas responsable de toutes informations fournies par le client et pouvant affecter la validité des résultats.

La mesure de la température du contenant est réalisée par le laboratoire à la réception de l'échantillon.

Nouméa, le 18 Octobre 2022



La Responsable des Laboratoires
VANESSA LAVIGNE

EN/CAN/13

Indice de révision : a

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur	: MR JEAN BAPTISTE SAVE	Echantillon prélevé par	: JEAN-BAPTISTE SAVE
N° d'enregistrement	: 2204448	Date de prélèvement	: 20/09/22 à 13:30
Nature du prélèvement	: EAU DEST. CONSOM. HUMAINE	Date d'arrivée au laboratoire	: 20/09/22 à 15:50
Lieu du prélèvement	: D1	Date début d'analyse	: 20/09/22
		Date de validation	: 22/09/22
Type du prélèvement	: EAU SUPERFICIELLE	Température du contenant	: 4,4°C
Niveau du prélèvement	: RESSOURCE		

Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de qualité(*)	Référence de qualité(***)	Limite de Quantification
---------------------	-----------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------------

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Chlorures (2).....	9,6	mg/l en Cl	200,0	0,4
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)				
Conductivité (2).....	47,0	µS/cm		4,0
(Méthode d'analyse : NF EN 27888)				
Magnésium (2).....	2,1	mg/l en Mg		0,5
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 14911)				
Sulfates (2).....	1,5	mg/l en SO4	250,0	0,4
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)				
Température de mesure de la conductivité..	17,4	°C		0,1
(Méthode d'analyse : CORRECTION MATHÉMATIQUE)				
Zinc dissous.....	0,010	mg/l en Zn		0,010
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				

PARAMETRES INDESIRABLES

Cuivre dissous.....	< 0,001	mg/l en Cu		0,001
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				
Manganèse dissous.....	4,7	µg/l en Mn		0,5
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				

PARAMETRES TOXIQUES

Cadmium dissous.....	< 0,1	µg/l en Cd		0,1
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				
Cobalt dissous.....	0,4	µg/l en Co		0,1
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				
Chrome dissous.....	0,6	µg/l en Cr		0,5
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				
Chrome VI.....	< 1,0	µg/l en Cr VI		1,0
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 23913)				
Nickel dissous.....	21,4	µg/l en Ni		0,5
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)				

	Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de qualité(*)	Référence de qualité(***)	Limite de Quantification
Plomb dissous.....	< 0,2	µg/l en Pb			0,2
(Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)					

(*) *Limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine).JORF*

(2) *Paramètre couvert par l'accréditation*

COMMENTAIRES :

Paramètres analysés conformes à la réglementation NE

La concentration en chlorures est inférieure à la limite de qualité fixée à 200 mg/l en Cl.
La concentration en sulfates est inférieure à la limite de qualité fixée à 250 mg/l en SO₄.

Les résultats ne se rapportent qu'à l'échantillon analysé.

- Le rapport d'analyses ne doit être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
 - Toutes les informations techniques relatives aux analyses sont disponibles auprès du laboratoire. Nous tenons à vous préciser, que les éventuelles déclarations de conformité aux spécifications réglementaires ou client, ne tiendront pas explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
 - 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.
 - Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre. Leur masse est comprise entre 0,0850g et 0,170g.
- Il est interdit d'utiliser la marque d'accréditation COFRAC, en dehors de la reproduction intégrale du rapport d'analyses.
Le laboratoire de la CDE n'est pas responsable de toutes informations fournies par le client et pouvant affecter la validité des résultats.
La mesure de la température du contenant est réalisée par le laboratoire à la réception de l'échantillon.

Nouméa, le 22 Septembre 2022



La Responsable des Laboratoires
VANESSA LAVIGNE

EN/CAN/13

Indice de révision : a

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur	: MR JEAN BAPTISTE SAVE	Echantillon prélevé par	: JEAN-BAPTISTE SAVE
N° d'enregistrement	: 2204447	Date de prélèvement	: 20/09/22 à 10:30
Nature du prélèvement	: EAU DEST. CONSOM. HUMAINE	Date d'arrivée au laboratoire	: 20/09/22 à 15:50
Lieu du prélèvement	: K1	Date début d'analyse	: 20/09/22
		Date de validation	: 17/10/22
Type du prélèvement	: EAU SUPERFICIELLE	Température du contenant	: 4,4°C
Niveau du prélèvement	: RESSOURCE		

Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de qualité(*)	Référence de qualité(***)	Limite de Quantification
---------------------	-----------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------------

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Chlorures (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)	10,5	mg/l en Cl	200,0	0,4
Conductivité (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN 27888)	234,6	µS/cm		4,0
Magnésium (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 14911)	21,6	mg/l en Mg		0,5
Sulfates (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)	65,3	mg/l en SO4	250,0	0,4
Température de mesure de la conductivité.. (Méthode d'analyse : CORRECTION MATHÉMATIQUE)	17,4	°C		0,1
Zinc dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	0,010	mg/l en Zn		0,010

PARAMETRES INDESIRABLES

Cuivre dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	0,001	mg/l en Cu		0,001
Manganèse dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	540,6	µg/l en Mn		0,5

PARAMETRES TOXIQUES

Cadmium dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	< 0,1	µg/l en Cd		0,1
Cobalt dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	0,7	µg/l en Co		0,1
Chrome dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	8,3	µg/l en Cr		0,5
Chrome VI..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 23913)	8,1	µg/l en Cr VI		1,0
Nickel dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	27,0	µg/l en Ni		0,5

	Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de qualité(*)	Référence de qualité(***)	Limite de Quantification
Plomb dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	< 0,2	µg/l en Pb			0,2

PARAMETRES HYDROCARBURES

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (1)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 9377-2)	< 0,10	mg/l			0,10
---	--------	------	--	--	------

(*) *Limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine).JORF*

(1) *Paramètre sous-traité*

(2) *Paramètre couvert par l'accréditation*

COMMENTAIRES :

Paramètres analysés conformes à la réglementation NE

La concentration en chlorures est inférieure à la limite de qualité fixée à 200 mg/l en Cl.

La concentration en sulfates est inférieure à la limite de qualité fixée à 250 mg/l en SO4.

Les résultats ne se rapportent qu'à l'échantillon analysé.

- Le rapport d'analyses ne doit être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

- Toutes les informations techniques relatives aux analyses sont disponibles auprès du laboratoire. Nous tenons à vous préciser, que les éventuelles déclarations de conformité aux spécifications réglementaires ou client, ne tiendront pas explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.

- 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.

- Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre. Leur masse est comprise entre 0,0850g et 0,170g.

Il est interdit d'utiliser la marque d'accréditation COFRAC, en dehors de la reproduction intégrale du rapport d'analyses.

Le laboratoire de la CDE n'est pas responsable de toutes informations fournies par le client et pouvant affecter la validité des résultats.

La mesure de la température du contenant est réalisée par le laboratoire à la réception de l'échantillon.

Nouméa, le 17 Octobre 2022



La Responsable des Laboratoires
VANESSA LAVIGNE

EN/CAN/13

Indice de révision : a

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur	: MR JEAN BAPTISTE SAVE	Echantillon prélevé par	: JEAN-BAPTISTE SAVE
N° d'enregistrement	: 2204446	Date de prélèvement	: 20/09/22 à 12:20
Nature du prélèvement	: EAU DEST. CONSOM. HUMAINE	Date d'arrivée au laboratoire	: 20/09/22 à 15:50
Lieu du prélèvement	: K2	Date début d'analyse	: 20/09/22
		Date de validation	: 17/10/22
Type du prélèvement	: EAU SUPERFICIELLE	Température du contenant	: 4,4°C
Niveau du prélèvement	: RESSOURCE		

Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de qualité(*)	Référence de qualité(***)	Limite de Quantification
---------------------	-----------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------------

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Chlorures (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)	9,6	mg/l en Cl	200,0	0,4
Conductivité (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN 27888)	152,6	µS/cm		4,0
Magnésium (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 14911)	13,2	mg/l en Mg		0,5
Sulfates (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)	26,4	mg/l en SO4	250,0	0,4
Température de mesure de la conductivité.. (Méthode d'analyse : CORRECTION MATHÉMATIQUE)	17,4	°C		0,1
Zinc dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	< 0,010	mg/l en Zn		0,010

PARAMETRES INDESIRABLES

Cuivre dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	0,001	mg/l en Cu		0,001
Manganèse dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	44,8	µg/l en Mn		0,5

PARAMETRES TOXIQUES

Cadmium dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	< 0,1	µg/l en Cd		0,1
Cobalt dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	0,4	µg/l en Co		0,1
Chrome dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	17,4	µg/l en Cr		0,5
Chrome VI..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 23913)	17,8	µg/l en Cr VI		1,0
Nickel dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	17,2	µg/l en Ni		0,5

	Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de qualité(*)	Référence de qualité(***)	Limite de Quantification
Plomb dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	< 0,2	µg/l en Pb			0,2

PARAMETRES HYDROCARBURES

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (1)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 9377-2)	< 0,10	mg/l			0,10
---	--------	------	--	--	------

(*) *Limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine).JORF*

(1) *Paramètre sous-traité*

(2) *Paramètre couvert par l'accréditation*

COMMENTAIRES :

Paramètres analysés conformes à la réglementation NE

La concentration en chlorures est inférieure à la limite de qualité fixée à 200 mg/l en Cl.

La concentration en sulfates est inférieure à la limite de qualité fixée à 250 mg/l en SO₄.

Les résultats ne se rapportent qu'à l'échantillon analysé.

- Le rapport d'analyses ne doit être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

- Toutes les informations techniques relatives aux analyses sont disponibles auprès du laboratoire. Nous tenons à vous préciser, que les éventuelles déclarations de conformité aux spécifications réglementaires ou client, ne tiendront pas explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.

- 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.

- Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre. Leur masse est comprise entre 0,0850g et 0,170g.

Il est interdit d'utiliser la marque d'accréditation COFRAC, en dehors de la reproduction intégrale du rapport d'analyses.

Le laboratoire de la CDE n'est pas responsable de toutes informations fournies par le client et pouvant affecter la validité des résultats.

La mesure de la température du contenant est réalisée par le laboratoire à la réception de l'échantillon.

Nouméa, le 17 Octobre 2022



La Responsable des Laboratoires
VANESSA LAVIGNE

EN/CAN/13

Indice de révision : a

LABORATOIRE D'ANALYSES DES EAUX ET D'ENVIRONNEMENT

Agréé par la Province Nord : Arrêté 64/96 du 20 août 1996.

Agréé par la Province des Iles : Arrêté n° 2002-479/PR du 12 septembre 2002.

RAPPORT D'ANALYSES

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-dessous les résultats des analyses demandées.

Demandeur	: ETHYCO	Echantillon prélevé par	: Nathalie MARY / ETHYCO
N° d'enregistrement	: 2204963	Date de prélèvement	: 25/10/22 à 13:30
Nature du prélèvement	: EAU DE SURFACE	Date d'arrivée au laboratoire	: 26/10/22 à 9:10
Lieu du prélèvement	: STATION 3-B	Date début d'analyse	: 26/10/22
Type du prélèvement	: AUTRE	Date de validation	: 17/11/22
Niveau du prélèvement	: AUTRE	Température du contenant	: 2,0°C

Valeurs mesurées	Unité mesure	Limite de Quantification
---------------------	-----------------	-----------------------------

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Calcium (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 14911)	1,2	mg/l en Ca	0,5
Chlorures (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)	11,1	mg/l en Cl	0,4
Magnésium (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 14911)	10,1	mg/l en Mg	0,5
Sulfates (2)..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 10304-1)	23,6	mg/l en SO4	0,4

PARAMETRES INDÉSIRABLES

Fer dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	24	µg/l en Fe	3
Manganèse dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	19,1	µg/l en Mn	0,5

PARAMETRES TOXIQUES

Cobalt dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	0,3	µg/l en Co	0,1
Chrome dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	5,2	µg/l en Cr	0,5
Chrome VI dissous..... (Méthode d'analyse : SPECTROM. D'ABS. MOLEC.)	< 5	µg/l en Cr VI	5
Nickel dissous..... (Méthode d'analyse : NF EN ISO 17294-2)	16,2	µg/l en Ni	0,5

(2) Paramètre couvert par l'accréditation

COMMENTAIRES :

Les résultats ne se rapportent qu'à l'échantillon analysé.

- Le rapport d'analyses ne doit être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
- Toutes les informations techniques relatives aux analyses sont disponibles auprès du laboratoire. Nous tenons à vous préciser, que les éventuelles déclarations de conformité aux spécifications réglementaires ou client, ne tiendront pas explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.
- 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.
- Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre. Leur masse est comprise entre 0,0850g et 0,170g.

Il est interdit d'utiliser la marque d'accréditation COFRAC, en dehors de la reproduction intégrale du rapport d'analyses.

Le laboratoire de la CDE n'est pas responsable de toutes informations fournies par le client et pouvant affecter la validité des résultats.

La mesure de la température du contenant est réalisée par le laboratoire à la réception de l'échantillon.

Nouméa, le 17 Novembre 2022



La Responsable des Laboratoires
VANESSA LAVIGNE

EN/CAN/13

Indice de révision : a



« Chimie de l'environnement et
Modélisation hydrodynamique »



RAPPORT D'ANALYSES

AEL / LEA
BP A5
Nouméa 98848
Nouvelle Calédonie

Téléphone: (+687) 26.08.19
Fax: (+687) 28.33.98
Mob: (+687) 76.84.30
Email: notification@ael-environnement.nc
Web: www.ael-environnement.nc

Numéro de devis :	610-BIO-22-A-v1.1	Nombre de pages :	1
Client	BIOEKO	Date d'émission :	20/06/2023
Contact principal :	Yannick DOMINIQUE	Préleveur :	AEL

Réf. AEL : 239

Type échantillon/s	Eau douce
Nombre d'échantillons	4
Réception des échantillons	14/10/22
Remarque :	-

Référence AEL						D239-E-001	D239-E-002	D239-E-003	D239-E-004
Référence CLIENT						KO-01	1-A	1-E	3-C
Oligo-éléments - Micropolluants minéraux	Matrice	Méthode	Norme	Unité	LQ	Résultat	Résultat	Résultat	Résultat
Calcium (Ca) dissous	Eau douce	ICP/AES	NF EN ISO 11885	µg/L	50,0	1 070	802	740	344
Cobalt (Co) dissous	Eau douce	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	µg/L	0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Chrome (Cr) dissous	Eau douce	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	µg/L	0,500	6,54	13,2	14,5	2,14
Chrome hexavalent (Cr6+) dissous	Eau douce	SPECTROPHOTOMETRIE	Méthode interne	µg/L	10,0	<10,0	12,6	15,0	<10,0
Fer (Fe) dissous	Eau douce	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	µg/L	2,00	10,8	12,7	15,0	32,1
Magnésium (Mg) dissous	Eau douce	ICP/AES	NF EN ISO 11885	µg/L	50,0	18 240	14 160	13 500	6 540
Manganèse (Mn) dissous	Eau douce	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	µg/L	0,500	7,92	4,92	4,32	<0,500
Nickel (Ni) dissous	Eau douce	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	µg/L	0,500	16,1	12,1	14,1	8,79
Paramètres physicochimiques généraux	Matrice	Méthode	Norme	Unité	LQ	Résultat	Résultat	Résultat	Résultat
Chlorure (Cl ⁻) dissous	Eau douce	CIA	NF EN ISO 10304-1	mg/L	0,125	11,2	10,3	10,3	11,3
Sulfates (SO ₄ ²⁻) dissous	Eau douce	SPECTROPHOTOMETRIE	Méthode interne	mg/L	2,00	35,0	18,0	16,0	<2,00

Date	Description	Validé par
20/06/2023	RAPPORT FINAL v2.0	SKR

VIII.3. Analyses complémentaires des données physicochimiques des campagnes de septembre et octobre 2022 de l'OEIL

Nom de la station	Paramètre	Rapport Val sept/ HER D	Rapport Val oct/ HER D	Rapport Val sept/ médiane 2020	Rapport Vale Oct / médiane 2020	Nom de la station	Paramètre	Rapport Val sept/ HER D	Rapport Val oct/ HER D	Rapport Val sept/ médiane 2020	Rapport Vale Oct / médiane 2020
3-B	Manganèse dissous		2,32		3,82	3-B	Cadmium dissous				
KO-O1		65,53	0,96	108,12	1,58	KO-O1		NA		NA	
1-A			0,60		0,98	1-A					
1 - E		5,43	0,52	8,96	0,86	1-E		NA		NA	
3 - C		0,19	NA	0,32	NA	3-C		NA		NA	
Doline-D1		NA		NA		Doline-D1		NA		NA	
3-B	Nickel dissous		1,01		1,62	3-B	Sulfates		9,83		1,25
KO-O1		1,69	1,01	2,70	1,61	KO-O1		27,21	14,58	2,28	1,22
1-A			0,76		1,21	1-A			7,50		0,95
1 - E		1,08	0,88	1,72	1,41	1-E		11,00	6,67	1,63	0,99
3 - C		0,49	0,55	0,39	0,44	3-C		0,83	NA	0,77	NA
Doline-D1		NA		NA		Doline-D1		NA		NA	
3-B	Cobalt dissous		0,03		0,06	3-B	Magnésium		1,16		1,12
KO-O1		0,07	NA	0,14	NA	KO-O1		2,48	2,10	1,35	1,14
1-A			NA		NA	1-A			2,07		1,17
1 - E		0,04	NA	0,08	NA	1-E		1,52	1,55	0,90	0,92
3 - C		0,01	NA	0,02	NA	3-C		0,59	0,75	4,25	5,45
Doline-D1		NA		NA		Doline-D1		NA		NA	
3-B	Chrome dissous		0,52		1,04	3-B	Calcium		NA		2,40
KO-O1		0,83	0,65	0,83	0,65	KO-O1			NA		2,14
1-A			1,32		1,32	1-A			NA		1,60
1 - E		1,74	1,45	1,74	1,45	1-E			NA		1,48
3 - C		0,17	0,21	0,34	0,43	3-C			NA		0,69
Doline-D1		NA		NA		Doline-D1					
3-B	Chrome VI dissous		NA		NA	3-B	Chlorures		0,94		1,56
KO-O1		0,81	NA	0,81	NA	KO-O1		0,89	0,95	0,96	1,03
1-A			1,26		1,26	1-A			0,87		0,98
1 - E		1,78	1,50	1,78	1,50	1 - E		0,81	0,87	0,91	0,97
3 - C		0,11	NA	0,22	NA	3 - C		0,86	0,96	0,86	0,96
Doline-D1		NA		NA		Doline-D1		NA		NA	
3-B	Zinc dissous					3-B	Conductivité		1,04		0,94
KO-O1		NA		0,20		KO-O1		2,02	1,75	1,66	1,44
1-A						1-A			0,84		0,64
1 - E		NA		NA		1 - E		1,31	1,20	1,00	0,92
3 - C		NA		NA		3 - C		0,65	0,84	0,93	1,20
Doline-D1		NA		NA		Doline-D1		NA		NA	
3-B	Plomb dissous					3-B	Hydrocarbures totaux - C10 à C40				
KO-O1		NA		NA		KO-O1		NA		NA	
1-A						1-A					
1 - E		NA		NA		1 - E		NA		NA	
3 - C		NA		NA		3 - C		NA		NA	
Doline-D1		NA		NA		Doline-D1					
3-B	Cuivre dissous					3-B					
KO-O1		NA		0,20		KO-O1					
1-A						1-A					
1 - E		NA		0,20		1 - E					
3 - C		NA		NA		3 - C					
Doline-D1		NA		NA		Doline-D1					

Figure 29 : tableaux présentant les rapports calculés entre les valeurs de référence de l'HER D et la médiane 2020 et les valeurs mesurées en septembre et octobre 2022 sur les paramètres physicochimiques étudiés. Les rapports inscrits en rouges sont supérieurs ou égaux à 25% de la valeur de référence de l'HAR D ou de la médiane 2020. Les cellules grisées indiquent l'absence de mesure. « NA » correspond à « Non Applicable » généralement en raison de l'absence de mesures sur les deux campagnes ou d'une non-détection.

Nom de la station	Paramètre	Rapport Val sept/ Val oct	Variation Augm. ↗ Dim. ↘
3-B	Manganèse dissous	NA	NA
KO-O1		68,26	↘
1-A		NA	NA
1 - E		10,37	↘
3 - C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Nickel dissous	NA	NA
KO-O1		1,68	↘
1-A		NA	NA
1 - E		1,22	↘
3 - C		0,89	↗
Doline-D1		NA	NA
3-B	Cobalt dissous	NA	NA
KO-O1		NA	NA
1-A		NA	NA
1 - E		NA	NA
3 - C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Chrome dissous	NA	NA
KO-O1		1,27	↘
1-A		NA	NA
1 - E		1,20	↘
3 - C		0,79	↗
Doline-D1		NA	NA
3-B	Chrome VI dissous	NA	NA
KO-O1		NA	NA
1-A		NA	NA
1 - E		1,19	↘
3 - C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Zinc dissous	NA	NA
KO-O1		NA	NA
1-A		NA	NA
1 - E		NA	NA
3 - C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Plomb dissous	NA	NA
KO-O1		NA	NA
1-A		NA	NA
1 - E		NA	NA
3 - C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Cuivre dissous	NA	NA
KO-O1		NA	NA
1-A		NA	NA
1 - E		NA	NA
3 - C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Cadmium dissous	NA	NA
KO-O1		NA	NA
1-A		NA	NA
1-E		NA	NA
3-C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Sulfates	NA	NA
KO-O1		1,87	↘
1-A		NA	NA
1-E		1,65	↘
3-C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Magnésium	NA	NA
KO-O1		1,18	↘
1-A		NA	NA
1-E		0,98	↗
3-C		0,78	↗
Doline-D1		NA	NA
3-B	Calcium	NA	NA
KO-O1		NA	NA
1-A		NA	NA
1-E		NA	NA
3-C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA
3-B	Chlorures	NA	NA
KO-O1		0,94	↗
1-A		NA	NA
1 - E		0,93	↗
3 - C		0,89	↗
Doline-D1		NA	NA
3-B	Conductivité	NA	NA
KO-O1		1,15	↘
1-A		NA	NA
1 - E		1,09	↘
3 - C		0,77	↗
Doline-D1		NA	NA
3-B	Hydrocarbures totaux - C10 à C40	NA	NA
KO-O1		NA	NA
1-A		NA	NA
1 - E		NA	NA
3 - C		NA	NA
Doline-D1		NA	NA

Figure 30 : tableaux présentant les rapports calculés entre les valeurs mesurées en septembre et en octobre 2022 sur les paramètres physicochimiques étudiés. Les chiffres inscrits en verts correspondent à des diminutions des valeurs entre les deux campagnes. Les cellules grisées indiquent l'absence de mesure. « NA » correspond à « Non Applicable » généralement en raison de l'absence de mesures sur les deux campagnes ou d'une non-détection.

VIII.4. Rapport d'expertise Artemis



OEIL

Observatoire de
l'environnement
Nouvelle-Calédonie

Etude du peuplement de diatomées de la Kwé avant et après l'accident de septembre 2022



Rapport d'expertise

Mai 2023

Sommaire

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	2
2	RESULTATS ET INTERPRETATION	4
2.1	COMPOSITION DU PEUPLEMENT.....	4
2.2	VALEURS INDICIELLES	7
2.3	TAILLE DES COMMUNAUTES DE DIATOMEES	15
3	SYNTHESE ET CONCLUSION	18

Liste des figures

Figure 1 : Évolution des taxons dominants (flèche : après accident)	6
Figure 2 : Valeurs de la richesse taxinomique et de la diversité selon les stations	8
Figure 3 : Valeurs de l'IDNC	9
Figure 4 : classes de qualité de l'IDNC	13
Figure 5 : Répartition de l'abondance des diatomées par classe de taille avant accident (graphe du haut) et après accident (graphe du bas)	16

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des relevés « diatomées » disponibles (vert : avant accident ; jaune : après accident)	2
Tableau 2 : Évaluation des impacts ASR = Aire de stockage ; UP = Unité de préparation du minéral.....	3
Tableau 3 : Valeurs des indices NB = Richesse taxinomique, Diversité (Shannon), Equitabilité, IDNC	7

1 Contexte et objectifs de l'étude

Les diatomées sont des algues unicellulaires qui appartiennent à l'embranchement des Chromophytes encore appelées algues brunes. Dans les cours d'eau, elles forment une fine pellicule brune glissante sur les galets. Elles prennent aussi l'aspect de filaments fixés, plus ou moins longs ou encore de fins arbuscules lorsqu'elles vivent en colonies. Ces algues microscopiques sont considérées comme faisant partie des meilleurs bio-indicateurs des eaux courantes grâce notamment à leur sensibilité aux conditions du milieu et à la rapidité de leur cycle de développement. Elles peuvent être récoltées facilement dans une large gamme de milieux, même les plus hostiles et pollués. L'examen des communautés de diatomées benthiques et la connaissance de leur écologie ont permis une classification de nombreuses espèces selon leur sensibilité ou leur tolérance à la pollution, notamment organique, azotée et phosphorée et le développement de méthodes indiciaires dont l'Indice Biologique Diatomées (IBD), aujourd'hui normalisé (NF T 90-354). Des études récentes montrent également leur réponse aux pollutions toxiques.

En Europe, les diatomées sont l'un des maillons biologiques clés retenus par la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) pour l'estimation de la qualité des cours d'eau. Dans le cadre de sa mise en œuvre un programme de surveillance a été établi pour suivre l'état écologique et l'état chimique des milieux aquatiques, identifier les causes de dégradation de ces milieux et orienter les actions mises en œuvre pour atteindre le bon état.

Dans les milieux insulaires tropicaux, des méthodes similaires ont été développées dont l'IDNC (Indice Diatomique Nouvelle Calédonie), pour l'ensemble du territoire de la Nouvelle-Calédonie.

L'étude présentée dans ce rapport a pour objectif de statuer sur l'existence ou non d'un impact de l'accident industriel survenu avant le 14/09/2022 sur le milieu aquatique, en l'occurrence la rivière Kwé, à partir de l'analyse des communautés diatomiques. L'incident a porté sur un dysfonctionnement de pompes du système de drainage au niveau de l'aire de stockage des résidus du complexe industriel et minier de Prony Resources New Caledonia (PRNC) qui a entraîné un déversement des eaux de drainage dans la rivière Kwé.

Les mesures faites après l'accident ont montré des augmentations notables des teneurs en manganèse, nickel, sulfates, magnésium et conductivité au niveau de stations échantillonnées (K 1 et K2) (rapport OEIL).

Les données historiques concernant les diatomées ont été fournies par l'OEIL afin d'avoir une référence de peuplement « avant accident ». Après l'accident, des prélèvements de diatomées ont été réalisés au niveau de plusieurs stations plus ou moins impactées au niveau de leur physico-chimie. Le bilan des données « diatomées » disponibles est représenté dans le tableau suivant.

1 A= amont 1 E	3 B	3 C	1 E	4 M	KO-01 = K1
23/04/2013	08/11/2019	08/11/2019	08/11/2019	08/11/2019	14/10/2022
21/11/2013	28/09/2022	06/10/2022	15/12/2020	27/10/2022	20/09/2022
26/04/2014	25/10/2022		28/09/2022		
15/12/2020			06/10/2022		
28/09/2022					
14/10/2022					
avant accident					
après accident					

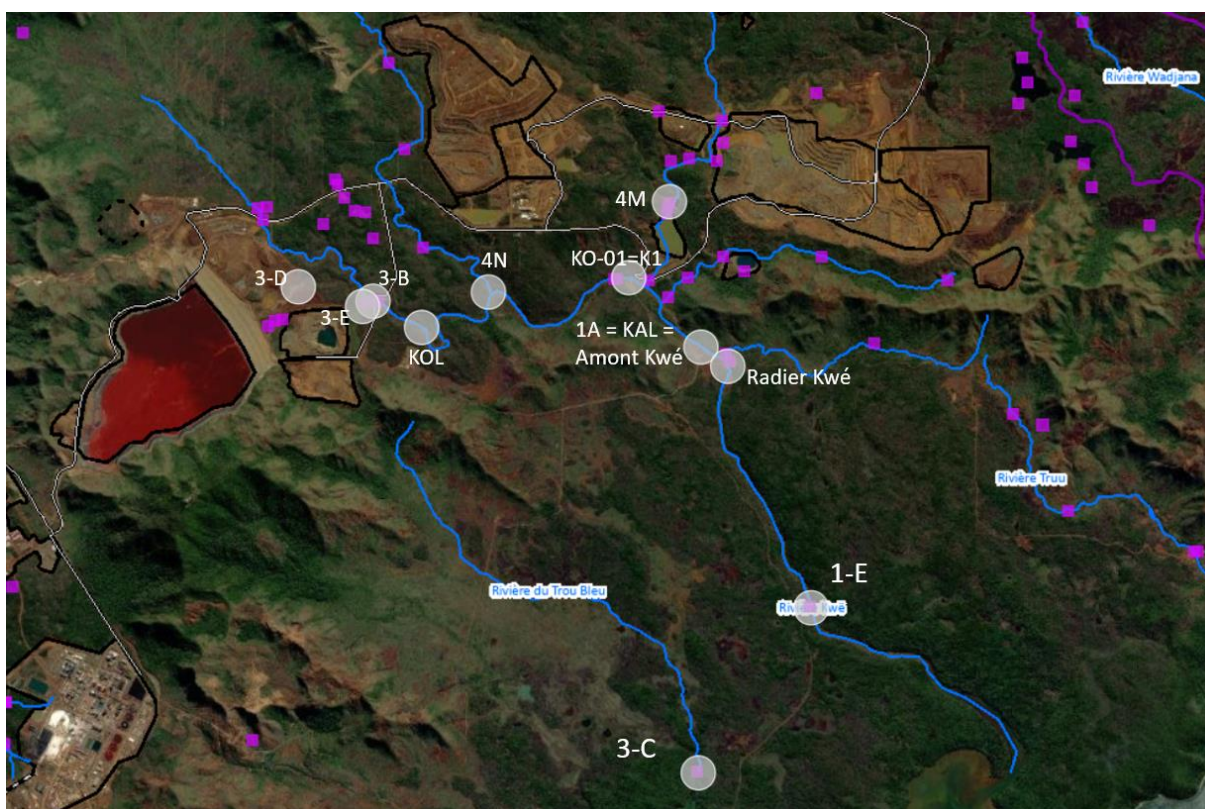
Tableau 1 : Liste des relevés « diatomées » disponibles (vert : avant accident ; jaune : après accident)

La date approximative de l'accident est avant le **14/09/2022**, le dysfonctionnement des pompes daterait du mois d'août à minima.

	3C=Trou bleu	3B	1E=K2	amont 1 E=1A	4M	KO01=K1
ASR	0	++	+	+	0	+
UPM	0	0	+	+	+	+
Mine	0	0	+	+	++	0

Tableau 2 : Évaluation des impacts ASR = Aire de stockage ; UP = Unité de préparation du minerai

La position des stations est figurée sur la carte ci-dessous :



Dans le but d'appréhender un impact de l'incident, ont été étudiées les communautés de diatomées en matière de :

- Composition du peuplement
- Diversité du peuplement
- Indice diatomique IDNC
- Répartition selon les tailles des espèces

2 Résultats et interprétation

2.1 Composition du peuplement

Les taxons dominants (au moins une fois > 5%) ont été conservés et leur évolution représentée sur la figure suivante. Les relevés « après accident » sont signalés par la flèche rouge.

Les principales observations pouvant être faites sont :

- La station 3C, représentant, la « référence » possède un peuplement composé de plusieurs espèces différentes ; en 2019, l'une domine très nettement avec 57% d'abondance relative (ABLA), mais d'autres sont également bien présentes comme ADPI, DDEL, ETNS... ; En 2022, ABLA est toujours présente mais en moindre abondance (4%). Plusieurs espèces cohabitent dans ces relevés (ADPI, ENEL, GRIC...). Si ABLA est un taxon IDNC de qualité « moins » vis-à-vis du Ni et la latérite, **les autres sont pour la plupart des taxons de qualité « plus »**, comme ADPI, GRIC, FRNA.... (ci-dessous). Notons que ENEL n'est pas un taxon pris en compte par l'IDNC.

Taxon IDNC	Dénomination	Statut IDNC	Cote DB05	Cote NH4	Cote PO4	Cote NO3	Cote NI	Cote Cr	Cote Latérite
ABLA	<i>Achnantheidium blancheanum</i>	-	+	+	+	+	-	+	-
GRIC	<i>Gomphonema ricardii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
DDEL	<i>Delicata delicatula</i> var. <i>delicatula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
FRNA	<i>Frustulia nana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+

- La station 3B,

En 2019, comparativement à la station 3C, **on note un changement de dominance nette** ; deux taxons prennent le pas et dominent largement le peuplement, KOSA et EUGI, avec respectivement 26% et 23%. **Ce sont des taxons de qualité « moins » pour l'IDNC** (voir ci-dessous).

Taxon IDNC	Dénomination	Statut IDNC	Cote DB05	Cote NH4	Cote PO4	Cote NO3	Cote NI	Cote Cr	Cote Latérite
KOSA	<i>Kobayasiella saxicola</i>	-	+	+	+	+	-	+	-
EIGU	<i>Eileencoxia guillauminii</i>	-	+	+	+	+	-	-	-

Cependant, d'autres espèces sont présentes dans le relevé, bien que d'abondance relative < 10% (ADPI, AMDI, DNEO...) alors **qu'après l'accident, il ne reste plus beaucoup de taxons, comme le montre aussi l'évolution de la richesse taxonomique** (ci-après) ; il ne reste plus qu'en abondance BANG et EIGU représentant respectivement **56% et 32% soit à elles deux 88% de l'abondance relative**.

Taxon IDNC	Dénomination	Statut IDNC	Cote DB05	Cote NH4	Cote PO4	Cote NO3	Cote NI	Cote Cr	Cote Latérite
BANG	<i>Brachysira angusta</i>	-	+	+	+	+	-	-	-

Certes, trois ans se sont écoulés entre les relevés « avant et après accident », mais comparativement à 3C à la même époque, on note **bien un appauvrissement net du peuplement, qui est peut-être lié à l'incident**. Beaucoup d'espèces ont disparu ou très fortement régressé. Seul un suivi plus régulier permettrait d'affirmer la causalité de façon plus sûre.

- La station amont 1E-1A

Les peuplements d'avril sont difficilement comparables car on n'a pas de référence à la même période pour d'autres stations, en particulier à 3C.

En 2013 et 2020, on retrouve les deux taxons résistants BANG et EIGU parmi les dominantes, avec peu d'abondance d'autres espèces, en particulier en 2020. Ces deux taxons sont également dominants dans les relevés « après accident ». L'effet « accident » est masqué car le milieu est déjà dégradé avant celui-ci et on peut observer depuis 2020, une tendance à la baisse de la diversité ; par exemple à la même période approximativement on obtient 2,78 pour l'indice de diversité contre 1,80 en 2020. Cette baisse pourrait être liée à une dégradation de la physico-chimie mais une étude plus large serait nécessaire pour le montrer, avec davantage de relevés diatomées.

- La station 4M

Au niveau de cette station, les deux relevés, « avant accident » et « après accident », présentent les mêmes diatomées dominantes, les deux taxons de qualité « moins » précédemment cités, BANG et EIGU. L'impact de l'accident est peu visible ici, ce qui est normal car la station n'est pas sous influence de l'ASR.

- La station K1 KO-01

Au niveau de cette station, les deux relevés, sont obtenus « après accident », ; ils présentent les mêmes diatomées dominantes, les deux taxons de qualité « moins » précédemment cités, BANG et EIGU. Nous ne disposons pas d'inventaires avant l'accident pour cette station. Les relevés de la physico-chimie montrent une diminution des perturbations entre mi-septembre et mi-octobre mais cela n'est pas visible sur les diatomées ; peut-être faut-il attendre plus de temps afin que la communauté de diatomées se rétablisse mais sans point « avant incident », il sera difficile de comparer.

- La station 1E

En 2019 et 2020, les taxons résistants BANG et EIGU dominent les peuplements mais d'autres espèces sont également assez bien présentes comme CPND et 2019 et 2020 ou encore AMDI, DNEO en 2020.

Après l'accident, le peuplement est plus pauvre et les deux espèces BANG et EIGU sont toujours très abondantes. Notons toutefois en septembre 2022, l'abondance de GNBPN. Ce taxon n'avait pas été trouvé avant et disparaît en octobre. Sa présence ici est difficilement explicable, d'autant qu'il s'agit d'un taxon de bonne qualité (taxon plus).

Taxon IDNC	Dénomination	Statut IDNC	Cote DB05	Cote NH4	Cote PO4	Cote NO3	Cote NI	Cote Cr	Cote Latérite
CPND	<i>Cymbella pernodensis</i>	-	+	+	+	+	+	-	-
AMDI	<i>Amphora dissimilis</i>	-	+	+	+	-	+	+	+
DNEO	<i>Delicata neocaledonica</i>	-	+	+	+	+	+	+	-
GNBP	<i>Gomphonema neobourrellyi morphotype parvum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+

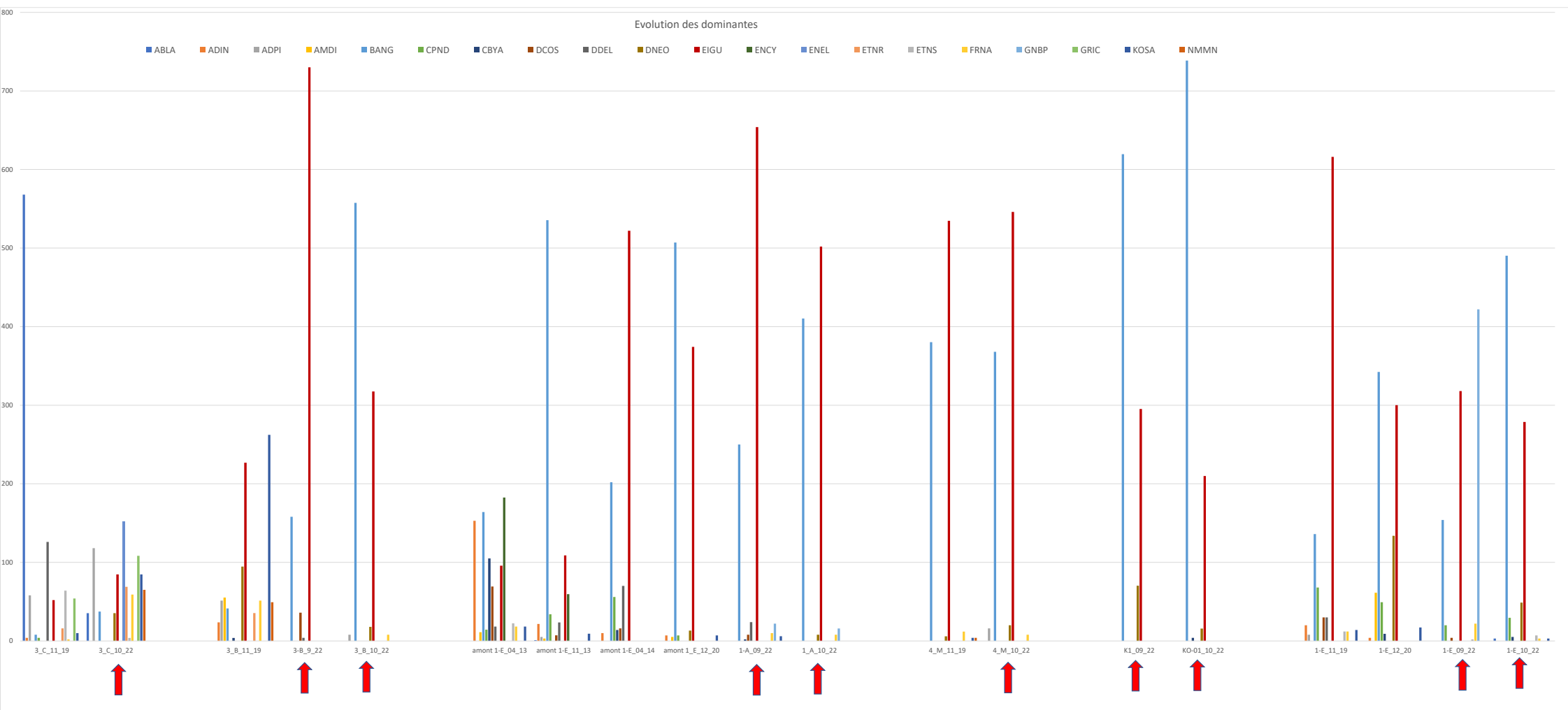


Figure 1 : Évolution des taxons dominants (flèche : après accident)



2.2 Valeurs indicielles

Pour l'ensemble des stations étudiées, les résultats obtenus sont synthétisés ci-dessous :

Date	Station-Date	Nombre d'espèces	Diversité	Equitabilité	IDNC
08/11/2019	3_C_08_11_19	18	2,33	0,56	0,6098
06/10/2022	3_C_06_10_22	26	3,97	0,84	0,7508
08/11/2019	3_B_08_11_19	19	3,33	0,78	0,6207
28/09/2022	3-B_28_09_22	9	1,36	0,43	0,1104
25/10/2022	3_B_25_10_22	14	1,78	0,47	0,1217
23/04/2013	amont 1-E_23_04_13	20	3,54	0,82	0,3845
21/11/2013	amont 1-E_21_11_13	29	2,78	0,57	0,2245
26/04/2014	amont 1-E_26_04_14	17	2,36	0,58	0,1927
15/12/2020	amont 1_E_15_12_20	15	1,80	0,46	0,1037
28/09/2022	1-A_28_09_22	11	1,50	0,43	0,1094
14/10/2022	1_A_14_10_22	10	1,58	0,48	0,0573
08/11/2019	4_M_08_11_19	14	1,59	0,42	0,075
27/10/2022	4_M_27_10_22	11	1,56	0,45	0,0803
14/10/2022	KO-01_14_10_22	8	1,13	0,38	0,0461
20/09/2022	K1_20_09_22	6	1,33	0,51	0,0932
08/11/2019	1-E_08_11_19	18	2,16	0,52	0,1252
15/12/2020	1-E_15_12_20	20	2,64	0,61	0,2152
28/09/2022	1-E_28_09_22	12	2,10	0,59	0,6257
06/10/2022	1-E_06_10_22	24	2,39	0,52	0,1936

Tableau 3 : Valeurs des indices NB = Richesse taxinomique, Diversité (Shannon), Equitabilité (Piélou), IDNC

- Richesse taxinomique et diversité

Ces valeurs renseignent sur la diversité des peuplements et sur leur équilibre ou déséquilibre. Elles sont représentées par la figure 2.

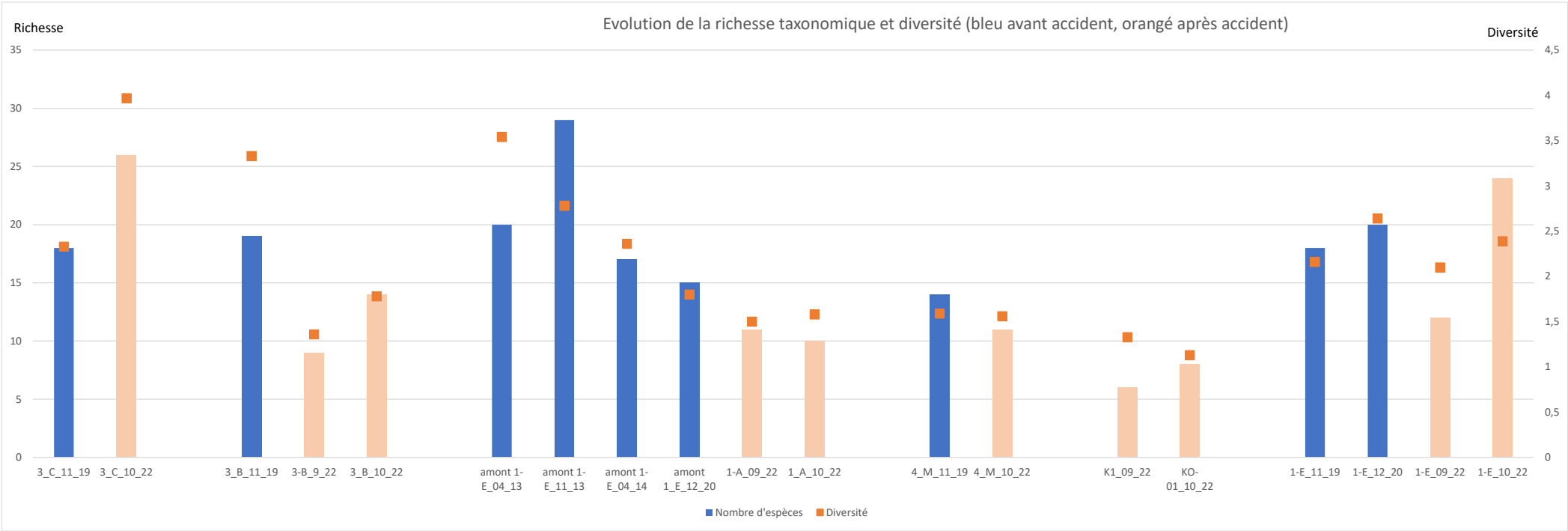


Figure 2 : Valeurs de la richesse taxonomique et de la diversité selon les stations



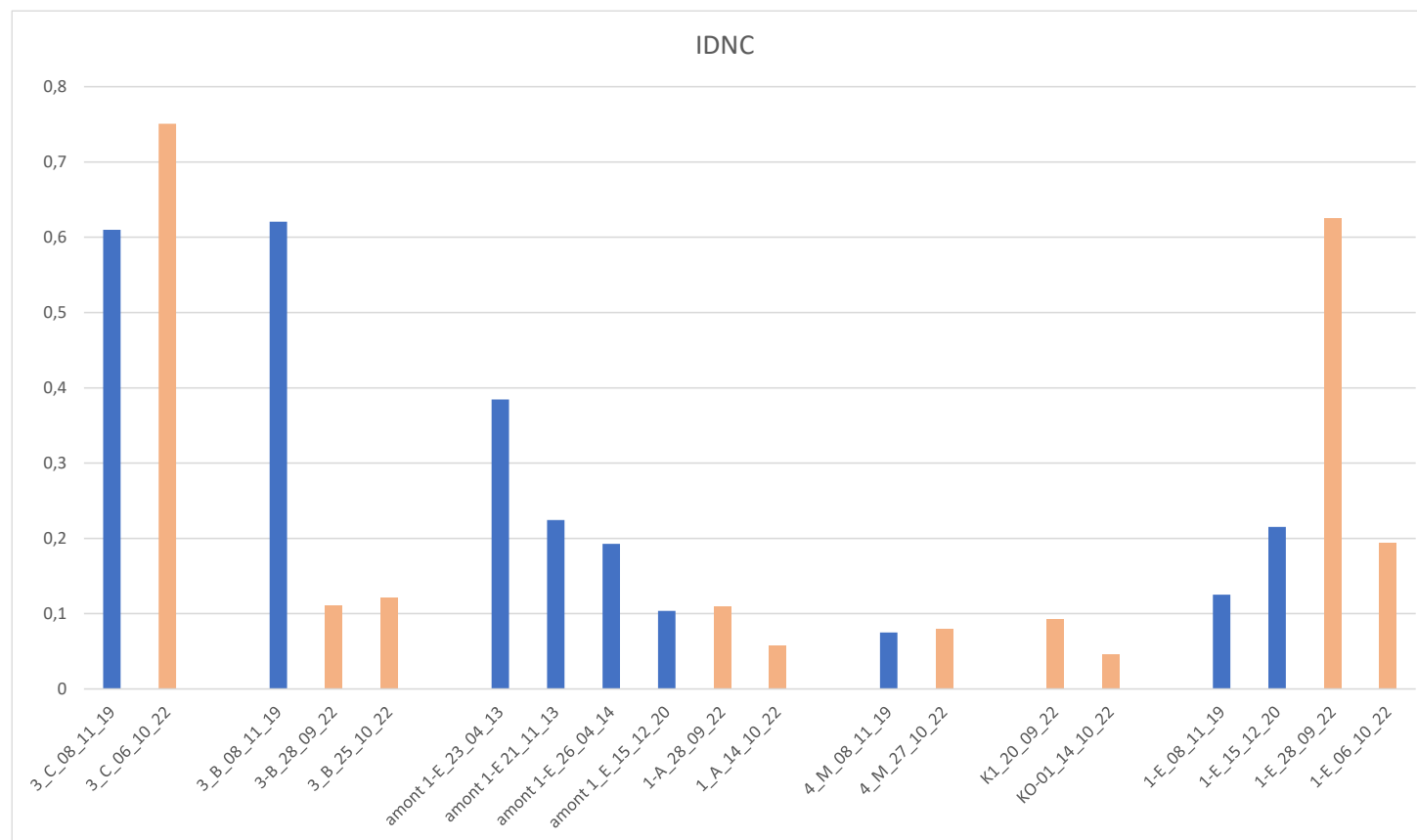
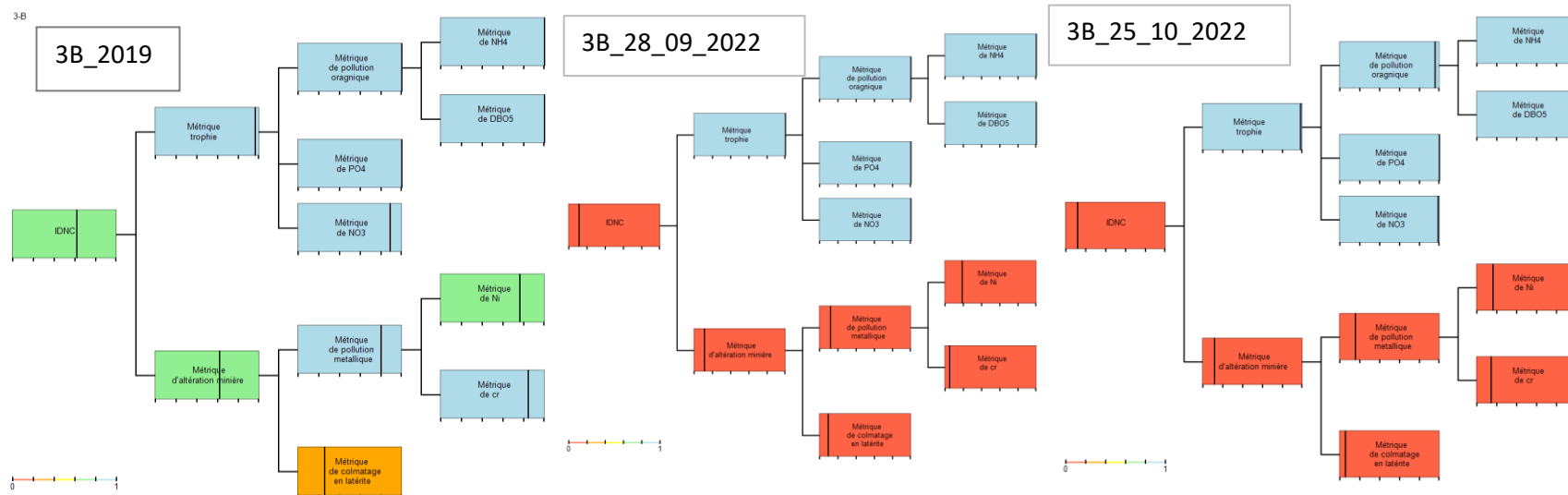
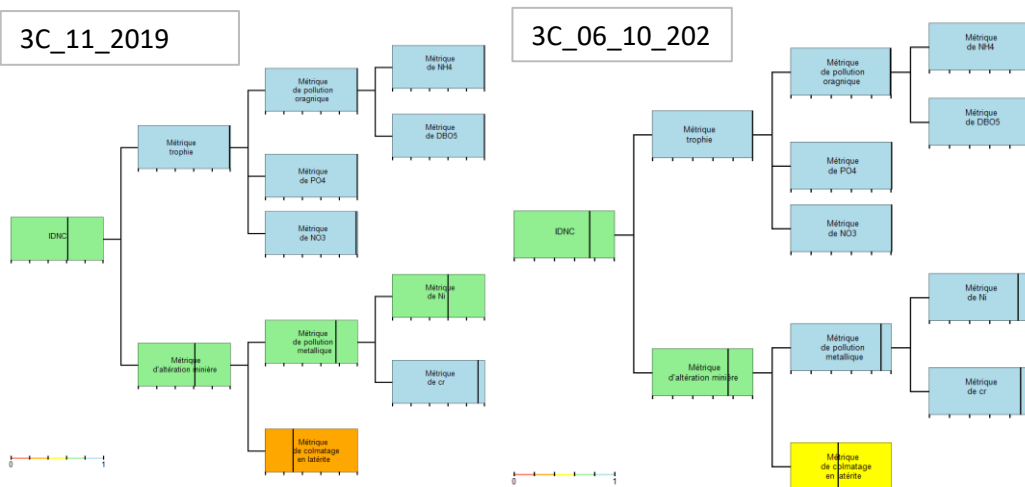
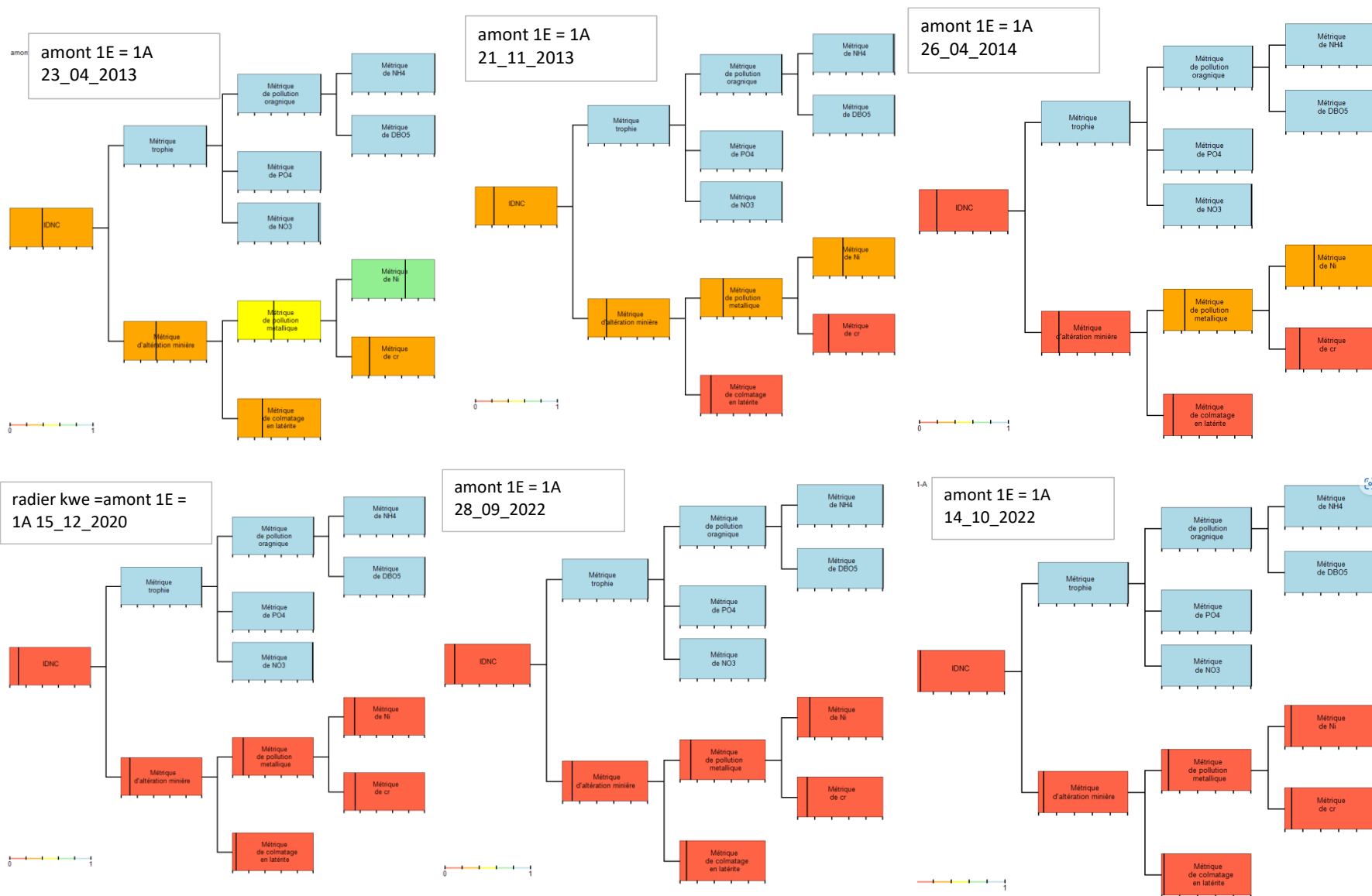
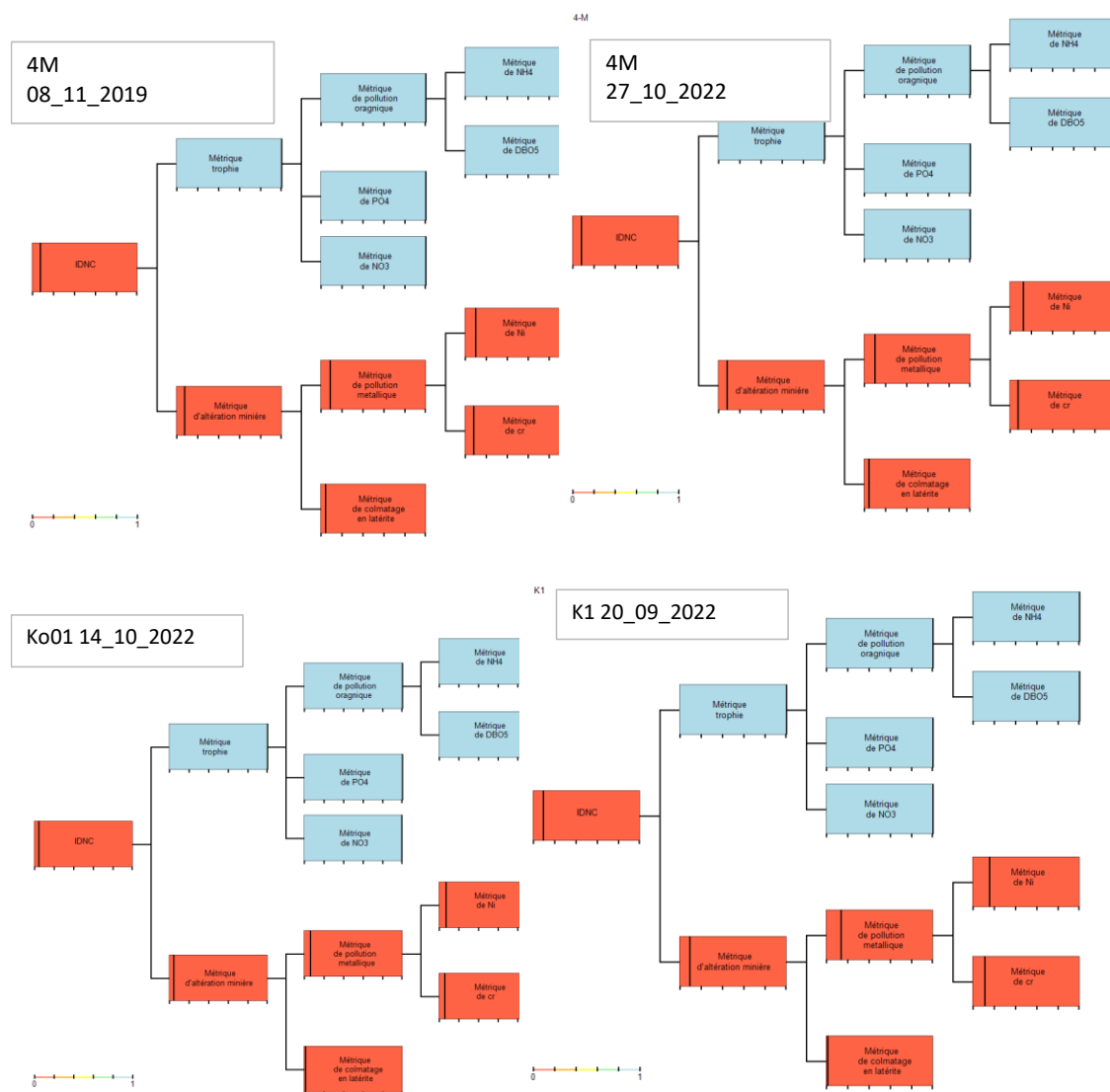


Figure 3 : Valeurs de l'IDNC







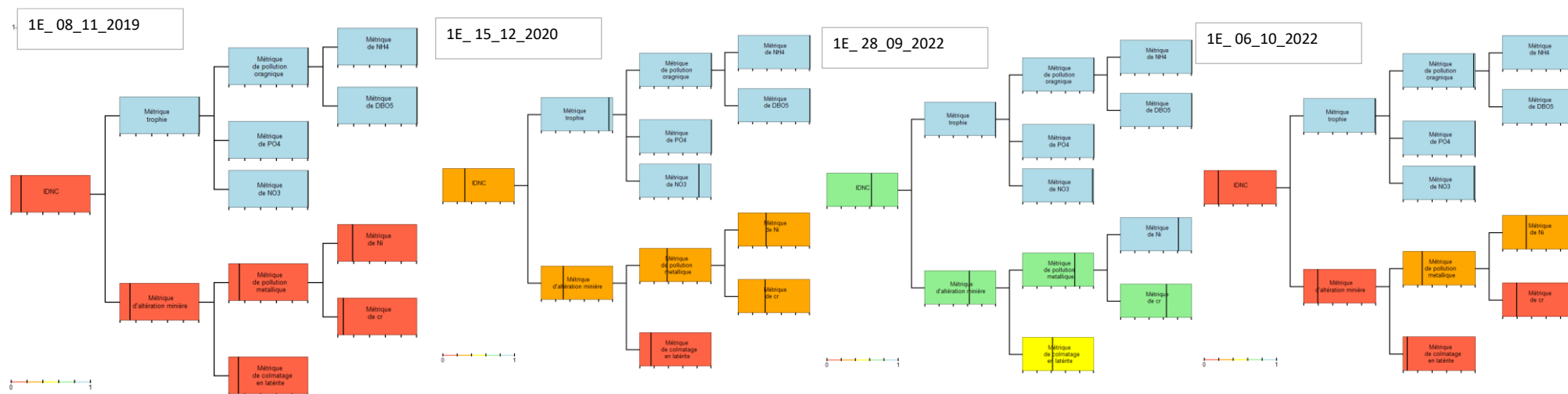


Figure 4 : classes de qualité de l'IDNC

L'analyse du graphique de l'évolution spatio-temporelle de la richesse taxonomique et diversité des peuplements montre que :

- Avant l'accident, la station de référence 3C présente un peuplement composé de 18 taxons avec un indice de diversité de 2,33. On ne note pas, pour la même période, de modification majeure de ces deux critères si ce n'est au niveau de la station 4 M qui présente des valeurs moindres (14 et 1,59 vs 18 et 2,33), sans doute à cause de l'influence de la mine. En 2019, la station 3B présente des valeurs proches voire supérieure à la référence (19 taxons, indice de diversité de 3,33).
- En revanche, après l'accident, la régression des critères étudiés est très nette à la station 3B comparativement à la station 3C. Alors que le peuplement de la station 3C présente 26 taxons et un indice de diversité de 3,97, à la station 3B, on n'a plus que 14 taxons et un indice de 1,78 pour la même date. Si on considère la date d'avant (septembre), la régression est d'autant plus marquée (9 taxons et 1,36) soit 65% de taxons en moins. Entre le mois de septembre et d'octobre, le peuplement semble donc se reconstruire. Cette station étant exclusivement sous l'influence de l'ASR, on peut penser que l'accident est responsable **de l'appauvrissement du peuplement** par élimination des espèces plus sensibles. Les autres stations également montrent des peuplements peu riches et peu diversifiés comparativement à 3C, mais cela ne permet pas de dire si c'est lié à l'accident car elles sont sous l'influence d'autres impacts susceptibles d'avoir le même effet ; A 4M, hors influence de l'ASR, la régression de la richesse taxonomique et diversité est notable comparativement à 3C, en particulier en 2022, tendant à montrer l'impact d'autres activités. Pour K0- 01 (et K1) les deux critères étudiés sont nettement plus faibles qu'à 3C (seulement 6 taxons en septembre 2022) mais l'absence de données avant l'accident ne permet pas de conclure à un effet certain de celui-ci. Il est intéressant de noter que la station la plus aval (1E), semble impactée, avec une baisse de la richesse taxonomique et diversité juste après l'accident (09_2022) et une tendance à retrouver des niveaux comparables à 3C au moins d'octobre.
- Notons pour la station 1A (=amont E), une tendance à la diminution de la richesse taxonomique et de la diversité des peuplements depuis les premiers inventaires datant de 2013 : 29 taxons en novembre 2013, contre seulement 15 en décembre 2020. Il en est de même pour la diversité. L'impact des rejets combinés s'est peut-être accru mais le peu de relevés diatomées ne va sans doute pas permettre de mettre en relation ce fait avec la physico-chimie (assise de données pas assez importante à mon sens).

- IDNC

Les valeurs et classes de qualité de l'indice sont représentées par les figures 3 et 4.

La variation spatio-temporelle de cet indice montre que :

- La station 3C présentent les valeurs les plus élevées. Que se soit avant ou après l'accident, l'IDNC estime la qualité bonne.
- Avant l'accident, la station 3B, présente un IDNC proche de 3C avec une qualité également estimée bonne.
- **En revanche, après l'accident, la valeur chute comparativement à 3C, et l'IDNC estime la qualité mauvaise, en septembre comme en octobre.**
- Avant l'accident les IDNC des autres stations sont toujours plus faibles qu'à 3C avec des qualités allant de médiocre à mauvaise.
- Après l'accident, les notes des autres stations sont plus faibles nettement par rapport à 3C mais ne permettent pas de savoir s'il s'agit de l'accident seul car 4M présente également de faibles valeurs ; seule exception la station 1E en septembre 2022 qui a un indice élevé et une qualité bonne. Cela est dû au développement important de GBNP, qui est indicateur « plus » pour l'IDNC.

2.3 Taille des communautés de diatomées

La figure 5 montre l'abondance cumulée des diatomées par tranche de classe de taille (Longueur) ; des classes de 5 μm par 5 μm ont été définies ici.

Les résultats montrent que :

- Avant l'accident, les stations 3C et 3B ont un peuplement constitué de diatomées de taille petite à plutôt moyenne en majorité. Par exemple 70% et presque 100% du peuplement pour 3B et 3C respectivement est composé de diatomées de longueur inférieure à 35 μm . La station dont le peuplement est composé de plus grande espèces est celui de 1E en 2019 : 60% du peuplement est composé de diatomées de plus de 100 μm .
- Après l'accident, on note un changement radical de la structure de la courbe au niveau de la station 3B. Alors que la station 3C, présente, comme avant l'accident, une majorité de diatomées petites à moyennes, après l'accident la courbe est la plus basse observée ; près de 80% du peuplement est constitué par des diatomées de taille de 100 à 110 μm .
- Les sites impactés sont d'une manière générale composés de diatomées de grande taille ; par exemple le graphique « après accident » montre que à 1A, on obtient 70% de diatomées > 100 μm . Avant, accident, les sites impactés part la mine sont aussi composés de diatomées de grande taille comme à 1E ou 1A (amont 1E).

L'accident a favorisé un changement en faveur de diatomées de grande taille, lié à la dominance d'EIGU dans les stations impactées.

Il y a certes une sensibilité moindre de cette espèce vis-à-vis de la pollution mais on peut se demander si elle est également moins sensible en raison de sa grande taille. En effet, le rapport surface/ volume est plus petit chez les espèces de grande taille comparativement aux petites espèces. Potentiellement, il y a moins de « toxiques » qui peuvent rentrer dans la cellule. Il s'agit ici d'une hypothèse qui pourrait être vérifiée avec des données supplémentaires.

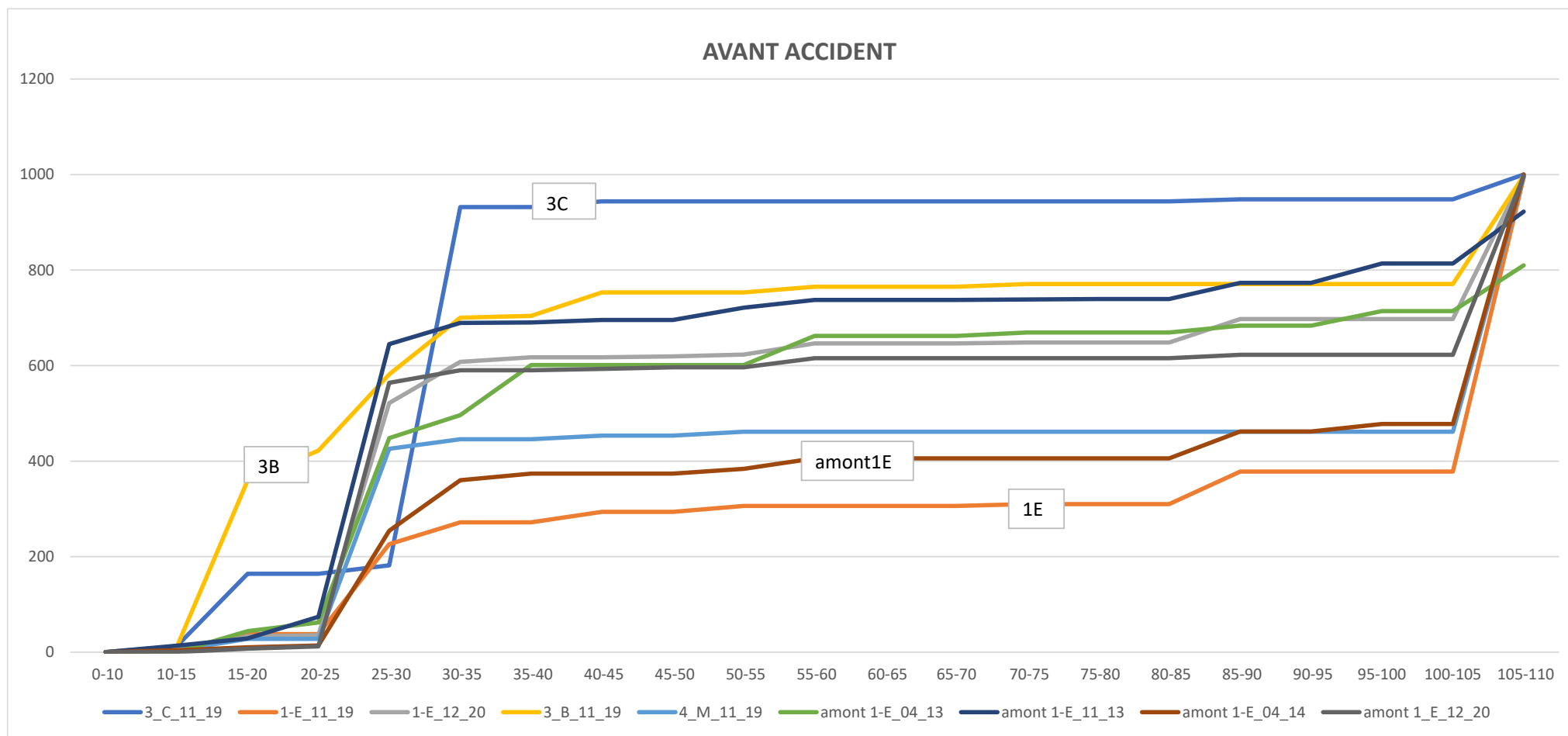
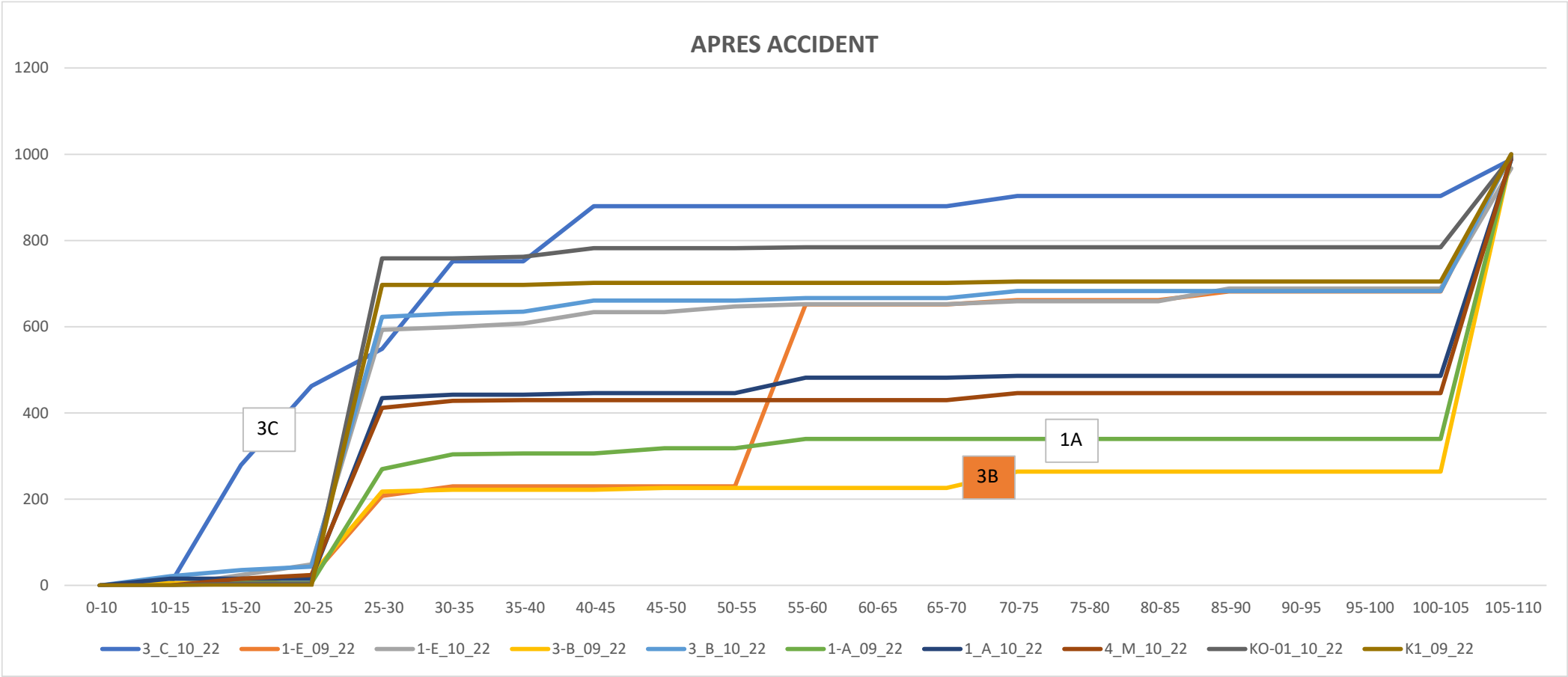


Figure 5 : Répartition de l'abondance des diatomées par classe de taille avant accident (graphe du haut) et après accident (graphe du bas)



3 Synthèse et conclusion

L'analyse a porté sur l'étude des diatomées de stations de la rivière Kwé avant et après l'accident survenu aux alentours du 14 septembre 2022. L'accident a été provoqué par un dysfonctionnement de pompes du système de drainage au niveau de l'aire de stockage des résidus (ASR). Cela a conduit à un déversement d'eaux de drainage dans la Kwé. Des mesures Physico-chimiques ont été réalisées et ont montré des perturbations sur le manganèse, le nickel, les sulfates, le magnésium et la conductivité.

L'analyse des communautés de diatomées a permis de mettre en évidence un effet qui peut certainement être lié à l'accident au niveau de la station directement impactée **3B** par :

- Disparition de taxons sensibles comparativement à la station de référence 3C,
- Dominance de taxons résistants tels que *Eileencoxia guillauminii* et *Brachysira angusta*. Toutes deux sont des diatomées endémiques inféodées aux substrats ultramafiques, taxons « moins » vis-à-vis de l'IDNC,
- Baisse drastique de la richesse taxonomique et diversité des peuplements entre 2019 et 2022,
- Baisse de l'IDNC et passage de qualité bonne avant accident à mauvaise après accident,
- Sélection de formes de grande taille sans doute moins sensibles à cause d'un rapport S/V plus petit comparativement à de petites espèces.

Cette première analyse a montré un effet de la pollution liée à la mine sur les tailles de diatomées ; plus elle semble prononcée, plus les grandes espèces sont favorisées. Ces premiers résultats pourraient être complétés par une étude sur une même espèce *Eileencoxia guillauminii* par exemple, omniprésente au niveau des ces stations. Il serait intéressant de mesurer une centaine d'individus dans chaque station afin de voir si les individus ont des tailles identiques ou non et ainsi appréhender un éventuel effet sur la reproduction, mitose ou sexuée. Pour rappel la reproduction des diatomées par mitose engendre une diminution de taille des individus, taille restaurée avec la reproduction sexuée (diagramme ci-dessous).

